



# SUNDHEDSMÆSSIGE ASPEKTER AF FYSISK AKTIVITET HOS BØRN

- et treårigt forsøg i to kommuner  
ved København:

BALLERUP OG TÅRNBY

# Sundhedsmæssige aspekter af fysisk aktivitet hos børn

- et treårigt forsøg i to  
kommuner ved København:  
Ballerup og Tårnby

**Sundhedsmæssige aspekter af fysisk aktivitet hos børn - et treårigt forsøg i to kommuner ved København: Ballerup og Tårnby**

Editorer: Lars Bo Andersen og Karsten Froberg. Institut for Idræt og Biomekanik, Syddansk Universitet

Version: 1.0

Dato: 23. november 2006

ISBN: 87-7676-402-8, trykt

ISBN: 87-7676-403-6, elektronisk

Fotos: Per Kølle, Helle Rønholt, Lis Engel, Glen Nielsen og Stig Eiberg

Udgivet af Sundhedsstyrelsen

Projektet har været støttet økonomisk af Indenrigs- og Sundhedsministeriet, Kulturministeriet, Sundhedsstyrelsens Center for Forebyggelse, Danmarks Idrætsforbund, Københavns Universitet og Hjerteforeningen

# Indhold

Forord	9
Resume	10
Perspektivering	15

## Del 1: Handleplan for idræt. Baggrund – implementering – forankring

1	Handleplan for idræt. Baggrund – implementering – forankring	17
1.1	Baggrund for interventionstiltag og indhold i disse af Per Kølle	17
1.2	Uddybning af punkter: Hvad skal en idrætslærer kunne?	21
1.3	Biologisk sundhed og fysisk aktivitet af Bianca Hermansen m.fl.	24
1.3.1	Indledning	24
1.3.1.1	Fysisk aktivitet	24
1.3.1.2	Aerob fitness	24
1.3.1.3	Metabolisk fitness	25
1.3.1.4	Centrale adaptationer til fysisk aktivitet	25
1.3.1.5	Adaptationer til fysisk aktivitet i skeletmuskulaturen	25
1.3.1.6	Børn, fysisk aktivitet og fitness (VO <sub>2</sub> max)	26
1.3.1.7	Fysisk aktivitet; anbefalinger samt effekt på risikofaktorer og mortalitet	27
1.3.1.8	VO <sub>2</sub> max og børn	30
1.3.1.9	Fysisk aktivitets betydning for kardiovaskulære risikofaktorer	31
1.3.1.10	Det metaboliske syndrom	31
1.3.1.11	WHO 's definition	32
1.3.2	Sygdommen type 2 diabetes	34
1.3.2.1	Forekomst af type 2 diabetes	34
1.3.2.2	Risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes	35
1.3.2.3	Børn og type 2 diabetes	36
1.3.3	Insulin, insulins virkning og insulinresistens	36
1.3.3.1	Nedslidning af $\Delta$ -celler	37
1.3.3.2	Fysisk aktivitet og forstyrrelser i glukosemetabolismen	38
1.3.3.3	Kontraktionsmedieret glukoseoptagelse	38
1.3.3.4	Varighed, frekvens og type af træning	39
1.3.4	Overvægt og fedme	41
1.3.4.1	Forekomst af overvægt/fedme	41
1.3.4.2	Body mass index (BMI)	42
1.3.4.3	Hudfoldsmålinger	44
1.3.4.4	Årsager til overvægt og fedme	45
1.3.4.5	Energibalance	45
1.3.4.6	Risikofaktorer forbundet med overvægt/fedme	47
1.3.4.7	Risikofaktorer forbundet med overvægt og fedme for børn	48
1.3.4.8	Sammenhængen mellem overvægt/fedme og type 2 diabetes	49
1.3.4.9	Lipider i blodet og intramuskulært	50
1.3.4.10	Adipøs overvægt og inflammation	52
1.3.4.11	Inflammation og type 2 diabetes	53
1.3.4.12	Inflammation og fysisk aktivitet	54
1.3.4.13	Systemisk inflammation hos børn	55
1.3.4.14	Fedmerelateret stimulering af sympatisk aktivitet	56
1.3.4.15	Fysisk aktivitet/inaktivitet og overvægt/fedme	56
1.3.4.16	Fysisk aktivitet og vægttab	57
1.3.4.17	Hypertension	59
1.3.4.18	Dyslipidæmi	60
1.3.4.19	Kostens indflydelse	61

1.3.4.20	Konsekvenser af forhøjet lipoproteinkoncentration	62
1.3.4.21	Grænseværdier for lipoproteinkoncentrationer hos børn	63
1.3.4.22	Børn og risikofaktorer	63
1.3.5	Fysisk aktivitet og knoglesundhed hos børn	65
1.3.5.1	Normal knoglevækst i barn- og ungdom	67
1.3.5.2	Knoglevævet – histologi og dynamik	67
1.3.6	Mekanisk påvirkning af knoglerne.	68
1.3.6.1	Fysisk aktivitet og knoglesundhed hos børn – Ballerup-Tårnby projektet	69
1.3.7	Generel metodebeskrivelse	69
1.3.7.1	Etik	70
1.3.7.2	Forsøgspersonerne og udvælgelse	70
1.3.7.3	Baseline, børnehaveklasse	70
1.3.7.4	Inklusion i subgruppe	70
1.3.7.5	Opfølgning	71
1.3.7.6	Procedure for dataindsamling og databehandling	71
1.3.7.7	Blodprøven	71
1.3.7.8	Blodtryk	72
1.3.7.9	Antropometri	72
1.3.8	Knoglemålinger	74
1.3.8.1	Kropskomposition	74
1.3.8.2	Knoglebredde	75
1.3.8.3	Knogleskanning	75
1.3.8.4	Statistiske metoder	76
1.3.9	Resultater	77
1.3.9.1	Analyse af data	77
1.3.9.2	Beskrivelse af baselinedata	77
1.3.9.3	Observationer fra accelerometermålingerne i 3. klasse	79
1.3.9.4	Aktivitet i idrætstimerne	80
1.3.9.5	Baseline - fedmesubgruppe	82
1.3.9.6	Analyse af opfølgningsdata	84
1.3.9.7	Analyser af deltaværdier	86
1.3.9.8	Forandringer hos børn med ophobning af risikofaktorer	89
1.3.9.9	Analyser af subgrupper vs. resterende population	90
1.3.9.10	Fedmesubgruppe vs den resterende normalvægtige population	90
1.3.9.11	Associationer mellem baseline- og deltaværdier	93
1.3.9.12	Korrelationsanalyser	94
1.3.9.13	Clusteranalyser	95
1.3.9.14	Cluster-analyser - subgruppe	96
1.3.9.15	Analyser af den samlede populationen	97
1.3.9.16	Sammenligning af subgruppe med resten	98
1.3.9.17	Relationer mellem ophobning af risikomarkører og fedme eller fitness	99
1.3.9.18	Parametre ved baseline som prædikterer ophobning af CVD risikofaktorer i 3. klasse	100
1.3.9.19	Forekomst af overvægt og fedme i henhold til IOTF	101
1.3.10	Knoglesundhed	102
1.3.10.1	Artikel 1 – kønsforskelle i BMD hos 6-8 årige børn	102
1.3.10.2	Artikel 2 – knogle mineral densitet og vanlig fysisk aktivitet hos 6-8 årige børn	104
1.3.10.3	Artikel 3 – Effekt af 3 år med forøget timetal I idræt på knoglerne	107
1.3.11	Diskussion	109
1.3.11.1	Interventionens effekt på hele populationen	110
1.3.11.2	Hvilke parametre er vigtigst i udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes?	112
1.3.11.3	Aerob fitness eller fysisk aktivitet?	112
1.3.11.4	Fedme i børnehaveklassen – hvilken betydning har det?	115
1.3.11.5	Interventionens effekt på fedmesubgruppen	115

1.3.11.6	Betydning af fedme på baseline i forhold til målte variable	117
1.3.11.7	Generel negativ betydning af fedmegrad	118
1.3.12	Kritik af metoder	119
1.3.12.1	Målemetoder til bestemmelse af risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes	119
1.3.12.2	Antropometriske mål	121
1.3.13	Måling af aerob fitness	122
1.3.13.1	Begrænsninger ved CoSCIS	123
1.3.14	Delkonklusion af metaboliske parametre	124
1.3.15	Delkonklusion – fysisk aktivitet og knoglesundhed	125
1.3.16	Perspektivering	125
1.4	Bilag 1	126
1.5	Referenceliste	131

## Del 2: Børnenes kropskompetance, selvopfattelse, motorik og læseevne af Vivian Grønfeldt

<b>2</b>	<b>Børnenes kropskompetance, selvopfattelse, motorik og læseevne</b>	<b>149</b>
2.1	Introduktion	149
2.2	Baggrund for undersøgelsen	151
2.3	Problemstillinger	153
2.4	Forskningsmæssigt og teoretisk afsæt	153
2.4.1	Motorik og kognition	154
2.4.2	Hvad er problemet?	155
2.4.3	Sammenhænge mellem fysisk aktivitet og læring	157
2.4.3.1	Børn, akut fysisk aktivitet og læring	157
2.4.3.2	Børn, fysisk aktivitet over tid og læring	158
2.4.3.3	Trois Rivières Growth and Development Study	158
2.4.3.4	The South Australia Study	159
2.4.3.5	Sports, Play, and Active Recreation for Kids (SPARK)	160
2.4.3.6	Metaanalyser fysisk aktivitet og kognition	160
2.4.3.7	Bunkeflo-projektet	161
2.4.3.8	Opsamling	162
2.4.4	Forklaringsmodeller om forholdet mellem fysisk aktivitet og læring	162
2.4.5	Socialpsykologisk perspektiv	163
2.4.6	Fysisk aktivitet og selvopfattelse	165
2.4.7	Plan for dataindsamling	168
2.5	Resumé med henblik på afhandlingens problemstillinger	170
2.5.1	Diskussion af interventionen og perspektivering	172
2.6	Referencer	176

## Del 3: Barrierer for børns bevægelsesaktivitet. en empirisk undersøgelse på baggrund af en teoretisk analyse af Glen Nielsen og Stig Eiberg

<b>3</b>	<b>Barrierer for børns bevægelses-aktivitet. - En empirisk undersøgelse på baggrund af en teoretisk analyse</b>	<b>183</b>
3.1	Resumé	183
3.2	Indledning	185
3.3	Problemformulering	188

3.4	Undersøgelsens overordnede fremgangsmåde og opbygning	188
3.5	Metode	189
3.6	Dataindsamling	190
3.7	Kvantificering af børnenes bevægelses aktivitet – accelerometer teknikken	190
3.8	Spørgeskema data	191
3.9	Data om de fysiske rammer i skolegårde	192
3.10	Evaluering af datas og dermed undersøgelsens validitet	192
3.11	Intern validitet	192
3.11.1	Overrapportering	193
3.11.2	Børnenes kognitive kapacitet	193
3.11.3	Kognitiv magelighed – manglende stillingtagen	194
3.11.4	Forståelsen af spørgsmål	194
3.11.4.1	Ekstern validitet	195
3.11.4.2	Udsnittets størrelse	195
3.11.4.3	Udsnittets repræsentativitet	195
3.11.4.4	Sammenfattende bedømmelse af datas og dermed undersøgelsens validitet	195
3.11.5	Statistisk fremgangsmåde for analyse af kvantitative data	195
3.11.6	Analysens progressive opbygning	198
3.12	Resultater	199
3.12.1	Parametre af betydning for generel fysisk aktivitet (Accelerometermålinger)	199
3.12.2	Parametre af betydning for idrætsdeltagelsen	204
3.12.3	Parametre af betydning for legepladsaktivitet	205
3.12.4	Parametre af betydning for udendørsleg i barnets fritid (derhjemme)	205
3.13	Sammenfatning	206
3.13.1	De analytiske betingelsesdimensioners betydning for børns bevægelse samlet set	206
3.13.1.1	Familiens betydning	206
3.13.1.2	Børneinstitutionernes betydning	207
3.13.1.3	De fysiske rammer omkring hjemmet	207
3.13.1.4	Det enkelte barns individuelle forudsætninger og motiver	207
3.13.1.5	Børnenes fritidsliv	208
3.14	Konkrete prædiktorer og barrierer for de undersøgte bevægelsesaktiviteter	209
3.14.1	Børnenes samlede fysiske aktivitet	209
3.14.2	Idrætsdeltagelsen	209
3.14.3	Leg på legeplads	210
3.14.4	Udendørsleg i fritiden	210
3.15	Diskussion og perspektivering	211
3.15.1	Diskussion af de kvantitative fund i lyset af den kvalitative undersøgelse samt den teoretiske forståelsesramme	211
3.15.2	Satsningsområde: Det enkelte barns forudsætninger og motiver eller vilkårene i omverdenen/institutionerne?	212
3.16	De mest betydningsfulde barrierer og dermed mest i øjenfaldende handlehenvísninger	216
3.16.1	Satsningsområde skolerne eller idrætsforeningerne?	216
3.17	Forskningsmæssige perspektiver	219
3.18	Litteratur	220

## Del 4: Børns udvikling af kropslige - og sociale kompetencer i idrætstimerne af Helle Rønholt og Lis Engel

4	<b>Børns udvikling af kropslige - og sociale kompetencer i idrætstimerne</b>	<b>221</b>
4.1	Børn i tredje klasse	221
4.2	To lærere til 50 forskellige børn	222
4.3	Hvilke kompetencer udfordres hos børnene?	223
4.3.1	Stationer med airtrack, buk, sjippetove, ærteposer, tove, bomme og måtter.	223
4.3.1.1	Airtrack – et flyvende tæppe	227
4.3.1.2	Redskabstationer	229
4.3.1.3	Fra stikbold til 'gæt hvem jeg er'	232
4.3.1.4	Svømning – en udfordring for alle!	234
4.4	Idrætsundervisningen – et kompetenceudviklende læringsmiljø?	237
4.5	Referencer:	241





# Forord

Denne bog er lavet på baggrund af et mangeårigt forskningsprojekt, hvor idrætstimetallet for børn i Ballerup kommune har været fordoblet, faciliteter er blevet moderniseret, og lærere er blevet efteruddannede.

I projektet er effekten af interventionen vurderet i forhold til et bredt spektrum af sundhedsmæssige parametre biologisk, kognitivt og socialt. Vi har valgt at formidle resultater fra dette projekt samt at videregive den nyeste viden indenfor forskningen på de berørte områder vel vidende, at dele af det har almen interesse og skal kunne læses af ikke-fagfolk, og andre dele er på et avanceret niveau med videnskabelige referencer uden interesse for den almindelige læser. Derfor angives for hvert kapitel vores vurdering af målgruppen for kapitlet samtidig med, at der indgår en sammenfatning på lægmandssprog.

Mange mennesker har deltaget i den forskningsmæssige del af dette projekt, og endnu flere har deltaget som lærere, administrative planlæggere, elever og forældre. Kapitlerne i bogen er derfor skrevet af en lang række personer, som enten har lavet det som projekt i forbindelse med deres uddannelse, eller som har haft vejledende roller. Stig Eiberg, Vivian Grønfeldt og Henriette Albinus Hasselstrøm har gennemført deres ph.d. grader på projektet inden for hver deres fagområde. Jesper Kirkegaard Madsen, Michael Hedegaard Jensen, Camilla Hoelstad Holm, Ida Nyhuus Kristoffersen, Glen Nielsen, Bianca Hermansen, Anna Bugge, Janne Baadsgaard, Jesper Svensson, Bjarke Jespersen og Lasse Hasløv har lavet den afsluttende hovedfagsopgave ved universitetet og et lignende antal har gennemført bachelorprojekter. Lis Engel og Helle Rønholdt har gennemført kvalitative undersøgelser. Hvert kapitel har derfor et antal forfattere, hvor vi efter bedste evne har vurderet hvem der har tilført kapitlet de faglige input.

Mere end 50 lærere har været involverede, og de mere end 700 børn og deres forældre har stillet op gang på gang, når der skulle testes eller udfyldes spørgeskemaer, ligesom lærerne ud over at udføre undervisningen, villigt har deltaget i at besvare spørgeskemaer og på anden måde indsamle data.

Projektet har været støttet økonomisk af Indenrigs- og Sundhedsministeriet, Kulturministeriet, Sundhedsstyrelsens Forebyggelsesafdeling, Danmarks Idrætsforbund, Københavns Universitet og Hjerteforeningen.

# Resume

## **Interventionen**

Interventionen bestod af en række tiltag, som blev gennemført gradvist i Ballerup Kommune. Forøgelse af timetallet skete inden opstarten af forskningsprojektet i 2000, men blev ikke forsøgt gennemført konsekvent i børnehaveklasserne, hvilket i forhold til forskningen var formålstjenligt, fordi målingerne foregik over hele det første år efter børnenes skolestart. Indendørs faciliteter i form af redskaber til idræt var installeret på næsten alle skoler, medens udendørsarealer gradvist er blevet opgraderede. Efteruddannelse af lærere har også været en gradvis proces der er foregået under hele interventionsperioden. En stor del af forøgelsen af idrætstimerne er blevet gennemført som ekstra svømmeundervisning. Svømning er idrætsligt en god aktivitet, men de målere vi benytter til registrering af aktivitetsniveauet afmonteres under svømning, da de ikke tåler vand. Kvantificeringen af hvor meget bevægelse selve interventionen har medført er derfor vanskelig. Det var vores håb at tiltagene i idrætstimerne kunne forøge anden form for fysisk aktivitet og bevægelsesglæde, men aktivitetsmålingerne med accelerometrene viser ingen forskel på den generelle aktivitet i 3. klasse i de 2 kommuner.

## **Resultater af forskningen**

### **Metabolske effekter (fysisk form, overvægt og CVD risikofaktorer)**

Inden forsøgsopstarten var børnene i de 2 kommuner ens på alle væsentlige variable. Der var derimod interessante forskelle på drenge og piger som utvivlsomt skyldes adfærd, bestemt af forskellige kulturelle mønstre for piger og drenge. Der var ingen forskel i BMI, men kropssammensætningen var forskellig. Drengene havde mindre hudfoldstykkelser end pigerne, og dette passede sammen med et højere aktivitetsniveau og en bedre fysisk form. Det var endda sådan at piger og drenge med samme konditionsniveau adskilte sig, hvor drengene var mere aktive og havde mindre hudfoldstykkelser. Det kunne tyde på at det generelle aktivitetsniveau, som ikke nødvendigvis er af høj intensitet, har en forebyggende effekt på aflejring af underhudsfedt. Hvis denne observation bekræftes i andre studier, kan en formindskelse i hverdagsaktivitet være en væsentlig del af forklaringen på den negative udvikling i overvægt. Vi har kun målt på underhudsfedt og ikke på abdominalt fedt, som man hidtil har ment, var det metabolisk aktive. Imidlertid er hudfoldstykkelsen som 6-årig en meget stærk prædikator for en u hensigtsmæssig udvikling i den samlede risikofaktor profil. Pigerne insulinfølsomhed var på trods af højere hudfoldstykkelser signifikant bedre end drengenes, så den forringelse, der sker i risikofaktorniveau, er formentlig en langsom proces.

I analyserne udvalgte vi specielle subgrupper, hvor vi havde en hypotese om at effekter måske ville være større i disse grupper, fordi de ved starten havde større potentiale for forbedring. Det var henholdsvis en gruppe af de mest overvægtige, en gruppe med samlet set den dårligste risikofaktorprofil, samt en gruppe af ikke-etniske danskere eller med mindst en forælder af ikke dansk etnicitet. I ingen af disse grupper fandt vi forskelle mellem de to kommuner ved opstarten. De overvægtige og gruppen selekteret i forhold til deres risiko faktor niveau viste selvfølgelig en væsentlige dårligere metabolisk profil end den øvrige population, medens den etniske subgruppe ikke afveg fra de øvrige.

**Effekten af interventionen** målt på forskellige parametre for overvægt, fysisk form, samt på udvalgte CVD risikofaktorer. Forskellen mellem kommunerne i udviklingen af disse parametre var små, men en signifikant bedre udvikling fandtes i interventionsgruppen i faste glucose, iltoptagelse (l/min), talje-hofte ratio og diastolisk blodtryk. Nogle analyser udførtes på hvert køn for sig, fordi der var forskel på de 2 køn i effekterne. Drengene i Ballerup havde signifikant lavere ændring i HOMA-IR ( $p=0,008$ ) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,017$ ) end drengene i Tårnby. Der er således positive ændringer i den totale population og for enkelte parametre i et af kønnene, men vi må samtidig konstatere, at der ikke fandtes forskelle mellem kommunerne i udviklingen af risikofaktorerne i de specielt udsatte grupper. I den samlede risikofaktor profil udviklede disse børn sig markant ringere end den resterende population uden forskel mellem kommunerne. Meget tyder således på, at der skal kraftigere tiltag til at ændre denne negative udvikling hos de børn, der allerede i 6-7 års alderen har en usund livsstil. Hos børnehaveklasse børnene fandt vi overvægtige og inaktive børn med dårlig kondition, men der var ikke ophobning af risikofaktorer på dette tidspunkt. Det udvikledes imidlertid i de første skoleår, og de børn i 3. klasse, der havde dårligst risikofaktor profil, havde en samlet z-score på 21. Dette betyder at hver risikofaktor af de 7 der var summeret i gennemsnit lå 3 standardafvigelser over middel, hvilket er meget drastisk. Der er således al grund til at sætte ind, men for netop disse børn må tiltaget være målrettet, da vores intervention, som var konstrueret med henblik på at lave tiltag, som realistisk ville kunne gennemføres for hele populationen, ikke havde effekt på denne målgruppe. Det er interessant, at man allerede blandt de mindre børn er i stand til at registrere, hvilke børn der har dårlig risikofaktor profil eller vil få det i de første skoleår. Mange af de overvægtige børn tilhører denne gruppe, men det er vigtigt at forstå, at de normalvægtige, inaktive børn med dårlig kondition udgør en endnu større andel. Ønsker man at selekttere gruppen uden at måle på blodprøver, så bør man vælge en kombination af overvægt og dårlig kondition som kriterier. Den stærkeste indikator for vægtudviklingen over de 3 år var HOMA score, som er et mål for insulinfølsomhed. Insulin virker deponerende på fedt og store insulin niveauer forekommer hos inaktive børn og hos børn i dårlig kondition. Når overvægt først er indtrådt forringer dette yderligere insulinfølsomheden. Dette indikerer, at det er vigtigt at sætte ind tidligt for at en ond cirkel ikke startes allerede i 6-årsalderen. Det er nærliggende at forestille sig, at manglende aktivitet øger insulin niveauet hos børnene, som efterfølgende gradvist bliver overvægtige, men teoretisk kan overvægt ligeså godt føre til inaktivitet. Uanset hvad der kommer først, så kan man iagttage 10-15% af børnene, som har meget høje risikofaktor niveauer i mange risikofaktorer samtidigt.

Tabel over de metaboliske parameter, hvor der var effect fra interventionen. Delta middelværdier på hele populationen for udvalgte risikofaktorer

Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			P for Køn	P for kommune
		N	forskel	SD	n	forskel	SD		
Talje-hofte ratio	Dreng	199	-0,02	0,05	117	-0,01	0,07	*	**
	Piger	258	-0,03	0,05	127	-0,02	0,07		
VO <sub>2max</sub> (l/min)	Dreng	167	0,56	0,18	99	0,53	0,22	Ns	*
	Piger	132	0,46	0,16	104	0,42	0,19		
Δ Glukose (mmol/L)	Dreng	135	0,46	0,6	78	0,50	0,6	Ns	**
	Piger	110	0,51	0,5	70	0,73	0,6		

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant

§ Interaktion mellem køn og kommune

### CVD risikofaktor profil hos børnene og udviklingen i denne

Ved analyser af hvilke parametre i børnehævealderen der prædikerede ophobning af CVD risikofaktorer i de efterfølgende 3 år fandt vi, at de 25% med størst hudfoldstykkelser havde en 17 gange forhøjet risiko for at udvikle en dårlig profil sammenholdt med de 25% med mindst hudfoldstykkelser. BMI og lav kondition var også stærke prædiktorer med 7 gange forhøjet risiko blandt de 25% dårligste i disse parametre. Dette er en voldsom overhyppighed, og en intervention med en ekstra dobbelttime i idræt er langt fra tilstrækkeligt til at hindre denne udvikling. Det betyder ikke at man på længere sigt ikke har hjulpet disse børn. Vi kan konstatere at de overvægtige fra Ballerup ikke faldt fra i vores undersøgelse i større grad end øvrige, medens dette var tilfældet i Tårnby. Noget tyder således på en øget motivation i denne udsatte gruppe.

### Fysisk aktivitet og knoglesundhed

Resultaterne fra baseline viser, at der er kønsforskelle i både underarm og calcaneus med hensyn til BMC og BMD allerede i 6-8-års alderen. Det sker flere år før stigningen i køns- og vækst hormoner i forbindelse med puberteten. For denne aldersgruppe ser det desuden ud til, at den totale kropsvægt er associeret med BMD i vægtbærende regioner, men ikke i ikke vægtbærende regioner, hvor andre faktorer synes vigtige.

Resultaterne fra baseline viser også, at for 6-8 årige børn er både det fysiske aktivitetsniveau og mængden af fysisk aktivitet med høj intensitet associeret med knogle mineral densiteten. Dette indikerer, at ikke kun fysisk aktivitet af høj intensitet, men også at habituelle og lege aktiviteter, kan være vigtige for etableringen af knogle mineral densiteten i denne aldersgruppe

### Interventions betydning for knoglesundheden

Evalueret ud fra det 3-årige interventionsstudie var der ingen forskel i nogen af de målte parametre mellem børnene fra interventionsgruppen og børnene fra kontrolgruppen ved baseline eller efter de 3 år. Hos drengene var der ingen forskel i ændringerne i løbet af de tre år, ved baseline eller ved follow up efter 3 år mellem interventionsgruppen og kontrolgruppen. Pigerne fra interventionsgruppen havde derimod 12.5% (p=0,04) og 13.2% (0,005) større stigning i underarms BMC og underarms scannet areal, end pigerne fra kontrolgruppen. At interventionen har positiv effekt hos pigerne men ikke hos drengene, kunne skyldes at drengene generelt er mere fysisk aktive. Den ekstra idræt vil så betyde en relativ mindre stigning i drengenes fysisk aktivitets niveau end i pigernes.

### **Motorik, læsning, sociale færdigheder, problemadfærd og børnenes selvvurderede kompetencer indenfor kropslige og akademiske områder**

Interventionen med øget timetal i idræt har ikke været i stand til at påvirke børnenes motoriske udvikling i fordelagtig retning målt med KTK testen. Det skal dog understreges, at disse tests har deres begrænsninger, og at det er meget vanskeligt at finde valide tests til at afdække så små børns motoriske kompetence. Forandringen i børnenes motoriske færdigheder målt med KTK testen viser en opbremsning blandt drengene og en status quo blandt pigerne og ingen kommunale forskelle. Forandringen sker i begge kommuner og således må man sige at interventionen ikke har medført forandringer som KTK testen kan identificere.

Der kan ikke siges noget om det øgede timetal i idræt har haft betydning for forandringen i børnenes læsepræstation. Forskelligheder i de to variable for læsepræstation samt "tageffekt" specielt i 3. klasse læseprøveresultaterne tillader ikke at foretage en longitudinel konklusion. Den markante forskel allerede ved baseline er sandsynligvis affødt af, at der i Ballerup kommune forud for og under interventionen har været særlig fokus på børnenes læseindlæring.

Børnenes selvvurderede kompetencer på kropslige og akademisk områder har ikke ændret sig fra base- til endline. Drengene vurderer sig selv mere positivt end pigerne mht. kropslige kompetencer, ligesom der er en svag negativ forandring i begge variable og kommuner. Som sådan kan der ikke spores kommunale forskelle, der kan relateres til interventionen.

Det tegnes på baggrund af lærernes vurderinger ved både base- samt endline et ensartet billede af børnene mht. deres akademiske og idrætslige standpunkter samt deres sociale færdigheder og problemadfærd. Der er ikke forskelle i lærernes vurderinger mht. drenge og pigers standpunkter i akademiske og idrætslige områder, medens det konsekvent vurderes at drenge i større grad end piger udviser problemadfærd af eksternaliseret og hyperaktiv karakter, medens pigerne i højere grad end drengene vurderes at udvise sociale færdigheder samlet set.

Af de forandringer der er mellem base- og endline, er det kun børnenes sociale færdigheder mht. samarbejde, der opnår signifikant mere positiv vurdering i Ballerup end i Tårnby. Der er således ingen forskelle i lærernes vurderinger på hverken det idrætslige eller det akademiske område, der kan knyttes til interventionen. Børnenes sociale færdigheder i form af samarbejde opnår i Ballerup en signifikant bedre udvikling, vurderet af lærerne. Af de lærer log-bøger, der er indsamlet i Ballerup fremgår samarbejde som et højt prioriteret mål i undervisningen. Da samarbejde samtidig er indeholdt i idrætsfagets mål fra ministeriel side, må der kunne trækkes en linie til interventionen i Ballerup. Selvom interventionen ikke er specifik på dette område.

Den klareste forskel og forandring i de to kommuner kommer til udtryk i forældrenes bekymring for deres børns motorik og kondition samt fysisk form. Der er allerede ved baseline en højere grad af bekymring i Ballerup kommune for børnenes motorik samt deres kondition og fysiske form. Dette er ikke nødvendigvis negativt, men kan vidne om engagement. Forandringer mellem base- og endline foregår hovedsageligt i Ballerup kommune, således at et fald i bekymring for drengenes motorik samt kondition og fysiske form følges af en samtidig stigning i bekymring for pigernes kondition og fysiske form.

Netop fordi forældrene i Tårnby stort set giver udtryk for samme grad af bekymring for deres børn ved base- og endline, kan man formode at forandringer i Ballerup kan have tilknytning til interventionen. I Ballerup findes sammenhæng mellem forældres uddannelseslængde og graden af bekymring for børnenes kondition og fysisk form. Familier med kortere uddannelsesforløb udtrykker større grad af bekymring omkring dette forhold.

## Perspektivering

De tiltag og forsøg der er gennemført i Ballerup Kommune, kan kun delvis evalueres gennem forskningsprojektet. Det er vigtigt, at man medtager langsigtede virkninger i biologiske forhold, men også i de mere trivselsmæssige områder. Det ville derfor være optimalt at måle denne årgang igen i slutningen af deres skolegang på udvalgte biologiske og trivselsmæssige parametre. Vi kan konstatere, at der er positive ændringer hos børnene i Ballerup sammenlignet med børnene i Tårnby, men også at disse ændringer ikke er store. Vi kan dog samtidig konstatere, at en del af børnene allerede i 9-års alderen har problemer med overvægt samt problemer med ophobning af kardiovaskulære risikofaktorer. Det er derfor nødvendigt at finde effektive forebyggelses strategier, hvis samfundet skal kunne modvirke denne stigning af overvægt og fedme hos børn, samt øgningen i kredsløbssygdomme og diabetes type 2 hos unge og hos voksne. Forskergruppen bag denne undersøgelse kan konstatere, at der skal meget mere fysisk aktivitet til for effektivt at kunne modvirke denne trend. Den øgede aktivitet må meget gerne kombineres med kostændringer. Vores analyser peger på, at aktivitet har betydning for akkumulering af fedt under huden, men også at det er en langsom proces, hvilket gør, at det er vanskeligt at vise gennem relativt korte interventionsforsøg på populationsniveau. Vore forsøg har inspireret til afprøvning af endnu mere vidtgående interventioner i de andre Nordiske lande. I Bunkeflo (Malmø) og Sogndal gennemføres 1 time hver dag, og vi afventer at resultaterne snart foreligger. I Sogndal organiseres den fysiske aktivitet af lærere, men foregår overvejende udendørs som en blanding af idræt og leg. Vores forestilling om fysisk aktivitet bør nok justeres, så vi bliver opmærksomme på, at den både består af kropslig læring, og af social handling, og at den er en nødvendighed for en sund biologisk udvikling. Dette indebærer, at vi ud over satsningen på idrætsfaciliteter, uddannelse af gode lærere og flere idrætstimer, må lære forældre og politikere at al bevægelse i dagligdagen, også den moderate aktivitet, har betydning for sundheden. Derfor skal der være sikre skoleveje, som muliggør aktiv transport, inspirerende udemiljøer samt en række andre samfundsmæssige tiltag som lægger op til fysisk aktive løsninger i hverdagen - også for vores børn. Samtidig vil vi gøre opmærksom på at dele af den handleplan for idræt, som Ballerup Kommune har arbejdet ud fra, først er gennemført gradvist igennem interventionsperioden, og det tiltag forskningsprojektet har vurderet således kun er dele af denne handleplan. Ved at skabe glæde ved at bevæge sig samt gode muligheder for at kunne gøre det i dagligdagen gennem, leg, idræt og aktiv transport, sikrer man vores børn en sund opvækst. Det er der brug for i et samfund, der er i fortsat udvikling.





# 1 Handleplan for idræt. Baggrund – implementering – forankring

Af Per Kølle

## 1.1 Baggrund for interventionstiltag og indhold i disse



Over en årrække er børns kondition og motorik blevet dårligere. I dag er den dårligste tredjedel af skolebørnene i dårligere form end i 1980'erne(1 2).

Vi ved, at idræt styrker kondition og motorik. Og jo bedre form man er i, jo større overskud har man også til andre ting. Dette understreges i den nyeste forskning, som peger på, at idræt kan fremme børns intellektuelle indlæring og koncentrationsevne. Børn bruger først og fremmest deres krop, når de oplever, lærer, udtrykker og udvikler sig.

WHO påpeger: ”Skolen bør være stedet, hvor man fremmer sundhed og livskvalitet gennem fysisk aktivitet. Alle unge bør udøve fysisk aktivitet af moderat intensitet mindst en time hver dag – og mindst to gange pr. uge skal denne aktivitet have en karakter, så den øver muskelstyrke, fleksibilitet og knoglernes styrke”(3). Vi har alle et ansvar for at opfylde disse rettigheder.

I en landsdækkende undersøgelse i 1998 giver eleverne i folkeskolen indirekte udtryk for at disse rettigheder ikke opfyldes, idet de savner faglig kompetence, interesse og motivation hos idrætslærerne. Faget anses ikke for at være seriøst, og timerne besættes ikke altid med kvalificerede lærere, idet 40 % kun har grundfag som forudsætning, selvom der findes lærere med bedre baggrund. Timetallet er reduceret fra 4 lektioner til 2 lektioner pr. Uge siden midt i 1960'erne, og faget har generelt lav prioritet i lærerkollegiet.

Den videnskabelige dokumentation og den praktiske undervisningserfaring angående børns fysiske udviklingsniveau tegnede tilsammen et dystert billede af muligheder for et sundt og aktivt liv for de kommende elever i folkeskolen. På den baggrund og for at imødegå denne udvikling vedtog Ballerup Kommune i 1999 en "Handleplan for Idræt". Handleplanen skulle implementeres og forankres vedvarende på baggrund af:

At beslutningstagerne/politikerne/skolebestyrelserne og de respektive ledelser havde en fælles evidensbaseret viden angående børns motorisk/fysiske, emotionelle, sociale og kognitive udvikling og behov.

På denne baggrund kunne der politisk prioriteres og afsættes de nødvendige midler og 10 punkter blev opstillet som handleplan for at forbedre børnenes kropslige læring. Nedenstående tabel gengiver punkterne og summerer status for gennemførelse af dem ved udgangen af 2006.

### **"Handleplan for Idræt" - Implementering af de enkelte dele i handleplanen**

#### **"DE TI BUD"**

Uddybning af de enkelte dele i Handleplanen.

1. Øget timetal i idræt  
Eleverne har 4 lektioner i idræt pr. uge på 0. – 3. klassetrin. En idrætslærer har ca. 25 elever pr. lektion i folkeskolen. De ekstra 2 idrætstimer i folkeskolen sparer tilsvarende 2 timer på en fritidsinstitution.
2. Efteruddannelse af idrætslærerne  
Med udgangspunkt i de centrale "Fælles Mål", - "Slutmål" og bindende "Trinmål" og Ballerup Kommunes egne prioriterede udviklingsmål har idrætslærerne i de 27 projektklasser hvert år i de 4 projektår fra 2001 – 2005 haft en hel kursusdag med primært teoretisk undervisning fra videnskabsgruppen og 6 eftermiddage à 3 timer med primært idrætskonsulenten som underviser i teori og praksis i relation til handleplanens indhold med fokus på kropsuddannelsen i folkeskolen. Idrætslærerne (primært projektlærere) fra skolerne har siden 2005 og vil fremover deltage i faglige videreudviklingskurser 3 – 4 eftermiddage à 3 timer for at sikre, at indholdet i kropsuddannelsen med kropsekperimentarier, pulsøre, kropsuddannelsesmapper med bl.a. teorimateriale implementeres. Alle elever skal sikres mulighed for at udvikle sunde vaner, ansvar for egen læring og kropslig handlekompetence gennem kropsuddannelsen i skolen.
3. Et helt nyt samarbejde...  
For at sikre alle elever en mulighed for at udvikle livslange sunde vaner, ansvar for egen læring og livskompetence skal lærer, elev og forældre samarbejde om elevens kropsuddannelse.
4. En skoleidrætsklub  
Forældre til elever i skoleidrætsklubben har gennem en spørgeskemaundersøgelse givet udtryk for, at det for deres barn har været det bedste han/hun har oplevet i skolen. For nogle har det været første gang, at de har fået en ven eller første gang de har været glade for at gå i skole. Sådanne udtalelser taler for sig selv.

5. Kropsuddannelsen med sammenhængende teori og praksis (se herunder)
6. Kropseksperimentarium til tests, træning, videnssøgning og tværgående projekter  
Ballerup kommune har etableret det første kropseksperimentarium til undervisningsbrug i kropsuddannelsen. (Modelsted, Rosenlundskolen). Ombygning og inventarinstallering har kostet 1 million kr.
7. Etablering af kropsligt spændende og udfordrende indendørs redskabsmiljøer  
Ballerup kommune gav i 1999 tilskud på 75 % af etableringen af et tidssvarende redskabslandskab til differentieret undervisning. Etableringspris ca. kr. 120.000,00 – 150.000,00). Miljøer er etableret på alle 10 skoler i Ballerup.
8. Skolegårdsmiljøer og multitræningsbaner på skoleområdet til leg, kropsudfordring og idrætsundervisning
9. Ballerup kommune har siden projektstart etableret 6 legepladser. Pris fra ca. 500.000,00 til 1 million kr. pr legeplads. Tema nr. om legepladser er udgivet. (se billeder).  
Implementeringen af de ikke etablerede dele i handleplanen skal bl.a. ses i sammenhæng med de kommende skolerenoveringer.
10. Kantiner med sund mad på alle skoler  
Det tilstræbes at etablere kantiner med sund mad på alle skoler. Omkostninger pr. skole er ca. 100.000 kr.
11. Et nyt samarbejde med sportsklubberne angående et aktivt liv for børn og unge i deres fritid  
Et meget spændende samarbejde er etableret med klub- og foreningslivet. Disse vil i samarbejde med skoler og institutioner på en fælles portal kunne fortælle hvor meget de vil kunne tilbyde skolerne af instruktørbesøg og hvordan eleverne kan komme på inspirationsbesøg i klubberne i fremtiden, også de elever, der normalt ikke vil frekventere en idrætsklub. Dette er der store forventninger til kan blive en ”Win/Win” - situation. Der kan hentes yderligere information hos idrætskonsulenten og fritidsidrætsinspektøren.

<b>Implementeringsdele ifølge Handleplanen</b>	<b>Implementeret</b>	<b>Hvad implementeres p.t.?</b>	<b>Centrale fokusområder</b>
1. Øget timetal i idræt 0. – 3. kl., 4 timer/uge	1999 - Ok		
2. Efteruddannelse af idrætslærerne	1999 - Ok	Implementeres som kontinuerligt udviklingsarbejde	Ministerielt fokusområde
3. Et helt nyt samarbejde mellem skole og forældre om børnenes behov for livslange sunde vaner og viden.	1999 - Ok	Implementeres fortsat	Ministerielt fokusområde
4. En skoleidrætsklub	2005	Modelsted, implementeret (pt. RO) Øvrige skoler følger.	
5. Kropsuddannelse med sammenhængende teori og praksis	2001	Revideres og fornyes kontinuerligt	Ministerielt fokusområde
6. Kropseksperimentarium til tests, træning, videnssøgning og tværgående projekter	2006	Implementeres 2006 (RO) Øvrige skoler følger	
7. Etablering af kropsligt spændende og udfordrende indendørs redskabsmiljøer.	1999 - Ok		
8. Skolegårdsmiljøer og multitræningsbaner på skoleområdet til leg, kropsudfordring og idrætsundervisning.	2000  Kun få steder	6 legepladser implementeret  Implementeres fortsat	Ministerielt fokusområde
9. Kantiner med sund mad på alle skoler	Start 2003	2006: 7 af 10 skoler har kantiner. Implementeres fortsat	Ministerielt fokusområde
10. Et nyt samarbejde med sportsklubberne angående et aktivt liv for børn og unge i deres fritid	Start 2004	Implementeres fortsat	Ministerielt fokusområde

## 1.2 Uddybning af punkter: Hvad skal en idrætslærer kunne?

(Punkt 2 i Handleplan for idræt)



- Være bevidst om sine undervisningsmål. Dette vil fremgå tydeligt af elevplanen, årsplan og bindende slut- og trinmål.
- Kende børns udviklingstrin og tage afsæt herfra.
- Være initiativrig i forhold til skolens idrætsliv og traditioner.
- Hjælpe nye kollegaer på vej.
- Sikre at faget synliggøres i mange forskellige sammenhænge.
- Udveksle erfaringer, materialer, idéer, og anvende praksis besøg hos hinanden.
- Kende de basale færdigheder og undervise i /prioritere de temaområder, der bedst sikrer en alsidig udvikling, specielt fra 0. – 6. klassetrin.
- Deltage i fagets udvikling i takt med den samfundsmæssige udvikling, hente inspiration og skabe overraskelser.
- I samarbejde med forældrene sikre, at børn bliver idrætsaktive i fritiden: Prioritere leg, etablere idrætsklubber, idræt på tværs af skolerne, samarbejde med de nærliggende klubber og andre tilbud.
- Være så faglig kompetent som muligt – dvs. efter- og videreudanne sig hele livet.
- Fortælle om- og ”vise faget” for forældre – sikre et godt samarbejde.
- Kunne indgå i lærerteams og sikre faglig kompetence. Idrætsteori kan derved implementeres i praksis.
- Være bevidst om sin egen specielle rolle i kropsuddannelsen.

### **Rosenlundskolens Skoleidrætsklub**

(Punkt 4 i Handleplan for idræt)

Der er etableret en skoleidrætsklub for de yngste elever på skolen. Tilbuddet er primært rettet mod de idrætsusikre elever på bh. klasse – 3. klassetrin, men vil også

være et væsentligt tilbud for de idrætsusikre elever, der efter 3. klasse ikke mere er tilknyttet en fritidsordning. En skoleidrætsklub bør i princippet være åben for alle elever på de yngste årgange.

Skoleidrætsklubbens pædagogiske mål er at styrke børnenes selvtillid og selvværd gennem alsidig leg og kropstræning med udgangspunkt i det enkelte barns udviklingsniveau, potentiale og behov.

Undervisningen og aktivitetstilbuddene vil tage afsæt i legen, den alsidige kropstræning og den personlige udvikling.

Aktiviteterne i skoleidrætsklubben ligger uden for undervisningstiden.

I skoleåret 2006/2007 er mødetidspunktet hver tirsdag kl. 14.00 ifølge aftale med Susanne Harlev. Sluttidspunkt kl. 16.30. Skoleidrætsklubbens aktiviteter foregår i seminariets nye hal.

Der laves individuelle løsninger for elever der benytter fritidshjem uden for skolen for perioden fra kl. 13.00 – 14.15.

#### **Socialisering**

Et barns opfattelse af sig selv sker ikke direkte, men indirekte gennem tolkning af de reaktioner, barnets adfærd afføder i den sociale kontekst, barnet befinder sig i.

Dette betyder, at når barnet handler, vurderes denne handling af en eller flere personer i barnets sociale samspilssituation. Vurderingen medfører en reaktion i barnet, reaktionen tolkes af barnet, og på baggrund heraf dannes selvopfattelsen.

#### **Skoletræningsbanen i projektet:**

- Skoletræningsbanen eller multitræningsbanen tænkes indrettet/anlagt hvor den enkelte skole og øvrige samarbejdspartnere finder det er mest optimalt.
- Træningsbanen skal ses som en spændende og nødvendig fremtidsrettet installation koblet tæt sammen med test- og målemulighederne på kropseksperimentariet.
- Træningsbanen skal være attraktiv for alle aldersgrupper og udformes med æstetiske ”briller” på.
- Nøgleordene er derfor medbestemmelse, fysisk udfordrende, spænding, variation, fantasi, kreativitet, fremtidsrettet og æstetisk.

#### **Projektbeskrivelse: (Punkt 5 og 6 i handleplan for idræt)**

Som det fremgår af vedlagte overordnede ”Handleplan for Idræt” for Ballerup kommune, skal børn i fremtiden sikres en handle- og livskompetence bl.a. på baggrund af teoretisk viden og indsigt i sundhedsstrategier og sundhedssammenhænge. Børn skal have mulighed for at koble teori og praksis gennem leg, udforskning og afprøvning af kroppens muligheder i udfordrende og spændende bevægelses- og informationsmiljøer. I sådanne miljøer får alle lyst til at være fysisk aktive og kan samtidig få indsigt i og anvende relevant teoretisk sundheds- og motionsviden. Den teoretiske viden er her tilknyttet muligheden for at anvende et spændende kropseksperimentarium. Dette skal indeholde alsidige kropslige træningsfaciliteter med mulighed for at koble teoretisk viden til fysiske træning via et opdateret teoretisk vidensmateriale i eksperimentariet. Folkeskoleloven fastslår at praksis og teori skal kobles således at eleverne får

forudsætninger for at forstå de oplevelser, erfaringer og erkendelser (bl.a. teoretisk viden), som de kan få i idræt. (se venligst bilag ” Det nye idrætsbegreb”, ”Kroppen på banen” og ”Fremtidens sundhedsundervisning”.)

### **Kropseksperimentariet i projektet:**

Indhold og anvendelsesmuligheder

Det tilstræbes at man her kan:

- Træne fysisk på og med forskellige maskiner og materialer.
- Teste, måle og få konkret viden om forskellige motoriske, fysiske og sansemæssige færdigheder og niveauer. (Vigtigt for den personlige indsigt, træningsforståelse og almene udvikling.)
- Opleve ”live” hvordan kroppen fungerer og reagerer i forskellige træningssituationer. (Måle f.eks. kondition, styrke, blodtryk, balance, ”se” hjertet slå etc.)
- Opleve og forstå sammenhængen mellem teori og praksis som et vigtigt led i en forebyggelsesviden..
- Søge viden om træning, kost, motion, sundhed, mad, sygdomme etc., på bl.a. internettet.
- Få eller låne relevante materialer.
- Måle og få egne testresultater med fra eksperimentariet .
- Træne specifikt og alsidigt.
- Bruge trænings- og informationsmulighederne i forbindelse med undervisningsprojekter i folkeskolen og andre steder. (Klub, forening, familie m.fl.)
- Kombinere ovenstående og selv finde på mange andre anvendelsesmuligheder.
- Afprøve mulighederne på et tilknyttet ”Mindstorm/Robolab” – center, hvor også vidensøgning og vidensformidling vil indgå. Et sted for fremtidseksperimenter.

*Børns kropskompetence er grundlaget for læring generelt*

*Børns opmærksomhed er bundet til brugen af krop og sanser*

*– specielt i førskolen og skolestartsperioden*

### **Visioner og perspektiver**

Det er Ballerup Kommunes ønske, at alle elever får et sundt og aktivt liv, med indførelsen af ”Kropsuddannelsen” i hele skoleforløbet og med udgangspunkt i implementeringen og forankringen af de beskrevne 10 nye tiltag – ”De ti bud”, ønsker vi at give alle elever det bedst mulige udgangspunkt for at vælge et sundt og aktivt liv.

Som foregangskommune håber vi, at andre kan finde inspiration i projekt ”Børn og Idræt i Ballerup”



## 1.3 Biologisk sundhed og fysisk aktivitet

Af Bianca Hermansen, Anna Bugge, Stig Eiberg, Henriette Albinus Hasselstrøm, Jesper Kirkegaard Madsen, Michael Hedegaard Jensen, Camilla Hoelstad Holm, Ida Nyhuus Kristoffersen, Janne Baadsgaard, Jesper Svensson, Bjarke Jespersen, Lasse Hasløv, Karsten Froberg og Lars Bo Andersen.



### 1.3.1 Indledning

#### 1.3.1.1 Fysisk aktivitet

I dette afsnit vil vi komme nærmere ind på fysisk aktivitets generelle effekter på relevante systemer i kroppen og, hvordan disse synes at påvirke den overordnede sundhed herunder sygdom og dødelighed. Dernæst beskrives de gængse anbefalinger vedrørende fysisk aktivitet, og til sidst gennemgås de overordnede træk i børns fysiske udvikling.

Fysisk aktivitet kan defineres som enhver bevægelse af kroppen skabt af skeletmuskulaturen, der medfører et øget energiforbrug. Voluntære bevægelser af kroppen foregår ved musklernes påvirkninger af skelettet, hvor de enkelte knogler fungerer som vægtstangsarme. Bevægelse er således afhængig af musklernes evne til kontraktion. Kontraktionsevnen er afhængig af musklernes evne til omdannelse af kemisk energi fra næringsstofferne til ATP, der igen ved spaltning omdannes til mekanisk energi (bevægelse) i muskelcellen. Skeletmuskulaturens stofskifte er afhængigt af tilførsel af energi (næringsstoffer) og ilt samt fjernelse af kuldioxid og affaldsstoffer.

Overordnet set er der to primære systemer bag de adaptationer, der ses ved fysisk aktivitet; de centrale kardio-vaskulære adaptationer og de lokale perifere adaptationer ude i den arbejdende muskulatur, herunder en øgning af skeletmuskulaturens metaboliske kapacitet og øget kapillarisering.

#### 1.3.1.2 Aerob fitness

Den maksimale iltoptagelseshastighed,  $VO_2max$ , betegner det kardiovaskulære systems evne til at leverer ilt til kroppens perifere muskelvæv og er et udtryk for et

individets aerobe effekt.  $VO_2$  kan måles som optaget  $VO_2$ /min og relateres til kropsvægt, som optaget mlO<sub>2</sub>/kg kropsvægt/min, også kaldet konditallet. I COSCIS er der benyttet direkte on-line (Amis 2001 Cardiopulmonary Function Test System) måling af  $VO_{2max}$  ved løbetest. Direkte måling af  $VO_{2max}$  regnes som den sikreste måde at beskrive aerob udholdenhed, som er den centrale parameter i vurdering af metabolisk kapacitet.

#### 1.3.1.3 Metabolisk fitness

Med metabolisk fitness menes kapaciteten til at danne acetyl-CoA fra pyruvat og fedtsyrer og videredanne dette til adenosin tri-phosphat (ATP) i skeletmuskulaturen(4). Også kaldet oxidativ kapacitet. Denne egenskab har betydning for hvor god personen er til at forbrænde fedt. Metabolisk fitness er altså musklen metaboliske kapacitet medens konditionstallet primært er kredsløbets kapacitet. Grunden til at man skelner mellem disse størrelser er, at man ved megen fysisk aktivitet ved lav intensitet opnår betydelige sundhedseffekter selvom konditionstallet ikke forbedres. Der opnås således gunstige effekter både med højintensitet aktivitet og med moderat, men de fysiologiske forandringer afviger.

#### 1.3.1.4 Centrale adaptationer til fysisk aktivitet

Udholdenhedstræning øger individets maximale iltoptagelse, hvilket både er en funktion af øget ilt- og næringsstofekstraktion i muskulaturen, samt en øget minutvolumen. Træningens effekt på minutvolumen er resultatet af en øget slagvolumen, da den maximale hjertefrekvens enten forbliver uændret eller falder ved træning. Intensiteten af træningen spiller en væsentlig rolle for forbedringer af den maximale iltoptagelse.

#### 1.3.1.5 Adaptationer til fysisk aktivitet i skeletmuskulaturen

Skeletmuskulaturens kapillarisering og især enzym-koncentration og -aktivitet er yderst påvirkelig af, hvor meget og på hvilken måde musklen anvendes. F.eks. er det vist, at udholdenhedstræning øger mitokondriernes enzymatiske kapacitet(4), den totale mitokondrievolumen i muskelcellen(5), samt kapillariseringsgraden(6). Plasticiteten i skeletmuskulaturens metaboliske fitness er således udtalt, og forøgelse i både mitokondriernes enzymaktivitet og disses mRNA er synlige efter blot få ugers træning. Denne plasticitet er endnu mere udtalt ved detræning. Tidsrelationen mellem fysisk aktivitet og metabolisk fitness er således tættere og mere udpræget end mellem fysisk aktivitet og aerob fitness(4).

Den procentuelle forøgelse i mitokondrie-aktivitet og -volumen ved træning er langt større end den forøgelse af  $VO_{2max}$ , man ser sideløbende. Man kan således efter træning se en "overkapacitet" i form af forbedret metabolisk fitness i skeletmuskulaturen, hvilket bl.a. muliggør en stor fedtudnyttelse både under arbejde og i hvile. Flere forsøg har endvidere fundet, at både lipoprotein lipase aktivitet (LPL)(7), de fedttransporterende proteiner i sarcolemma (cellemembranen), samt transporten af fedtsyrer ind i mitokondrierne øges ved udholdenhedstræning(8).

Udholdenhedstræning øger de vigtigste proteiner i glukosetransporten herunder f.eks. GLUT4, hexokinase og glykogensyntase. Disse stoffer bruges ved sukkerets transport ind i cellerne og dets opbygning til glycogen.

Et forsøg af Richter og medarbejdere fandt ved 3 ugers udholdenhedstræning af et ben i en et-bens sparkemodel et øget GLUT4-indhold i den trænede muskulatur (70%), men ikke i det utrænede ben(9). På trods af dette fandt man en lavere glukoseoptagelse og GLUT4-translokation til sarcolemma under arbejde ved en given absolut submaximal intensitet i det trænede ben i forhold til det utrænede, både pga. lavere blodgennemstrømning og en lavere glukoseekstraktion(9). I et lignende forsøg fandt man ved nærmaximale og maximale arbejdsintensiteter en glukoseoptagelse proportional med GLUT4-indholdet i musklen, hvilket betød, at glukoseoptagelsen var signifikant højere i det trænede i forhold til det utrænede ben(10).

Det står således klart, at træning medfører ændringer i substratvalg under arbejde ved submaximale intensiteter, samt øger kapaciteten for fedtforbrænding i disse situationer. Dette kan måles som en lavere respiratory exchange ratio (RER, forholdet mellem brugt O<sub>2</sub> og udskilt CO<sub>2</sub>) ved en given submaximal intensitet i det trænede i forhold til det utrænede individ(4). Ved høj-intensitets arbejde derimod ses effekten af den øgede kapacitet til glukoseoptagelse i form af en forøget glukoseoptagelse i det trænede individ (eller ben).

En undersøgelse af Dela (1996) fandt, at en træningsinduceret forbedring i metabolisk fitness medfører en forbedret insulinfølsomhed i skeletmuskulaturen både hos raske personer og individer med type 2 diabetes(11).

**Sammenfattende** kan man slutte, at den gavnlige effekt af fysisk aktivitet på adskillige sundhedsparametre er sammensat af flere komponenter herunder forbedringer i både aerob og metabolisk fitness, hvoraf sidstnævnte sandsynligvis er lettest påvirkelig.

Visse nyere data tyder desuden på, at man kan ændre den metaboliske fitness betydeligt f.eks. ved træning af små muskelgrupper eller træning ved lav/moderat intensitet uden at ændre den aerobe kapacitet(4). Ændringer i den aerobe kapacitet, f.eks. målt som maximal iltoptagelse, kræver derimod arbejde ved højere intensiteter.

#### 1.3.1.6 Børn, fysisk aktivitet og fitness (VO<sub>2</sub>max)

I Danmark er fitnessniveauet blandt børn i dårlig fysisk form faldet i de seneste år, og selvom børn ikke lider af diverse livsstilssygdomme anbefales det, at de opretholder et fysisk aktivitetsniveau for at forebygge fremtidige sygdomstilfælde og for at grundlægge sunde vaner(2). Et af de bedste mål for det fysiske fitnessniveau er VO<sub>2</sub>max, hvilket blandt voksne er blevet undersøgt intensivt. Der findes kun relativt få studier på børn og VO<sub>2</sub>max. Dette skyldes primært, at der er forbundet en række vanskeligheder ved testning af børn, herunder etiske problemstillinger, sikkerhedsfaktorer samt manglende måleudstyr(12).

Sammenligninger af børn og voksnes aerobe præstationsevne viser, at børn har en lavere aerob præstationsevne end voksne. Dette til trods for, at børn har den samme eller en højere maksimal iltoptagelse, når denne relateres til kg kropsvægt eller lean body mass (LBM). En af de væsentligste årsager hertil er, at børns nyttevirkning er reduceret, hvilket betyder, at de bruger mere energi pr. kg. end voksne på at udføre en given aktivitet. Samtidig er voksnes kropsdimension anderledes, hvilket eksempelvis i løb resulterer i, at voksne tilbagelægger en længere distance for hvert skridt end børn(13). Endvidere er der forskel på den aerobe "scope" (ratio mellem VO<sub>2</sub>max og VO<sub>2</sub>hvile), imellem børn og voksne. Dette skyldes, at voksnes

VO<sub>2</sub>max er væsentlig højere end børns, mens VO<sub>2</sub>hvile er tilnærmelsesvist den samme. Således kan en 6-årig dreng i gennemsnit øge sit hvilestofskifte 6-7 gange, mens en 17-årig dreng kan øge sin 14 gange(14). Veltrænede voksne kan øge ratioen 20-25 gange.

Hvorvidt børn kan forbedre deres maksimale iltoptagelse ved fysisk træning er kontroversiel. Overordnet er grænseværdien for børns VO<sub>2</sub>max, før puberteten, 60-65 mlO<sub>2</sub>/kg/min, hvilket er 20-30% højere i forhold til en gennemsnitlig gruppe børn. Hos veltrænede voksne (elite) er den typiske VO<sub>2</sub>max mellem 70-80 ml/O<sub>2</sub>/kg, hvilket er ca. 70% højere i forhold til utrænede personer. Dette peger på, at trænerbarheden af børns VO<sub>2</sub>max før puberteten, er reduceret i forhold til efter puberteten. Evnen til at forbedre den aerobe effekt med træning er dermed nedsat før puberteten(14). For det almindelige barn er det nok mere væsentligt at konditionstallet falder drastisk ved inaktivitet og hvis barnet bliver overvægtigt uanset genetisk disposition. I en undersøgelse af blinde børn, som er afskåret fra spontan bevægelse, fandt Sundberg et konditionstal lige over 30 ml/min/kg(15). Andre børn i samme alder ligger på ca 45 hos piger og 50 ml/min/kg hos drenge.

Variationer mellem drenge og pigers maksimale iltoptagelse er ligeledes blevet undersøgt. Hos både drenge og piger øges den absolutte iltoptagelse op igennem barndommen, men der er dog stadig individuelle forskelle mellem kønnene. Eiberg og medarbejdere (2005) undersøgte forskellen mellem drenge og pigers VO<sub>2</sub>max i 6-7 års alderen og fandt en signifikant højere absolut VO<sub>2</sub>max hos drengene på 11% (1,19 vs. 1,06 LO<sub>2</sub>/min)(12). Denne forskel skyldes hovedsageligt den forskellige kropskomposition kønnene imellem, idet drengene vejede mere samt havde en højere muskelmasse og en lavere fedtprocent end pigerne. Forskellen var dog reduceret til 8% (48,5 vs. 44,8 mlO<sub>2</sub>/kg/min), når VO<sub>2</sub>max blev udtrykt i forhold til kropsvægt og blev yderligere reduceret til 2% (58,2 vs. 57,0 mlO<sub>2</sub>/kg LBM/min) udtrykt i forhold til LBM (kropsvægt uden fedt). I begge tilfælde var forskellen dog stadig signifikant ( $P < 0,001$  og  $P < 0,05$ ) Undersøgelsen viste desuden, at drengene havde et generelt højere aktivitetsniveau end pigerne, også i de tilfælde, hvor VO<sub>2</sub>max var ens imellem kønnene(12).

Selvom den absolutte iltoptagelse stiger med alderen hos både drenge og piger, så falder konditallet for pigernes vedkommende, mens den for drengene holdes stabil. Denne reduktion skyldes en forøget deponering af fedt og dermed en stigning i fedtprocenten hos pigerne i forhold til drengene(13 14). Samtidig øges drengenes koncentration af hæmoglobin i blodet efter pubertetens indtræden, grundet et øget testosteronniveau, hvilket ligeledes er medvirkende til, at forskellen mellem drenge og pigers VO<sub>2</sub>max øges yderligere(14).

#### 1.3.1.7 Fysisk aktivitet; anbefalinger samt effekt på risikofaktorer og mortalitet

Helt tilbage i 1950'erne viste Morris og medarbejdere at fysisk aktivitet ydede beskyttelse mod udvikling af hjerte- karsygdomme (CVD) og præmatur død(16). Siden er der udført mange kontrollerede træningsforsøg for at underbygge dette skelsættende og banebrydende epidemiologiske studie. Et alment fund har været, at aerob træning ved høj intensitet afstedkom større stigning i aerob fitness end træning ved lavere intensiteter. Hvad der ofte blev overset som et vigtigt resultat var, at man også forbedrede sin kapacitet på de lavere intensiteter, blot ikke så meget, og at man tilmed forbedrede sin metaboliske kapacitet (metabolisk fitness). To store og velkontrollerede træningsstudier har blandt mange andre tydeliggjort,

at en fysisk aktivitet ved en moderat intensitet forårsager vigtige fysiologiske adaptationer hos både kvinder og mænd(17 18). Det er studier som disse samt store prospektive studier, der ligger til grund for Sundhedsstyrelsens anbefaling om mindst 30 minutters fysisk aktivitet af moderat intensitet for voksne og mindst 60 minutter af moderat intensitet for børn dagligt. Regelmæssighed er et vigtigt budskab i anbefalingerne, bl.a. pga. den gunstige effekt på blodlipiderne, som tidsmæssigt er nært relateret til aktiviteten og de efterfølgende timer og dage, men i høj grad også pga. den akkumulerende effekt på tab af visceralt fedtvæv og på genaktiverings- samt proteinekspresionsniveau. Højere intensitet og/eller større volumen har yderligere gavnlige effekter på fitness og diverse sundhedsparametre(19). Anbefalingerne er fremkommet som et kompromis i forhold til hvad det er realistisk at få inaktive motiveret til at gøre og som samtidig påviseligt har positiv effekt, i forhold til den aktivitet, som er optimal.

Børn er kendetegnet ved at være relativt aktive. De som ikke er aktive, og dermed kan have et ringe fitnessniveau, har generelt endnu ikke udviklet følgesygdomme af inaktiviteten, men kan have begyndende udvikling af enkelte risikomarkører indeholdt i det metaboliske syndrom samt ophobning af disse(20-22). Børn deltager oftest i aktiviteter, der bærer præg af fysisk udfoldelse i korte perioder, men gentaget; altså en form for intermitterende fysisk aktivitet(23). Det er legende aktiviteter, hvor lav, moderat og høj intensitet samt hvile og pauser er sammenblandet uden struktur. Anbefalingerne funderes dermed i, at børn sjældent er fysisk aktive i mere end 5-10 min ad gangen, og derfor har brug for en højere anbefalet daglig "dosis" for at akkumulere tilstrækkelig aktivitetstid. Derudover anbefales det, at aktiviteterne i særlig grad fremmer og vedligeholder muskelstyrke, bevægelighed og knoglesundhed mindst to gange pr. uge, hvilket i praksis betyder, at aktiviteterne bør bære præg af høj intensitet, belastning og variation.

I en nylig publiceret meta-analyse af 314 artikler diskuteres anbefalinger af fysisk aktivitet i forhold til forbedring samt forebyggelse af børns sundhed(24). Med forbehold for variationer, er de generelle anbefalinger i undersøgelsen minimum 60 minutters daglig fysisk aktivitet for børn i skolealderen, hvilket er i overensstemmelse med Sundhedsstyrelsens anbefalinger(25). Dog påpeger Strong og medarbejdere at intensiteten ligeledes er et vigtigt parameter i forebyggelse af ophobning af risikofaktorer i relation til det metaboliske syndrom(24). Således anbefales, i forbindelse med en forbedring lipidprofil på børn (nedsat TG samt øget HDL-C koncentration), fysisk aktivitet ved moderat til høj intensitet i minimum 40 min. pr. dag, 5 dage pr. uge, i 4 måneder. For at forbedre fitness anbefales over 30 min. fysisk aktivitet med en intensitet > 80% af den maksimale pulsfrekvens i mindst 3 dage om ugen(24).

Det er vigtigt at pointere, at anbefalingen på 60 minutters daglig fysisk aktivitet, mere er et kvalificeret skøn, end det bygger på egentlige objektive analyser af børns fysiske aktivitetsniveau sammenholdt med målinger af risikomarkører. Undersøgelser har fundet forbedringer på elementer i det metaboliske syndrom som følge af fysisk aktivitet, men mængden og intensiteten af aktiviteten, som er nødvendig for at forebygge eller helbrede disse elementer, er endnu ikke specificeret.

Det første studie, der objektivt har målt børns fysiske aktivitetsniveau og sammenholdt det med faktorer indeholdt i det metaboliske syndrom er netop publiceret(26). Resultater fra dette studie kvalificerer og kvantificerer anbefalingerne til børn. Ud fra det objektive aktivitetsmål, som accelerometre kan

give, ses der på sammenhængen mellem mængden af fysisk aktivitet og ophobning af risikomarkører. Resultaterne peger på, at børn skal være fysisk aktive i mindst 90 minutter dagligt ved lav til moderat intensitet. Ved højere intensiteter kan den daglige fysiske aktivitet nedsættes til 60 minutter. Tidligere studier har lidt af 2 metodiske problemer. Dels har det været vanskeligt at definere sundhedstilstand hos relativt raske børn, hvilket er gjort ved at beregne en samlet score på mange risikofaktorer i nævnte studie, og dels er selvrapportering af fysisk aktivitet problematisk hos børn. Specielt undervurderes moderat aktivitet, fordi børnene ikke selv registrerer leg, hurtig gang og lignende aktiviteter som fysisk aktivitet.

De opnåede gunstige metaboliske adaptationer til fysisk aktivitet gør sig også gældende for overvægtige og fede individer, og de helbredsmæssige fordele, der er forbundet med normalvægt, er formentlig begrænset til individer i moderat til god form(27-29). Cooper-instituttet i Dallas har med Steven Blair i spidsen gjort sig bemærket ved i talrige studier at påvise, at fysisk aktivitet er en uafhængig prædikator af total dødelighed og hjertekarsygdomsmortalitet.

I en analyse af en stor kohorte af mænd (n = 21.925 fulgt i gennemsnit i 8 år; 176.742 mandeår, gennemsnitsalder 43,8 år, 428 døde) inddelte man forsøgspersonerne i 3 grupper i forhold til deres fedtprocent udregnet via 7 fedtfoldsmålinger og hydrostatisk vejning. Hver gruppe blev igen inddelt i to grupper i forhold til deres fitnessniveau; ”i form” eller ”ikke i form”.

Efter en multivariat justering for alder, undersøgelsesår, rygning, alkoholindtag og familiær sygdomshistorie fandt man, at overvægtige mænd, der var i form, havde en lavere relativ risiko (RR) for død af hjertekarsygdom end slanke mænd, der ikke var i form(27). Samtidig så man en dose-response sammenhæng mellem god kondition og lav dødelighed både hos overvægtige og normalvægtige, når de analyseredes separat.

Cooper-instituttet står også bag en analyse af en stor kohorte af kvinder (n = 9.925 fulgt i gennemsnit i 11,4 år, 113.145 kvindeår, gennemsnitsalder 42,9 år; 195 døde)(28). I henhold til fitnessniveau målt indirekte på løbebånd blev kvinderne inddelt i tre kategorier: lavt, moderat og højt fitnessniveau. BMI-grupperne var normalvægtige (18,5-24,99 kg/m<sup>2</sup>), overvægtige (25-29,99 kg/m<sup>2</sup>) og fede (>30kg/m<sup>2</sup>). De tre BMI-grupper adskilte sig ikke signifikant i forhold til RR for død af alle årsager. Derimod adskilte de tre fitnessgrupper sig således, at der var en reduceret risiko i grupperne af moderat og højt fitnessniveau. Et lavt fitnessniveau var en bedre prædikator for total dødelighed hos kvinder end et højt BMI(28).

I et studie på 73.743 kvinder blev rask gang i mindst 2,5 time pr. uge (½ time, 5 dage pr. uge) associeret til en reduktion i hjertekarsygdomstilfælde på 30% efter opfølgning 3,2 år efter baseline(30). Justering for bl.a. BMI ændrede ikke på den opnåede effekt af rask gang.

Også i forhold til type 2 diabetes spiller fysisk form en afgørende rolle. Overvægt og især fedme disponerer kraftigt til type 2 diabetes, men Cooper-instituttet viste igen, at moderat til god form yder beskyttelse mod udvikling af sygdommen(29). 8.633 nondiabetiske mænd med en gennemsnitsalder på 43,5 år blev fulgt i gennemsnit 6,1 år; 52.588 mandeår. Moderat til god form reducerede forekomsten af type 2 diabetes markant på trods af højt BMI (≥27).

### 1.3.1.8 VO<sub>2</sub>max og børn

Et af de bedste mål for det fysiske fitnessniveau er VO<sub>2</sub>max, hvilket blandt voksne er blevet undersøgt intensivt. Kun relativt få studier har undersøgt børn og VO<sub>2</sub>max. Dette skyldes primært, at der er forbundet en række vanskeligheder ved testning af børn(12).

VO<sub>2</sub>max er som beskrevet ovenfor et mål for den aerobe fitness. Den øvre grænse for VO<sub>2</sub>max i det voksne individ er afhængig af genetiske faktorer (arv), fysisk aktivitetsniveau, træningstilstand, køn, kropstørrelse og -komposition, hvilket sandsynligvis også gør sig gældende for børn. Den nedre grænse er derimod nok livsstilsbetinget, idet inaktivitet og overvægt kan gøre konditionstallet rigtig lavt uanset genetisk disposition.

En del studier på voksne har fundet en positiv sammenhæng mellem daglig fysisk aktivitet og aerob fitness. Sådanne studier er også lavet på børn, men de fleste bygger deres bestemmelser af fysisk aktivitet på spørgeskemaer, som ikke er en valid metode på børn. Dencker og medarbejdere undersøgte sammenhængen mellem fysisk aktivitet målt ved accelerometri og VO<sub>2</sub>peak målt ved indirekte kalorimetri under en maximal cykelergometertest på 248 børn i alderen 7,9-11,1 år(31). De fandt en svag dog signifikant sammenhæng mellem VO<sub>2</sub>peak og mean daily physical activity (MDPA) ( $r=0,23$ ,  $p<0,05$  for både drenge og piger).

Der sås en tendens til en stærkere sammenhæng mellem VO<sub>2</sub>peak og vigorous physical activity (VPA) ( $r=0,32$  for drenge og  $0,30$  for piger,  $p<0,05$  for både drenge og piger). Derimod fandt man ingen signifikant sammenhæng mellem VO<sub>2</sub>peak og moderat physical activity (MPA). Disse sammenhænge blev ikke ændret efter justering for kropstørrelse. Danske studier på 16-19 årige fandt ligeledes en korrelation på  $0,3$  mellem fysisk aktivitet målt med spørgeskemaer og direkte målt maximal iltoptagelse(32).

Der har igennem tiden været en del debat om, hvorvidt børns VO<sub>2</sub>max er trænerbar. I et review af Rowland medtog man kun studier, der mødte de generelle kriterier for forbedring af VO<sub>2</sub>max hos voksne nemlig 3-5 træningspas/uge med intensitet på 60-90% af den maksimale puls(14). 8 ud af 10 træningsstudier på børn fandt her en signifikant forbedring af VO<sub>2</sub>max (gennemsnitlig forbedring på 14%). Strong og medarbejdere (2005) konkluderer ligeledes i deres nyere review, at for at forbedre den aerobe fitness anbefales generelt over 30 min. fysisk aktivitet med en intensitet  $>80\%$  af den maksimale pulsfrekvens i mindst 3 dage om ugen(24).

Sammenfattende kan man således konkludere, at det er muligt at skabe træningsinducerede forbedringer i VO<sub>2</sub>max, men at det kræver veltilrettelagte træningsprogrammer hvad angår frekvens, varighed og intensitet.

Fleere undersøgelser har belyst forskelle på VO<sub>2</sub>max mellem kønnene. Den absolutte iltoptagelse stiger med alderen hos både drenge og piger, som et resultat af forøget kropstørrelse. Derimod falder konditallet for pigernes vedkommende, mens den for drengene holdes stabil. Denne reduktion skyldes en forøget deponering af fedt hos pigerne i forhold til drengene, særligt i forbindelse med pubertet(13). Desuden øges drengenes koncentration af hæmoglobin i blodet efter pubertets indtræden, grundet et øget testosteronniveau, hvilket ligeledes er medvirkende til, at forskellen mellem drenge og pigers VO<sub>2</sub>max øges yderligere. Forskellen på drenge og piger er dog tilsyneladende allerede tilstede før pubertets indtræden. Et studie af Eiberg og medarbejdere (2005) fandt således, at

6-7-årige drenge i CoSCIS populationen havde højere VO<sub>2</sub>max end pigerne (+11%) også relateret til kropsvægt (+8%), men at forskellen var mindre, når VO<sub>2</sub>max blev relateret til lean body mass (LBM) (+2%), der dog stadig var statistisk signifikant(12). Størstedelen af forskellen i VO<sub>2</sub>max mellem kønnene skyldtes forskelle i kropskomposition og fysisk aktivitetsniveau. Det interessante er så hvorfor piger på kun 6 år (førpubertet) har lagret mere fedt end drenge. Samme studie fandt, at ved sammenligning af drenge og piger med samme VO<sub>2</sub>max var drengene mere fysisk aktive (målt ved accelerometri) og havde mindre hudfoldstykkelser end pigerne.

Nyere forskning peger i retning af en større polarisering i aerob fitness blandt børn. En dansk undersøgelse af Wedderkopp og medarbejdere (2004) har således sammenlignet 9-årige børns fysiske fitness i 1985-86 og igen i 1997-98. De finder, at fitnessniveauet blandt børn i dårlig fysisk form er faldet i de seneste år(2). Møller og medarbejdere viste et fortsat fald for 9-årige piger på 3%(1).

#### 1.3.1.9 Fysisk aktivitets betydning for kardiovaskulære risikofaktorer

Kardiovaskulære risikofaktorer er forskellige parametre, hvor man hos voksne har konstateret at de forøger risikoen for hjertesygdomme. Blandt de almindeligt kendte er kolesterol, insulin, blodfedt, blodtryk, lav kondition, og rygning. Niveauer i de fleste stiger med alderen og hos børn er der således sjældent niveauer som tilsvarende voksne med forøget risiko. Det er dog stadig vigtigt hvilke niveauer børnene har, fordi åreforkalkning (aterosklerose) starter medens man er barn, og risikofaktorerne har det med at stige alle sammen på samme tid hos de børn (og voksne) der lever usundt. Det sidste er et fænomen der øger hastigheden af den atherosklerotiske proces, og vil blive behandlet grundigt, da det formentlig udgør det største sundhedsmæssige problem. Fedme er således relateret til de samme biologiske mekanismer som dette fænomen opstår af.

#### 1.3.1.10 Det metaboliske syndrom

I gennem de sidste årtier har flere studier fundet en sammenhæng mellem insulinresistens, den heraf følgende hyperinsulinæmi og en række metaboliske og kardiovaskulære komplikationer. Disse modifikationer er hypertension, dyslipidæmi, overvægt og ændret glukosemetabolisme(33-36). Denne ophobning af forskellige relaterede kliniske forstyrrelser benævnes det metaboliske syndrom eller insulinresistenssyndromet. Fælles for de komponenter, der udgør det metaboliske syndrom er, at de er stærkt prædikterende for bl.a. type 2 diabetes og hjerte-karsygdomme. Således fandt man i Framingham off-spring studiet, at tilstedeværelsen af det metaboliske syndrom kunne forklare ca. 25% af alle nye tilfælde af hjerte-karsygdomme og næsten halvdelen af nye tilfælde af type 2 diabetes(37).

Meget tyder således på, at insulinresistens og den deraf følgende hyperinsulinæmi kan betragtes som underliggende årsag til det metaboliske syndrom. Det er dog ikke givet, at der kun er en forklaring på ophobningen af risikofaktorer. Insulinresistensen skyldes i stor udstrækning dårlig kost og for lidt motion. Begge disse forhold udøver mange andre påvirkninger end forøget insulinmængde. Eksempelvis påvirker motion forholdet mellem HDL kolesterol og LDL kolesterol gennem 2 forskellige mekanismer: a) dannelse af flere enzymer (lipoprotein lipase (LPL)) til nedbrydelse af fedtstoffer i blodet, og b) gennem mindske af insulin niveauet. Ligeledes forårsager træning en bedre følsomhed af adrenalin i vævet,



hvilket ligeledes påvirker flere af de samme risikofaktorer. Årsagen til at det kan være lidt vigtigt, om det er den ene eller den anden måde stofskiftet forbedres og metabolisk syndrom forebygges på er, at valget af forebyggende indsats vil variere med årsagen til problemet. Et bedre kendskab til disse mekanismer, vil sætte os i stand til at takle fedmeepidemien ved ondets rod.

Der har eksisteret en del kontroverser vedrørende de diagnostiske kriterier for syndromet, men WHO's definition har hidtil været bredest accepteret. Denne definition forudsætter måling af insulinresistens eller glukoseintolerance(34):

#### 1.3.1.11 WHO's definition

*Diabetes, insulinresistens* (målt ved euglykæmisk hyperinsulinæmisk clamp) eller IGT (bestemt ved oral glucose tolerance test (OGTT)) og mindst to af følgende komponenter:

*Dyslipidæmi*: Triglycerider  $\geq 1,7$  mmol/l og/eller high density lipoprotein kolesterol (HDL-C); mænd  $< 0,9$ , kvinder  $< 1,0$  mmol/l.

*Adipositas*: Talje/hofte-ratio  $> 0,90$  for mænd og  $> 0,85$  for kvinder, og/eller BMI  $> 30$  kg/m<sup>2</sup>.

*Hypertension*: Blodtryk  $\geq 140/90$  mmHg.

*Mikroalbuminuri*: Albumin/keratininratio  $\geq 30,0$  mg/g eller en albuminudskillelse på  $\geq 20,0$   $\mu$ g/min

Både den euglykæmiske clamp og OGTT er ressourcekrævende tests, der gør dem uanvendelige i screening af store befolkningsgrupper og epidemiologiske studier, hvor man i praksis kan anvende fasteplasmainsulin og – glukose som surrogatmålinger(38 39). Der er blevet foreslået alternative definitioner, hvor måling af insulinresistens og glukosetolerance ikke er nødvendig. *National Cholesterol Education Program (NCEP) Adult Treatment Panel III (ATP III)* er kommet med et sådan forslag til en alternativ definition, som er mere brugbar i dagligdags praksis(34).

#### **NCEP ATP III's definition på det metaboliske syndrom**

Tilstedeværelsen af mindst tre af nedenstående risikofaktorer:

*Fasteplasmaglukose*:  $> 110$  mg/dl (6,1 mmol/l)

*Abdominal omkreds*: Mænd  $> 102$  cm, kvinder  $> 88$  cm

*Triglycerider*:  $> 150$  mg/dl (1,7 mmol/l)

*HDL-kolesterol*: Mænd  $< 40$  mg/dl (1,04 mmol/l), kvinder  $< 50$  mg/dl (1,3 mmol/l)

*Blodtryk*:  $> 130/85$  mmHg eller i antihypertensiv behandling

(Fra (34 36 37))

Denne definition er dog også blevet kritiseret, f.eks. mener Reaven (2005), at man skal være forsigtig i brugen af ATP III's kriterier, da resultatet af NCEP ATP III er fremkommet ved et ekspertpanels vurderinger og refleksioner over risici og

skæringspunkter og ikke som et resultat af en evidens-baseret proces. Reaven mener at skæringspunkterne er arbitrære og stiller spørgsmålstegn ved tilstedeværelsen af mindst 3 i stedet for eksempelvis 2 eller 4 risikofaktorer(36). Et andet aspekt man skal være opmærksom på er, at insulinfølsomhed er en kontinuerlig parameter, hvilket betyder, at det ikke er et enten eller at man er resistens, men snarere findes resistens i alle grader. Hos raske mennesker starter processen med en formindskelse af insulinfølsomheden, hvor man kompenserer for den dårlige virkning af insulin ved at producere mere.

På dette tidspunkt er glucoseniveauet helt normalt, men risikofaktorerne påvirkes alligevel. Anvendelse af fasteglucose er altså et dårligt mål for graden af insulinresistens, indtil syndromet bliver meget udtalt(38). En vurdering af begyndende metabolisk syndrom kræver altså måling af fasteinsulin eller en af de mere resourcekrævende insulinfølsomhedsmålinger.

Begge ovenstående definitioner af det metaboliske syndrom gælder voksne. Man kan ikke på samme måde fastsætte en klar definition af det metaboliske syndrom hos børn, idet man ikke på samme vis som hos voksne kan fastsætte nogle klare skæringsværdier over/under hvilken risikoen for sygdom øges markant. Flere forskere har dog foreslået definitioner af metabolsk syndrom hos børn(40).

Flere studier argumenterer for, at især visceral fedme er en vigtig risikofaktor for udvikling af det metaboliske syndrom hos børn. Især taljeomkreds benyttes i pædiatriske definitioner af det metaboliske syndrom, da taljeomkreds har vist sig at være det, der korrelerer stærkest med centralt fedtindhold hos børn(41 42). Visceral fedt er direkte korreleret med basal og glukosestimuleret hyperinsulinæmi og omvendt korreleret med insulinsensitivitet hos overvægtige børn(43). Hirschler og medarbejdere (2005) fandt ligeledes i deres studie af 48 børn i alderen 6-13 år, at taljeomkreds korrelerede signifikant med alle komponenter i det metaboliske syndrom(42).

Studier på voksne viser, at abdominal fedme og højt fasteinsulinniveau er stærke og uafhængige prædiktorer for senere udvikling af det metaboliske syndrom(42). Det centrale fedtindhold er desuden stærkt prædikterende for f.eks. kardiovaskulære sygdomme(41 42).

Cook og medarbejder (2003) har i deres analyse af data fra *Third National Health and Nutrition Examination Survey* (NHANES III, 1988-1994) benyttet ATP III's definition på det metaboliske syndrom hos voksne og modificeret det, således at de kunne benytte kriterierne til bestemmelse af metabolsk syndrom hos deres testgruppe, som var unge i 12-19 års alderen(41).

### **NHANES III, 1988-1994's definition på det metaboliske syndrom hos ungdom**

Tilstedeværelsen af mindst tre af nedenstående risikofaktorer:

*Fasteplasmaglukose:* >110 mg/dl

*Abdominal omkreds:* ≥90 percentilen for begge køn

*Triglycerider:* >10 mg/dl

*HDL-cholesterol:* ≤40 mg/dl for begge køn

*Blodtryk:*  $\geq 90$  percentilen, eller i antihypertensiv behandling

Gruppen bag NCEP ATP III betragter fedme som den primære årsag til stigningen i prævalensen af det metaboliske syndrom(37), mens andre ser insulinresistens som værende primær faktor i patogenesen(33 36). Fedme kan således enten anses som værende den underliggende årsag til metaboliske forstyrrelser eller som et symptom på langvarig forhøjet insulin.

Det er vanskeligt at fremkomme med en endelig definition på risikofaktorer for udvikling af det metaboliske syndrom. Som nævnt er der forskellige holdninger til, hvad der udgør den største risiko. Er det fedmen, der fremkalder insulinresistensen, eller er det insulinresistensen, der medvirker til fedme og derved er den underliggende årsag til udviklingen af det metaboliske syndrom? Alle faktorerne i det metaboliske syndrom er indbyrdes relaterede, og det kan være svært at adskille effekten af de enkelte faktorer indflydelse på forskellige sundhedskomplikationer. Især blandt børn er det vanskeligt at udsende klare definitioner på de skæringsværdier, der udgør den største risiko. Da det metaboliske syndrom er stærkt prædikerende for blandt andet type 2 diabetes, er det dog yderst interessant og meget relevant at kunne screene for syndromet i forhold til forebyggelse af bl.a. type 2 diabetes.

### 1.3.2 Sygdommen type 2 diabetes

Type 2 diabetes skyldes defekt(er) i insulinproduktion/ kombineret med insulinresistens i skeletmuskulaturen(39 44), hvilket fører til en forhøjet glukosekoncentration i blodet både under faste og efter et måltid. De specifikke årsager til udviklingen af disse defekter er endnu ikke fuldt fastlagte, men man ved, at både genetiske, metaboliske og miljømæssige risikofaktorer såsom fedme og fysisk inaktivitet spiller en afgørende rolle for udvikling af sygdommen. Da disse faktorer er indbyrdes relaterede og derved influerer på hinanden, kan det være vanskeligt at adskille effekten af de forskellige faktorer. Jo flere risikofaktorer en person har, jo større er sandsynligheden for at vedkommende udvikler type 2 diabetes(45).

#### 1.3.2.1 Forekomst af type 2 diabetes

Forekomsten af type 2 diabetes er på verdensplan steget ca. 30 gange over de sidste 20 år, parallelt med ændrede spisevaner og øget overvægt(39 46) samt bedre diagnosticering(47). Mere end 15 millioner amerikanere har nu fået stillet diagnosen type 2 diabetes(43). Også i Danmark ses en stigning i sygdomsfrekvensen. Omkring 3 % af den danske befolkning har fået stillet diagnosen type 2 diabetes, hvilket svarer til ca. 150.000 personer. Befolkningsundersøgelser har vist at et lignende antal personer har udiagnosticeret diabetes. Yderligere har omkring 5% en nedsat glukosetolerance(39).

Hvor type 2 diabetes førhen ansås for at være "gammelmands sukkersyge", er man begyndt at se flere og flere tilfælde af sygdommen og dens forstadier blandt børn og unge(33 43 48 49). I bl.a. USA og England er der lavet undersøgelser, der viser, at forskellige etniske minoriteter, overvægtige og piger udgør langt den største del af nye tilfælde af type 2 diabetes blandt børn og unge(46 48). F.eks. har Pinhas-Hamiel og medarbejdere (1996) fundet, at diagnosticeringen af type 2 diabetes blandt 10-19 årige blev 10-doblet i årene fra 1982-1994 med en forøgelse fra 0,7 pr. 100.000 indbyggere til 7,2 pr. 100.000 indbyggere(50). Hovedparten af de nye type 2 diabetes tilfælde var overvægtige (92 % havde en BMI over 27), desuden

fandt Pinhas-Hamiel og medarbejdere (1996) en højere incidens blandt piger og afroamerikanske børn.

Forekomsten af type 2 diabetes blandt børn og unge er ikke nær så stor i de nordiske lande.

F.eks. viser en spørgeskemaundersøgelse af landets 19 børneafdelinger samt Steno Diabetes Center, at der i 2002 var 15 registrerede tilfælde af type 2 diabetes hos børn under 16 år i Danmark. Af de 15 børn var de 9 fede (BMI>95 percentilen for alder og køn) og 3 overvægtige (BMI>85 percentilen for alder og køn). Der er ingen oplysninger om hvor inaktive børnene var. Tretten af børnene havde en registreret familiehistorie med type 2 diabetes og 2 var af anden etnisk baggrund end dansk(49). Samme mønster ses i Norge, hvor kun 25 børn under 18 år har fået stillet diagnosen. Derimod ses mange børn med varierende grad af insulinresistens både globalt og nationalt(51-56).

En del af den stigende diagnosticerede forekomst af type 2 diabetes hos børn kan delvist skyldes den øgede anerkendelse af, at type 2 diabetes kan forekomme blandt helt unge. Efter at fænomenet blev beskrevet i litteraturen midt i 1990'erne, blev det mere almindeligt at lægerne overvejede diagnosen type 2 diabetes i deres behandling af unge, hvilket har medført, at diagnosticeringen af børn og unge er steget markant(47). Man skal her være opmærksom på, at næsten halvdelen af voksne personer med diabetes type 2 endnu ikke er blevet diagnosticeret.

#### 1.3.2.2 Risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes

De metaboliske risikofaktorer for type 2 diabetes er hyperinsulinæmi, insulinresistens, IGT, IFG, forhøjet triglycerid og lav HDL-kolesterol, hypertension og en forhistorie med hjerte-karsygdom, hyper urinæmi og polycystisk ovarie syndrom(45 57).

Der er også evidens for en genetisk prædisponering for type 2 diabetes. Der er endnu ikke fundet et specielt gen, der koder for sygdommen, men epidemiologiske studier har fundet, at personer med diabetes i nærmeste familie er i forhøjet risiko for udvikling af type 2 diabetes. Et andet tegn på en genetisk prædisponering er, at der ses store forskelle i forekomsten mellem etniske grupper, således at visse grupper har en langt højere frekvens af type 2 diabetes end andre(44 45 57).

Type 2 diabetes er relateret til alder, og høj alder kan således også siges at være en risikofaktor. Desuden har kvinder med tidligere graviditetsdiabetes (GDM) og deres afkom større risiko for at udvikle type 2 diabetes(44 45).

Meget tyder på, at den store forøgelse i antallet af personer med type 2 diabetes især skyldes en omlægning af livsstilen både i den vestlige verden, men også i mindre industrialiserede lande(39 46). Abdominal fedme er en væsentlig faktor i udvikling af type 2 diabetes. Kombinationen af overvægt med fysisk inaktivitet øger risikoen dramatisk(45 58). Fysisk inaktivitet i sig selv er dog også en væsentlig risikofaktor.

Som bekendt kan man endnu ikke ændre hverken sine gener eller sin alder. Nuværende interventioner mod forebyggelse af type 2 diabetes er derfor primært rettet mod modificering af miljømæssige risikofaktorer såsom at nedsætte overvægt og øge fysisk aktivitet(45).

### 1.3.2.3 Børn og type 2 diabetes

Børn med diagnosticeret type 2 diabetes har som oftest et nært stående familiemedlem med type 2 diabetes (48-99%)(59). En undersøgelse foretaget i San Antonio, Texas viser, at stort set alle børn med type 2 diabetes var overvægtige eller fede ved diagnosetidspunktet. Af børnene med type 2 diabetes havde 97 % en BMI over 20, og 83% af børnene havde en BMI over 25(60). På den anden side er det ikke så mærkeligt, at personer på diagnosetidspunktet er overvægtige, fordi der går mange år med insulin resistens inden type 2 diabetes er udviklet og kan diagnosticeres, og insulin virker fedtdeponerende.

Ved diagnosetidspunktet er de fleste børn ældre end 10 år, men yngre børn med type 2 diabetes er dog blevet rapporteret. Blandt Pima indianere (en befolkningsgruppe med høj forekomst af fedme og type 2-diabetes) i Arizona er det yngste barn med registreret type 2 diabetes 4 år(59 60). Type 2 diabetes hos unge opstår som regel efter, at puberteten er indtrådt, hvilket muligvis reflekterer den øgede produktion af væksthormon og den deraf følgende øgede insulinresistens. Det er muligt at den pubertetsbestemte forøgelse af væksthormonet ændrer en skjult insulinresistens til en synlig type 2 diabetes hos overvægtige og genetisk disponerede børn.

### 1.3.3 Insulin, insulins virkning og insulinresistens

Insulin er et proteinhormon, der produceres af  $\beta$ -cellerne i de Langerhanske øer i pancreas/bugspytkirtlen og er resultatet af en proteolytisk spaltning af proinsulin. Hormonet består af to kæder (A og B) forbundet med disulfidbroer(61). I raske individer stimuleres frigivelsen af insulin af en stigning i plasma glukose (f.eks. postprandielt). Aminosyrer og bestemte hormoner fra pancreas og mave-tarmkanalen (f.eks. glukagon, gastrin og secretin) kan også stimulere til insulinsekretion. Insulinsekretionen hæmmes af hypoglykæmi og somatostatin(61 62). Insulin er essentiel for en velfungerende vævsudvikling, vækst og helkropsglukosehomeostase, da det er et centralt hormon i kulhydrat-, fedt- og proteinmetabolismen. Insulin virker ved at binde sig til en receptor på vævet (f.eks. muskelvæv), hvilket starter en kompleks kaskade af reaktioner.

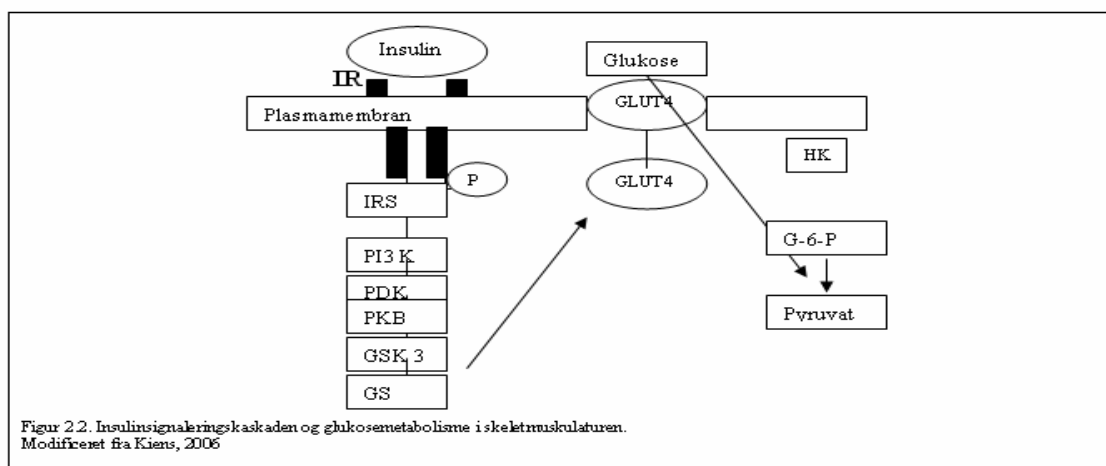
I fedtvævet fremmer insulin desuden fedtlagringen via hæmning af lipolysen. Denne effekt sker især som følge af en hæmning af fedtvævs-lipase samt en opregulering af fedtvævs-*lipo-protein lipase* (LPL)(39). Opreguleringen af fedtvæv-LPL øger transporten af frie fede syrer (FFA) ind i fedtvævet. Samtidig hæmmes frigivelsen af frie syre (FA) fra både fedt- og muskelvæv(62). Hyperinsulinæmi f.eks. som følge af insulinresistens i skeletmuskulaturen medfører derved, at fedtnedbrydningen i fedtvævet hæmmes kraftigt og optagelse af FFA øges og medvirker derfor muligvis til blandt andet overvægt.

Insulin regulerer glukosemetabolismen flere steder. I leveren hæmmer insulin glukosefrigivelsen (nedsat glukoneogenese og glykogenolyse). Insulin fremmer glukoseoptagelse fra blodbanen primært i skeletmuskulatur og fedtvæv(62).

Insulins vigtigste effekt er dog i skeletmuskulaturen, og insulinresistens er også hovedsageligt et problem her(63 64).

Det skyldes, at den største insulinmedierede glukosefjernelse fra blodbanen sker til skeletmuskulaturen, hvor glukosen transporteres ind i muskelcellen og forbrændes eller lagres som glykogen(63). Den insulinmedierede glukosetransport sker via en kaskade, som initieres ved insulins binding til receptorer på muskelcellens plasmamembran og fører til en translokation af GLUT4 fra cytosolen til plasmamembranen, hvilket øger glukosetransporten ind i muskelcellen(65-67).

Denne kaskade er endnu ikke beskrevet i helt præcise detaljer, da man ikke kender alle trinene. I figuren under ses en forenklet beskrivelse af insulinsignaleringskaskaden og glukosemetabolismen i skeletmuskulaturen:



Man ved at signaleringskaskaden initieres ved insulins binding til den ekstracellulære  $\alpha$ -subunit på insulinreceptoren (IR), hvilket fører til autofosforylering af tyrosindelen på  $\beta$ -subuniten af IR. Dette medfører en tyrosinfosforylering af *insulin receptor substrates* (IRS-1 og IRS-2) samt aktivering af *fosfatidylinositol 3-kinase* (PI3-K)(68). Det præcise forløb i den videre signalering er som før nævnt endnu ikke kendt, men *3-phosphoinositide-dependent kinase* (PDK), *protein kinase B* (PKB), *glucocorticoid synthase kinase 3* (GSK3) og *glycogen synthase* (GS) menes alle at være involverede(69).

Insulinresistens er som nævnt en af de væsentligste komponenter i type 2 diabetes og beskriver en tilstand med nedsat biologisk effekt af insulinens virkning på vævet, f.eks. skeletmuskulaturen(45 68). Resistensen kan skyldes en hæmning flere steder i insulinsignaleringskaskaden.

Insulinresistens prædisponerer for både type 2 diabetes og kardiovaskulære sygdomme. Ligesom type 2 diabetes er insulinresistens bl.a. genetisk bestemt, og overvægt og fysisk inaktivitet virker fremmende på udviklingen af resistensen(45).

### 1.3.3.1 Nedslidning af $\Delta$ -celler

I den initiale fase af insulinresistens er  $\Delta$ -cellerne i pancreas i stand til at opretholde en normal glykæmisk kontrol via en øget produktion og sekretion af insulin, der kan måles i blodet som fastehyperinsulinæmi. Hos genetisk disponerede individer slides  $\beta$ -cellerne efterhånden ned af deres egen insulinoverproduktion. Dermed

reduceres deres aktivitet, og en del af cellemassen nekrotiserer efterhånden. Når  $\Delta$ -cellerne ikke længere er i stand til at opretholde normal glykæmi ses en videre udvikling mod type 2 diabetes(58). Udviklingen går således fra normoglykæmi til insulinresistens med nedsat glukosetolerance (IGT) og videre til type 2 diabetes(58).

Både hyperinsulinæmi og insulinresistens er således uafhængige risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes(66 70).

De forskellige stadier med en gradvis forværring af glukosehomeostasen påvirker på forskellig vis de målemetoder der anvendes i epidemiologiske studier. I første fase af resistens stiger insulin, hvorimod glukose stadig er normal. I denne fase er både HOMA-IR og insulin/glukose-ratioen forøget. I næste fase stiger også [glukose], som beskrevet ovenfor, hvilket medfører kraftig stigning i HOMA-IR men noget mindre i insulin/glukose-ratioen. I sidste fase falder insulin, pga. nedslidning af  $\beta$ -cellerne og glukose stiger yderligere. Man skelner derfor mellem de forskellige stadier, når man vurderer resultatet af målemetoden. Sålænge  $\beta$ -cellerne er intakte er HOMA score en glimrende og simpel måde at måle insulin resistens, og samtidig er det en stærk prædikator for ophobning af CVD risikofaktorer(38).

#### 1.3.3.2 Fysisk aktivitet og forstyrrelser i glukosemetabolismen

Der er i flere årtier forsket intensivt i betydningen af fysisk aktivitet og type 2 diabetes. Antages det, at hypotesen om "the thrifty genes" er plausibel, giver det mening, at insulinresistens, som er en primær komponent i type 2 diabetes, kan modarbejdes ved hjælp af fysisk aktivitet. Mekanismen, der øger den ikke-insulinafhængige glukosetransport, blev ifølge hypotesen udviklet netop for at modvirke hungers-induceret insulinresistens. I præhistoriske kulturer under perioder med sult kunne en begrænset insulinresistens nedsætte optagelsen af blodglukose og dermed øge overlevelsesmulighederne(71). En ukontrolleret og ubegrænset insulinresistens, som det ses i svære tilfælde af type 2 diabetes i dag, forårsager derimod konstant hyperinsulinæmi, hvilket kan føre til hyperglykæmi. For at modvirke denne hyperglykæmi kan transporten af glukose ind i muskelcellerne øges via to adskilte mekanismer; den insulinmedierede glukosetransport, som er nævnt ovenfor, og den aktivitetsbestemte kontraktionsmedierede glukosetransport(65).

#### 1.3.3.3 Kontraktionsmedieret glukoseoptagelse

Meget tyder på, at de mekanismer, der er involverede i den insulinmedierede og i den kontraktionsmedierede glukoseoptagelse i hvert fald delvist er forskellige. Således har *in vivo*-studier fundet, at insulin og muskelkontraktioner har en additiv effekt på glukosetransporten(67 68).

Dette tyder på at insulin og fysisk aktivitet øger glukosetransporten via forskellige mekanismer(72), hvilket er en af grundene til, at fysisk aktivitet kan benyttes i bekæmpelse af de metaboliske forstyrrelser, der opstår under insulinresistens, hvor den insulinmedierede glukosetransport nedsættes(68). Forsøg på både mennesker og dyr viser, at den kontraktionsmedierede glukoseoptagelse ikke (eller næsten ikke) er påvirket i individer med forskellig grad af insulinresistens og type 2 diabetes, hvilket står i klar modsætning til den insulinmedierede.

Fælles for de to transportveje er, at GLUT4 indholdet spiller en vigtig rolle i mobilisering af glukose. Den kontraktionsmedierede glukosetransport øger på samme vis som den insulin-afhængige, glukosetransporten ved en translokation af GLUT4 til plasmamembranen, samt ved muligvis at øge aktiviteten i det enkelte GLUT4-transportprotein.

Kontraktionsmedieret glukoseoptagelse i skeletmuskulaturen sker som følge af kontraktionernes indirekte aktivering af enzymet *AMP-activated protein kinase* (AMPK). Aktiviteten af AMPK er bl.a. reguleret af muskelcellens energistatus. En arbejdsrelateret reduktion i forholdet mellem de to ratioer; creatinfosfat (CP)/creatin og ATP/AMP (Adenosin Mono Fosfat) fører til en allosterisk aktivering af AMPK. Denne aktivering medierer bl.a. en translokation af GLUT4 til cellemembranen, hvilket er den vigtigste parameter i den øgede glukoseoptagelse, der ses under muskelarbejde(68 73 74).

Samtidig øges ekspresionen af GLUT4 i skeletmuskulaturen efter træning, og dette har vist sig korreleret med forbedret insulin action på glukosemetabolismen(75). Muligvis øges også GLUT4 proteinernes iboende aktivitet, således at hvert molekyle kan mediere en større glukosetransport(76).

Udover at stimulere den kontraktionsmedierede glukosetransport øger muskelkontraktioner også insulinsensitiviteten. Den øgede insulinsensitivitet synes at indvirke både på glukosetransporten, glykogensyntesen, glycogen-syntase-aktiviteten og proteintransporten, men er tilsyneladende afhængig af træningens intensitet, varighed og glukosestatus i øvrigt(67 76). Desuden ses en nedsat adrenalinfrigivelse under arbejde ved en given absolut arbejdsbelastning efter en træningsperiode, muligvis pga. større adrenalinfølsomhed. Adrenalin hæmmer insulins virkning og en nedsat adrenalinkoncentration betyder således en forøget insulin virkning(72 77).

Fysisk aktivitet øger således gennem forskellige mekanismer insulins virkning og medierer samtidig en ikke insulin-afhængig glukosetransport. Det er derfor, at fysisk aktivitet kan bruges i forebyggelse og behandling af forstyrrelser i glukosemetabolismen.

### **Effekt af fysisk aktivitet på forebyggelse og behandling af type 2 diabetes**

I tråd med ovenstående, har epidemiologiske studier vist at langsigtet regelmæssig fysisk aktivitet signifikant reducerer risiko for udvikling af type 2 diabetes(68). Et longitudinelt studie af 87.253 amerikanske kvinder fandt, at kvinder, der deltog i energisk træning mindst en gang om ugen, havde en aldersjusteret relativ risiko (RR) for udvikling af type 2 diabetes på 0,67, sammenlignet med kvinder, der ikke trænede jævnlige. Når der blev korrigeret for BMI steg RR til 0,84, der dog stadig var statistisk signifikant(78).

Schmitz et al. (2002) fandt signifikant korrelation imellem fysisk aktivitetsniveau og både fasteinsulin og insulinsensitivitet målt ved euglykæmisk clamp hos 357 ikke-diabetiske 10-16 årige børn. Fysisk aktivitet associerede med en lavere fasteinsulinkoncentration og en højere insulinsensitivitet(79). Det indikerer, at fysisk aktivitet også for børn kan medvirke til at reducere risikofaktorer for senere udvikling af type 2 diabetes.

Fysisk aktivitet synes især vigtigt for personer, der ligger i højrisikogruppen(68). Flere studier har vist, at personer med konstateret IGT gennem livsstilsændringer i form af daglig fysisk aktivitet i moderat omfang, sund kost og vægttab er i stand til



at mindske progressionen fra IGT til type 2 diabetes med omkring 50% over en 2-3 årig periode(39). Livsstilsændringer er således den mest effektive forebyggelse mod udvikling af type 2 diabetes for personer i høj risiko(80) og desuden den mest omkostningseffektive behandling(81).

Et-bens forsøg har vist at den arbejdsinducerede forbedring i muskelsensitivitet for glukoseoptagelse er et lokalt fænomen forbeholdt den arbejdende muskel(11). Forbedringerne i den insulinstimulerede glukoseoptagelse som følge af træning er derved begrænset til det muskelvæv, der har været rekrutteret til kontraktionerne. Det er derfor yderst vigtigt, at man i forebyggende træning medtager de store muskelgrupper.

Dela og medarbejdere (1995) fandt en øget glukose *clearance* i både type 2 diabetikere og normale personer efter 10 ugers 1-bens træning. Type 2 diabetikerne opnåede normale værdier, men effekten af træningen var tabt efter blot én uges detræning i disse patienter(82).

Som før nævnt kompenserer  $\beta$ -cellerne hos den insulinresistente for den nedsatte insulinfølsomhed ved at overproducere insulin for at modvirke hyperglykæmi. Ud fra ovenstående resultater kan man udlede, at dette slid på  $\beta$ -cellerne mindskes ved regelmæssig fysisk aktivitet, da glukose i blodet falder, både som følge af øget kontraktionsmedieret glukoseoptagelse og en bedre insulin action.

Hos individer med manifest type 2 diabetes og nedsat insulinproduktion har fysisk træning yderligere den effekt at insulinproduktionen forøges, hvilket ikke er tilfældet i individer med normal insulinproduktion.

#### 1.3.3.4 Varighed, frekvens og type af træning

Houmard og medarbejdere (2004) fandt i et kontrolleret og randomiseret 6 måneders træningsstudie på 154 fede og stillesiddende voksne individer, at varigheden af træningen spiller en rolle for omfanget af påvirkningen på insulinresistensen. Træning i 170 min/uge havde en større effekt end træning 115 min/uge uafhængigt af volumen og intensitet. Insulinfølsomheden blev bestemt ved en 3 timers intravenøs glukosetolerance test (IVGTT)(83).

Ud fra den kraftige detræningseffekt i studiet af Dela og medarbejdere (1995) må man konkludere, at regelmæssighed og hyppighed har stor effekt på træningens virkning på forebyggelse og behandling af type 2 diabetes.

De fleste studier, der omhandler glukosemetabolisme og træning, har set på dynamiske aerobe træningsformer, som er vist at have en positiv effekt på insulin action i patienter med type 2 diabetes(84). Et nyere studie af Holten et al. (2004) peger på at styrketræning også kan øge insulin action både hos raske og type 2 diabetikere(84).

#### **Fysiologiske mekanismer bag fysisk aktivitets effekt på glukosemetabolismen**

Det er velkendt, at GLUT4-proteinkoncentrationen stiger som følge af træning i raske forsøgspersoner(9), og dette er også tilfældet i type 2 diabetes patienter(85). I sidstnævnte gruppe var GLUT4 mRNA-indholdet i musklen dog lavere end i alders- og vægt-matchedede kontrolpersoner i både det utrænede og det trænede ben på trods af en større træningsinduceret stigning. Et højere GLUT4 indhold i muskelcellen kan have en positiv effekt på glukoseoptagelsen.

En del af årsagen til den øgede insulin action, man ser efter en træningsperiode, kan muligvis også skyldes en øget postreceptor insulinsignalering relateret til IRS-1 og IRS-2 samt PI3-kinase(68 75). Det tyder ikke på, at der sker en opregulering i transkriptionen af IRS efter træning, men derimod en forøget signalering pr. proteinmolekyle. IRS-1 er den dominerende isoform i forhold til mediering af insulinsignalering i skeletmuskulaturen, mens IRS-2 menes at have en vigtig rolle i forhold til udvikling af  $\beta$ -celler. Begge isoformer er vigtige for regulering af metabolisme i leveren(75). PI3-kinase spiller en vigtig rolle i den akutte effekt af insulin på glukosetransport samt på translokationen af GLUT4 i skeletmuskulaturen. Insulinstimuleret tyrosinphosphorylering af IRS-1 og PI3-kinaseaktivitet er nedsat hos type 2 diabetikere og overvægtige insulinresistente individer, men kan altså muligvis forbedres ved træning.

Den øgede insulinvirkning, der ses efter et enkelt arbejde, synes heller ikke relateret til en opregulering af insulinsignalering til og med GSK-3 eller en forøgelse i ekspressionen af insulinsignaleringsproteiner eller GLUT4-proteiner(86). Det vides ikke, om der sker en opregulering af proteiner længere nede i kaskaden. Meget peger derimod på, at tømning af glykogenlagrene i skeletmuskulaturen spiller en vigtig rolle i den øgede insulinstimulerede glukoseoptagelse, GS-aktivitet og glykogensynteserate efter arbejde. De molekylære mekanismer bag denne sammenhæng er pt. ikke fuldt klarlagte, men PKB (også kaldet Akt) og AMPK er muligvis involverede i den glykogenafhængige insulinvirkning(67).

Ligeledes spiller tømningen af musklens glykogenlagre en rolle for glukoseoptagelsen under arbejde. Mekanismen involveret i dette fænomen er relateret til en øget glukosetransport og GLUT4 translokation ved lave glykogenlagre muligvis også forårsaget af en øget AMPK aktivitet(73 87).

At muskelcellens energibalance, herunder størrelsen på glykogenindholdet, spiller en væsentlig rolle for insulinfølsomheden, støttes endvidere af et studie af Black og medarbejdere(88). Her kiggede man på insulin action efter 6 dages moderat træning. Forsøgspersonerne blev delt i to grupper; en gruppe, som fik tilført energi og kulhydrat svarende til det, der blev brugt under arbejdet og derfor ikke kom i negativ energibalance af træningen (BAL), og en anden gruppe som ikke fik tilført ekstra energi og derfor kom i energiunderskud (DEF). Resultatet var en øget insulin action i DEF, men ikke i BAL-gruppen. Dette tyder på, at et træningsinduceret energideficit er en vigtig faktor i opnåelsen af forbedret insulin action ved fysisk aktivitet. Samtidig skal man være opmærksom på, at 6 dages træning og den intensitet træningen blev udført ved, måske ikke er nok til at skabe vedvarende ændringer i BAL som f.eks. en øget IRS-signalering.

Sammenfattende må det konkluderes, at fysisk aktivitet er et særdeles potent middel imod udvikling af forstyrret glukosemetabolisme og i sidste ende type 2 diabetes. Det er således vist, at fysisk aktivitet forbedrer glukosemetabolismen på alle niveauer af nedsat funktion. Risikoen for udvikling fra IGT og IFG til type 2 diabetes reduceres således signifikant ved øget fysisk aktivitet. Visse forsøg peger endvidere på, at type 2 diabetes ligefrem kan helbredes ved fysisk aktivitet, men det er sandsynligvis nødvendigt at opretholde et relativt højt aktivitetsniveau. Man kan også forestille sig, at graden af insulinresistens og omfanget af skader på  $\beta$ -cellerne i pancreas spiller en væsentlig rolle for, hvorvidt type 2 diabetes kan helbredes ved hjælp af fysisk aktivitet.

Det står endnu ikke helt klart, hvorvidt øget insulinvirkning er trænerbar eller blot et resultat af gentagen fysisk aktivitet. Visse gunstige adaptationer skyldes dog længerevarende træning f.eks. øget blodgennemstrømning og opregulering af GLUT4, hvilket bevirker en bedre evne til at fjerne glukose fra blodbanen.

Den øgede glukoseoptagelse efter træning er derved relateret til en øget ekspression og/eller aktivitet af signaleringsmekanismerne, der er involverede i reguleringen af glukoseoptagelsen og reguleringen i skeletmuskulaturen. Den umiddelbare effekt af et akut arbejde på glukosehomeostasen ses dog primært på GLUT4-translokationen og ikke som en forøgelse af insulinsignalering på insulinreceptor (IRS-1, IRS-2) eller PI3-kinase niveauet(75).

#### 1.3.4 Overvægt og fedme

Forekomsten af overvægt og fedme er steget markant over det meste af kloden og i særdeleshed i den vestlige verden i de sidste årtier. Det anslås, at mere end en milliard voksne mennesker verden over er overvægtige, og heraf er mindst 300 millioner fede(89).

Fedmerelaterede komplikationer udgør i dag en væsentlig andel af verdens sundhedsproblemer, og denne tendens synes at stige. WHO anslår at 70% af alle sygdomme i år 2020 vil være livsstilsbetingede(90).

##### 1.3.4.1 Forekomst af overvægt/fedme

Globalt set har Nordamerika den højeste fedmeprævalens og Europa den næsthøjeste. Danmark er ikke blandt de lande i Europa med den højeste fedmeprævalens. En undersøgelse af Bendixen og medarbejdere (2004) har vist at forekomsten af fedme blandt voksne danskere er mere end fordoblet fra 1987 til 2001(91). I 2001 var der således ca. 350.000 fede voksne danskere. Resultaterne er baseret på selvrapporterede data på vægt og højde, hvilket ifølge forfatterne selv betyder, at tallene med stor sandsynlighed er underestimerede. Man mener således, at der i dag er mere 400.000 fede voksne danskere, hvilket svarer til en forekomst på 10-12%.

Flere undersøgelser har vist, at forekomsten af overvægt og fedme er stadigt stigende globalt og også i Danmark, og at denne udvikling er størst i den yngre del af befolkningen(91-93).

I tråd med dette har Pearson og medarbejdere (2005) således påvist en markant stigning i forekomsten af overvægt og fedme blandt 6-8 årige samt 14-16 årige københavnske børn og unge målt gennem årene fra 1947-2003(92). Således fandt de, at i 2003 var 21% af de 6-8 årige hhv. 14-16 årige piger overvægtige og 4% af begge aldersgrupper var fede. For drengene fandt Pearson og medarbejder, at i år 2003 var 15% af de 6-8 årige og 14% af de 14-16 årige drenge overvægtige og 5% af de 6-8 årige og 3% af de 14-16 årige drenge var fede. Sammenlignes dette med årgangene fra 1947 var prævalensen af overvægt for de 6-8 årige piger øget med en faktor 8 og fedmeprævalensen med en faktor 20. For de 14-16 årige piger var overvægt øget med en faktor 2 og fedme med en faktor 6. For drengene var forekomsten hos de 6-8 årige drenge steget med en faktor 11 og for fedme med en faktor 115. For de 14-16 årige drenge var overvægt øget med en faktor 13 og fedme med en faktor 39. Desuden var de fede børn blevet signifikant federe indenfor samme periode, hvilket er i overensstemmelse med data fra andre lande(93).

Wedderkopp og medarbejdere (2004) undersøgte fedmeudviklingen over tid ved at sammenligne to store repræsentative tværsnitstudier af 9-årige børn; Odense School Child Study (1985-86) og European Youth Heart Study (1997-98)(2). Begge studier undersøgte bl.a. fedmegrad ved hudfoldsmålinger og fysisk fitness målt ved maximal cykelergometer-test. Her fandt man at drengene havde en højere fedtprocent i 1997-98 i forhold til i 1985-86 ( $p=0,001$ ). Der sås ingen signifikant forskel på fedtprocenten for de tyndeste drenge, hvorimod de tykkeste drenge var tykkere i 1997-98 i forhold til i 1985-86. Der sås ingen signifikant forskel på gennemsnitlig fedtprocent for pigerne mellem 1997-98 og 1985-86. Til gengæld fandt man en tydelig polariseringstrend, således var forskellen mellem den højeste og laveste fedtmedecil 15,5% i 1985-86 og 17,9% i 1997-98. I forhold til de internationale BMI-skæringsværdier (IOTF-standard) svarede disse tal til en fedmeforekomst blandt de 9-årige børn på 2,3% i 1985 og 4,1% i 1997 ( $p=0,039$ ). Denne forskel er dog så lille, at selv en lille ændring i hastigheden for biologisk modning kan forklare forskellen.

#### 1.3.4.2 Body mass index (BMI)

BMI er det mest anvendte antropometriske mål til klassificering af vægttilstanden i befolkningen, og det bruges til at fastslå forekomsten af overvægt og de dermed forbundne risici. Det er en enkel formel, der kombinerer vægt og højde. Den bagvedliggende formodning er, at størstedelen af variationen i vægt for personer af samme højde skyldes fedtmassen. Den væsentligste grund til at dette mål anvendes er, at denne type data har været indsamlet langt tilbage i tiden.

BMI tager imidlertid ikke højde for kompositionen og fordelingen af kroppens fedt- og muskelvæv, og kan derfor heller ikke entydigt betegne graden af overvægt eller relaterede helbredsrisici hos enkeltindivider. Individer med stor muskelmasse og lav fedtprocent kan have et højt BMI, og vil derved nemt blive misklassificeret som overvægtige.

BMI er defineret som vægten (kg) divideret med højden (m) opløftet i anden potens ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ). Følgende klassifikation anvendes hos voksne, men er ikke velegnet til børn:

	<b>Fedme klassificering</b>	<b>BMI (<math>\text{kg}/\text{m}^2</math>)</b>
Undervægtig		<18.5
Normal		18.5-24.9
Overvægtig		25.0-29.9
Fedme	I	30.0-34.9
Svær fedme	II	35.0-39.9
Ekstrem fedme	III	>40

Tabel 1. Klassificering af overvægt og fedme i forhold til BMI for voksne (Sundhedsstyrelsen 2003)

Vægten stiger hos børn og unge der vokser, omtrent proportionalt med højden i 3. potens, og ikke med højden i 2. potens, som BMI målet udtrykker. Det betyder, at BMI er et særligt problematisk mål hos børn og unge. Det havde derfor været mere logisk at anvende det såkaldte Ponderale Index, som er vægt divideret med højden i

3. potens, fordi dette mål justerer for den sammenhæng der er, mellem børn og unge, der vokser, ligegyldigt om der er tale om tidlig eller sen vækst. Der har dog været tradition for anvendelsen af BMI hos voksne, hvorfor denne praksis har været overført på børn. Men BMI er et billigt og nemt mål, og for at komme omkring de metodemæssige problemer ved at anvende BMI målinger på børn og unge, har forskere og myndigheder i flere tilfælde forsøgt at udarbejde generelle alders- og kønsjusterede kurver for børns og unges BMI-udvikling. Derudover er det forsøgt at sammenligne børns BMI med andre og mere sikre mål for overvægt. Køns- og aldersjusterede kurver løser dog ikke det problem, der opstår, når man vil sammenligne over flere 10-år. Modning sker tidligere nu og højden af børn i en given alder er større i dag end tidligere. Disse forandringer i befolkningen modsvarer store ændringer i BMI, uden at det behøver at medføre dårligere sundhed.

For at validere BMI-målinger på børn og unge er alders- og kønsspecifik BMI sammenlignet med DEXA-scanninger af børn og unge(94 95).

Total fedtmasse i kilo og fedtprocent blev målt ved DEXA-scanninger og BMI blev udregnet på baggrund af højde/vægt målinger på 198 italienske børn og unge mellem 5 og 19 år(94). BMI var tæt associeret til total fedtmasse ( $r^2 = 0,85$  og  $0,89$  for henholdsvis drenge og piger) og til fedtprocent ( $r^2 = 0,63$  og  $0,69$  for henholdsvis drenge og piger).

I et studie på 1196 amerikanske børn blev BMI for alder og køn fundet at være en god indikator for fedtmasse i kilo for relativt tunge børn, men ikke i samme grad for tyndere børn(95). For drenge og piger (5-8 år) med et BMI  $\geq 85$  percentilen (p) (se definition nedenfor) var der således en stærk sammenhæng ( $r = 0,96$ ) mellem BMI og fedtmasse. For de 9-11 årige med et BMI  $\geq 85p$  var korrelationen ligeledes stærk ( $r = 0,95$  og  $r = 0,93$  for henholdsvis drenge og piger)(95). For normalvægtige og tyndere børn kan variationen i BMI i lige så høj grad skyldes forskelle i fedtfri masse, men for overvægtige og fede børn skyldes variationen i BMI med overvejende sandsynlighed forskelle i fedtmasse.

Eftersom børns BMI ændrer sig i forhold til deres vækst, kan man ikke bruge ovenstående BMI-indeks på børn og unge. Sundhedsstyrelsen anbefaler, at man anvender de køns- og aldersspecifikke BMI-grænseværdier, som også anbefales af IOTF(96) (tabel 2). Disse BMI-grænseværdier er baseret på internationale data fra Storbritannien, Brasilien, Holland, Hong Kong, USA og Singapore. De er køns- og aldersspecifikke og korresponderer med grænseværdierne for overvægt og fedme for voksne (18 år), henholdsvis BMI  $\geq 25$  og  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>, herefter refereret til som IOTF-standarden.

Alder (år)	Body mass index 25 kg/m <sup>2</sup>		Body mass index 30 kg/m <sup>2</sup>	
	Dreng	Pige	Dreng	Pige
3.5	17.69	17.40	19.39	19.23
4	17.55	17.28	19.29	19.15
4.5	17.47	17.19	19.26	19.12
5	17.42	17.15	19.30	19.17
5.5	17.45	17.20	19.47	19.34
6	17.55	17.34	19.78	19.65
6.5	17.71	17.53	20.23	20.08
7	17.92	17.75	20.63	20.51
7.5	18.16	18.03	21.09	21.01
8	18.44	18.35	21.60	21.57
8.5	18.76	18.69	22.17	22.18
9	19.10	19.07	22.77	22.81
9.5	19.46	19.45	23.39	23.46
10	19.84	19.86	24.00	24.11

Tabel 2. Uddrag af tabel for BMI-grænseværdier specifikke for alder og køn udviklet af Cole et al. (2000)(97). Baseret på internationale data fra Storbritannien, Brasilien, Holland, Hong Kong, USA og Singapore. Disse grænseværdier korresponderer med grænseværdierne for overvægt og fedme for voksne (18 år), henholdsvis BMI  $\geq 25$  og  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>.

I USA anvender man traditionelt en anden metode til bestemmelse af overvægtsforekomst blandt børn og unge, end IOTF-standarden. Her har man på baggrund af køns- og aldersspecifikke vækstskemaer (år 2000 Center for Disease Control and Prevention growth charts (CDC)) baseret på målinger fra 1963 – 2000(98), fastsat 85p som grænse for overvægt og 95p som grænse for fedme, herefter refereret til som CDC-standarden.

#### 1.3.4.3 Hudfoldsmålinger

Hudfoldstykkelser, der kan måles flere forskellige steder på kroppen, er en anden metode til bestemmelse af overvægt og fedme. Hudfoldsmålinger er en simpel metode, der ikke udgør nogen stor byrde for forsøgspersonen, og som kan bruges til at estimere fedtmasse og fedtprocent. Målingerne er behæftede med usikkerheder.

Målingerne kan ud fra formler estimere fedtmassen og fedtprocent, hvilket er forsøgt i flere tilfælde. Hudfoldstykkelser varierer med alder, køn og race og de formler, der anvender måling af hudfoldstykkelser, er vanskelige at overføre på en hvilken som helst gruppe, hvorfor det anbefales, at den anvendte formel valideres for hver population(96). Hudfoldsmålinger har derimod en anden fordel, fordi kropsvægt ikke indgår. Når man skal vurdere konditionstal og overvægt i samme analyse, er det et problem hvis kropsvægt indgår i begge. Man kan med fordel derfor anvende summen af sine hudfoldsmålinger, når man undersøger og sammenligner forandring over tid indenfor samme population, for derved at undgå prædiktionsligningerne og disses usikkerheder.

Goran og medarbejdere (1996) relaterede hudfoldsmålinger til DEXA scanninger på 98 børn (6,6 år  $\pm$  1,4)(99). Summen af 8 hudfoldsmålinger (axilla, bryst, abdomen, subscapular, suprailica, triceps, læg og lår) var stærkt associeret til fedtmasse udregnet via DEXA ( $r^2 = 0,81$ ). Summen af blot triceps og subscapular hudfoldstykkelser var ligeledes stærkt associeret til DEXA med en  $r^2$  værdi på 0,83. De fire hudfoldsmålinger, der anvendes i nærværende analyser (m. triceps brachii, m. biceps brachii, subscapularis superior og spina iliaca anterior superior (supra iliaca)), indgår i summen af de to positioner og tre af dem er tillige repræsenterede i summen af de 8 positioner, som anvendes af Goran og medarbejdere.

Hudfoldsmålinger giver et mål for subkutan fedtvævstykkelse, men de giver ikke et mål for intraabdominalt fedtvæv, som udgør en væsentligt større helbredsrisiko end subkutan fedtvæv i voksne(100) og i børn(101).

#### 1.3.4.4 Årsager til overvægt og fedme

Den store stigning i antallet af overvægtige og fede individer kan ses som en konsekvens af at nutidens mennesker er udstyret med "*the thrifty gene*" sammenholdt med et lavt aktivitetsniveau i det moderne samfund(71). Overvægt er den mest synlige komponent i det metaboliske syndrom. Uanset en genetisk prædisposition, så er det stadig en forandret livsstil, der har forårsaget ændringerne inden for de seneste årtier.

Der er uden tvivl en række psykologiske faktorer så som stress, depression, ensomhed med mere, der kan spille en væsentlig rolle for udviklingen af overvægt. Desuden ses en tendens til social slagside i forekomsten af overvægt og fedme i den vestlige verden, således er det i de fattigste og dårligst uddannede samfundsgrupper, at fedmeproblemet er størst(102). Dette ses også i nyligt publicerede danske data(103), men i lande som f.eks. Estland og Portugal, der først inden for de sidste 15 til 20 år er påbegyndt en positiv økonomisk udvikling, er overvægt og fedme i højere grad relateret til de bedst uddannede.

#### 1.3.4.5 Energibalance

Overordnet set skyldes overvægt og fedme en længerevarende positiv energibalance, der betyder, at individet gennem længere tid indtager mere energi end der forbruges. WHO (2000) skriver således, at den overordnede årsag til den verdensomspændende fedmeepidemi skyldes adfærdsmønstre i det moderne samfund, der bl.a. grundet den øgede urbanisering og industrialisering giver sig til udtryk i fysisk inaktivitet og en lettilgængelig energitæt kost(104).

Årsagerne til en positiv energibalance i det enkelte individ med medfølgende overvægt eller fedme er mangfoldige. Nogle mener at fedmen skyldes en genetisk disposition til en utilstrækkelig energiregulering, der synes at komme til syne ved miljømæssige påvirkninger såsom f.eks. en fedtrig og energitæt kost, et uhensigtsmæssigt måltidsmønster og et lavt fysisk aktivitetsniveau(102 105). Kun i få tilfælde ligger der en kromosomabnormalitet eller endokrin sygdom til grund for fedmen. Meget tyder også på at langt de fleste mennesker vil blive overvægtige ved forkert livsstil, og det interessante er hvorfor folk tidligere var i stand til at regulere deres vægt i de fleste tilfælde, uden at de overvejede det nærmere. En livsstil der fører til et permanent forøget insuliniveau kunne være en central faktor, fordi insulin virker fedtdeponerende. I nærværende projekt har vi analyseret at HOMA-IR scoren var en god prædiktør for vægtforøgelse fra 6 års alderen og 3 år frem.

På trods af store udsving i både fødeindtagelse og energiforbrug formår de fleste mennesker at opretholde en konstant kropsvægt i længere perioder bl.a. på grund af appetitregulerende mekanismer. Appetitreguleringen er et komplekst samspil mellem hjernecentre, der signalerer via neuropeptider, insulin i blodet, fedtvævsderiverede aktive stoffer samt hormoner udskilt fra tarmen som svar på fødeindtagelse(106).

Lokale faktorer i mave-tarmkanalen såsom mekanisk udspiling af mavesækken ved fødeindtag, påvirker mæthedsfornemmelsen akut ved at fremme udskillelsen af hormoner bl.a. insulin og de to gastriske hormoner peptid YY (PYY) og glukagon-like peptide 1 (GLP-1)(105 106). Substraterne i stofskifteprocessen, glukose, aminosyrer, FA og glycerol indvirker på appetitreguleringen via en både direkte og indirekte signalering til hypothalamus. En mere langsigtet signalering, der vedrører information om energidepoternes størrelse og derved også energibalancen, kommer bl.a. fra hormonerne leptin fra fedtvæv og insulin fra pancreas.

Den overordnede integration af langsigtede og akutte appetitregulerende hormonelle signaler styres i neuronale kredsløb, hvor hypothalamus, især arcuate nucleus (ARC), menes at spille en essentiel rolle og i hjernestammen, hvor det væsentligste område for appetitreguleringen er nucleus tractus solitarius (NTS). Man mener, at der er to overordnede kredsløb. Et der hæmmer, og et der fremmer fødeindtagelsen, og at disse to udøver deres effekt via forskellige neuropeptider(106).

Den tilfredsstillende (*rewarding*) effekt indtagelsen af føde har på individet, menes også at påvirke appetitten og bliver desuden påvirket af individets aktuelle energistatus. Denne tilfredsstillende effekt er kompleks og involverer flere signaleringssystemer bl.a. det dopaminerge system, der via udskillelsen af dopamin påvirker kredsløb i bl.a. ARC og NTS og stimulerer til øget fødeindtag(106).

Fedtmassens størrelse og dermed også en langvarig energibalance er desuden reguleret via en negativ *feed-back* mellem fedtdepoterne og hjernen, hvor hormonet leptin spiller en afgørende rolle. Leptin frigives fra fedtvævet i en mængde, der er proportional med fedtvævet's størrelse(105). Udskillelsen af leptin er desuden influeret af fødeindtaget over flere dage, hvor et nedsat indtag resulterer i nedsat udskillelse. Et enkelt måltid derimod påvirker ikke i væsentlig grad leptinudskillelsen. Leptinkoncentrationen i blodet er derfor både et resultat af energidepoternes størrelse og et mål for fødeindtagelsen(106).

Leptin indvirker på appetitreguleringen via signalering fra hormonets receptorer i hypothalamus og hjernestammen til de neuronale kredsløb involveret i appetitkontrollen. Det kredsløb, der stimulerer fødeindtag og appetit, hæmmes af leptin, hvilket vil sige, at kredsløbet bliver aktiveret ved lav koncentration af det cirkulerende hormon. Omvendt aktiverer leptin det kredsløb, der signalerer mæthed og energibalance.

Man har ikke hos mennesket fundet betydelige mutationer i gener der koder for leptin(105). Fede mennesker har oftest en leptinkoncentration i blodet, der svarer til størrelsen på deres fedtdepoter. Leptinets manglende indflydelse på appetitten og dermed kropsvægten skyldes derfor sandsynligvis leptinresistens. Fedme menes at være årsag til leptinresistens, men man har desuden på normalvægtige rotter



fundet en negativ sammenhæng mellem graden af leptinfølsomhed og den efterfølgende vægtforøgelse(106).

Insulin er det væsentligste hormon i reguleringen af blodglukosekoncentrationen. Insulinkoncentrationen i blodet har desuden en væsentlig rolle i appetitreguleringen, og den er i høj grad bestemt af insulinfølsomheden i perifere væv, der igen er relateret til størrelsen på fedtdepoterne og disses placering. Insulinkoncentrationen i blodet stiger hurtigt efter indtagelsen af et måltid. I CoSCIS har vi således fundet at fasteinsulin i 6 års alderen bedst forudsagde vægtforøgelse frem til 9 års alderen. Dette er selvfølgelig interessant, fordi det i vid udstrækning kan afspejle fysisk aktivitets rolle i udviklingen af overvægt.

Insulin signalerer via receptorer i ARC i hypothalamus energioverskud og fødeindtag og regulerer energibalancen ved at hæmme appetitten(106). Hos den insulinresistente ses en høj koncentration af insulin i blodet også under faste. Man kan forestille sig, at netop resistens i insulinens signalering til appetitreguleringen om energioverskud og fødeindtag spiller en afgørende rolle for udvikling af overvægt, hvilket sammen med en fedtrig kost forøger risikoen for udvikling af leptinresistens. Tilsammen skaber disse uhensigtsmæssige forandringer en dårligt fungerende appetitregulering, der muligvis er en af hovedårsagerne til udvikling af overvægt og fedme.

#### 1.3.4.6 Risikofaktorer forbundet med overvægt/fedme

Man har i mange hundrede år kendt til de negative helbredseffekter forbundet med overvægt og i særdeleshed fedme(34). Fokus på denne negative sammenhæng er steget støt i takt med forekomsten af overvægt og fedme.

Overvægt og fedme er en af hovedårsagerne til type 2 diabetes(107), og fedme er direkte associeret med insulinresistens, IGT og type 2 diabetes(108).

Overvægt og fedme er også medvirkende til hypertension, aterosklerose, iskæmisk hjertesygdom, bl.a. en række andre både fysiske og psykiske lidelser og forskellige former for gigt, søvnapnø, lever- og galdestenssygdomme, flere forskellige former for cancer, seksuel dysfunktion og infertilitet(107). Mange overvægtige og fede lider f.eks. af mindreværd og selvforagt og oplever en stigmatisering og diskriminering fra flere sider, bl.a. i sundhedssektoren. En undersøgelse af Gortmarker og medarbejdere (1993) fandt, at de psykosociale konsekvenser af fedme var mest udbredt blandt kvinder og gav sig til udtryk i færre års uddannelse, større grad af fattigdom og lavere frekvens af ægteskab også efter justering for socialstatus i barndommen(109).

Fedtdepoternes placering har betydning for den somatiske risiko. Abdominalfedme og specielt mængden af intraabdominalt fedtvæv øger uafhængigt af den totale fedtmasse morbiditet og mortalitet. I deres review fremlægger Moller & Kaufman evidens for, at især intraabdominalt fedtvæv er en primær drivkraft i forhold til udvikling af det metaboliske syndrom(34). Imidlertid må man erkende, at samspillet mellem fedtvævetts rolle og fysisk inaktivitets rolle er meget kompliceret, og det er vanskeligt at holde dem ude fra hinanden. Ved træning af kun et ben ses forbedringer i det trænedede ben, men ikke i det utrænede, hvilket kunne tyde på at insulinresistensen var meget lokal(110). Dette er i modsætning til den globale effekt der kommer af cirkulerende stoffer udskilt af det abdominale fedtvæv.

Voksne, der som børn var overvægtige, har en øget morbiditet og mortalitet uafhængig af deres voksenalvægt(111 112). Det tyder derfor på, at det at være overvægtig som barn har betydning i forhold til senere udvikling af kroniske sygdomme.

Vægtforøgelse efterfølges af en øget risiko for IGT og type 2 diabetes, mens et vægttab medfører en forbedring af glukosetolerancen samt nedsat risiko for udvikling af type 2 diabetes(108). Black og medarbejdere skriver endvidere, at der er en forhøjet risiko ved at blive overvægtig som voksen, i forhold til at opretholde den samme høje BMI gennem voksenlivet, da det ikke er overvægten alene, der er skyld i udviklingen af risikofaktorerne, men at fluktuationer i personernes vægt også kan være en væsentlig faktor i udviklingen.

#### 1.3.4.7 Risikofaktorer forbundet med overvægt og fedme for børn

Overvægtige og fede børn har som oftest ikke udviklet kroniske sygdomme som hjerte-karsygdomme og type 2 diabetes, sandsynligvis pga. den korte ekspositionstid. I store epidemiologiske undersøgelser af børn, kigger man derfor ofte på risikofaktorer eller markører, som prædiktorer for en fremtidig udvikling af disse sygdomme. Flere studier finder, at ophobning af risikomarkører er forøget hos overvægtige børn sammenlignet med normalvægtige(113 114).

Undersøgelser har vist, at mange overvægtige og fede børn selv opfatter de psykosociale konsekvenser af deres overvægt som de mest belastende(113). Børn ned til børnehælderens alder har en negativ holdning til fede mennesker, og denne holdning bliver mere udtalt des ældre børnene er. Undersøgelser har f.eks. vist, at de fleste børn hellere vil lege med et handicappet barn end med en, der er fed(115). De overvægtige og fede børn stigmatiseres således, og dette bliver yderligere belastende, idet den overvægtige ofte selv gøres moralsk ansvarlig for sin tilstand(115). Overvægtige teenagere har ofte udviklet et negativt selvværd, hvilket ikke i samme grad gør sig gældende for mindre børn(113).

Der er god evidens for, at overvægt og især fedme i barndom og ungdom øger risikoen væsentligt for at blive overvægtig eller fed som voksen(112 116-118).

I et studie af *tracking*-tendensen blandt 934 islandske børn, undersøgte Johannsson og medarbejdere (2006) forekomst og tracking af overvægt og fedme fra barndom til sen-pubertet. Børn, der var overvægtige som 2,5-årige, havde signifikant større risiko for at være overvægtige som 6-årige (OR=12,2) og som 9-årige (OR=4,9), men ikke som 12- og 15-årige i forhold til normalvægtige 2,5-årige. Børn der var overvægtige som 6- og 9-årige havde større risiko for at være overvægtige som 15-årige (OR=10,4 og 18,6 hhv.) i forhold til normalvægtige jævnaldrende. Således var f.eks. 51% af overvægtige 6-årige stadig overvægtige efter puberteten(117).

Freedman og medarbejder har fundet en lignende udvikling i the Bogalusa Heart Study(116). Her fulgte man 2610 børn (2-17 år) til de var 18-37 år (gennemsnitlig opfølgning 17,6 år). Man fandt, at overvægt i barndommen defineret som  $\geq 95$ percentilen for BMI eller triceps-hudfold var signifikant associeret til voksen-BMI og -hudfold. Denne relation mellem fedme i barndom og fedme som voksen steg generelt med graden af overvægt i barndom og desuden med barnets alder, men fandtes hos børn helt ned til mellem 2-5 år. I samme kohorte fandt Srinivasan og medarbejdere (2002), at BMI i barndommen signifikant prædikerede *clustering* af risikofaktorer i insulinresistenssyndromet, således at børn i højeste kvartil af

BMI havde signifikant større risiko for at udvikle syndromet (OR=11,7 og justeret for insulin = 10,0)(114).

Der synes at være forskel på trackingen af overvægt og fedme mellem forskellige etniske grupper. Freedmann og medarbejdere fandt, at overvægtige sorte piger havde større risiko for at blive fede som voksne i forhold til overvægtige hvide piger (84 og 65% hhv.), hvilket også gjorde sig gældende for drengene, dog var forskellen mindre, da 71 og 82% af henholdsvis hvide og sorte overvægtige drenge blev fede som voksne(95).

Derimod fandt Kristensen og medarbejdere (2006) i en undersøgelse af tracking og forekomst af kardiovaskulære risikofaktorer på tværs af socio-økonomiske klasser ikke nogen signifikant forskel på tracking af BMI mellem de forskellige socio-økonomiske grupper(119). Andersen og Haraldsdottir fandt en kraftig tracking af overvægt fra teenager til ung voksen, men man skal være opmærksom på at en af grundene til at overvægt har høj tracking sammenholdt med andre risikofaktorer skyldes, at denne parameter måles med stor præcision, idet beregning af en tracking koefficient ikke skelner mellem variation fremkommet ved reelle ændringer og ved målefejl eller kortvarige fluktuationer(120).

En væsentlig risikofaktor for overvægtige og fede børn er således at blive overvægtige eller fede voksne.

#### 1.3.4.8 Sammenhængen mellem overvægt/fedme og type 2 diabetes

Epidemiologiske studier viser, at overvægt og fedme er relateret til både insulinresistens, IGT og type 2 diabetes(58 108), og at der ses en sammenhæng mellem graden af overvægt og forekomsten af type 2 diabetes. Således fandt en undersøgelse af Klein og medarbejdere (2004), at de fede (BMI  $\geq$  30) udvikler type 2 diabetes 3-7 gange - og ekstremt fede (BMI  $\geq$  35) ca. 20 gange så hyppigt som normalvægtige(57).

Det er dog kun ca. 20% af alle fede patienter, der udvikler type 2 diabetes, hvilket understreger betydningen af andre faktorer som f.eks. fysisk inaktivitet og genetisk prædisponering.

Imidlertid kan insulinresistens og de deraf følgende problemer udvikles uafhængigt af overvægt, hvorfor man ikke kan betragte overvægt som en direkte kausativ faktor(35). Et studie af insulinsensitiviteten hos unge voksne (middelalder $\approx$ 22,6 år) fandt, at kun hver fjerde i den øverste kvartil af insulinresistens var fed(38). At man ser dette hos unge voksne, kunne indikere, at insulinresistens kan være en forløber for udvikling af fedme. Det er desuden velkendt, at insulin hæmmer fedtvævslipolysen og derved fremmer lagring og opbygning af fedtvæv, hvorfor man må formode at hyperinsulinæmi, som følge af insulinresistens i skeletmuskulaturen er med til at forårsage overvægt.

Omvendt har Petersen og medarbejdere vist, at en gruppe non-diabetiske overvægtige personer alle var insulinresistente og havde forstyrrelser i glukosetransporten, der ligner dem man ser ved type 2 diabetes(121).

Fysiologiske forklaringer på sammenhængen mellem overvægt og forstyrret glukosemetabolisme

Der kan være flere forklaringer på ovennævnte sammenhæng mellem overvægt/fedme og en forstyrret glukosemetabolisme. Flere undersøgelser har vist, at overvægtige og især fede individer er mindre fysisk aktive end normalvægtige, hvilket både kan skyldes fysiologiske og psykologiske årsager(105). Fysisk inaktivitet øger i sig selv risikoen for forstyrrelser i glukosemetabolismen.

#### 1.3.4.9 Lipider i blodet og intramuskulært

Man har siden Randle og medarbejdere fremlagde deres teori om ”*The glucose-fatty acid cycle*” i 1963 fokuseret på et forhøjet fedtindhold i blodbanen som mulig aktør i udvikling af insulinresistens(63). En stor fedtmasse, især intraabdominalt, øger fedtindholdet i blodet. Der er derfor i de senere år kommet stort fokus på visceralfedme (”æbleform”), hvilket skyldes at de intraabdominale fedtdepoter er betydeligt mere metabolisk aktive end de subcutane og derfor i højere grad bidrager til de forandringer i glukose- og lipidmetabolismen, der er væsentlige underliggende årsager til udviklingen af fedmerelaterede sygdomstilstande. Den antilipolytiske effekt af insulin er lav i de intraabdominale fedtvæv, hvor LPL-aktiviteten desuden er højere sammenlignet med det subcutane fedtvæv. De regionale forskelle i lipolyseaktivitet resulterer i en væsentlig højere frigørelse af fede syrer fra de intraabdominale fedtdepoter end fra de subcutane. Det intraabdominale fedtvæv dræneres primært af vena portae. FA-koncentrationen i vena portae stiger således med graden af intraabdominalt fedt, hvilket medvirker til en høj tilførsel af fedt til bl.a. skeletmuskulaturen og dermed til udviklingen af insulinresistens. Fede individer har ofte en betydelig forøget grad af abdominalt fedtvæv og et forøget niveau af FA i blodbanen(34).

Visse data tyder desuden på, at et højt indhold af FA i blodbanen også kan føre til en akkumulering af fedt i pancreas, der resulterer i nedsat insulinsecerneringskapacitet(122).

Der er desuden i den senere tid kommet et stadigt stigende fokus på betydningen af akkumuleret fedt i skeletmuskulaturen bl.a. som følge af en stor tilførsel af FA. Flere studier peger på, at akkumulering af fedt i muskeltvæv øges med graden af fedme, og at muskellipidindholdet er associeret med insulinresistens(63 123 124).

I et studie af Pan og medarbejdere (1997) undersøgte man insulinfølsomheden målt ved både normoinsulinæmisk og hyperinsulinæmisk euglykæmisk clamp hos ikke-diabetiske mandlige Pima-indianere (n=38). Her fandt man, at insulinfølsomheden var relateret til myocellular triacylglycerol (mTG) uafhængig af graden af fedme (målt både ved BMI, %-kropsfedt og talje/hofte-ratio)(125). Pima-indianerne er en speciel forsøgspersongruppe, der karakteriseres ved en meget høj fedme- og type 2 diabetes forekomst. Man kan kritisere dette studie for ikke at have medtaget en mere ”normal” kontrolgruppe med større insulinfølsomhed.

Et studie af Goodpastor og medarbejdere (2001) undersøgte samme association i flere forskellige grupper; inaktive slanke; inaktive fede; fede med type 2 diabetes og slanke udholdenhedstrænede(123). Her fandt man, at intramuskulært lipidindhold (IMCL) korrelerede med insulinfølsomheden i de inaktive, men denne sammenhæng forsvandt, når de udholdenhedstrænede blev medtaget i analysen. Der var ingen signifikant forskel på IMCL hos de udholdenhedstrænede og diabetikerne, og deres niveau var to gange højere end de inaktive slanke. Begge slanke grupper havde derimod signifikant større insulinfølsomhed i forhold til de fede grupper. Forklaringen på, at der ikke ses en sammenhæng mellem IMCL og

insulinfølsomhed i de udholdenhedstrænede, ligger muligvis i disses højere oxidative kapacitet (målt ved succinat dehydrogenase (SDH) farvning), som i hvert fald delvist modvirker et højt IMCL-niveaus negative effekt på insulinfølsomheden. I tråd med ovenstående paradox, nemlig at de mest veltrænede både har det højeste indhold af IMTG og den største insulinfølsomhed, ses også et højere mTG-indhold i *m.vastus lateralis* hos kvinder end i mænd(126), samtidig med at kvinder generelt er mere insulinfølsomme end mænd ved samme træningsstatus(127). Sammenhængen mellem mTG og insulinresistens er således kun eksisterende i visse grupper f.eks. inaktive, overvægtige/fede og type 2 diabetikere(123) og normalvægtige, ikke-diabetiske unge med diabetes i nærmeste familie(128). Det ville have været interessant at inkludere en gruppe fede, som var fysisk aktive, i studiet af Goodpastor og medarbejdere (2001), for at se om fysisk aktivitet per se er nok til at ændre på sammenhængen mellem mTG og insulinresistens. Der kan dog være vanskeligheder forbundet med at finde en sådan gruppe. Et forsøg der yderligere tydeliggør, at sammenhængen mellem IMTG og insulinresistens ikke er kausativ, er et studie af Bruce og medarbejdere(129). Her trænede fede type 2 diabetikere i 8 uger, hvilket normaliserede deres IMTG-koncentration i muskulaturen, men ikke deres insulinsensitivitet, der stadig var signifikant lavere end i utrænede, raske kontrolpersoner.

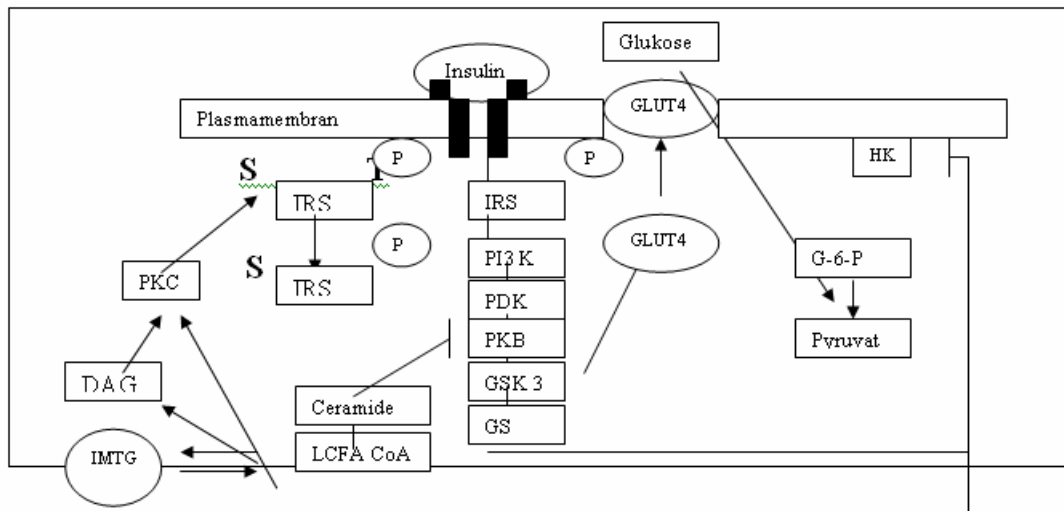
Sammenfattende på ovenstående, er at IMTG sandsynligvis ikke direkte er involveret i udvikling af insulinresistens. Derimod kan forhøjet IMTG være en markør for nedsat insulinfølsomhed hos personer med ubalance mellem fedttilførsel og –forbrænding i skeletmuskulaturen(69).

En øget akkumulering af fedt i cytosolen kan dels skyldes en øget FA-tilførsel til muskelcellen - dels en dårlig lagring eller forbrænding af fedtet i musklen(63). Øget tilførsel kan skyldes et højt indhold af fedt i kosten eller en stor LPL-aktivitet i fedtvævet, især det intraabdominale som beskrevet ovenfor. Et forsøg af Kelley og medarbejdere (1999) fandt at fede individer har en nedsat forbrænding af fedt selv ved samme koncentration og samme optagelseshastighed af *long chain fatty acids* (LCFA) fra blodbanen sammenlignet med normalvægtige individer(130). Dette skyldes sandsynligvis den lavere mitochondrielle oxidative kapacitet, som ses hos overvægtige og insulinresistente individer.

En forstyrret lagring eller nedsat forbrænding af optaget fedt i muskelcellen kan føre til, at en eller flere intermediære produkter ophobes, hvilket sandsynligvis medvirker til insulinresistens.

En vigtig komponent i den fedt-inducerede insulinresistens er *long-chain acyl-CoA* (LCACoA), som er den aktiverede form af FA i muskelcellen(34 63). Man har fundet, at glukoseoptagelsen i muskelcellen hæmmes af et højt indhold af LCACoA, og at eksperimentelt manipuleret reduktion af LCACoA på rotter øger insulin action.

Som det fremgår af figuren herunder påvirker LCACoA insulin action via flere forskellige mekanismer.



Forklaring af forkortelser: GLUT4: glucosetransportør; G-P-6: glucose-6-phosphat; Pyrovat: pyrodruesyre (1/2 sukkermolekyle); IRS: insulin receptor substrat; PI3 K: fosfatidylinositol 3-kinase (kan fraspalte fosfat); PDK: 3-phosphoinositide-dependent kinase (enzym til nedbrydning); PKB: protein kinase B (nedbrydningsenzym); GSK 3: glucogen synthase kinase 3; GS: glycogen synthase (enzym til opbygning af glycogen); ceramide: ; LCFA CoA: en fedtsyre, der er påhæftet co-enzym A, som aktiverer den til nedbydning; IMTG: intramuskulært triglycerid; DAG: diacylglycerol (let omdannet halvt sukkermolekyle); PKC: proteinkinase C.

Dels er det vist at LCACoA hæmmer hexokinaseaktiviteten og medfører en ophobning af glukose intracellulært og dermed en nedsat glukosegradient, hvilket fører til en nedsat glukoseoptagelse(63). Desuden hæmmer LCACoA insulinsignaleren ved at aktivere proteinkinase C (PKC), muligvis via 1,2-Diacylglycerol (DAG). Flere studier indikerer, at denne aktivering af PKC skaber en serinphosphorylering på insulinreceptoren og/eller på IRS-1, hvilket forhindrer den insulinaktiverede tyrosinphosphorylering af disse proteiner, som er nødvendig for en normal insulinsignaleringskaskadefunktion(63 128).

LCFA er desuden substrat for ceramidsyntese i muskelcellen. Visse data peger på, at ceramider er relaterede til insulinresistens, selv om der findes divergerende resultater på området(69). Ceramiderne reducerer muligvis den insulinaktiverede tyrosinphosphorylering af IRS-1. Desuden kan ceramiderne hæmme længere nede i insulinsignaleringskaskaden, hvor specielt hæmning af PKB er vist at influere negativt på translokering af GLUT-4 til cellemembranen(63).

#### 1.3.4.10 Adipøs overvægt og inflammation

At graden af fedme influerer på risikoen for type 2 diabetes hænger således sammen med, at fedtvævet er et særdeles metabolisk aktivt væv, der som beskrevet ovenfor har indflydelse på fedtindholdet i blodbanen og sandsynligvis også i skeletmuskulaturen.

Desuden syntetiseres og frigives en række inflammatoriske faktorer under fællesbetegnelsen (adipo)-cytokiner eller adipokiner fra fedtvævet. Disse indbefatter *plasminogen activator inhibitor-1* (PAI-1), *C-reactive protein* (CRP), *tumor necrosis factor- $\alpha$*  (TNF- $\alpha$ ), resistin, angiotensinogen, leptin og *interleukin-6*

(IL-6)(100). Hvad angår IL-6 eksisterer der dog divergerende videnskabelige synspunkter, da flere forskere er fremkommet med resultater, der peger i retning af en anti-inflammatorisk effekt(131 132). Adiponectin der ligeledes syntetiseres og afgives fra fedtvævet, har derimod en antiinflammatorisk og insulinsensitiverende effekt. Det skal bemærkes at åreforkalkning betragtes som en inflammatorisk proces.

Fede individer har et forhøjet niveau af proinflammatoriske adipocytokiner, samt en lav koncentration af adiponectin i blodet(34 100 132). Normalvægtige insulinresistente individer har vist sig at have forhøjede niveauer af visceralt fedtvæv, hvilket man kan betegne som "metabolisk fedme".

Der eksisterer kontrovers vedrørende relationen mellem intraabdominal fedtmasse og total fedtmasse blandt børn. Nogle forskere har fundet, at intraabdominal fedtmasse korrelerer med den totale fedtmasse og andre fedmemål. F.eks. fandt Goran og medarbejdere (1995), at intraabdominalfedtmasse korrelerede med fedtmasse ( $r=0,69$ ,  $p=0,003$ ) og 7 ud af 8 hudfoldsmålinger ( $r=0,6-0,78$ ,  $p= 0,02-0,0003$ )(133). Andre har fundet, at fede børn især akkumulerer subcutant fedtvæv på truncus, men dog alligevel har en større intraabdominal fedtmasse end normalvægtige børn(134). Data tyder således på, at en del af variationen i ophobning af intraabdominalt fedtvæv er uafhængig af den totale fedtmasse hos børn(101).

#### 1.3.4.11 Inflammation og type 2 diabetes

Det naturlige iboende (innate) immunsystem er kroppens første forsvar mod udefrakommende forstyrrelser som bakterie/virusinfektioner og fysisk eller kemisk betingede skader. Systemet aktiveres lokalt via en serie af reaktioner, der munder ud i aktivering af cytokiner bl.a. IL-6 og TNF- $\alpha$ . Disse cytokiner stimulerer et såkaldt *acute-phase response*, der ses som en ændret koncentration af *acute-phase reactants*, herunder bl.a. forøget CRP og nedsat albumin(132 135). En kronisk *low-grade* inflammatorisk tilstand, hvor det vaskulære system befinder sig i en inflammatorisk tilstand med et konstant forhøjet niveau af cirkulerende cytokiner, er yderst uhensigtsmæssig for individet og associeret til insulinresistens, type 2 diabetes og udviklingen af iskæmisk hjertesygdom (IHS), hjertestop, perifer vaskulær sygdom og hjerte-karsygdomme(100 132 135). Årsagen til en sådan kronisk *low-grade* systemisk inflammatorisk tilstand er endnu ikke kendt, men som før nævnt ved man, at overvægt og fedme er relaterede til tilstanden.

Den inflammationsbetingede insulinresistens er hensigtsmæssig ved akut inflammation, da en forbigående insulinresistens i f.eks. skeletmuskulaturen øger immunsystemets glukosetilgængelighed, da dette system ikke er reguleret af insulin(136).

En kronisk inflammation derimod medfører langvarig insulinresistens, og den kan derved resultere i manifest type 2 diabetes hos genetisk disponerede individer(136 137). Flere tværsnitstudier på både raske personer og personer med IGT/IFG har fundet at *acute-phase reactants* som f.eks. CRP og i visse studier også TNF- $\alpha$  og IL-6 er positivt korrelerede med insulinresistens og faste plasma insulin. Desuden ses et forhøjet niveau hos både nydiagnosticerede individer og individer med manifest type 2 diabetes. En del forskning tyder desuden på, at de inflammatoriske markører kan bruges i prædiktering af type 2 diabetes(135 137).

Både det naturlige immunforsvar og dets *acute-phase response* er integreret med det neuro-endokrine system specielt via *hypothalamic-pituitary-adrenal* (HPA) axis og det sympatiske nervesystem. Hjernen deltager således både i udviklingen og i den videre modulering af inflammation(135).

Adiponectin er et antiinflammatorisk protein, der dannes i fedtvæv især i fedtet i hofteregionen (pæreform), og desuden virker det aktivt insulinfølsomhedsforøgende. Den systemiske adiponectinkoncentration er negativt korreleret med graden af overvægt(137). En lav adiponektinexpression og -plasmakoncentration er desuden associeret med insulinresistens, type 2 diabetes, aterosklerose og tilsyneladende også til forhøjet blodtryk hos mænd(137 138). Adiponectin mRNA i fedtvævet og udskillelsen af proteinet til blodet hæmmes af TNF- $\alpha$  og IL-6, mens adiponectin omvendt hæmmer nogle af TNF- $\alpha$ 's fremmede virkninger på den aterosklerotiske proces. Både vægttab og forbedret insulinsensitivitet (medicinsk- eller livsstilsinduceret) er forbundet med forøget koncentration af adiponectin.

CRP er en af de vigtigste *acute-phase reactants*, og anvendes i forskning som markør for vaskulær inflammation og prædiktør af type 2 diabetes og aterosklerose. CRP produceres primært i leveren, men også i aterosklerotiske læsioner, primært i den glatte muskulatur i karvæggene og i makrofager(139). Denne lokale produktion er almindelig i dårligt kontrolleret diabetes, og den kan medføre oxidativt stress og endoteldysfunktion, hvilket kan være en del af forklaringen på sammenhængen mellem type 2 diabetes og aterosklerose(135 137). Leverens produktion af CRP stimuleres af cirkulerende IL-6 og TNF- $\alpha$ (34 136).

Det er endnu ikke fuldt klarlagt, hvorledes et forhøjet niveau af cytokiner inducerer insulinresistens. Visse cytokiner herunder TNF- $\alpha$  menes at aktivere serinofosforylering af bl.a. IRS-1 og IRS-2(135), hvilket medfører en hæmning af insulinsignaleringskaskaden og dermed skaber insulinresistens.

TNF- $\alpha$  produceres som før nævnt i fedtvæv og udøver ofte en lokal effekt, der ikke kommer til udtryk som en systemisk forhøjet koncentration af cytokinet. Derimod fremmer den lokale transkription af TNF- $\alpha$  produktionen af IL-6, der øger det systemiske niveau af bl.a. CRP(132). Som før beskrevet er der ikke videnskabelig enighed vedrørende effekten af cytokinet IL-6. Flere steder betragtes IL-6, sammen med TNF- $\alpha$ , som et inflammatorisk cytokin, der som ovenfor beskrevet bl.a. inkluderer en fremmede effekt på produktionen af CRP(100 137 140). Andre betragter IL-6 som havende en anti-inflammatorisk virkning(131 132). Der er enighed om at IL-6 og TNF- $\alpha$  er tæt forbundne, da TNF- $\alpha$  stimulerer produktionen af IL-6, mens IL-6 derimod hæmmer produktionen af TNF- $\alpha$ . Både IL-6 og TNF- $\alpha$  produceres i fedtvævet, men nyere forskning har vist at IL-6 også i høj grad produceres i skeletmuskulaturen under arbejde(131).

Petersen & Pedersen skriver i deres artikel at TNF- $\alpha$  er den drivende faktor bag insulinresistens og dyslipidæmi, mens IL-6 er en markør og altså ikke årsag til forstyrrelserne i det metaboliske syndrom.

#### 1.3.4.12 Inflammation og fysisk aktivitet

Tværsnitstudier viser en association mellem fysisk inaktivitet og *low-grade* systemisk inflammation, og man har fundet, at regelmæssig fysisk træning beskytter mod type 2 diabetes og hjertekarsygdomme. Man har desuden fundet, at et enkelt træningspas nedsætter en eksperimentalt-induceret stigning i TNF- $\alpha$ (132).



Pedersen og medarbejdere diskuterer i deres artikel muligheden for, at den antiinflammatoriske effekt af fysisk aktivitet i høj grad er betinget af en øget IL-6 mRNA i de arbejdende muskler samt en medfølgende kraftig forøget frigivelse af IL-6 fra den arbejdende muskulatur. Den kontraktionsbetingede systemiske forøgelse af IL-6 overgår ifølge forfatterne alle andre anti-inflammatoriske cytokiner, og den er sammen med adrenalin de væsentligste fysisk aktivitetsmedierede inhibitorer af TNF- $\alpha$ . Meget tyder dog på at IL-6 og adrenalin inhiberer TNF- $\alpha$  via uafhængige mekanismer, der dog endnu ikke er fuldt klarlagte(131 132). IL-6 har udover hæmning af TNF- $\alpha$  en anden væsentlig anti-inflammatorisk effekt ved at stimulere produktionen af andre anti-inflammatoriske cytokiner, bl.a. IL-1 receptor antagonist (IL-1ra) og IL-10.

Udover intensiteten og varigheden af den fysiske aktivitet synes også musklens kulhydrattilgængelighed og glykogenlagre at influere på IL-6-produktionen i musklen, hvorfor IL-6 også kan fungere som en energi-sensor(131 132 141). Muskelderiveret IL-6 er desuden involveret i en mediering af lipolysen under fysisk arbejde og påvirker således den arterielle FA-koncentration(131), såvel som lipidoxidationen(132), og det tyder på, at IL-6 også medvirker i opretholdelse af glukosehomeostase og i regulering af muskelglykogenlagrenes størrelse i forbindelse med fysisk aktivitet(141).

Fysisk aktivitets anti-inflammatoriske effekt, herunder effekten på IL-6, kan således være en del af forklaringen på sammenhængen mellem fysisk træning og nedsat risiko for eller formindskelse af symptomerne på sygdomme associeret til *low-grade* inflammation såsom type 2 diabetes og atherosclerose(132). Denne effekt kan i hvert fald delvist ses som resultatet af et enkeltstående arbejdes effekt på IL-6, der både hæmmer det pro-inflammatoriske cytokin TNF- $\alpha$  og stimulerer produktionen af andre anti-inflammatoriske cytokiner.

#### 1.3.4.13 Systemisk inflammation hos børn

Der er endnu ikke lavet mange studier vedrørende inflammation på børn, men de studier der har undersøgt sammenhænge mellem fedme eller fysisk aktivitet på den ene side og inflammatoriske markører på den anden, har fundet resultater, der ligger tæt op af de fund man har gjort på voksne(55 142 143).

Fedme er også hos børn relateret til en øget systemisk koncentration af pro-inflammatoriske cytokiner. Således fandt man i et studie af 3512 børn mellem 8-16 år, at overvægtige børn, her defineret som værende over den kønsspecifikke 85-percentil for enten BMI (CDC-standard for overvægt) eller sum af 3 hudfolder, havde signifikant forøget risiko for forhøjet CRP og antal hvide blodlegemer i forhold til normalvægtige børn(143).

I et andet studie af 439 fede, 31 overvægtige og 20 normalvægtige børn fandt man ligeledes en signifikant korrelation mellem graden af fedme og CRP, samt IL-6, men ikke graden af insulinresistens. Man fandt desuden en negativ korrelation mellem graden af fedme og adiponektinniveauet(55).

Et studie af Isasi og medarbejdere fandt, at også fitnessniveauet målt som fysisk arbejdskapacitet ved puls på 170 slag/min er associeret til CRP hos børn og unge. Associationen var dog kun signifikant for drengenes vedkommende, men ikke for pigerne efter justering for alder, etnicitet, BMI og en familiehistorie med hjertekarsygdomme(142).

#### 1.3.4.14 Fedmerelateret stimulering af sympatisk aktivitet

Endelig kan sammenhængen mellem fedme og type 2 diabetes også, i hvert fald delvis, skyldes en fedmerelateret stimulering af det sympatiske nervesystems outflow til nyrerne, hvilket fører til øget noradrenalin*spillover* til nyrens vener og skeletmuskulaturen(34 144). I nyrerne øger den forøgede sympatikus tonus reninsekretion og natriumreabsorption, hvilket fører til hypertension, som igen øger den neuralt medierede vasokonstriktion i skeletmuskulaturen. Den deraf nedsatte blodtilførsel mindsker tilførsel og optagelse af glukose og viser sig i en øget målt insulinresistens(144). I raske individer medierer insulin vasodilation, mens man hos fede og diabetiske individer ikke finder denne effekt af insulin(34). Der eksisterer kontroverser vedrørende, hvorvidt den perifere insulinresistens er årsag til eller konsekvens af den fedmerelaterede hypertension. Samtidig er årsagen til den øgede stimulering af det sympatiske nervesystems outflow til nyrerne ved fedme ikke kendt, men nogle mener, at leptin udskilt fra fedtvæv og hjerne spiller en væsentlig rolle(144), mens andre mener at den insulinresistens-betingede hyperinsulinæmi er den væsentligste årsag(34).

Sammenfattende kan man sige, at det ser ud til, at forekomsten af overvægt og fedme stiger i takt med forekomsten af type 2 diabetes. Både lipidindholdet i blodet og i muskelcellen, fedtvævs udskillelse af inflammatoriske stoffer, den deraf følgende systemiske immunrespons samt muligvis en fedmerelateret hypertension er foreslået som mulige aktører i relationen mellem overvægt/fedme og type 2 diabetes.

#### 1.3.4.15 Fysisk aktivitet/inaktivitet og overvægt/fedme

##### **Fysisk aktivitet i forebyggelse af overvægt og fedme**

I lyset af den globalt annoncerede fedmeepidemi er fokus på fysisk aktivitet som mulig aktør i både forebyggelses- og behandlingspraksis øget(145).

Flere epidemiologiske studier har fundet en sammenhæng mellem graden af fysisk aktivitet og vægtforøgelse over tid både hos enkeltindivider og i større befolkningsgrupper, således at de mest fysisk aktive har lavere risiko for vægtforøgelse end de mindst fysisk aktive(146 147).

Et studie af Haapanen og medarbejdere (1997) undersøgte ændringer i fysisk aktivitetsniveau i fritiden over en ti-års periode (målt i 1980 og 1990) som prædiktor for vægtforøgelse hos 2695 kvinder og 2564 mænd (alder 19-63 år).

De fandt at individer, der var inaktive hele perioden eller som ændrede sig fra at være aktive (defineret som  $\geq 1$  time fysisk aktivitet/uge) til at blive inaktive over de ti år, tog på i vægt, mens de personer, der var aktive både i 1980 og 1990 eller de personer, der blev aktive i løbet af perioden, bibeholdt samme vægt eller tabte sig. Således var risikoen for en vægtforøgelse på ( $\geq 5$  kg) signifikant større for de inaktive eller de individer, der blev inaktive i løbet af de ti år, sammenlignet med de andre to grupper(147).

Man fandt lignende resultater i et studie af DiPietro og medarbejdere (2004) på 3075 midaldrende mænd(146). Her udregnede man PAL på baseline og ved en opfølgning efter gennemsnitligt 5,2 år. DiPietro og medarbejdere (2004) definerede et fysisk aktivitetsniveau som lavt  $\leq 1,45$ , moderat  $< 1,46-1,60 \leq$  og højt  $> 1,60$ . De fandt størst vægtforøgelse hos personer med lav PAL både på baseline og under

opfølgningen, mens individer, der øgede deres PAL, enten bibeholdt samme vægt eller tabte sig.

Disse og andre studier peger således på, at fysisk inaktivitet kan være en medvirkende faktor til den gradvise vægtforøgelse, der ses i mange befolkningsgrupper. En generel forøgelse af det fysiske aktivitetsniveau i befolkningen ville således muligvis kunne mindske stigningen i fedmeprævalens. Disse epidemiologiske studier giver dog ikke et billede af årsagssammenhænge, der med hensyn til overvægt og fedme er komplekse. Kontrollerede, randomiserede træningsforsøg ville give en bedre forståelse af den rene effekt af øget fysisk aktivitet.

Også blandt børn og unge ses en sammenhæng mellem lavt fysisk aktivitetsniveau og højere forekomst af overvægt og fedme(148 149).

F.eks. undersøgte et studie af Janz og medarbejdere (2005) sammenhængen mellem fysisk aktivitetsniveau og fedme hos 379 børn (gennemsnitlig alder = 5,6 år) i et tre-årigt opfølgningsstudie(150). De fandt, at børn med et højt fysisk aktivitetsniveau (bestemt ved accelerometri og spørgeskemaer) og et lavt TV-forbrug havde mindre risiko for at være i den højeste fedmekvartil ved opfølgningen, og de havde mindre fedmeforøgelse over de tre år (bestemt ved DEXA-scanning).

Et højt niveau af stillesiddende aktiviteter, især fjernsynskiggeri, er fundet at korrelere med overvægt eller udvikling af overvægt blandt børn(148 149 151).

Flere interventionsstudier med ekstra skoleidræt evt. kombineret med sundere skolemad på store grupper af børn har ikke fundet ændringer i overvægtsparametre mellem interventions- og kontrolgrupper(152-154). Tværtimod fandt et studie en signifikant højere BMI for interventionsgruppen, hvilket forfatterne tilskriver forøget muskelmasse i interventionsgruppen, da denne gruppe havde tendens til lavere hudfoldsmålinger(154).

#### 1.3.4.16 Fysisk aktivitet og vægttab

Vægttab er en potent kilde til reduktion af risikofaktorer forbundet med overvægt og fedme(34). Selv relative små vægttab på 5-10% for overvægtige og fede individer kan resultere i væsentlige kliniske forbedringer, f.eks. forbedret insulinfølsomhed, fordi det intraabdominale, viscerale fedtvæv svinder hurtigere end subcutant fedtvæv ved et vægttab. Paradoksalt nok ser man ikke mindsket dødelighed hos voksne, der aktivt går ned i vægt ved diæt(155).

Fysisk aktivitet medfører et øget energiforbrug, der hvis ikke energiindtaget øges kan forårsage et vægttab. I sit review fremlægger Wing (1999) evidens for, at fysisk aktivitet alene ikke kan forårsage store vægttab hos fede individer. En restriktiv diæt kombineret med øget fysisk aktivitet kan medvirke til større vægttab end diæt alene (dog som oftest ingen signifikant forskel)(156). En fordel ved at inkludere fysisk aktivitet i vægttabsinterventioner er et signifikant mindre tab af fedtfri masse i forhold til fedtmasse, hvilket medvirker til at mindske faldet i basalenergiomsætningen, der ellers ses efter et vægttab(145).

To randomiserede og kontrollerede 12-ugers interventionsstudier af Ross og medarbejdere på fede mænd (2000) og kvinder (2004) undersøgte effekten af øget fysisk aktivitet og/eller diæt på vægttab, fitness, glukosetolerance og

insulinfølsomhed(157 158). Forsøgspersonerne blev i begge undersøgelser opdelt i fire grupper; kontrol, diætinduceret vægttab, fysisk aktivitetsinduceret vægttab og fysisk aktivitet uden vægttab. Begge vægttabsgrupper havde et energiunderskud på 700 kcal/dag. Kortvarige forsøg skal nok vurderes med skepsis, da man ikke kan forvente en reversering på kort tid af en tilstand det har taget mange år at udvikle.

Alle tre interventionsgrupper, hos både mænd og kvinder, reducerede deres intraabdominale fedtvæv signifikant målt ved MRI-scanning i forhold til kontrolgruppen. Begge grupper med fysisk aktivitet forøgede deres kardiopulmonale fitnessniveau målt direkte ved en maksimal løbetest, og kvinderne forøgede desuden deres LBM. Mændene øgede deres insulinfølsomhed i begge vægttabsgrupper, mens insulinfølsomheden for kvinderne kun blev øget i gruppen med fysisk aktivitetsinduceret vægttab. Dette skyldes muligvis, at kvinderne i denne gruppe havde en større reduktion af abdominalt fedtvæv end kvinderne i den diætinducerede vægttabsgruppe. Tab af visceralt fedtvæv var også i disse studier associeret til forbedringer i glukosetolerance og insulinfølsomhed(158).

Disse to studier viser bl.a., at i perioder med negativ energibalance og forandring af distributionen af fedtvævet, bliver en reduktion af det viscerale fedtvæv favoriseret, uanset om vægttabet er forårsaget af diæt eller motion, samt at motion uden vægttab kan skabe favorable ændringer bl.a. i kropskomposition og kardiovaskulær fitness.

I tråd med dette fandt man i et studie af Lee og medarbejdere (2005), at 13 ugers moderat-intensitets træning 60 min, 5/uge, uden kalorierestriktiv diæt og vægttab, signifikant reducerede den totale fedtmængde, viscerale fedtmængde og intramuskulært fedt både hos fede og fede med type 2 diabetes(124), hvilket kan have en gunstig effekt på bl.a. glukosemetabolismen.

Dette viser, at man i disse dage med stort fokus på fedmeepidemier ikke udelukkende bør lægge fokus på vægttab, da et øget fysisk aktivitetsniveau uden vægttab således kan have mange positive effekter.

Fogelholm og Kukkonen-Harjula (2000) gennemgår i deres review litteraturen vedrørende fysisk aktivitets effekt på forebyggelse af vægtforøgelse både med og uden forudgående vægttab(159).

De fleste studier finder en negativ association mellem fysisk aktivitet og vægtforøgelse. Resultaterne var dog afhængige af studiets og analysens design og tilslutningen til interventionen. De randomiserede interventionsstudier har meget divergerende resultater, hvorfor forfatterne konkluderer, at sammenhængen mellem fysisk aktivitet og vægtvedligeholdelse er mere kompleks, end hvad man umiddelbart kan udlede fra resultaterne af longitudinelle observationsstudier. Dette kan i hvert fald delvist skyldes et gennemgående problem i form af lav tilslutningsprocent til den fysiske aktivitetsintervention. Tilslutning til øget fysisk aktivitet er specielt lav blandt fede individer.

Også i studier af børn rapporteres om vægttab efter en interventionsperiode med kombineret fysisk aktivitet og diæt eller kostråd. Vægttabets størrelse synes relateret bl.a. til længden på interventionen og forældrenes involveringsgrad. Mange studier viser dog, at det også blandt børn er svært at vedligeholde positive vægttabresultater efter interventionens afslutning(148). Et interventionsstudie af Epstein og medarbejdere (1985) fandt, at vægttabets størrelse efter 12 måneder

ikke var signifikant forskelligt i 3 interventionsgrupper, hvor alle indgik i samme diæt, men hvor træningsregimet var forskelligt(160). En gruppe fulgte et træningsprogram med minimalt energiforbrug (primært stræk), en anden gruppe gennemgik et aerobt træningsprogram og den tredje et ”livsstilsmodificerende” program, hvor den fysiske træning blev integreret i barnets hverdagsliv f.eks. med cykling/gang til skole, trappegang osv. De to sidstnævnte programmer var isokaloriske. I en opfølgning på 2 år havde kun ”livsstilsgruppen” formået at opretholde vægttabet.

Den store udfordring i afhjælpning af fedmeepidemien kan således tænkes at ligge i vægtvedligeholdelse efter et vægttab, og her kan fysisk aktivitet både hjælpe børn og voksne.

#### 1.3.4.17 Hypertension

Endoteldysfunktion er associeret til det metaboliske syndrom, herunder hypertension. Sammenhængen mellem endoteldysfunktion og hypertension, er stadig ikke veldokumenteret, men der er i litteraturen beskrevet flere mulige forklaringer på sammenhænge mellem endoteldysfunktion og hypertension(144 161).

Ved hypertension fremtræder arterier og arterioler med forsnævrede lumina og fortykkede vægge (hos voksne). Lamina elastica interna ses flerdoblet samtidig med, at den muskulære media ses fortykket.

Grænseværdierne for hypertension, fastsat af WHO i 1999, defineres for voksne som et systolisk tryk >140 mmHg og diastolisk >90 mmHg. På verdensplan har ca. 20% af befolkningen et forhøjet blodtryk(162). Grænseværdier for hypertension på børn er vanskelige at udlede(163). Wynder og medarbejdere har i deres komparative undersøgelse på 13-årige børn fra 15 forskellige lande, foreslået en grænseværdi for hypertension på børn på 135/85 mm Hg(164). Om denne grænseværdi er relevant for 6-9 årige børn er dog tvivlsomt, da en undersøgelse af Boreham og medarbejdere (2001) har vist, at blodtrykket stiger med vækst(111).

Patienter med hypertension har som oftest en forhøjet koncentration af angiotensin II, der er primær-produktet i renin – angiotensin systemet.

Angiotensin II, der stimuleres af renin, er en potent vasokonstriktor, der samtidig stimulerer fortykkelsen af den muskulære media i den glatte muskulatur og derved udviklingen af aterosklerose. Dette sker igennem en kaskade, hvilket bl.a. involverer en forøget intracellulær calciumkoncentration, der øger proteinsyntesen i den glatte muskulatur og derigennem forårsager hypertrofi(165). Angiotensin II øger samtidig lipoxygenasen i den glatte muskulatur, hvilket resulterer i en øget inflammation og oxidering af LDL-C.

Hyperglykæmi og hyperinsulinæmi kan ligeledes have en ugunstig indflydelse på blodtrykket, idet glukose og insulin stimulerer den sympatiske nerveaktivitet og derigennem udskillelsen af noradrenalin og adrenalin(144). Noradrenalin forårsager en vasokonstriktion, mens adrenalin dilaterer. Samlet vil denne forøgede sympatiske aktivitet dog bevirke en forøget stimulering af reninsekretionen, som derigennem skaber en karkonstriktion, hvorved blodtrykket stiger. På trods af adrenalins tilsyneladende evne til at dilatere, peger litteraturen dog på, at adrenalin muligvis kan have en indflydelse på udvikling af hypertension. Dette er også kaldet ”adrenalin hypotesen”(166). Adrenalin udskilles, som en cotransmitter sammen

med noradrenalin og faciliterer stimulationen af den præsynaptiske  $\beta$ -adrenoreceptor på den sympatiske nerve. Denne facilitering menes at forøge mængden af noradrenalinudskillelsen pr. nerveimpuls, hvorved blodtrykket påvirkes i en ugunstig retning(144). Hvorvidt denne teori er den primære årsag til hypertension, er dog stadig ikke veldokumenteret.

I forhold til udvikling af endotel-dysfunktion forårsager en forøget glukosekoncentration i plasma en forøgelse i plasmakoncentrationen af FA samt en stimulering af endotelin-1 syntesen. Samtidig nedsættes produktionen af NO, hvilket resulterer i en karsammentrækning og dermed en forøgelse af blodtrykket(161).

#### 1.3.4.18 Dyslipidæmi

Lipider er essentielle i den fysiologiske funktion. Dette inkluderer brugen af TG til energilagring og -produktion samt brugen af kolesterol som en komponent i opbygningen af cellulære membraner og i syntesen af steroidhormoner. TG og kolesterol er ikke vandopløselige lipider og transporten af disse kan kun foregå bundet til proteiner; apolipoproteiner (apo). Sammen danner de et lipid-proteinkompleks, kaldet lipoproteiner. Selvom apo er bestemmende for lipidernes opløselighed og nødvendige i metabolismen af lipider, er nogle typer af apo (f.eks. apo B-48, B-100) associeret til forøget risiko for IHS (iskæmisk hjertesygdom), mens andre (f.eks. A-I) er invers relateret til IHS. Afhængig af indholdet af TG, protein og kolesterol skelnes der imellem 4 typer af lipoproteiner: chylomikroner, very low density lipoprotein-kolesterol (VLDL-C), LDL-C og HDL-C(167).

Chylomikroner dannes under passagen gennem tarmepitelet og transporterer TG til hjerte-, muskel- og fedtvæv, hvor det hydrolyseres af lipoproteinlipase (LPL) og frigiver TG til cellen. Restproduktet, samt mængden af det ikke-hydrolyserede chylomikron, bliver af HDL-C transporteret til leveren, hvor det katalyseres til FA, glycerol og kolesterol(168).

VLDL-C syntetiseres fortrinsvis i leveren og sendes via blodbanen ud til lever-, muskel- og fedtvæv, hvor TG hydrolyseres af LPL og frigives til cellen. Efter afgivelsen kan den TG-udtømte VLDL-C partikel optage yderligere kolesterol fra HDL-C og konverteres til intermediate-density lipoprotein (IDL-C). Ved fjernelse af TG kan IDL-C i blodet og i leveren efterfølgende konverteres til LDL-C(168).

LPL er lokaliseret i karvæggen i muskler og andre væv, der bruger fede syrer (FA) som energi. Aktiviteten af LPL er en vigtig faktor i clearing af TG fra blodbanen. Efter et fødeindtag ses en øget hydrolysering og clearing af TG-rige lipoproteiner. Da både chylomikroner og VLDL-C hydrolyseres af LPL, konkurrerer disse partikler internt om at interagere med LPL; en proces der betegnes som *common saturable removal mechanism*. På grund af chylomikronernes forøgede partikelstørrelse i forhold til VLDL-C, interagerer LPL bedre med chylomikronerne. Clearingen af TG i plasmaet er derfor, efter et fødeindtag, afhængig af VLDL-C koncentrationen. En lav VLDL-C og TG koncentration medfører en hurtigere clearing af TG(168).

LDL-C har som primær funktion at transportere kolesterol til LDL-C receptorer, der er lokaliseret i cellevæggen på næsten alle cellyper. I cellen aflejres og metaboliseres kolesterole. Under normale forhold regulerer LDL-C receptorerne i muskel- og fedtvæv optagelsen af kolesterol fra blodet ved at øge optagelsen, når cellens egen produktion aftager og nedsætte den, når cellens forsyning er

tilstrækkelig(167). LDL-C partiklerne cirkulerer i gennemsnit rundt i blodet i ca. 3 døgn og bliver fjernet fra plasmaet, når apoB-100 (der transporterer LDL-C) binder sig til en LDL-C receptor i en levercelle. Antallet af LDL-C receptorer i leveren er kontrolleret af en negativ feedback regulation. En øget koncentration af kolesterol i hepatocytterne, medfører en nedsat gentransskription af LDL-C receptorer og LDL-C holdes tilbage i blodet. Modsat, når koncentrationen af kolesterol i hepatocytterne falder, øges gentransskriptionen af LDL-C receptorerne, hvilket resulterer i et øget optag af LDL-C og derved et fald i antallet af LDL-C partikler i plasmaet(169). Ovenstående indikerer en ond cirkel, da cirkulerende LDL-C partikler i plasma medfører et øget optag af kolesterol i karvæggen og dermed dannelsen af aterosklerose.

Der er flere genetiske faktorer, der kan forårsage en akkumulation af LDL-C i blodet, hvor den mest udbredte betegnes som familiær hyperkolesterolemie (FH). FH patienter, der har en gendefekt i produktionen af LDL-C receptoren, producerer halvt så mange LDL-C receptorer som normale individer, og har i gennemsnit en 2,5 gange højere koncentration af LDL-C i blodet. Samtidig har denne gruppe patienter en nedsat koncentration af HDL-C. Undersøgelser peger på, at forekomsten af FH er ca. 1:500 på verdensplan(169).

HDL-C, der primært dannes i leveren, er involveret i optagelsen og transporten af kolesterol fra de perifere væv til leveren eller til væv, som bruger kolesterol i syntesen af steroidhormoner. Optagelsen af kolesterol er medieret af enzymet lecithin: kolesterol acyltransferase (LCAT), der er nødvendigt for, at cellernes overskudskolesterol kan foresterificeres og indesluttet i HDL-C-partiklen. I leveren metaboliseres og udskilles det efterfølgende via galden. Der findes forskellige fraktioner af HDL-C; HDL-C2a, HDL-C2b, HDL-C3a og HDL-C3b, hvor HDL-C2 er associeret med en nedsat risiko for IHS, mens HDL-C3b er relateret til en øget risiko(167).

#### 1.3.4.19 Kostens indflydelse

Kosten er af betydning for lipidprofilen i blodet(170-172). Turley og medarbejdere (1998) har på voksne undersøgt sammenhængen mellem kostens sammensætning af kulhydrat og fedt og lipidprofilen. I to 6-ugers perioder, med en uges mellemrum, modtog forsøgspersonerne (randomiseret) enten en fedtholdig (40 E% fedt og 45 E% kulhydrat) eller en kulhydratrig (25 E% fedt og 60 E% kulhydrat) diæt. Typen af den ”ekstra” mængde fedt i den fedtholdige kost var mættet. Undersøgelserne viste en reduktion i koncentrationen af TC og LDL-C samt en induktion i HDL-C koncentrationen ved at indtage en fedtholdig diæt frem for en kulhydratholdig.

Ovenstående er kontroversielt i forhold til den gængse opfattelse. Hu og medarbejdere (2001) indikerer i et review, at et højt indtag af mættet fedt (over 10 E%) kan reducere koncentrationen af HDL-C samt forøge TG, LDL-C og TC koncentration. Endvidere peger de på, at typen af mættet fedtsyrer (trans- og cisfedtsyrer) ligeledes har en indflydelse på lipidprofilen, idet transfedtsyrer øger koncentrationen af LDL-C, TG og TC samtidig med, at den nedsætter HDL-C koncentrationen i forhold til cis fedtsyrer. Et højt indtag af transfedtsyrer er ligeledes linket til insulinresistens og medvirkende til at øge de lipoproteiner, der er associerede med øget risiko for hjertekarsygdomme(171). Udskiftes mættet med monoumættet fedt i kosten ses fordelagtige ændringer i lipidmetabolismen hos raske voksne vesterlændinge, uden at hverken HDL-C koncentrationen falder eller

størrelsen af LDL-C partiklerne øges. Koncentrationerne af LDL-C og TG stiger således signifikant ved et højt indtag af mættet fedt og reduceres ved en kost indeholdende monoumættet fedt(172).

Alt i alt indikerer ovenstående, at kostens sammensætning over en længerevarende periode, influerer på voksnes lipidprofil.

#### 1.3.4.20 Konsekvenser af forhøjet lipoproteinkoncentration

Dyslipidæmi er betegnelsen for en uhensigtsmæssig og aterogen lipid- og lipoproteinprofil i blodet; forhøjet koncentration af VLDL-C, LDL-C, TG, TC og lav koncentration af HDL-C. Dyslipidæmi medfører et øget optag af kolesterol udenom receptorerne og derved en aflejring af kolesterol i blodkarvæggen. Ved en kontinuerlig kolesterolafløjning vil lumen i blodkaret mindskes og tilstanden betegnes som aterosklerose. Dannelsen af aterosklerose skyldes, at en del af LDL-C, VLDL-C og IDL-C partiklerne er små nok til at trænge ind mellem endotelcellerne ved diapedese og ned i det subendoteliale rum i intima. I intima kan partiklerne udsættes for oxidation og derved lettere optages i blodkarvæggen.

Oxideret LDL-C tiltrækker deslige monocytter fra blodet, som trænger igennem endotellaget og migrerer ind i tunica intima, hvor de omdannes til makrofager, som optager de kemisk ændrede lipoproteiner ved endocytose. Når cellerne har optaget mange lipoproteiner på denne måde, omdannes de til skumceller. Til sidst dør makrofag-skumcellerne af det optagne fedt og frigøres som extracellulær kolesterol og kolesterolestere. Denne proces er blandt de første hændelser i aterogenesen. Dannelsen af fedtlæsionen skaber senere grundlaget for aterosklerose med intra- og extracellulær kolesterolafløjning, fibrose, celledød og forkalkning.

LDL-C er en heterogen partikel, der kategoriseres efter størrelse og densitet; LDL-CI, LDL-CII og LDL-CIII, hvor LDL-CI har den laveste densitet, mens LDL-CIII, også benævnt små, kompakt LDL-C, har den højeste densitet(173).

LDL-CIII er associeret med en øget IHS risiko i forhold til LDL-CI. Årsagen hertil menes at skyldes en lettere oxidering af disse i forhold til de større LDL-C partikler samtidig med, at de nemmere kan trænge ind i karvæggen.

Koncentrationen af LDL-C er relativt konstant hos personer med en plasma TG koncentration mellem 1.0–3.0 mmol/l, men undersøgelser peger på, at formationen af LDL-CII til LDL-CIII stiger proportionalt med TG koncentrationen over 1.5 mmol/l (tærskelværdi). Dette skyldes, at en forøget TG-koncentration øger koncentrationen af VLDL-C og derigennem dannelsen af små, kompakte LDL-C partikler(173).

De mindste lipoproteiner; HDL-C, trænger hurtigt helt ned i intima media, som de forlader igen gennem vasa vasorum uden at gøre skade. Chylomikronerne er omvendt så store, at de ikke går ind gennem blodkarvæggen.

Som før beskrevet er der på voksne fundet association mellem fedme og udvikling af insulinresistens(34 174). Disse faktorer er forbundet med udvikling af dyslipidæmi. Adskillige mekanismer, hvorigennem insulinresistens kan medføre en ændring i lipidmetabolisme, er blevet beskrevet i litteraturen: 1) hyperinsulinæmi menes at øge VLDL-C syntesen i leveren, hvilket er forbundet med en forøget plasma TG- samt LDL-C koncentration; 2) insulinresistens er medvirkende til en reduceret virkning af LPL i de perifere væv, som ligeledes



forårsager en øget koncentration af TG og LDL-C; 3) insulinresistens, observeret hos type 2 diabetikere, menes at resultere i en reduceret koncentration af HDL-C, grundet en øget degradering samt reducere i syntesen af apo A-I(175). Dette påvirker LDL-C/HDL-C ratioen i en negativ retning, da LDL-C øges samtidig med at HDL-C reduceres. Forholdet mellem de to er dog i endnu højere grad reguleret af LPL, idet koncentrationen af LPL er afhængig af antallet af kapillærer, som igen er proportionalt med konditalet, da der sker en nydannelse af kapillærer ved træning(6).

#### 1.3.4.21 Grænseværdier for lipoproteinkoncentrationer hos børn

Fedme og insulinresistens er relaterede til udvikling af dyslipidæmi hos børn(55 176-178).

The American Heart Association (AHA) har på børn udarbejdet grænseværdier for, hvornår en uhensigtsmæssig og atherogen lipid- og lipoproteinprofil betegnes som dyslipidæmi(179):

	Risikogruppe	Forhøjet
TC	> 4.39 – 5.14 mmol/l	> 5.14 mmol/l
TG		> 1.68 mmol/l
LDL-C	> 2.84 – 3.33 mmol/l	> 3.33 mmol/l
HDL-C		< 0.9 mmol/l

I bestemmelsen af lipidkoncentrationen i blodet er der en række faktorer, der har indflydelse på resultatet, hvilket gør analysen af denne koncentration kontroversiel. Biologiske fluktationer, målemetoder samt personens forbrug af medicin, kostindtag, tiden personen har fastet og fysisk aktivitetsmønstre inden blodprøven, vanskeliggøre validiteten af resultatet(180).

Tolfrey og medarbejdere (1999) undersøgte dagsvariationen i lipid-lipoprotein profilen på 19 præpubertets børn, i alderen 10-12 år(180). Over 2 uger fik børnene, efter 10-12 timers faste, foretaget 3 blodprøve (med en uges mellemrum og på samme tid af døgnet), hvorefter koncentrationen af TC, TG, HDL-C, HDL2-C, HDL3-C og LDL-C blev målt og analyseret. Resultatet viste intra-individuelle forskelle på TC (3,78%), TG (25,44%), LDL-C (7,71%), HDL-C (3,93%), HDL2-C (20,07%) og HDL3-C (3,46%). Ud fra dette fund, kan det være problematisk at klassificere blodanalyser ud fra én blodprøve i forhold til NCEP-grænseværdier. Tolfrey og medarbejdere (1999) konkluderede, at der i en sådan klassificering, bør benyttes en middelværdi fra flere målinger.

#### 1.3.4.22 Børn og risikofaktorer

Der er ikke udarbejdet nogen klar diagnostik til undersøgelser af børn i forhold til risikofaktorer for type 2 diabetes og hjertekarsygdom. Ofte bliver modificerede udgaver af definitionerne til voksne anvendt, og ofte er definitionen i det enkelte studie på børn kun anvendeligt i netop det studie, fordi risiko bliver defineret tilfældigt ud fra fordelingen i den forestående population og ikke ud fra objektivt fremkomne skæringsværdier for risiko.

Risikomarkører og forstadier til type 2 diabetes og hjertekarsygdomme er blevet sporet i flere studier på børn(21 55 120 181-184).

Andersen og medarbejdere (2003) fandt i en stor tværsnitsundersøgelse af 591 danske børn (9,6 år) og 429 unge (15,5 år) i 1997-98 (European Youth Heart Study), at risikofaktorer for hjertekarsygdomme ophobede sig i 15% af denne population. For begge aldersgrupper og køn var ophobningen af 4-5 risikofaktorer (øverste kvartil) positivt relateret til BMI og negativt relateret til fitnessniveau ( $\text{mlO}_2 \text{ min}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ ) målt ved en progressiv, watt max cykeltest(21 185).

I et studie, på delvist den samme population som ovenfor (591 børn; 9,6 år), blev fysisk aktivitetsniveau omvendt associeret til ophobning af risikofaktorer(184). Der var interaktion mellem fysisk aktivitet, målt med MTI accelerometer, og indirekte målt fitness ved en watt max cykeltest, hvilket ifølge forfatterne indikerede, at de potentielt gavnlige effekter af fysisk aktivitet var størst for børn med et lavt fitnessniveau.

Som Andersen og medarbejdere (2003) fandt Lambert og medarbejdere (2004) også forekomst af det metaboliske syndrom i børn helt ned i 9 års alderen(21 183). Fedme var stærkt relateret til ophobningen af risikofaktorer, medens fitnessniveau blev ikke målt i Lamberts studie.

Weiss og medarbejdere (2004) fandt i en undersøgelse af 439 fede børn (BMI >97p ift. CDC-vækstskemaer) (gennemsnitlig 12-år), at forekomsten af det metaboliske syndrom i de moderat fede børn var 39% og 50% i de ekstremt fede(55). Fedme blev defineret på basis af en BMI Z-score grænseværdi på  $\geq 2,0$ . Individene blev derefter klassificeret moderat fede (BMI Z-score 2,0 – 2,5) eller ekstremt fede (BMI Z-score >2,5). Det gennemsnitlige BMI for de moderat fede var  $33,4 \text{ kg/m}^2$ , hvilket for 12,8 årige må betegnes som svært fede, og det gennemsnitlige BMI for de ekstremt fede var  $40,6$ , hvilket for 11,3 årige må betegnes som morbidt fede. Til sammenligning er grænseværdierne for fedme for 12 årige børn ifølge IOTF-standarden  $26,02 \text{ kg/m}^2$  for drenge og  $26,67 \text{ kg/m}^2$  for piger(97).

Ingen normal- (n = 20) eller overvægtige børn (n = 31) kunne opfylde kriteriet for det metaboliske syndrom. Endvidere fandt de en positiv korrelation mellem insulinresistens og koncentrationen af TG og CRP samt en negativ korrelation mellem insulinresistens og HDL-C koncentrationen. Fitnessniveau blev ikke målt.

The Bogalusa Heart Study har bl.a. vist, at fede børn (CDC-standarden) (5-17 år) havde en henholdsvis 3,4 og 7,1 gange højere risiko for en reduceret koncentration af HDL-C og for en forhøjet koncentration af TG i forhold til normalvægtige børn. Blandt 5-10 årige børn havde de fede en henholdsvis 9,7 og 43,5 gange højere risiko for at have 2 eller 3 af risikofaktorerne i form af forhøjet TC, TG, LDL-C, hyperinsulinæmi, hypertension og reduceret koncentration af HDL-C i forhold til normalvægtige børn(177). Her indgik fysisk aktivitet heller ikke.

Flere undersøgelser har efterhånden dokumenteret, at dyslipidæmiske tilstande i barndommen, især reduceret LDL-C og TG, medfører en øget risiko for udvikling af aterosklerose i voksenalderen(186-189). Raitakari og medarbejdere (2003) undersøgte finske børn og unge i alderen 3-18 år og igen 21 år senere (24 - 39 år)(188). De brugte *carotid artery intima-media thickness* (IMT) som indikator for risikofaktorer, da der er fundet en signifikant sammenhæng mellem intimatykkelsen og ophobning af risikofaktorer (Davis et al. 2001). De konkluderede, at risikofaktor-profilen blandt 12 til 18 årige, prædikerede IMT som voksen (33-39 årige) uafhængigt af manifesterede risikofaktorer som voksen.

Eksponering til kardiovaskulære risikofaktorer tidligt i livet, kan medføre ændringer i blodkarrene og være medvirkende til udvikling af aterosklerose. Oprindelsen af en hjertekarsygdom, der manifesterer sig midt eller sent i livet, kan altså være fastlagt allerede fra barndommen. Obduktionsstudier på børn og unge indikerer, at den aterosklerotiske proces, i form af graden af åreforfedtning og aterosklerotiske læsioner i aorta og de koronare arterier, påbegyndes i en tidlig alder, og er relateret til fedme (BMI) og andre risikofaktorer som hypertension, TG, og HDL-C(187).

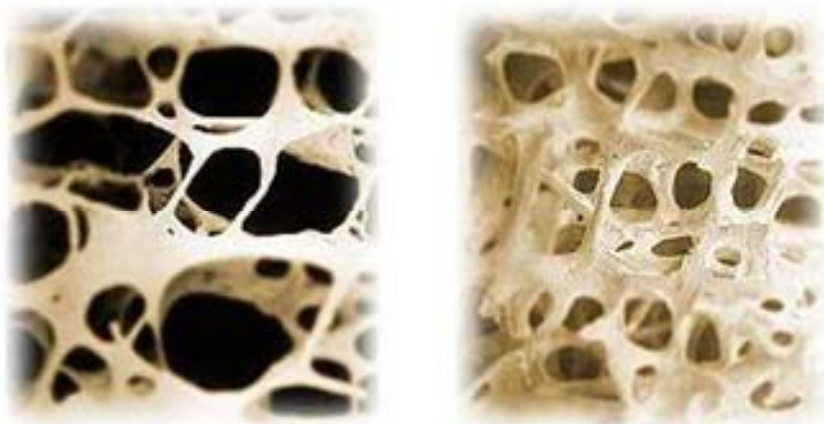
Fedme i barndommen (7 år) er ligeledes relateret til udviklingen af det metaboliske syndrom som voksen (Vanhala et al. 1998); ud af 439 voksne individer havde 30 det metaboliske syndrom, heraf var 28 fede, og 21 havde været fede som børn. Det metaboliske syndrom blev defineret som ophobning af hypertension ( $\geq 140/90$  mmHg), dyslipidæmi (TG  $\geq 1,7$  mmol/l, og/eller HDL-C  $< 1,0$  mmol/l for mænd og  $1,2$  mmol/l for kvinder) samt insulinresistens vurderet som hyperinsulinæmi ( $\geq 78$  pmol/l)(190).

Som før beskrevet er der en klar tendens til, at fedme tracker fra barndom ind i voksenalder. Andersen og medarbejdere (2004) fandt, at også tilstedeværelsen af en ophobning af risikofaktorer trackede i 235 individer (305 på baseline) i løbet af 8 år; fra ungdom og ind i tidlig voksenalder (16-19 år til 23-27 år). Forsøgspersonerne blev inddelt i kvartiler, og dem i den øverste kvartil for en given risikofaktor blev defineret som; at risk (191). Risikofaktorerne var TC/HDL-C, TG, systolisk blodtryk og fedme (fedt% udregnet og estimeret ud fra fire hudfoldsmålinger) og ophobning blev defineret som tilstedeværelsen af to eller flere faktorer. Ophobning af risikofaktorer var tæt relateret til fitness og individer, der på baseline havde en ophobning af risikofaktorer, havde forhøjet risiko for også at have en ophobning 8 år senere.

Twisk og medarbejdere (1997) fulgte 181 individer over en periode på 14 år (alder: 13,1 år – 27,1 år) og fandt, at især risikofaktorerne fedme (sum af 4 hudfoldsmålinger; triceps, biceps, subscapular og suprailiaca) og lipoproteinkoncentrationer (TC og HDL-C) samt TC/HDL-C trackede med høje odds ratioer; OR (fedme 17,7) (TC 10,4) (HDL-C 14,1) (TC/HDL 22,9). Blodtryk, fitness, kostindtag og habituel fysisk aktivitet trackede ikke nær så godt (OR $<5$ )(192).

### 1.3.5 Fysisk aktivitet og knoglesundhed hos børn

Hos voksne såvel som hos børn er knoglesundhed ofte synonym med stærke knogler med høj knogle mineral densitet, fri for frakturer og sygdomme så som osteoporose. Osteoporose er en tilstand karakteriseret ved en kompromitteret knoglestyrke, der prædisponerer til en øget fraktur risiko (193). Knoglestyrke reflekterer integrationen af knogle densitet og styrke (194). Nedenfor ses et eksempel på osteoporose og på en normal knogle.



Osteoporose er defineret ud fra målinger af knogle mineral densiteten ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) målt med DEXA-skannere (Dual Energy X-ray Absorptiometry) og udtrykt i standart afvigelser (T-score). Osteoporose defineres som en T-score  $\geq 2,5$  SD under normal gennemsnittet. En T-score på  $\pm 1$  anses for at være normal knogle densitet. Denne definition er oprindeligt udledt af målinger på postmenopausale kaukasiske kvinder, og der er stadig ikke tilstrækkelig data til at kunne definere osteoporose hos børn og unge præcist. Derfor er termen "lav mineral densitet i forhold til kronologisk alder" mere passende at bruge end osteoporose, når der er tale om børn og unge (195).

Osteoporose betyder porøs knogle, og det vigtige kliniske slutpunkt er fraktur. Størstedelen af frakturer sker hos ældre, og er ofte et resultat af traumer, der normalt ikke vil føre til frakturer hos unge voksne. Forekomsten af disse frakturer er stigende på verdensplan, og i Danmark er hofte og vertebra frakturer steget 2-4 gange de sidste 30-40 år (196). Knogle mineral densitet og knoglestyrke hænger nøje sammen, og det er vist, at lav knogle mineral densitet øger risikoen for frakturer (197 198). Det er estimeret, at en 10% stigning i knogle densiteten vil mindske frakturer hos ældre med 50% (199). Hos børn er det vist, at en reduktion på 1 SD af total knogle mineral densitet fordobler risikoen for nye fakturer hos piger (200). Hos drenge er det vist, at lav knogle densitet øger risikoen for frakturer 2-3 gange (201).

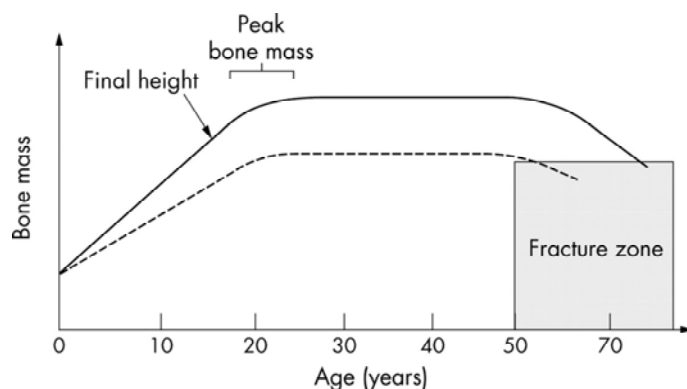
Den knogle masse der opbygges gennem barn- og ungdommen (vækstperioden) og dermed også den maksimale knogle masse, er afhørende for knoglesundheden som voksen og for risikoen for at få osteoporose senere i livet (202 203), Osteoporose kan derfor meget vel have sit udspring i vækstperioden (204). Følgelig må en hvilken som helst faktor, der har en ugunstig effekt på knoglevækst, have længerevarende skadelige effekter på knoglesundheden.

Forskellige faktorer influerer på knogle mineral akkumulationen i vækstperioden. Genetiske faktorer er estimeret til stå for 60-80% af variationen i knoglemassen (205), men også modificerende faktorer så som kost og fysisk aktivitet er vigtige faktorer. Det er generelt accepteret, at fysisk aktivitet i vækstperioden er en faktor, der kan påvirke maksimal knoglemasse. Dette beviser selvfølgelig ikke, at fysisk aktivitet er nødvendig for knoglesundheden i sig selv, men hvis det er muligt at forebygge sygdom senere i livet ved at være fysisk aktiv som barn og ung, så må den rationale tilgang til forebyggelse netop at starte i den periode. Det er dog stadig ikke helt klart, hvor meget fysisk aktivitet der er nødvendig (intensitet, varighed og

frekvens). Derfor er relationen mellem fysisk aktivitet og knogle sundheden hos børn og unge et vigtigt forsknings felt.

#### 1.3.5.1 Normal knoglevækst i barn- og ungdom

Man fødes normalt med en knogle masse på 70-95 g og dette øges til omkring 2400-4000g hos unge kvinder og mænd (205 206). Barn- og ungdommen er perioder med store forandringer karakteriseret ved længdevækst og ændringer i både størrelsen og formen af knoglerne. I pre-pubertet stiger både knogle indholdet (bone mineral content BMC) og mineral densiteten (bone mineral density BMD) lineært med alderen (207). I denne periode nås omkring 85% af voksen højden og 50% af maksimal BMC (208). I puberteten, hvor der er en stigning i køns- og vækst hormoner, ses en hurtig stigning i knoglemassen med cirka 26% tilvækst i de to år omkring den maksimale højdevækst (209). Stigningen i mineral densiteten er primært forårsaget af en stigning i knoglestørrelse (210), men hvor stigningen både i knoglemasse og størrelse i pre-puberteten er linear, er den under puberteten ikke unison. Væksten af størrelsen foregår før mineral tilvæksten, hvilket kan medføre til en periode hvor knoglerne er mere skrøbelige end ellers (211). Derudover er tilvæksten af knogle mineral region specifik. Det betyder, at tilvæksten af knogle mineral i det appendiculare skelet er fremherskende i pre-puberteten. I puberteten nedsættes hastigheden af denne tilvækst i takt med den aksiale vækst stiger, dette på grund af stigningen i kønshormonerne (212), og væksten af ekstremiteterne er færdig før væksten af det aksiale skelet. Forøgelse af knogle mineral fortsætter efter afslutningen af længdevæksten, men ved hvilken alder den maksimale knogle masse (PBM) nås er diskutabelt og varierer alt afhængig af region og den brugte måleteknik (213). Aksialt nås PBM sandsynligvist i slutningen af anden dekade, mens tidspunktet i ekstremiteterne varierer mellem 17 og 35 år (205). En skematisk repræsentation af aldersrelaterede ændringer i knoglemasse ses neden for. Den stiplede linie viser, teoretisk set, konsekvensen af en reduktion i maksimal knogle masse.



#### 1.3.5.2 Knoglevævet – histologi og dynamik

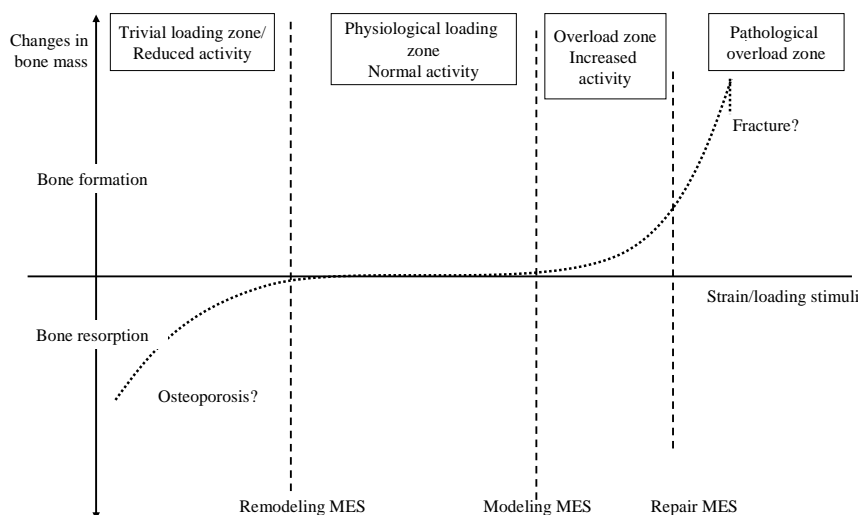
Knoglevævet er et meget specialiseret væv hvis funktion er, at det med mindst mulig masse skal give mest mulig styrke. Det består af to typer knogler: Tyk kompakt kortikal knogle og trabecular knogle, og 75-80% af skelettet består af kortikal knogle og 20-25% af trabecular knogle (214 215). Trabecular knogle er fintmaskede knoglevæv, der primært findes i hvirvellegemerne og i enderne af de lange rørknogler.

Der findes tre typer celler, der er specialiserede i knoglemetabolismen, og det er osteoblaster, osteoclaster og osteocytter (214 216). Kort fortalt så er osteoblasterne ansvarlig for dannelsen af ny knogle, og når de er ”færdige” med dette, omdannes de til osteocytter, der er modne celler (214 216). Osteocytterne deltager bla. i reguleringen af calcium homeostasen og knogleomsætningen. Osteoblasterne er knogle reabsorberende celler, hvis rolle er at fjerne knogle matrix, og samspillet mellem den osteoblastiske knogledannelse og osteoclastiske reabsorption er tæt knyttet via processen remodellering.

For at bibeholde dets funktion er der en konstant omsætning af knoglevævet via processerne modellering og remodellering. Modellering referer til ændring i formen og størrelsen af knoglerne, mens remodellering refererer til den omsætning, der ikke har indflydelse på hverken størrelse eller formen af knoglerne (214). Modellering foregår på ydersiden af knoglerne og involverer resorption og dannelse af ny knogle, mens remodelleringen foregår på indersiden af knoglerne, hvor skadet knoglevæv fjernes (208 216). I vækstperioden er modelleringen den dominerende proces, mens remodellering dominerer hos voksne (216).

### 1.3.6 Mekanisk påvirkning af knoglerne.

Knogler respondere på mekanisk ydre påvirkning ved at ”indstille” knoglemassen, så den kan ”klare” den ydre belastning, den udsættes for. Adaptationerne afhænger både af størrelsen og frekvensen af den mekaniske belastning, således at jo større belastning jo større respons op til en grænse, hvor der ikke længere ses en yderligere effekt (217). Belastningen skal dog over en vis tærskelværdi førend knogletilvækst forekommer (208 218). Dette benævnes også Mechanostat teorien lanceret af H. Frost i 1983 og er illustreret i nedenstående figur.



Som det fremgår af figuren, vil knoglevævet blive resorberet, hvis det ikke belastes, (belastningen ligger under MES<sub>r</sub> -inaktivitet), mens belastningen vil medføre knogletilvækst, hvis belastningen kommer over en hvis tærskelværdi (MES<sub>m</sub> – increased activity). Belastninger under denne tærskelværdi (MES<sub>m</sub>) vil vedligeholde en given knogletæthed.

Baseret på denne teori er det tydeligt, at et eventuelt respons på fysisk aktivitet afhænger af typen af aktivitet, og at forskellige aktiviteter kan have forskellig effekt på knoglerne afhængig af bevægelsesmønster og belastning, f.eks. har ikke-vægtbærende aktiviteter ikke lige så stor effekt på knoglerne som vægtbærende aktiviteter. Det er generelt anerkendt, at pre-pubertet og tidlig pubertet er de perioder hvor skelettet er mest sensitivt over for mekanisk påvirkning, hvorfor det netop i disse perioder anbefales at være fysisk aktiv (219-222). Flere studier har undersøgt betydningen af fysisk aktivitet på knogletæthed hos børn og unge. I tværnsnittstudier har man fundet højere knoglemasse hos fysisk aktive børn og unge end hos inaktive, ligesom man har fundet korrelation mellem BMD og træningstilstand primært udtrykt som muskelstyrke, men også som kondition (223-225). Den væsentlige faktor er belastningen af knoglerne, hvor personer, som deltager i vægtbærende aktiviteter (fx gang, løb og styrketræning), har større BMD end inaktive. Ligeledes har man set betydelig højere BMD i tennisspilleres dominante arm end i den nondominante arm (223). Tilsvarende observationer er gjort på kvindelige squash spillere (219). I dette studie korrelerede antallet af år, som spillerne havde trænet med BMD i spillearmen. Forskellen i BMD mellem de 2 arme var større hos de piger, som var startet inden menarchen. Disse unilaterale kontrolstudier giver den bedste evidens for betydningen af fysisk aktivitet på knoglevækst hos børn og unge, da påvirkninger fra arv, udviklingstrin med mere er eliminerede ved intraindividuel sammenligning. Da den mekaniske belastning på knoglerne er væsentlig, betyder det også, at idrætsgrene som svømning og cykling ikke giver samme stimulus til knogleopbygning som vægtbærende aktiviteter. Interventionsstudier finder ligeledes en sammenhæng mellem fysisk aktivitet og BMD (226-227). Eksempelvis sås en stigning i femoral BMD hos 10 årige drenge og piger, der havde udført et 8 måneders skolebaseret springprogram 3 gange om ugen i 30 min (228).

De fleste studier, der har undersøgt relationen mellem fysisk aktivitet og BMD på børn, inddrager generelt ikke børn under 10 år, men tiden før puberteten er som nævnt, også vigtig i relation til knogleopbygningen og knogletæthed.

#### 1.3.6.1 Fysisk aktivitet og knoglesundhed hos børn – Ballerup-Tårnby projektet

Denne del af Ballerup-Tårnby projektet fokuserer på fysisk aktivitet og knoglesundhed hos prepubertale børn med specielt henblik på at undersøge: a) kønsforskelle i perifer knogle mineral densitet, associationen mellem knogle mineral densitet og anthropometri, b) associationen mellem knogle mineral densitet og vanlig fysisk aktivitet c) at undersøge effekten på knoglerne af øget timetal i idræt gennem 3 år.

#### 1.3.7 Generel metodebeskrivelse

CoSCIS er en longitudinel undersøgelse baseret på indsamlede data fra børn i Ballerup og Tårnby kommune (Danmark) i alderen 6-9 år. En intervention er afprøvet efter princippet ”intention to treat”, hvilket dækker over at vi evaluerer et tiltag uanset i hvilken udstrækning børnene rent faktisk har forøget aktivitetsniveau i interventionsgruppen. Vi har forsøgt at registrere ændringer både i indholdet i timerne gennem lærernes gennemførte undervisning, og med objektive målinger af børnenes aktivitetsniveau. Ingen af disse registreringer er optimale, fordi den ene er selvrapportering fra en gruppe lærere med stor motivation, og den anden er begrænset af at accelerometermålinger kun foretages over et kort tidsrum (4 dage),

samt at de afmonteres under svømning, som har været en central del af det øgede timetal i idræt. Indsamling af baselinedata foregik fra december 2001 til juni 2002 i børnehaveklassen (bh. kl.), mens opfølgingsdata blev indsamlet fra september 2004 til marts 2005 i 3. klasse (3. kl.). Under indsamling af opfølgingsdata har undertegnede, som en del af et forskerteam, bidraget til det praktiske feltarbejde ved at gennemføre en række fysiologiske samt motoriske test på de nu 9 årige børn. Den detaljerede beskrivelse samt formål af COSCIS er beskrevet tidligere.

#### 1.3.7.1 Etik

Alle procedurer og metoder i dette studie er i overensstemmelse med de etiske anbefalinger fra Helsinki Deklarationen samt godkendt af Københavns Amts videnskabelig etiske komite. Alle forældre eller værge har, efter samråd med barnet og gennemlæsning af tilsendt information omhandlende studiets formål og en detaljeret gennemgang af de forskellige test, givet deres skriftlige samtykke for deltagelse.

#### 1.3.7.2 Forsøgspersonerne og udvælgelse

Ud af de 706 børn, der fra baseline frivilligt deltog i undersøgelsen, var det faktiske antal børn der startede på interventionen 695, heraf 408 (227 drenge, 181 piger) i interventionskommunen Ballerup samt 287 (141 drenge, 146 piger) i kontrolkommunen Tårnby. Frafaldet skyldtes enten meget få data på nogle børn eller flytning af børn. Af de i alt 695 børn fra bh. kl. fik 686 børn målt sum af 4 hudfolder (sum4skin), heraf 406 (225 drenge, 179 piger) i Ballerup samt 280 (139 drenge, 141 piger) i Tårnby. 648 fik målt konditionstal, heraf 385 (213 drenge, 172 piger) i Ballerup samt 263 (129 drenge, 134 piger) i Tårnby. 508 fik foretaget blodprøven, heraf 313 (174 drenge, 139 piger) i Ballerup samt 195 (103 drenge, 92 piger) i Tårnby. Antallet af børn og forældre som besvarede de enkelte spørgeskemaer vil blive nævnt i forbindelse med disse resultater.

Ud fra de 695 bh. kl. børn, blev der på baggrund af valide BMI- og hudfoldmålinger fra baseline, analyseret data fra en subgruppe af overvægtige eller fede børn. Denne udvælgelse er kun sket i computeren, og ingen børn er blevet behandlet anderledes end andre i interventionen. Udvælgelsen af denne gruppe er sket, på baggrund af hele populationen, ud fra 75% percentilen for BMI og hudfold. For at blive inkluderet i subgruppen skulle både BMI og hudfoldmåling være  $\geq$  75% percentilen. Vores rationale for udvælgelse af subgruppen var, at denne gruppe kan forventes at have det største potentiale for gunstig påvirkning af interventionen. Ved at kombinere to inklusionskriterier sikres en subgruppe, hvor det er overvejende sandsynligt, at de inkluderede var overvægtige.

#### 1.3.7.3 Baseline, børnehaveklasse

For hele populationen var middelværdierne (SD) for BMI- og sum4skin for drengene henholdsvis 15,99 kg/m<sup>2</sup> (1,7) (n = 367) og 24,35 mm (9,0) (n = 364) og for pigerne 16,05 kg/m<sup>2</sup> (1,9) (n = 325) og 29,18 mm (10,4) (n = 322).

#### 1.3.7.4 Inklusion i subgruppe

75% percentilens grænseværdi for BMI var for drengene 16,62 kg/m<sup>2</sup> (n = 93) og pigerne 16,98 kg/m<sup>2</sup> (n = 65). Grænseværdien for sum4skin var for drengene 26,33 mm (n = 92) og for pigerne 33,10 mm (n = 81).



Da begge kriterier for inklusion skulle være opfyldt, blev i alt 63 (33 drenge, 30 piger) i Ballerup samt 55 (32 drenge, 23 piger) i Tårnby, inkluderet i undersøgelsen. I alt 118 individer, hvilket svarer til 17% af den samlede population. Samme subgruppe blev brugt i analysen af opfølgingsdata.

#### 1.3.7.5 Opfølgning

I løbet af interventionens 3 årige forløb, var den samlede population reduceret til 615, heraf 364 (203 drenge, 161 piger) i Ballerup samt 251 (120 drenge, 131 piger) i Tårnby. Frafaldet (n = 80) svarer til 11,5% af baseline populationen. Af dem var 46 (26 drenge, 20 piger) fra Ballerup og 34 (19 drenge, 15 piger) fra Tårnby. Frafaldet i Ballerup var på 11,3% og i Tårnby på 11,8%.

Subgruppen i 3. kl. var reduceret til 103 børn, heraf 57 (28 drenge, 29 piger) i Ballerup og 46 (27 drenge, 19 piger) i Tårnby. Frafaldet i subgruppen var på 15 børn, hvilket svarer til et fald på 12,7%, henholdsvis 9,5% i Ballerup og 16,4% i Tårnby.

#### 1.3.7.6 Procedure for dataindsamling og databehandling

Alle de nedenstående tests er foretaget lokalt på de respektive skoler. På grund af undersøgelsens omfang og tidsperspektiv, har det ikke været muligt at sikre, at den samme testleder foretog den samme test under både baseline og opfølgning. Målinger af hudfold blev foretaget af de samme to erfarne forskere efter opfyldelse af konventionelle kriterier og måleprocedurer. Det samme har været gældende for måling af VO<sub>2</sub>max, vægt, højde og blodtryk, hvor forskellige assistenter, herunder undertegnede, har været medvirkende under testen. Alle fik ensartet instruktion i udførsel af testene.

Proceduren for dataindsamling i løbet af testperioden, både under baseline og opfølgning, foregik ved, at skolerne i Ballerup og Tårnby skiftevis blev testet. På grund af flere skoler i Ballerup, blev der i perioder testet to skoler i træk. Efter dataindsamling fra alle skolerne, er der foregået en opfølgingsrunde fra begge kommuner, hvor de børn, der af forskellige grunde ikke kunne være til stede under 1. testrunde, blev testet.

#### 1.3.7.7 Blodprøven

Efter en nats faste (>8 timer) blev en intravenøs blodprøve taget i tidsrummet 8.00-9.30 om morgenen, efter anvendelse af bedøvelses creme til udvortes brug (EMLA plaster), fra den antecubitale vene. Tre 5 ml. rør blev indsamlet i reagensglas (VACUETTE, Greiner Bio-one, Austria); et tørt glas, et Tri-sodium citrat glas og et EDTA glas. På baseline og opfølgning blev glukosekoncentrationen målt umiddelbart efter blodprøven (Hemocue).

Blodprøverne fra baseline blev efter centrifugeringen opbevaret ved -80° C grader og analyseret for TC, HDL-C og TG på Københavns Center for Muskelforskning, Rigshospitalet. Blodprøverne fra opfølgning blev ligeledes opbevaret ved -80°C efter centrifugeringen, men blev efterfølgende analyseret på August Krogh Institutet, Afdeling for Human Fysiologi.

Efter blodprøven fik børnene morgenmad.

### 1.3.7.8 Blodtryk

Efter at have været liggende på gulvet i 10 minutter, fik barnet i en siddende oprejst position påført blodtrykscuffen, hvorefter blodtrykket blev målt på venstre arm 5 gange indenfor 10 minutter med et Dinamap XL blodtryksmonitor. De sidste 3 målinger blev anvendt og et gennemsnitlig systolisk og diastolisk blodtryk blev anvendt til analyse. Middelblodtrykket blev udregnet ud fra formlen  $(2 * \text{diastoliske tryk} + \text{systoliske tryk}) / 3$ .

### 1.3.7.9 Antropometri

#### **Højde, vægt og biologisk modning**

Forsøgspersonerne fik målt deres højde i meter (uden sko) til den nærmeste mm af Harpender stadiometer. Kropsvægten blev målt uden sko og med let indendørs påklædning til den nærmeste 0,1 kg ved brug af elektronisk vægt (Seca 822). Body mass index (BMI) blev kalkuleret ud fra kropsvægt (kg)\* højde (m)<sup>2</sup>.

Pubertetsudviklingen blev for pigerne og drengene vurderet ud fra henholdsvis brystudvikling, kønshår og testikelstørrelse efter Tanners 5 udviklingstrin. Bestemmelsen blev foretaget af en testleder af samme køn. Barnet blev forevist en række billeder og kunne selv vurdere sin udvikling i forhold til disse. Såfremt dette ikke var muligt, blev barnet spurgt af testlederen, om man måtte se. Hvis svaret var nej, blev modningsbestemmelsen ikke foretaget.

#### **Hudfoldsmåling**

Hudfold blev målt med en Harpender skindfold caliper på m. triceps brachii, m. biceps brachii, subscapularly superior og spina iliaca anterior superior i den non-dominante side af kroppen. Den non-dominante side blev bestemt som den modsatte side af den hånd forsøgspersonen skrev med. På hvert sted blev tre hudfoldsmålinger foretaget og hver måling blev fastholdt i ca. tre sekunder, for at sikre, at væske fra fedtvævet blev presset væk, før aflæsning.

Målingerne på m. triceps brachii blev foretaget på midten af muskelen på linien mellem olecranon og acromion med armen i den anatomiske position. På den anteriore side blev målingerne foretaget over m. biceps brachii. Målingen blev foretaget på det punkt, hvor armens omkreds var størst. Hudfoldsmålingen på subscapular blev foretaget under angulus inferior med en 45° hældning i forhold til den vertikale linie. Hudfold på iliaca blev målt 3-5 cm over spina iliaca anterior superior med en mindre inferior medial hældning som følge af huddirektionen. Middelværdien af de tre målinger på hvert sted blev udregnet, og en summeret middelværdi blev udregnet på baggrund af alle 4 middelværdier (sum4skin).

#### **Fysisk aktivitetsmåling**

Aktivitetsmålingerne blev udført med accelerometre (MTI'ere) model 7164 fra MTI Actigraph ([www.theactigraph.com](http://www.theactigraph.com)), der blev sat til en opsamlings periode (epoch) på 10 sekunder. Computer Science and Applications (MTI) model 7164 er designet i 1993, måler 5,1 x 3,8 x 1,5 cm og vejer 42,6 gram. Huset til MTI enheden er af stødsikkert plastik og spændes på et mavebælte.

Accelerometer enheden udgøres af en fritbærende piezokeramisk arm med et lille lod for enden med en masse på 1,5 gram. Det piezokeramisk materiale har den egenskab, at det udvikler en elektrisk spænding proportional med den belastning materialet udsættes for. Når enheden bevæges påvirker massen af loddet, og der udvikles en spænding, der forstærkes og går gennem et høj-lav filtrerings filter.

Derefter bliver signalet digitaliseret ved 10 Hz i en 8-bit A/D konverter og endelig numerisk integreret i mikrokontrolleren, der lagrer resultatet i hukommelsen.

MTI'en kan registrere 256 forskellige aktivitetsniveauer, hvoraf de 128 er positive, og de 128 er negative i forhold til tyngdeaccelerationen. Følsomheden går fra 0,05 g til 2,13 g., og skalaen på de 128 aktivitetsniveauer går derfor mellem disse værdier. Accelerationer større end  $\pm 2,13$  g vil altid give en numerisk værdi i mikrokontrolleren på 128. Da outputtet fra accelerometret samples med 10 Hz, vil vores observationer med en epoch på 10 sekunder være en addition af 100 værdier mellem 0 og 128, som derfor maksimalt giver mulighed for en værdi på 12.800 pr. observation.

Memory kapaciteten i de modeller vi anvendte er på  $2^{15} = 32768$  epoch. Med 10 sekunders epoch bliver det 91 timer, hvilket svarer til 3 døgn og 19 timer.

Det var et bevidst valg, først at sætte målerne i gang dagen efter børnene fik dem på, uden at orientere børnene om det. Begrundelsen for dette var, at vi kunne observere øget aktivitet hos børnene lige efter de fik målerne på for at "score" den højeste aktivitet. Vi ville gerne opnå viden om aktivitetsmønstret både på hverdage og weekend dage, så planen var at aflevere MTI'erne hver onsdag, påbegynde målingen torsdag morgen løbende til søndag aften.

Som sagt var det dog ikke altid muligt rent logistisk, at få det til at passe ind i de mange tidsplaner der var forbundet med det samlede CoSCIS projekt. I Børnehaveklassen var der derfor 41 elever, der først påbegyndte målingerne fredag - i øvrigt alle kl. 9:00 eller 10:00. Logistikken i forbindelse med 3. klasserne medførte at målerne sattes igang både onsdag (n=82), torsdag (n=439) og fredag (n=44). En del af børnene førte tillige dagbog over aktiviteterne for at vi kunne validere om tidspunkterne, hvor accelerometeret ikke var blevet båret, var aktiv eller inaktiv tid.

På baselineniveau (børnehaveklassen) blev der indhentet data fra 90% af børnene (636). Tre år senere i 3. klasse fik vi indhentet data fra 91% af børnene, men da hele 90 børn var frmeldt eller fraflyttet i mellemtiden endte vi kun med data fra 559 børn.

### **VO<sub>2</sub>max-måling**

Her anvendtes AMIS 2001 Cardiopulmonary Function Test System (Innovision A/S, DK 5260 Odense) til måling af iltoptagelse under en test på løbebånd, hvor hældning og hastighed gradvist øgedes indtil udmattelse.

Inden testene startede kalibreredes alle apparater, og mellem hver VO<sub>2</sub>max måling blev der som minimum lavet et "check" af gasanalysen.

### **VO<sub>2</sub>max test**

Starthastigheden på løbebåndet var  $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , uden inklinations, i 3 min. Forsøgspersonen kunne herved blive bekendt med båndet. Efter 3 min. blev hastigheden øget til  $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  med en inklinations på 0%, efter 5 minutter blev inklinationsen øget til 3% og efter henholdsvis 7 og 9 min. til 6% og 9%. Såfremt forsøgspersonen kunne fortsætte, blev hastigheden øget med  $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  for hvert andet minut, indtil total udmattelse. Under opfølgningen var starthastigheden  $4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , uden inklinations, men efter 1 min. blev hastigheden forøget til  $8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , hvorefter den ovenstående procedure blev fulgt. Det standard fysiologiske kriterium, ifølge Rowland (1996), blev brugt til bestemmelse af accepteret

præstation:  $HR > 200$ ,  $RER \geq 0.99$ , eller defineret plateau i  $VO_2$  (en øgning under  $2.1 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Såfremt disse kriterier ikke blev opfyldt, vurderede testlederen, ud fra bl.a. ukontrolleret løbemønster, sved, ansigtsmimik og tydelig tegn fra forsøgspersonen på uvilje mod at fortsætte testen, om forsøgspersonens maksimale kapacitet var nået. Testlederen og assistenten forsøgte under hver test at opfordre og tilskynde barnet til at yde dets maksimale ved ros og positive tilkendegivelser.

Efter testen blev  $HR_{max}$ , pulsfil og sluttid noteret i forsøgspersonens ark og testresultatet blev gemt i computeren.

### **Beregnete kondital**

For de 56 børn i bh. kl., der løb til udmattelse, men for hvem  $VO_2$  ikke blev målt eller godkendt, blev  $VO_{2max}$  estimeret ud fra godkendte  $VO_{2max}$  tests og løbetider til udmattelse.

592 børn lavede en godkendt test i bh. kl. Konditallene for alle disse godkendte tests og de respektive løbetider blev anvendt til at lave en ligning til estimering af  $VO_{2max}$  ud fra løbetid.

Følgende ligning blev opstillet:

$$VO_{2max} = 29,374 + (0,037 * \text{løbetid})$$

I 3. kl. anvendte vi to kønsspecifikke ligninger.

For de 16 drenge i 3. kl., som løb til udmattelse, men for hvem  $VO_2$  ikke blev målt, blev følgende ligning opstillet på baggrund af en lineær regression af 290 drenge godkendte  $VO_{2max}$  tests og løbetider:

$$VO_{2max} \text{ drenge} = 28,001 + (0,035 * \text{løbetid})$$

For de 14 piger i 3. kl., som løb til udmattelse, men for hvem  $VO_2$  ikke blev målt, blev følgende ligning opstillet på baggrund af en lineær regression af 260 pigers godkendte  $VO_{2max}$  tests og løbetider:

$$VO_{2max} \text{ piger} = 20,325 + (0,042 * \text{løbetid})$$

Hvis der var en direkte målt  $VO_{2max}$ -værdi for en af de i alt 56 børn i bh. kl. eller de 30 børn i 3. kl., blev denne sammenlignet med den beregnede og den højeste værdi valgt til den endelige konditalsvariabel.

### 1.3.8 Knoglemålinger

En vægtbærende (calcaneus – hælknoglen), en ikke vægtbærende region (distal forearm – underarmen), knoglebredde, fysisk aktivitet samt anthropometri blev målt. Nedenstående figur viser populationen i Ballerupprojektet, paper 1,2 og 3 refererer til den del af populationen der indgår i denne del af projektet.

#### 1.3.8.1 Kropskomposition

Kroppens fedtprocent blev beregnet ud fra følgende ligning af Weststrate et al.(229) as following;

(i) Piger alder 2-10 år:  $\text{Fedt\%} = ((562 - 1.1(\text{alder} - 2))/D - (525 - 1.4(\text{alder} - 2)))$  og

(ii) Drenges alder 2-18 år: Fedt% =  $((562-4.2(\text{alder}-2))/D - (525-4.7(\text{alder}-2)))$   
hvor

D = Total densitet blev beregnet ud fra følgende: (i) piger alder 2-10 år:  $D = (1.1315+0.0004*(\text{alder}-2)) - ((0.0719-0.0003 *(\text{alder}-2))*\log_4\text{skin})$  og (ii) drenge alder 2-18 år:  $D = (1.1315+0.0018*(\text{alder}-2)) - ((0.0719-0.0006 *(\text{alder}-2))*\log_4\text{skin})$  hvor  $\log_4\text{skin} = \log(\sum \text{gennemsnit af de fire skinfold tykkelser})$ .

Kroppens fedt masse og fedt frie masse blev estimeret ud fra kropsvægten og den estimeret fedt%

### 1.3.8.2 Knoglebredde

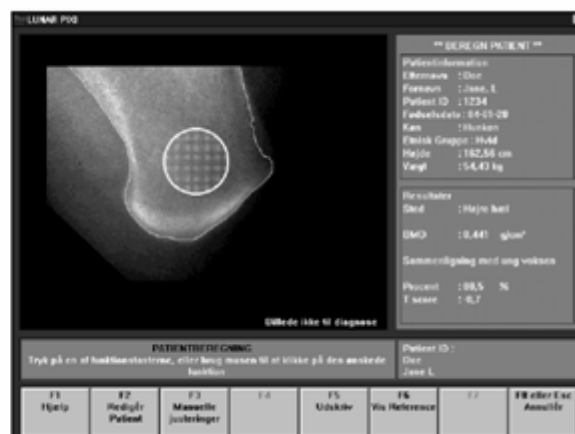
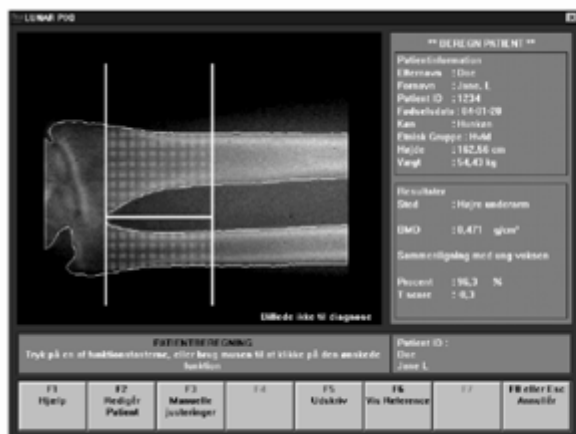
Bredde af underarmene blev målt mellem processus styloideus radii og processus styloideus ulnae med underarmen i en neutral position ved brug af Calliper gauge (Matuidoki LDT<sup>®</sup>). Både venstre og højre underarm blev målt og gennemsnitsværdien beregnet. Bredden af knæet blev målt mellem den laterale og den mediale femoral condyles med knæet i en 90° flexed position ved brug af Calliper gauge (Matuidoki LDT<sup>®</sup>). Både venstre og højre side blev målt og gennemsnitsværdien beregnet.

### 1.3.8.3 Knogleskanning

BMC (g), BMD ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ), det skannede areal af calcaneus (SAC;  $\text{cm}^2$ ) og underarmen (SAF;  $\text{cm}^2$ ) blev evalueret ved perifer dual energi X ray absorptiometri (DXA; Luna PIXI<sup>®</sup>, software version: 1.4 CD<sub>MDD</sub>). Målingerne blev foretaget i den distale ende af både højre og venstre underarm samt højre og venstre Calcaneus.



Måleområdet (The region of interest (ROI)) i calcaneus blev automatisk bestemt ud fra nogle forud defineret anatomiske landemærker. Måleområdet i underarmen blev automatisk bestemt 30 mm proximal for radius og ulna samlingen som det ses af figuren.



DXA skanner længden og bredden og ikke i dybden, for at overkomme dette problem brugte vi den skannede areal som et mål for knoglestørrelsen, da det skannede areal er proportionalt med knoglestørrelse, dette med det formål at justere BMC værdierne for et mere direkte estimate på knoglestørrelsen

#### 1.3.8.4 Statistiske metoder

Gængse statistiske metoder skal ikke beskrives her, men da vi har vurderet den samlede risikofaktor profil hos børnene vil vi beskrive hvordan dette er gjort.

Clusteranalyser er analyser af ophobning af risikofaktorer. Vi anvendte de oprindelige absolutte værdier for parametrene: sum4skin, kolesterol/HDL, triglycerider, glukose (HOMA i fedmegruppen), middelblodtryk og konditallet (fitness).

Vi konstruerede Z-scores på de udvalgte risikoparametre efter følgende formel:

$Z = (\text{variabel} - \text{middel}) / \text{SD}$ . Dette er en måde at standardisere helt forskellige parametre så man kan lægge dem sammen til en størrelse. En værdi udtrykkes ud fra hvor meget større eller mindre den er i forhold til middelværdien, og denne størrelse normaliseres, dvs udtrykkes i antal standardafvigelser. På denne måde kan man lægge værdier for blodtryk sammen med kolesterol selvom den ene måles i mmHg og den anden i mmol/l.

For at få et udtryk for udviklingen, blev Z-scores på variablerne fra 3. kl. lavet ud fra middel og SD på tilsvarende variable fra baselinedata. Z-scores for bh. kl. og 3. kl. blev summerede, og derefter blev de summerede Z-scores i bh. kl. trukket fra de summerede Z-scores i 3. kl. (3. kl. minus bh. kl.).

Rationalet for at lave Z-scores, var at man derigennem havde mulighed for at summere risikoparametrene og altså analysere ophobningen af risikomarkører. En høj samlet z-score er uden tvivl en uheldig tilstand for dannelsen af åreforkalkning. Z-score for fitnessvariablen (konditallet) blev subtraheret i summeringen, fordi den, i modsætning til de andre anvendte risikovariabler, er omvendt associeret til risiko for sygdom. Delta-Z-score var normalfordelt.

### 1.3.9 Resultater

#### 1.3.9.1 Analyse af data

Beskrivende data for hele populationen samt fedmesubgruppen ved baseline opdelt i køn og kommune er fremstillet i tabel 3 og 7. Beskrivende data for hele populationen samt fedmesubgruppen i 3. klasse opdelt i køn og kommune er fremstillet i tabel 8 og 9. Beskrivende data af delta-værdierne for hele populationen samt fedmesubgruppen opdelt i køn og kommune er fremstillet i tabel 10 og 11.

Data er testet for normalfordeling på hele populationen. Ikke normalfordelte data blev ln-tranformeret og der blev udregnet en middelværdi samt 95% konfidens intervaller (CI). Disse værdier blev tilbagetransformeret til en geometrisk middelværdi.

Alder, højde, kondital, og glukose var normalfordelte. Vægt, BMI, sum4skin, insulin, HOMA-IR og insulin/glukoserationen var ikke normalfordelte (skewness > 1 eller < -1).

#### 1.3.9.2 Beskrivelse af baselinedata

##### **Baseline - hele populationen**

I tabel 3 ses baseline middelværdier og SD for hele populationen på alder, højde, kondital og glukose samt geometriske middelværdier og 95% konfidens intervaller (95% CI) for ln-vægt, ln-BMI, ln-sum4skin, ln-insulin, og ln-HOMA-IR delt i køn og kommuner.

I univariate interaktionsanalyser var der ikke interaktion mellem køn og kommune for nogen af variablene, hvilket betød at forskellen mellem kønnene var ens i de to kommuner. Børnene i Ballerup var signifikant ældre ( $p=0,033$ ) og højere ( $p=0,018$ ) end børnene i Tårnby. Drengene var signifikant ældre ( $p=0,000$ ), højere ( $p=0,000$ ) og havde en signifikant større vægt ( $p=0,018$ ), kondital ( $p=0,000$ ), glukose ( $p=0,000$ ) og HOMA-IR ( $p=0,037$ ) end pigerne på baseline. Pigerne havde signifikant højere sum4skin end drengene på baseline ( $p=0,000$ ).

I et forsøg på at beskrive sammenhængen mellem overvægt, konditionstal og fysisk aktivitet nærmere lavedes stratificerede analyser, hvor sammenlignede hudfoldstykkelse og aktivitetsniveau hos drenge og piger med samme konditionstal. Det fremgår at drenge med et givet konditionstal er næsten 25% mere aktive end piger med samme kondition, men pigerne har større hudfoldstykkelse.

Tabel 3. Middelverdier på hele populationen på baseline for alder, højde, vægt, kropssammensætning og konditionstal på baseline

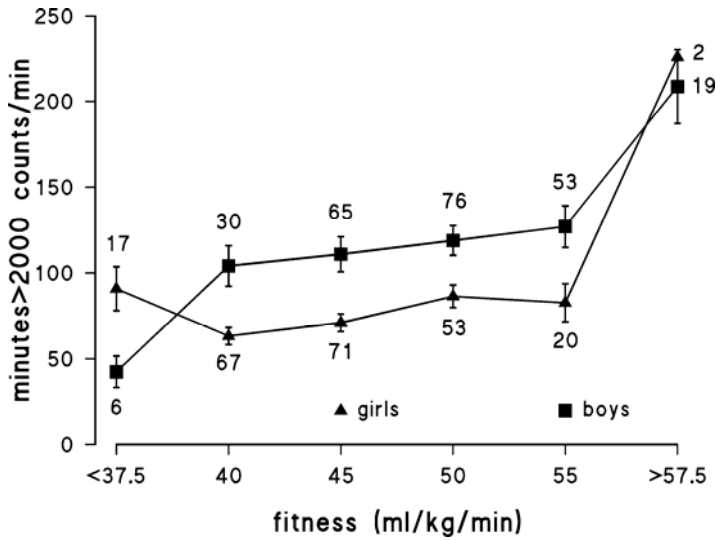
Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			P for køn	P for Kommune
		n	Mean	SD el CI	n	Mean	SD el CI		
Alder (år)	Dreng	227	6,83	0,4	141	6,77	0,4	***	*
	Piger	181	6,7	0,4	146	6,64	0,4		
Højde (m)	Dreng	227	124,12	4,6	140	123,13	5,6	*	Ns
	Piger	179	122,31	4,8	146	121,54	4,5		
Vægt (kg) <sup>a</sup>	Dreng	227	24,38	24,0-24,8	140	24,22	23,6-41,4	ns	Ns
	Piger	181	23,9	23,4-24,4	146	23,42	22,9-24,0		
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Dreng	227	15,85	15,6-16,1	140	16,01	15,8-16,3	ns	Ns
	Piger	179	16,00	15,8-16,3	146	15,88	15,6-16,2		
Sum 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng	225	23,13	22,3-24,0	139	23,51	22,5-24,6	***	Ns
	Piger	181	27,43	26,4-28,5	141	28,28	26,8-29,8		
Fitness (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	213	48,5578	6,1	129	48,25	5,8	***	Ns
	Piger	172	44,4	5,4	134	45,2	5,4		
Glukose (mmol/L)	Dreng	174	4,37	0,5	103	4,41	0,4	*	Ns
	Piger	139	4,23	0,4	92	4,2	0,4		
Insulin (mU/l) <sup>a</sup>	Dreng	172	3,52	1,10-13,54	88	3,59	1,10-17,15	ns	ns
	Piger	131	3,38	0,92-9,50	105	3,39	0,76-11,11		
HOMA-IR <sup>a</sup>	Dreng	139	0,67	0,22-3,11	62	0,76	0,27-2,39	*	ns
	Piger	106	0,61	0,15-1,71	62	0,61	0,09-2,25		
TC (mmol/L)	Dreng	170	4,51	0,7	97	4,43	0,8	ns	ns
	Piger	137	4,58	0,9	90	4,59	0,9		
HDL-C (mmol/L)	Dreng	170	1,5	0,3	97	1,5	0,3	ns	ns
	Piger	137	1,49	0,3	90	1,46	0,3		
LDL-C (mmol/L)	Dreng	170	3,01	0,7	97	2,93	0,7	ns	ns
	Piger	137	3,09	0,8	90	3,13	0,8		
TG (mmol/L) <sup>a</sup>	Dreng	170	0,61	0,6-0,6	97	0,6	0,6-0,7	ns	ns
	Piger	137	0,63	0,6-0,7	90	0,62	0,6-0,7		
RATIO TC/HDL-C	Dreng	170	3,07	0,6	97	2,99	0,5	ns	ns
	Piger	137	3,13	0,6	90	3,19	0,6		
Systolisk BP (mmHg)	Dreng	226	99,1	8,3	141	97,2	7,0	ns	*
	Piger	181	98,0	7,9	145	97,0	7,5		
Diastolisk BP (mmHg)	Dreng	226	58,1	6,0	141	57,6	5,2	ns	ns
	Piger	181	98,0	7,9	145	57,0	5,9		

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke significant

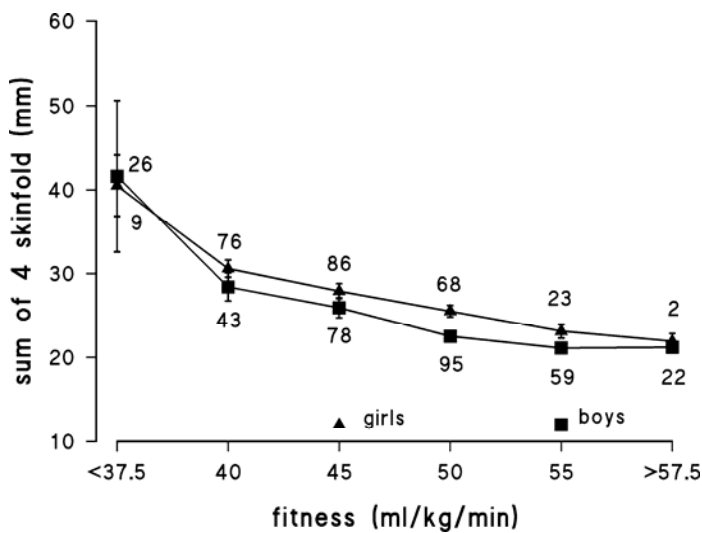
<sup>a</sup> vægt, BMI, sum af fire hudfold og TG var ikke normalfordelte og data blev log-transformeret, et mean blev udregnet og derefter tilbagetransformeret til et geometrisk mean samt 95% confidens interval (CI)



Figur 1: Fysisk aktivitet hos drenge og piger med samme konditionstal.



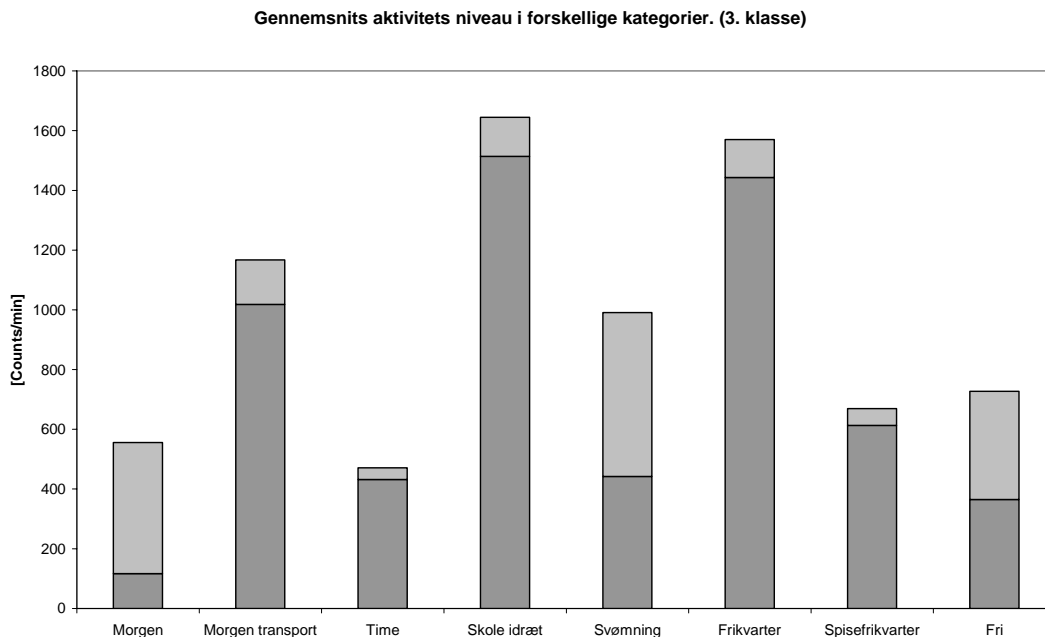
Figur 2: Hudfoldstykkelser hos drenge og piger i samme strata af konditionstal som vist i figur 1.



### 1.3.9.3 Observationer fra accelerometermålingerne i 3. klasse

I 3. klasse fulgte børnene deres skoleskema, hvilket gjorde det muligt systematisk at opdele 3. klasserne tidsmæssigt efter børnenes skoleskema. I figure 3 er gennemsnitligt aktivitetsniveau afbildet i forskellige aktiviteter.

Figur 3: Den gennemsnitlige aktivitet i forskellige dele af dagen.



Den samlede højde af søjlerne beskriver gennemsnitsaktiviteten i den pågældende tidskategori, mens den mørkeste del af hver søjle indikerer hvor stor en del af tiden måleren er blevet båret i forhold til den samlede søjlehøjde. Den ganske overraskende høje gennemsnitsaktivitet i svømmetimerne stammer således kun fra ca. 40 % af den tid, der har stået skolesvømning på skemaet, fordi accelerometeret ikke tåler vand og derfor har været taget af. Derfor er det kun i transport og omklædningsfasen, at målerne har registreret aktivitet.

#### 1.3.9.4 Aktivitet i idrætstimerne

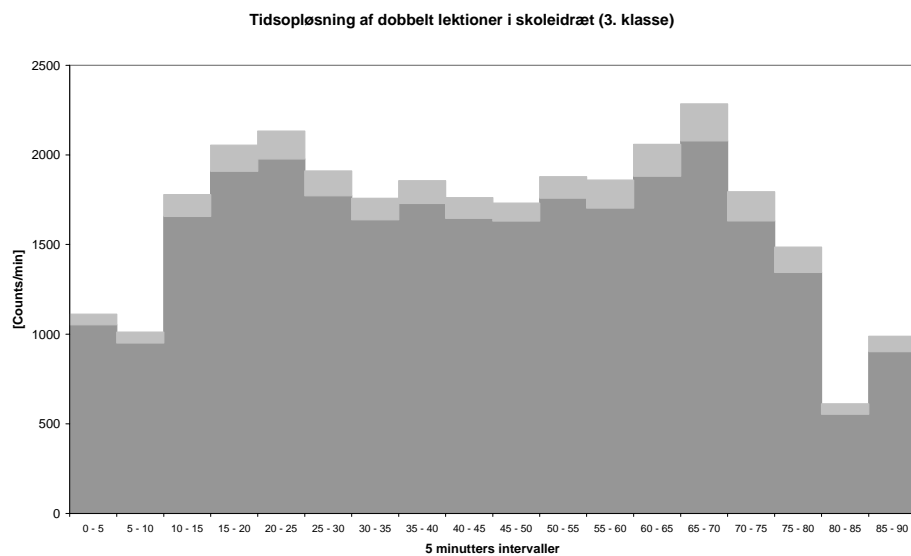
Det er overraskende at idrætstimer og frikvarterer ligger på nøjagtig samme høje aktivitetsniveau. Dette kan skyldes, at idrætstimerne også inkluderer omklædning og bad, hvor aktiviteten er ganske lav. Dette afspejles i at der er markant forskel på det gennemsnitlige aktivitetsniveau i enkelt og dobbeltlektioner.

Tabel 4 - Aktivitetsniveau i idrætstimer, uden de elever der ikke deltog i undervisningen.

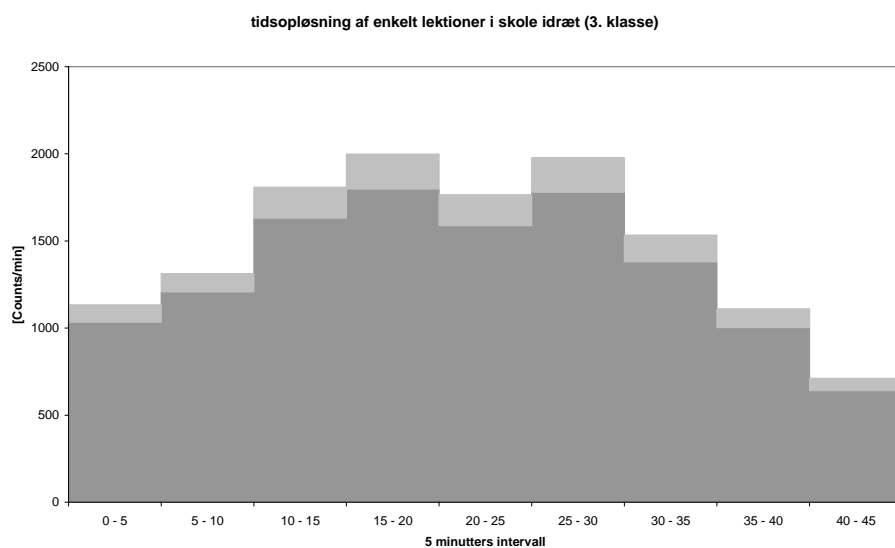
Skole Idræts	Piger	N piger	Drenge	N drenge	Mean	n
Enkelt lektioner	1404	36	1662	33	1533	69
Dobbelt lektioner	1789*	94	2183*	103	1986*	197

\* Aktivitetsniveauet i dobbelt idrætslektioner signifikant højere end i enkeltlektioner ( $p < 0,01$ )

Graferne herunder viser et helt tydelige mønster, nemlig at enkeltlektionerne næsten ikke når at komme i gang før de er færdige igen.



Figur 4: Den samlede søjlehøjde beskriver gennemsnits aktiviteten i tidsrummet, mens den mørkeste del af hver søjle indikerer hvor stor en del af tiden måleren har været aktiv.



Figur 5: Den samlede søjlehøjde beskriver gennemsnits aktiviteten i tidsrummet, mens den mørkeste del af hver søjle indikerer hvor stor en del af tiden måleren har været aktiv.

På samme måde ser det ud til at frikvartererne tager lidt tid at få "skudt i gang". I hvert fald er der markant forskel på frikvarterer på 5 og 10 minutter i forhold til længere.

Tabel 5 - Aktivitetsniveau i forskellige frikvarterlængder.

Frikvarterens længde	Piger	Drenge	Samlet
5 minutter	1183	1265	1239
10 minutter	1295*	1304	1299
15 minutter	1486**	1773**	1620**
20 minutter	1363*	1679**	1538**
25 minutter	1310*	1853**	1555**
30 minutter	1368*	1811**	1605**

\* Signifikant mere aktivitet end i 5 minutters frikvarter ( $P < 0,05$ )

\*\* Signifikant mere aktivitet end i 5 minutters frikvarter ( $P < 0,01$ )

Analyseres forløbet inden for de lange frikvarter ses det at aktiviteten gradvist stiger inden for de første 10 minutter. Denne type observationer kan tages ind i overvejelserne ved tilrettelæggelse af skoledagen.

Tabel 6: 30 og 20 minutters frikvarterers tidslinie

Minut interval	30 minutters frikvarter			20 minutters frikvarter		
	Piger	Drenge	Samlet	Piger	Drenge	Samlet
0 – 5	1125	1408	1267	1046	1232	1150
5 – 10	1369*	1734*	1552*	1254**	1831*	1575*
10 – 15	1486*	1977*	1732*	1483*	1951*	1742*
15 – 20	1404*	1888*	1646*	1650*	1796*	1729*
20 – 25	1437*	1911*	1674*			
25 – 30	1369*	1899*	1634*			

\* Signifikant mere aktivitet end i de første 5 minutter ( $P < 0,01$ )

\*\* Signifikant mere aktivitet end i de første 5 minutter ( $P < 0,05$ )

### 1.3.9.5 Baseline - fedmesubgruppe

I tabel 7 ses middelværdier og SD for fedmesubgruppen på alder, højde, kondital og glukose samt geometriske middelværdier og CI for ln-vægt, ln-BMI, ln-sum4skin, ln-insulin, ln-HOMA-IR og ln-insulin/glukoseratio delt i køn og kommuner.

I univariate interaktionsanalyser var der ikke interaktion mellem køn og kommune for nogen af variablene, hvilket betød, at forskellen mellem kønnene var ens i de to kommuner. Børnene i Ballerup var signifikant ældre ( $p=0,021$ ) end børnene i Tårnby. Pigerne var signifikant yngre ( $p=0,035$ ) og lavere ( $p=0,012$ ) end drengene. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

Tabel 7. Middelværdier for fedmesubgruppen på baseline

Variable	Køn	Ballerup		Tårnby		p for køn	p for kommune
		N	Mean SD el CI	N	Mean SD el CI		
Alder (år)	Dreng	33	6,91 0,46	32	6,79 0,28	*	ns
	Piger	29	6,74 0,34	23	6,69 0,38		
Højde (cm)	Dreng	33	125,6 5,4	32	126,6 5,5	ns	ns
	Piger	29	124,5 4,7	23	124,2 5,0		
Vægt (kg) <sup>a</sup>	Dreng	33	29,7 5,1	32	29,2 3,8	ns	ns
	Piger	29	29,4 4,6	23	29,6 3,5		
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Dreng	33	18,8 2,4	32	18,2 1,6	ns	ns
	Piger	29	18,9 2,4	23	19,0 2,2		
Sum4skin (mm) <sup>a §</sup>	Dreng	33	39,3 16,6	32	34,9 10,2	***	ns
	Piger	29	43,6 14,0	23	49,8 11,3		
Talje hofte ratio	Dreng	33	0,97 0,04	32	0,97 0,04	**	ns
	Piger	29	0,96 0,04	23	0,94 0,04		
Kondi (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	32	44,5 5,7	29	45,5 5,6	***	ns
	Piger	28	40,6 4,4	22	41,1 5,2		
Glukose (mmol/L)	Dreng	23	4,40 0,46	25	4,47 0,35	ns	ns
	Piger	20	4,27 0,37	8	4,43 0,25		
Insulin (mU/l) <sup>a</sup>	Dreng	23	4,14 2,13	24	4,92 1,74	*	*
	Piger	20	5,26 3,89	8	7,42 3,38		
HOMA-IR <sup>a</sup>	Dreng	23	0,84 0,48	24	0,98 0,35	*	*
	Piger	20	1,02 0,80	8	1,46 0,66		
TC (mmol/L)	Dreng	23	4,29 0,87	24	4,55 0,66	ns	ns
	Piger	20	4,65 0,75	8	4,66 1,19		
HDL-C (mmol/L)	Dreng	23	1,51 0,25	24	1,56 0,27	ns	Ns
	Piger	20	1,45 0,26	8	1,54 0,28		
LDL-C (mmol/L)	Dreng	23	2,78 0,79	24	2,99 0,61	ns	Ns
	Piger	20	3,19 0,70	8	3,12 0,94		
TG (mmol/L) <sup>a</sup>	Dreng	23	0,54 0,17	24	0,57 0,22	ns	ns
	Piger	20	0,64 0,20	8	0,63 0,18		
RATIO TC/HDL-C	Dreng	23	2,88 0,60	24	2,97 0,48	ns	Ns
	Piger	20	3,26 0,64	8	2,99 0,38		
Systolisk BP (mmHg)	Dreng	33	103,8 10,9	32	99,1 7,1	ns	Ns
	Piger	29	100,2 6,9	23	100,5 7,5		
Diastolisk BP (mmHg)	Dreng	33	61,1 7,1	32	57,2 5,5	ns	*
	Piger	29	59,8 5,8	23	58,4 6,5		
Samlet z-score	Dreng	23	1,51 3,25	21	0,84 2,72	***	Ns
	Piger	19	4,04 3,89	8	3,83 1,36		

<sup>a</sup> = ikke normalfordelt. SD: Standard deviation. CI: 95% konfidens interval (CI) Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant.

### 1.3.9.6 Analyse af opfølgingsdata

### 3. klasse - hele populationen

Tabel 8: Middelverdier på hele populationen for alder, højde, vægt, kropssammensætning, udvalgte risikofaktorer og konditionstal for 3. kl.

Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			P for køn	P for Commune
		n	Mean	SD el CI	n	Mean	SD el CI		
Alder (år)	Dreng	203	9,63	0,4	120	9,16	2,0	Ns	**
	Piger	161	9,51	0,4	131	9,35	1,0		
Højde (m)	Dreng	201	140,43	5,2	120	139,27	6,4	Ns	Ns
	Piger	159	138,79	6,2	131	138,39	5,6		
Vægt (kg) <sup>a</sup>	Dreng	201	33,54	32,8-34,3	120	33,28	32,2-34,4	Ns	Ns
	Piger	159	33,3	32,32-34,3	131	32,23	31,3-33,2		
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Dreng	201	17,03	16,8-17,3	120	17,2	16,8-17,6	*	Ns
	Piger	159	17,32	16,9-17,7	131	16,86	16,5-17,2		
Sum 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng	201	27,54	26,1-29,1	120	27,79	25,9-29,8	*	Ns
	Piger	158	35,08	33,0-37,3	131	33,19	30,9-35,6		
Fitness (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	192	52,61	6,4	114	51,93	6,5	**	Ns
	Piger	153	46,04	5,5	121	46,41	6,3		
Glukose (mmol/L)	Dreng	155	4,81	0,5	88	4,98	0,6	*	*
	Piger	120	4,75	0,5	92	4,87	0,5		
Insulin (mU/l) <sup>a §</sup>	Dreng	154	4,75	1,77-11,74	87	5,46	1,92-17,82	*	Ns
	Piger	116	6,08	2,19-15,59	92	5,58	2,43-13,06		
HOMA-IR <sup>a §</sup>	Dreng	152	1,00	0,36-2,66	86	1,20	0,40-3,55	*	Ns
	Piger	115	1,28	0,47-4,31	91	1,20	0,52-2,98		
TC (mmol/L)	Dreng	155	3,92	0,6	86	3,89	0,5	*	Ns
	Piger	118	4,11	0,7	93	4,03	0,6		
HDL-C (mmol/L)	Dreng	155	1,62	0,3	86	1,58	0,3	Ns	Ns
	Piger	118	1,59	0,4	93	1,58	0,4		
LDL-C (mmol/L)	Dreng	155	2,3	0,6	86	2,31	0,5	*	Ns
	Piger	118	2,53	0,6	93	2,45	0,5		
TG (mmol/L) <sup>a</sup>	Dreng	155	0,48	0,4-0,5	86	0,51	0,5-0,6	Ns	Ns
	Piger	118	0,52	0,5-0,6	93	0,54	0,5-0,6		
RATIO TC/HDL-C	Dreng	155	2,44	2,4-2,5	86	2,47	2,4-2,6	*	Ns
	Piger	118	2,62	2,5-2,7	93	2,61	2,5-2,8		
Systolisk BP (mmHg)	Dreng	197	105,2	8,4	121	104,4	8,4	*	Ns
	Piger	163	103,1	9,2	130	102,6	8,3		
Diastolisk BP (mmHg)	Dreng	197	61,9	6,1	121	62,2	5,7	ns	Ns
	Piger	163	61,1	6,4	130	60,8	5,8		

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0.05, \*\* P < 0.001, ns ikke significant

<sup>a</sup> vægt, BMI, sum af fire hudfold og TG var ikke normalfordelte og data blev log-transformeret, et mean blev udregnet og derefter tilbagetransformeret til et geometrisk mean samt 95% coifidens interval (CI)

§ interaction mellem commune og køn

I univariate interaktionsanalyser justeret for modningsstatus var der interaktion mellem køn og kommune for insulin (p=0,016), HOMA-IR (p=0,015) og insulin/glukose-ratioen (p=0,019), hvilket betyder, at forskellen mellem kønnene var forskellig i de to kommuner. I den videre analyse blev der derfor stratificeret for køn på disse tre variable. Kønnene blev analyseret sammen for de resterende variable.

Drengene i Ballerup havde signifikant lavere insulin ( $p=0,043$ ) og HOMA-IR ( $p=0,014$ ) end drengene i Tårnby, mens der ikke var signifikant forskel på disse variable for pigerne i de to kommuner. Der var ikke signifikant forskel på kommunerne for hverken drenge eller piger for insulin/glukose-ratioen.

Børnene i Ballerup havde signifikant lavere glukose ( $p=0,002$ ) end børnene i Tårnby.

Pigerne havde signifikant lavere vægt ( $p=0,000$ ), højde ( $p=0,000$ ), kondital ( $p=0,000$ ) og glukose ( $p=0,008$ ), samt en signifikant højere sum4skin ( $p=0,001$ ) end drengene. Pigerne i Ballerup havde en højere BMI, mens pigerne i Tårnby havde lavere BMI end drengene i de respektive kommuner ( $p=0,005$ ).

Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

### **3. klasse – fedmesubgruppe**

I tabel 9 ses middelværdier og SD for fedmesubgruppen 3.klasse på alder, højde, kondital og glukose samt geometriske middelværdier og CI for ln-vægt, ln-BMI, ln-sum4skin, ln-insulin, ln-HOMA-IR og ln-insulin/glukoseratio delt i køn og kommuner.

I univariate interaktionsanalyser justeret for modningsstatus var der ikke interaktion mellem køn og kommune for nogen af variablene, hvilket betød at forskellen mellem kønnene var ens i de to kommuner.

Der var ikke signifikant forskel på kommunerne for nogen af variablene.

Pigerne var signifikant lavere ( $p=0,013$ ) og havde signifikant lavere vægt ( $p=0,001$ ) i forhold til drengene. Pigerne i Ballerup havde en lavere BMI, mens pigerne i Tårnby havde højere BMI end drengene i de respektive kommuner ( $p=0,014$ ). Der var ikke forskel på kønnene for de resterende variable.

Tabel 9. Middelværdier for fedmesubgruppen på 3.klasse

Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			p for køn	p for kommune
		n	Mean	SD el CI	n	Mean	SD el CI		
Alder (år)	Dreng	28	9,73	0,41	27	9,62	0,31	*	Ns
	Piger	28	9,56	0,33	19	9,45	0,42		
Højde (cm)	Dreng	28	142,5	5,2	27	143,1	6,3	Ns	Ns
	Piger	28	140,9	5,0	19	141,5	6,5		
Vægt (kg) <sup>a</sup>	Dreng	28	42,4	7,7	27	41,6	7,0	Ns	Ns
	Piger	28	41,8	6,9	19	41,5	6,8		
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Dreng	28	20,8	2,8	27	20,2	2,5	Ns	Ns
	Piger	28	21,0	2,9	19	20,7	2,5		
Sum4skin (mm) <sup>a</sup>	Dreng	28	53,5	20,9	27	47,6	17,2	***	Ns
	Piger	28	61,6	20,4	19	66,4	23,9		
Talje-hofte ratio	Dreng	28	0,96	0,05	26	0,97	0,05	*	Ns
	Piger	28	0,94	0,05	19	0,94	0,07		
Kondital (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	28	44,6	5,6	24	46,7	8,5	***	Ns
	Piger	24	40,1	4,3	19	39,9	5,8		
Glukose (mmol/L)	Dreng	18	4,77	0,35	20	4,74	0,66	Ns	Ns
	Piger	18	4,66	0,61	11	4,80	0,53		
Insulin (mU/l) <sup>a</sup>	Dreng	18	7,78	8,24	20	7,73	4,21	Ns	Ns
	Piger	18	8,31	6,27	11	7,58	4,85		
HOMA-IR <sup>a</sup>	Dreng	18	1,64	1,69	20	1,61	0,87	Ns	Ns
	Piger	18	1,82	1,75	11	1,69	1,24		
TC (mmol/L)	Dreng	18	4,03	0,80	20	4,19	0,45	Ns	Ns
	Piger	18	4,25	0,60	11	4,13	0,72		
HDL-C (mmol/L)	Dreng	18	1,46	0,37	20	1,60	0,30	Ns	Ns
	Piger	18	1,42	0,35	11	1,61	0,34		
LDL-C (mmol/L)	Dreng	18	2,57	0,81	20	2,59	0,45	Ns	Ns
	Piger	18	2,83	0,63	11	2,52	0,47		
TG (mmol/L) <sup>a</sup>	Dreng	18	0,64	0,30	20	0,60	0,28	Ns	Ns
	Piger	18	0,62	0,28	11	0,48	0,17		
RATIO TC/HDL-C	Dreng	18	2,90	0,75	20	2,70	0,51	Ns	*
	Piger	18	3,15	0,80	11	2,60	0,26		
Systolisk BP (mmHg)	Dreng	28	112,5	11,3	27	108,4	11,8	Ns	Ns
	Piger	27	109,6	10,1	19	109,2	10,1		
Diastolisk BP (mmHg)	Dreng	28	65,5	7,9	27	62,6	6,5	Ns	Ns
	Piger	27	64,1	7,1	19	63,3	6,2		
Samlet z-score	Dreng	18	5,68	6,68	18	4,36	5,12	Ns	Ns
	Piger	17	7,05	7,05	11	6,79	5,42		

<sup>a</sup> = ikke normalfordelt. SD: Standard deviation. CI: 95% konfidens interval (CI) Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant.

### 1.3.9.7 Analyser af deltaværdier

Da vores formål med denne undersøgelse var at analysere børnenes udvikling fra børnehaveklasse til 3. klasse, konstruerede vi deltaværdier for de udvalgte variable ved at trække baselineværdien fra 3. klasseværdien. Der blev undersøgt for



normalfordeling på den samlede populationens deltaværdier.  $\Delta$ højde,  $\Delta$ BMI,  $\Delta$ kondital,  $\Delta$ glukose,  $\Delta$ insulin og  $\Delta$ HOMA-IR var normalfordelte.  $\Delta$ vægt (skewness = 1,2 SE 0,10),  $\Delta$ sum4skin (skewness = 1,9 SE 0,10) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio (skewness = -3,6 SE 0,15) var ikke normalfordelte. På trods af dette blev disse variable analyseret som de normalfordelte i parametriske tests (General Linear Model univariate interaktionsanalyser), eftersom disse er robuste overfor små skævheder i fordelingen.

Det er mest attraktivt at anvende en parametriske test, da denne i modsætning til den non-parametriske ikke reducerer data for at udjævne skævheder i variabelen og desuden kan justeres for konfoundere.

### **Deltaværdier for hele populationen**

I tabel 10 ses middelværdier og SD for hele populationen på  $\Delta$ højde,  $\Delta$ vægt,  $\Delta$ BMI,  $\Delta$ sum4skin,  $\Delta$ kondital,  $\Delta$ glukose,  $\Delta$ insulin,  $\Delta$ HOMA-IR og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio delt i køn og kommuner.

Univariate interaktionsanalyser af deltaværdier med modningsstatus, baselineniveau, køn og kommune som fixed factors og køn \* kommune som interaktionsled viste interaktion mellem køn og kommune for  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,030$ ) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,009$ ), hvorfor den videre analyse af disse to variable blev udført stratificeret for køn. De resterende variable blev analyseret samlet for de to køn (se tabel).

Drengene i Ballerup havde signifikant lavere  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,008$ ) og insulin/glukose-ratio ( $p=0,017$ ) end drengene i Tårnby. Der var ikke signifikant forskel for pigerne i de to kommuner på disse to variable.

Børnene i Ballerup havde signifikant lavere  $\Delta$ glukose ( $p=0,006$ ) end børnene i Tårnby.

Pigerne havde et signifikant lavere  $\Delta$ kondital ( $p=0,000$ ) end drengene. Desuden steg det diastoliske blodtryk mindre i Ballerup end i Tårnby.

Tabel 10. Delta middelværdier på hele populationen for udvalgte risikofaktorer

Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			P for Køn	P for kommune
		N	Δ mean	SD	n	Δ mean	SD		
Δ BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Dreng	199	1,29	0,1	118	1,25	0,4	Ns	ns
	Piger	157	1,35	0,3	129	1,06	1,0		
Δ Sum 4 hudfold (mm) <sup>a §</sup>	Dreng	197	6,32	8,7	118	5,33	8,8	Ns	Ns
	Piger	158	9,07	10,7	125	6,63	9,8		
Talje-hofte ratio	Dreng	199	-0,02	0,05	117	-0,01	0,07	*	**
	Piger	258	-0,03	0,05	127	-0,02	0,07		
Δ Fitness (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	179	3,92	6,1	106	3,66	6,6	***	Ns
	Piger	146	1,66	5,4	114	1,16	6,3		
VO <sub>2max</sub> (l/min)	Dreng	167	0,56	0,18	99	0,53	0,22	Ns	*
	Piger	132	0,46	0,16	104	0,42	0,19		
Δ Glukose (mmol/L)	Dreng	135	0,46	0,6	78	0,50	0,6	Ns	**
	Piger	110	0,51	0,5	70	0,73	0,6		
Δ Insulin (mU/l) §	Dreng	128	1,20	3,90	76	2,41	4,79	Ns	Ns
	Piger	102	2,63	2,89	69	1,94	3,64		
Δ HOMA-IR §	Dreng	128	0,33	0,83	75	0,55	0,98	Ns	**
	Piger	101	0,68	0,76	68	0,54	0,80		
Δ TC (mmol/L)	Dreng	130	-0,63	0,8	74	-0,51	0,7	Ns	Ns
	Piger	106	-0,47	0,9	69	-0,6	0,8		
Δ HDL-C (mmol/L)	Dreng	130	0,14	0,4	74	0,12	0,3	Ns	Ns
	Piger	106	0,09	0,4	69	0,12	0,3		
Δ LDL-C (mmol/L)	Dreng	130	-0,76	0,8	74	-0,64	0,6	Ns	Ns
	Piger	106	-0,55	0,8	69	-0,71	0,8		
Δ TG (mmol/L)	Dreng	130	-0,06	0,33	74	-0,01	0,34	Ns	Ns
	Piger	106	-0,06	0,32	69	-0,03	0,30		
Δ RATIO TC/HDL-C	Dreng	130	-0,62	0,8	74	-0,54	0,5	Ns	Ns
	Piger	106	-0,44	0,6	69	-0,6	0,6		
Δ Middel BP (mmHg)	Dreng	199	4,45	6,0	119	5,66	6,1	*	Ns
	Piger	157	3,77	5,8	127	4,55	5,9		
Δ samlet risiko Score	Dreng	117	0,03	3,61	65	0,60	3,66	Ns	Ns
	Piger	94	1,37	3,52	57	0,74	3,45		

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant

§ Interaktion mellem køn og kommune

### Deltaværdier for fedmesubgruppen

I tabel 11 ses middelværdier og SD for fedmesubgruppen på Δhøjde, Δvægt, ΔBMI, Δsum4skin, Δkondital, Δglukose, Δinsulin, ΔHOMA-IR og Δinsulin/glukose-ratio delt i køn og kommuner.

Tabel 11. Deltaværdier for fedmesubgruppen

Variable	Køn	Ballerup			Tårnby			p for køn	p for kommune
		N	Mean	SD	n	Mean	SD		
ΔBMI (kg/m <sup>2</sup> )	Dreng	28	2,35	1,61	27	1,91	1,83	ns	Ns
	Piger	28	2,11	1,63	19	1,45	1,28		
Talje-hofte ratio	Dreng	28	-0,02	0,07	26	0,00	0,06	ns	P=0,08
	Piger	28	-0,02	0,04	19	0,01	0,09		
ΔSum af 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng	28	16,7	12,8	27	11,6	12,8	ns	ns
	Piger	28	17,9	13,7	19	15,7	16,6		
ΔKondital (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	27	0,12	6,16	22	1,56	6,34	ns	ns
	Piger	24	-0,79	5,00	18	-2,23	6,98		
ΔGlukose (mmol/L)	Dreng	15	0,53	0,50	18	0,22	0,58	ns	ns
	Piger	17	0,44	0,56	6	0,37	0,71		
ΔInsulin (mU/l)	Dreng	15	1,49	2,95	17	3,62	4,62	ns	ns
	Piger	17	3,11	3,66	6	1,16	7,74		
ΔHOMA-IR	Dreng	15	0,39	0,70	17	0,78	0,89	ns	Ns
	Piger	17	0,83	1,14	6	0,51	1,87		
Δ HDL-C (mmol/L)	Dreng	15	0,07	0,42	17	0,07	0,31	Ns	Ns
	Piger	17	-0,04	0,36	6	0,13	0,17		
Δ LDL-C (mmol/L)	Dreng	15	-0,41	1,08	17	-0,50	0,56	Ns	Ns
	Piger	17	-0,31	0,89	6	-0,54	0,87		
Δ TG (mmol/L)	Dreng	15	0,02	0,38	17	0,03	0,34	Ns	Ns
	Piger	17	0,02	0,44	6	-0,15	0,14		
Δ RATIO TC/HDL-C	Dreng	15	-0,30	0,85	17	-0,35	0,55	Ns	Ns
	Piger	17	-0,05	0,67	6	-0,42	0,59		
Δ Middel BP (mmHg)	Dreng	28	5,98	9,34	27	6,84	6,57	Ns	Ns
	Piger	27	5,81	5,30	19	6,70	6,89		
Δ samlet risiko score	Dreng	15	2,28	4,74	14	3,13	4,36	Ns	Ns
	Piger	16	3,53	5,01	6	2,12	4,81		

<sup>a</sup> = ikke normalfordelt. SD: Standard deviation.

Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant.

Univariate interaktionsanalyser af deltaværdier med modningsstatus, baselineniveau, køn og kommune som fixed factors og køn \* kommune som interaktionsled viste ikke interaktion mellem køn og kommune for nogen af variablene.

Der var ikke signifikant forskel kommunerne imellem eller mellem kønnene på nogen variable.

#### 1.3.9.8 Forandringer hos børn med ophobning af risikofaktorer

Analyser tilsvarende dem for den overvægtige gruppe blev lavet på de 10% af børnene med højest samlet risikofaktorprofil. Dette viste en signifikant positiv ændring i blodtryk hos børnene fra Ballerup sammenholdt med Tårnby. Tendenser fandtes i talje-hofte ratio, men ivotrigt var der ingen forskelle i ændringer mellem interventions- og kontrolgruppe.

### 1.3.9.9 Analyser af subgrupper vs. resterende population

I følgende analyser af forskellene mellem vores fedmesubgruppe og den resterende normalvægtige population har vi valgt at analysere både stratificeret for kommune (tabel 12-13) og for hele populationen samlet (tabel 14).

Univariate interaktionsanalyser blev benyttet til analyse af forskelle mellem subgrupperne og den resterende population samt mellem kønnene. Definitionen af fedme er i disse analyser skærpet, sådan at børnene skulle tilhøre >90% percentilen i både sum af hudfolder og BMI. Det interessante i analysen er, at børn der som 6-7 årige er overvægtige udviser en yderligere dårligere udvikling end andre børn både i risikofaktorer og vægt. Der er altså intet der tyder på at de buttede børn "løber det af sig", når de først er startet i skole. Den forøgede vægtudvikling hos disse børn skyldes ikke, at de vokser tidligere eller hurtigere, da deres højdetilvækst er den samme som i den øvrige population.

### 1.3.9.10 Fedmesubgruppe vs den resterende normalvægtige population

#### Interventionskommunen Ballerup

Tabel 12. Deltaværdier for den samlede fedme subgruppe i Ballerup overfor den resterende population i Ballerup

Variable	Køn	Fedmesubgruppe				Resterende population			P for køn	p for inklusion
		n	Δ mean	SD	n	Δ mean	SD			
ΔHøjde (m)	Dreng	11	16,74	2,20	185	16,15	1,79	ns	Ns	
	Piger	11	16,35	2,10	146	16,45	2,58			
ΔVægt (kg) <sup>a #</sup>	Dreng	11	16,16	3,72	185	9,01	2,56		**	
	Piger	11	13,05	4,44	146	9,38	3,30	**	Ns	
ΔBMI (kg/m <sup>2</sup> ) #	Dreng	11	3,32	1,17	185	1,18	1,03		**	
	Piger	11	2,13	1,67	146	1,29	1,29	**	Ns	
ΔSum af 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng	11	22,53	11,86	185	5,36	7,50			
	Piger	11	23,10	15,32	146	8,08	9,52	ns	*	
ΔKondital (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	10	1,02	3,80	166	4,09	6,20			
	Piger	9	-0,11	5,31	135	1,67	5,30	***	***	
ΔGlukose (mmol/L)	Dreng	6	0,62	0,74	126	0,46	0,57			
	Piger	6	0,83	0,62	104	0,49	0,47	ns	*	
ΔInsulin (mU/l)	Dreng	6	8,58	14,68	111	0,65	5,95			
	Piger	3	11,53	12,60	84	2,55	3,53	ns	***	
ΔHOMA-IR #	Dreng	5	0,73	0,60	99	0,22	1,17		*	
	Piger	3	3,22	3,61	78	0,67	0,84	**	***	
ΔInsulin/glukose-ratio <sup>a</sup>	Dreng	5	0,39	0,54	99	-0,02	1,54			
	Piger	3	1,78	1,93	78	0,45	0,75	ns	***	

<sup>a</sup> = ikke normalfordelt. SD: Standard deviation.

Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant.

#interaktion

Univariate interaktionsanalyser af deltavariabel med modningsstatus, baselineniveau, køn og fedme-inklusion som fixed factors og køn \* fedme-inklusion som interaktionsled, viste interaktion mellem køn og fedme-inklusion for  $\Delta$ vægt ( $p=0,002$ ),  $\Delta$ BMI ( $p=0,003$ ) og  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,002$ ), hvorfor den videre analyse af disse tre variable blev udført stratificeret for køn. De resterende variable blev analyseret samlet for de to køn.

Drengene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ vægt ( $p=0,002$ ) og  $\Delta$ BMI ( $p=0,003$ ) end drengene i den resterende normalvægtige population. Der var ikke signifikant forskel for pigerne i fedmesubgruppen sammenlignet med den resterende population på disse to variable. Fedmesubgruppen havde signifikant større HOMA-IR i forhold til den resterende normalvægtige population for både drenge ( $p=0,043$ ) og piger ( $p=0,000$ ).

Børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ sum4skin ( $p=0,028$ ),  $\Delta$ glukose ( $p=0,023$ ),  $\Delta$ insulin ( $p=0,000$ ),  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,001$ ), samt et signifikant lavere  $\Delta$ kondital ( $p=0,000$ ) end børnene i den resterende normalvægtige population.

Pigerne i fedmesubgruppen havde signifikant lavere  $\Delta$ vægt end drengene i fedmesubgruppen, mens pigerne i den resterende population havde en signifikant højere  $\Delta$ vægt end drengene i den resterende population ( $p=0,002$ ), hvilket også gjorde sig gældende for  $\Delta$ BMI ( $p=0,002$ ).

Pigerne havde øget deres kondital signifikant mindre ( $p=0,000$ ) og havde signifikant højere  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,003$ ) end drengene i Ballerup.

## Kontrolkommunen Tårnby

Tabel 13. Deltaværdier for den samlede fedmesubgruppe i Tårnby overfor den resterende population i Tårnby

Variable	Køn	Fedmesubgruppe			Resterende population			p for	p for
		n	Δ mean	SD	n	Δ mean	SD		
								inklusion	
ΔHøjde (m)	Dreng 11	16,72	2,38	106	16,07	2,26			
	Piger 9	17,03	3,15	115	16,57	2,52	ns	ns	
ΔVægt (kg) <sup>a</sup>	Dreng 11	13,36	6,09	106	8,79	2,76			
	Piger 9	12,44	4,71	115	8,70	2,59	ns	ns	
ΔBMI (kg/m <sup>2</sup> )	Dreng 11	1,98	2,52	106	1,12	1,07			
	Piger 9	1,59	1,45	115	1,02	0,95	ns	Ns	
ΔSum af 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng 11	15,32	16,47	106	4,32	6,98			
	Piger 9	18,52	22,91	115	5,74	7,38	ns	Ns	
ΔKondital (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng 8	0,29	6,25	96	4,09	6,54			
	Piger 9	-1,26	6,29	102	1,08	5,90	***	***	
ΔGlukose (mmol/L)	Dreng 7	0,14	0,18	69	0,54	0,60			
	Piger 3	0,77	0,60	65	0,72	0,64	ns	Ns	
ΔInsulin (mU/l)	Dreng 7	4,21	5,53	44	0,99	5,23			
	Piger 6	4,15	4,71	53	1,75	2,78	ns	**	
ΔHOMA-IR	Dreng 6	1,07	1,37	40	0,41	1,00			
	Piger 3	2,09	1,06	43	0,57	0,62	ns	***	
ΔInsulin/glukose-ratio <sup>a</sup>	Dreng 6	0,82	1,19	40	0,15	1,18			
	Piger 3	1,33	0,52	43	0,21	0,68	ns	***	

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke significant.

Univariate interaktionsanalyser af deltavariabel med modningsstatus, baseliniveau, køn og fedme-inklusion som fixed factors og køn \* fedme-inklusion som interaktionsled viste ikke interaktion mellem køn og fedme-inklusion for nogen af variablene.

Børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere Δ[insulin] (p=0,004), ΔHOMA-IR (p=0,000) og Δinsulin/glukose-ratio (p=0,001) samt et signifikant lavere Δkondital (P=0,000) end børnene i den resterende normalvægtige population.

Pigerne havde øget deres kondital signifikant mindre (p=0,000) end drengene i Tårnby.

### Samlet population

Univariate interaktionsanalyser af deltavariabel med modningsstatus, baseliniveau, køn og fedme-inklusion som fixed factors og køn \* fedme-inklusion som interaktionsled viste interaktion mellem køn og fedme-inklusion for Δvægt (p=0,009), ΔBMI (p=0,004), Δglukose (p=0,046) og ΔHOMA-IR (p=0,002), hvorfor den videre analyse af disse fire variable blev udført stratificeret for køn. De resterende variable blev analyseret samlet for de to køn.

Tabel 14. Deltaværdier for den samlede fedmesubgruppe hele populationen overfor den resterende hele population

Variable	Køn	Fedmesubgruppe	Resterende	p for	p for
----------	-----	----------------	------------	-------	-------

		population			køn			
		n	Δ mean	SD	n	Δ mean	SD	
ΔHøjde (m)	Dreng	22	16,73	2,24	291	16,12	1,97	
	Piger	20	16,66	2,57	261	16,50	2,55	ns ns
ΔVægt (kg) <sup>a #</sup>	Dreng	22	14,76	5,13	291	8,93	2,63	ns
	Piger	20	12,78	4,45	261	9,08	3,02	** ns
ΔBMI (kg/m <sup>2</sup> ) #	Dreng	22	2,65	2,03	291	1,15	1,04	*
	Piger	20	1,89	1,56	261	1,17	1,16	*** ns
ΔSum af 4 hudfold (mm) <sup>a</sup>	Dreng	22	18,93	14,48	291	4,98	7,32	
	Piger	20	21,04	18,70	261	7,05	8,70	ns *
ΔKondital (mlO <sub>2</sub> /kg/min)	Dreng	18	0,70	4,89	262	4,09	6,31	
	Piger	18	-0,69	5,68	237	1,42	5,56	*** ***
ΔGlukose (mmol/L) #	Dreng	13	0,36	0,55	195	0,49	0,58	ns
	Piger	9	0,81	0,57	169	0,58	0,55	ns *
ΔInsulin (mU/l)	Dreng	13	6,23	10,50	155	0,75	5,74	
	Piger	9	6,61	8,19	137	2,24	3,27	ns ***
ΔHOMA-IR #	Dreng	11	0,92	1,06	139	0,27	1,12	***
	Piger	6	2,66	2,46	121	0,63	0,76	** ***
ΔInsulin/glucose ratio <sup>a</sup>	Dreng	11	0,63	0,93	139	0,03	1,44	
	Piger	6	1,56	1,29	121	0,37	0,73	ns ***

SD: Standard deviation. Signifikans: \* P < 0,05; \*\* P < 0,01; \*\*\* P < 0,001; ns ikke signifikant Interaktion mellem køn og kommune.

Drengene i fedmesubgruppen havde signifikant højere ΔBMI (p=0,040) end drengene i den resterende normalvægtige population. Der var ikke signifikant forskel for pigerne i de to grupper på denne variabel. Der var ikke signifikant forskel på Δvægt hverken for pigerne eller drengene. Pigerne i fedmesubgruppen havde signifikant større Δ[lukose](p=0,022) og ΔHOMA-IR (p=0,000) i forhold til de resterende normalvægtige piger, hvorimod der for drengene kun var signifikant forskel på ΔHOMA-IR (p=0,001).

Børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere Δsum4skin (p=0,020), Δ[nsulin](p=0,000) og Δnsulin/glukose-ratio (p=0,000) samt et signifikant lavere Δkondital (p=0,000) end børnene i den resterende normalvægtige population.

Pigerne i fedmesubgruppen havde signifikant lavere Δvægt end drengene i fedmesubgruppen, mens pigerne i den resterende population havde en signifikant højere Δvægt end drengene i den resterende population (p=0,006), hvilket også gjorde sig gældende for ΔBMI (p=0,001).

Pigerne havde signifikant mindre Δkondital (p=0,000) og havde signifikant højere ΔHOMA-IR (p=0,004) end drengene i den samlede population.

#### 1.3.9.11 Associationer mellem baseline- og deltaværdier

##### Associationer mellem baseline- og deltaværdier - hele populationen

Vi fandt, at der var association mellem baselineværdien og deltaværdien for højde, kondital, glukose, insulin, BMI, HOMA-IR, vægt, sum4skin og insulin/glukose-ratioen for hele populationen. I tilfælde af signifikans for udgangspunktet i en

analyse tolkes dette, at baselineværdien er af signifikant betydning for deltaværdien. For at undersøge associationens retning udførtes korrelationsanalyser for at se, om sammenhængen var negativ eller positiv. For de normalfordelte deltavariabeler udførtes en parametriske korrelationsanalyse (Pearsons), og for de ikke-normalfordelte deltavariabeler udførtes en non-parametriske korrelationsanalyse (Spearman's rho).

$\Delta$ højde korrelerede svagt positiv men højsignifikant med baseliniveau ( $r=0,258$ ,  $p=0,000$ ).  $\Delta$ vægt korrelerede moderat positivt men højsignifikant med baseliniveau ( $r=0,598$ ,  $p=0,000$ ).  $\Delta$ BMI korrelerede svagt positiv men højsignifikant med baseliniveau ( $r=0,324$ ,  $p=0,000$ ).  $\Delta$ sum4skin korrelerede moderat positivt men højsignifikant med baseliniveau ( $r=0,444$ ,  $p=0,000$ ). Dette indikerer, at for  $\Delta$ højde,  $\Delta$ vægt,  $\Delta$ BMI samt  $\Delta$ sum4skin var et højt udgangspunkt ensbetydende med en høj delta-værdi.

Associationen mellem  $\Delta$ kondital,  $\Delta$ glukose,  $\Delta$ insulin,  $\Delta$ HOMA-IR samt  $\Delta$ insulin/glukose-ratio korrelerede negativt med baseliniveau, hvilket vil sige, at for disse variable var et lavt udgangspunkt ensbetydende med en høj delta værdi.

Af speciel interesse er parametre ved baseline der er associeret med senere vægtforøgelse eller risikofaktorforøgelse. Ændring i den samlede risikofaktor score var associeret til BMI, konditionstal og HOMA score uafhængigt af hinanden. BMI ved baseline var den stærkeste indikator for forøgelse af CVD risikoen med en  $r$ -værdi på 0,4. Ligeledes havde de børn med størst BMI ved baseline den største sandsynlighed for yderligere at øge BMI ( $r=0,3$ ). Baseline vægt var en endnu stærkere prædikator for vægtforøgelse ( $r=0,6$ ).

#### **Associationer mellem baseline og deltaværdier – fedmesubgruppe**

Vi fandt, at der var association mellem baselineværdien og deltaværdien for vægt, kondital, glukose og insulin/glukose-ratio for den samlede fedmesubgruppe.

$\Delta$ vægt korrelerede positivt og høj signifikant med baseliniveau ( $r=0,435$ ,  $p=0,004$ ), hvilket betyder at for  $\Delta$ vægt var et højt baseline niveau ensbetydende med en høj delta værdi. Dette gælder for fedmegruppen, som det gjorde for hele populationen.

Associationen mellem  $\Delta$ kondital,  $\Delta$ glukose,  $\Delta$ insulin samt  $\Delta$ insulin/glukose-ratio og baseline niveau korrelerede negativt, hvilket vil sige, at for disse variable var et lavt udgangspunkt ensbetydende med en høj delta værdi. Det kan virke overraskende at fx  $\Delta$ insulin er negativt associeret, men det skyldes at der er justeret for vægt ved baseline, og disse parametre hænger tæt sammen.

#### 1.3.9.12 Korrelationsanalyser

For at undersøge sammenhængen mellem  $\Delta$ BMI og BMI-baseline udførtes en lineær regression med  $\Delta$ BMI som afhængig variabel (dependent) og ln-BMI-baseline og køn som uafhængige variable (independent). Vi fandt efter justering for køn ikke signifikans for køn, hvorfor analysen blev kørt igen uden justering for køn. Der var en lav men høj signifikant sammenhæng mellem BMI-baseline og  $\Delta$ BMI ( $r= 0,334$ ,  $p=0,000$ ).

For at se om HOMA-IR-baseline influerer på ovenstående sammenhæng, justerede vi for ln-HOMA-IR-baseline, hvilket ikke ændrede ovenstående sammenhæng



signifikant. Dette betyder, at HOMA-IR-baseline ikke forklarer yderligere af variationen i  $\Delta$ BMI efter justering for BMI-baseline.

Korrelation mellem  $\Delta$ HOMA-IR og BMI-baseline blev analyseret ved brug af lineær regression med  $\Delta$ HOMA-IR som afhængig og ln-BMI-baseline som uafhængig variabel. Der var en lav men højsignifikant sammenhæng mellem  $\Delta$ HOMA-IR og BMI-baseline ( $r=0,286$ ,  $p=0,000$ ). For at se om kondital-baseline influerer på ovenstående sammenhæng, blev der justeret for denne variabel, hvilket ikke ændrede ovenstående sammenhæng. Dette betyder, at kondital-baseline ikke forklarer yderligere af variationen i  $\Delta$ HOMA-IR efter justering for BMI-baseline

For at undersøge om kondital-baseline uafhængigt af BMI-baseline har indvirkning på  $\Delta$ HOMA-IR, udførtes en lineær regression med  $\Delta$ HOMA-IR som afhængig og kondital-baseline som uafhængig variabel. Vi fandt ikke signifikant sammenhæng mellem kondital-baseline og  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,186$ ).

#### 1.3.9.13 Clusteranalyser

Clusteranalyser er analyser af ophobning af risikofaktorer. Vi anvendte de oprindelige absolutte værdier for parametrene: sum4skin, TChol/HDL-C, TG, glukose, middelblodtryk og konditallet (fitness).

Vi konstruerede Z-scores på de udvalgte risikoparametre efter følgende formel:

$$Z = (\text{variabel} - \text{middel}) / \text{SD}.$$

For at få et udtryk for udviklingen, blev Z-scores på variablerne fra 3. kl. lavet ud fra middel og SD på tilsvarende variable fra baselinedata. Z-scores for bh. kl. og 3. kl. blev summerede, og derefter blev de summerede Z-scores i bh. kl. trukket fra de summerede Z-scores i 3. kl. (3. kl. minus bh. kl.).

Rationalet for at lave Z-scores, var at man derigennem havde mulighed for at summere risikoparametrene og altså analysere ophobningen af risikomarkører. Z-score for fitnessvariablen (konditallet) blev subtraheret i summeringen, fordi den, i modsætning til de andre anvendte risikovariabler, er omvendt associeret til risiko for sygdom. Delta-Z-score var normalfordelt.

I clusteranalysen analyserede vi for interaktion mellem køn og kommune. Herefter anvendte vi lineære regressioner, med delta-Z som afhængig variabel og køn, alder, modningsstatus og kommune som uafhængige variabler, for at analysere om der var forskel i delta-Z-score mellem de to kommuner; altså om forandringen i den samlede risikoprofil har været forskellig i interventionskommune og kontrolkommune, og mellem de to køn.

Tabel 15 (subgrupper) og tabel 16 (samlet population) viser middelværdier og SD samt P-værdier for delta-Z-score delt op i kommune og køn.

Dernæst analyserede vi, om der var forskel i delta-Z-score mellem subgruppen af overvægtige og de normalvægtige for den samlede population og for hver kommune. Her blev kommune, som den uafhængige variabel, erstattet med variabelen inklusion.

Tabel 17 viser middelværdier og SD samt P-værdier for delta-Z-score for den samlede population og for Ballerup og Tårnby delt op i subgruppe/resterende population og i køn.

De summerede Z-scores for bh. kl. samt for 3. kl. blev testet for interaktion mellem køn og kommune. Herefter blev de analyseret i lineære regressioner for forskelle mellem køn og kommuner. Analysen blev justeret for alder i bh. kl. og for alder og modningsstatus i 3. kl.

For at analysere relationen mellem ophobning af risikomarkører og enten fitness eller fedme konstruerede vi en summeret Z-score uden et fedmeparameter og en uden et fitnessparameter. Sum-Z ( $\div$ fedme) var afhængig variabel og alder samt sum4skin var uafhængige i bh. kl. og alder, modningsstatus og sum4skin var uafhængige i 3. kl. Den partielle korrelationskoefficient og signifikansniveauet blev fremstillet for sum4skin (tabel 18 og 19).

Vi udførte analyserne stratificeret for køn for hele populationen (tabel 4.10), og dernæst stratificeret for inklusion i analysen af subgruppen af overvægtige og den resterende population af normalvægtige (tabel 19).

Den samme model blev anvendt for fitness og sum-Z ( $\div$ fitness).

#### 1.3.9.14 Cluster-analyser - subgruppe

De inkluderede risikoparametre i cluster-analysen er sum4skin, fitness, glukose, TG, ratioen TC/HDL-C og middelblodtryk. Som beskrevet i teori afsnittet er insulinfølsomheden et afgørende parametre i forhold til en vurdering af risikoprofilen for udvikling af type 2 diabetes og hjertekarsygdomme. Plasmainsulinkoncentrationen kan også anvendes, men dette parameter er ikke medtaget.

I alt 52 børn fra subgruppen af overvægtige indgik i cluster-analysen; 31 (16 piger, 15 drenge) fra interventionskommunen og 22 (6 piger, 16 drenge) fra kontrolkommunen er med i cluster-analyserne af subgrupperne. Grunden til den reduktion af n er, at et barn skulle have værdier i alle de udvalgte risikovariabler i både bh. kl. og 3. kl. for at få en delta-Z-værdi. Bl.a. derfor har vi også analyseret de summerede Z-scores for både bh. kl. og 3. kl. for sig.

#### **Delta-Z-score**

I tabel 4.4 fremgår middelværdier samt SD for delta-Z-score. Der var ikke interaktion mellem køn og kommune, og derfor blev analyserne ikke stratificeret for køn. Lineære regressionsanalyser med delta-Z-score som afhængig og køn, alder, modningsstatus og kommune som uafhængige variabler, viste ingen signifikant forskel på delta-Z-score mellem kommunerne eller mellem kønnene for subgrupperne. Analyserne blev gentagede med stratificering for køn. Hverken for drenge eller piger var der forskel mellem kommunerne på delta-Z-score.

Tabel 15. Clusteranalyse af delta-Z-score (SD) for subgrupper

Grupper	Køn	Ballerup		Tårnby		P for køn	P for kommune	
		n	Δ Z-score mean	SD	n			Δ Z-score mean
Subgrupper	Dreng	15	2,73	4,7	16	1,8	4,3	
	Piger	16	2,84	4,7	6	2,06	3,5	ns ns

### Summeret Z-score (sum-Z)

(Nedenstående analyser og resultater er ikke fremstillet i tabel).

Vi analyserede også forskelle mellem kommunerne og kønnene på de summerede Z-scores i bh. kl. og i 3. kl. ved lineære regressioner. Der var ingen interaktion mellem køn og kommune, så kønnene blev analyseret samlet med sum-Z som afhængig og med alder, køn og kommune som uafhængige variabler i bh. kl. og alder, modningsstatus, køn og kommune i 3.kl. Der var ingen forskel på kommunerne for den samlede subgruppe af overvægtige i hverken bh. kl. eller 3. kl. Analyserne blev herefter kørt stratificeret for køn. Der var stadig ingen forskel mellem kommunerne.

Der var derimod forskel mellem kønnene. Justeret for alder havde pigerne i den samlede subgruppe i bh. kl. en signifikant højere sum-Z end drengene ( $P = 0,004$ ). Justeret for alder og modningsstatus var der i 3. kl. ikke forskel mellem kønnene på sum-Z.

#### 1.3.9.15 Analyser af den samlede populationen

### Clusteranalyser

#### Delta-Z-score

I tabel 16 fremgår middelværdier samt SD for delta-Z-score for den samlede population. Der var ikke interaktion mellem køn og kommune, og derfor er analyserne i første omgang ikke stratificeret for køn.

Lineære regressionsanalyser med delta-Z-score som afhængig og køn, alder, modningsstatus og kommune som uafhængige variabler, viste ingen signifikant forskel på delta-Z-score mellem kommunerne eller mellem kønnene for den samlede population. Analyserne blev gentagede med stratificering for køn. Hverken for drenge eller piger var der forskel mellem kommunerne på delta-Z-score.

Grunden til den reduktion af n er, at et barn skulle have værdier i alle de udvalgte risikofaktorer i både bh. kl. og 3. kl. for at få en delta-Z-værdi. Bl.a. derfor har vi også analyseret de summerede Z-scores for både bh. kl. og 3. kl. for sig.

Tabel 16. Clusteranalyse af delta-Z-score (SD) for den samlede population

Grupper	Køn	Ballerup		Tårnby		SD	P for køn	P for kommune
		N	Δ Z-score mean	n	Δ Z-score mean			
Samlet population	Dreng	117	0,51	3,4	65	0,57	3,0	
	Piger	98	1,05	3,5	60	1,29	3,0	ns ns

Forskelle i delta-Z-score mellem subgrupperne og den resterende population blev analyseret. I denne analyse fandt vi, at subgrupperne havde forøget deres delta-Z-score signifikant mere end den resterende samlede population ( $P < 0,001$ ).

For at undersøge om dette gjorde sig gældende i både Ballerup og Tårnby kommune, lavede vi en tilsvarende lineær regression stratificeret for kommune. Subgruppen af overvægtige i Ballerup havde signifikant højere delta-Z-scores end den resterende population af normalvægtige i Ballerup ( $P = 0,001$ ), mens der ikke var signifikans mellem subgruppen af overvægtige og den resterende population af normalvægtige i kontrolkommunen Tårnby ( $P = 0,12$ ) (tabel 17).

### 1.3.9.16 Sammenligning af subgruppe med resten

Tabel 17. Z-score for subgrupper vs. den resterende population

Grupper	Køn	Subgruppe		Resterende population		SD	P for køn	P for inklusion
		n	Δ Z-score mean	n	Δ Z-score mean			
Samlet population	Dreng	31	2,25	4,5	151	0,18	2,8	
	Piger	22	2,63	4,3	136	0,9	3,1	ns ***
Ballerup	Dreng	15	2,73	4,7	102	0,19	3,0	
	Piger	16	2,84	4,7	82	0,7	3,1	ns **
Tårnby	Dreng	16	1,8	4,3	49	0,17	2,3	
	Piger	6	2,06	3,5	54	1,21	3,0	ns ns

### Summeret Z-score

For den samlede population analyserede vi også forskelle mellem kommunerne og kønnene på de summerede Z-scores i bh. kl. og i 3. kl. ved lineære regressioner. Der var ingen interaktion mellem køn og kommune, så kønnene blev analyseret samlet med sum-Z som afhængig og med alder, køn og kommune som uafhængige variabler i bh. kl. og alder, modningsstatus, køn og kommune som uafhængige variabler i 3.kl. Der var ingen forskel på kommunerne for den samlede population i hverken bh. kl. eller 3. kl., men der var forskel på kønnene i bh. kl. Pigerne i den samlede population i bh. kl. havde en signifikant højere summeret Z-score end drengene ( $P < 0,001$ ). Der var ingen kønsforskkel i 3. kl.

Vi analyserede endvidere forskellen i sum-Z mellem den subgruppen af overvægtige og den resterende population i de kommuner.

Der var signifikant forskel på de summerede Z-scores mellem subgrupperne og den resterende population i både Ballerup og Tårnby i bh. kl. og i 3. kl. ( $P < 0,001$ ).

#### 1.3.9.17 Relationer mellem ophobning af risikomarkører og fedme eller fitness

For at analysere, hvorvidt sum4skin og konditallet var relateret til ophobning af risikomarkører, konstruerede vi en summeret Z-score uden et fedmeparameter, men med glukose, TG, TC/HDL-C, middelblodtryk og fitness, samt en sum-Z uden et fitnessparameter, men med sum4skin, glukose, TG, TC/HDL-C og middelblodtryk. De kønsopdelte analyser blev udført i lineære regressioner justeret for alder i bh. kl. og for alder samt modning i 3. kl. (tabel 18). Analyserne af de overvægtige og de normalvægtige blev udført justeret for køn og alder i bh. kl. og for køn, alder og modning i 3. klasse. Den partielle korrelationskoefficient samt signifikansniveauet er fremstillet i tabellerne.

#### Kønsopdelt (tabel 19)

I bh. kl. korrelerede sum-Z ( $\div$  fedme) svagt men højsignifikant med sum4skin for piger ( $r = 0,29$ ) og drenge ( $r = 0,3$ ) i den samlede population. I 3. kl. var denne relation stadig højsignifikant og steget til moderat for piger ( $r = 0,49$ ) og drenge ( $r = 0,53$ ). Fitness korrelerede svagt (negativt) med sum-Z ( $\div$  fitness) for pigerne ( $r = 0,2$ ) men ikke for drengene i bh. kl. I 3. kl. var der en moderat og højsignifikant negativ korrelation mellem sum-Z ( $\div$  fitness) og fitness for piger ( $r = -0,47$ ) og for drenge ( $r = -0,46$ ).

Tabel 18. Partielle korrelationskoefficienter for summeret Z-score og fedme/fitness. Hele populationen drenge og piger

		Drenge		Piger	
		Fedme	Fitness	Fedme	Fitness
Børnehaveklasse	sum-Z ( $\div$ fedme)	0,3***		0,29***	
	sum-Z ( $\div$ fitness)		-0,05		-0,2***
3. klasse	sum-Z ( $\div$ fedme)	0,53***		0,49***	
	sum-Z ( $\div$ fitness)		-0,46***		-0,47***

Lineære regressioner justeret for alder i bh. kl. og alder samt modning i 3. kl.

N: Bh. kl.: drenge (n=242), piger (n=211). 3. kl.: drenge (n=225), piger (n=200).

#### Overvægtige vs. normalvægtige

Eftersom der ikke var forskel mellem kønnene i ovenstående analyser, er følgende analyser af subgruppen af overvægtige og den resterende population af normalvægtige ikke stratificeret for køn, men justeret for køn.

For de overvægtige korrelerede sum4skin moderat og højsignifikant med sum-Z ( $\div$  fedme) i bh. kl. ( $r = 0,4$ ) og i 3. kl. ( $r = 0,6$ ). Fitness korrelerede svagt-moderat (negativt) og signifikant i bh. kl. ( $r = -0,3$ ) og moderat (negativt) og højsignifikant med sum-Z ( $\div$  fitness) i 3. kl. ( $r = 0,53$ ). Relationerne var generelt svagere for de normalvægtige. I bh. kl. var der en svag men højsignifikant association mellem fedme og sum-Z ( $r = 0,2$ ). I 3. kl. var associationen moderat og højsignifikant ( $r = 0,39$ ). Fitness korrelerede svagt-moderat og højsignifikant med sum-Z i 3. kl. for de normalvægtige ( $r = 0,3$ ).

Tabel 19. Partielle korrelationskoefficienter for summeret Z-score og fedme eller fitness. Hele population - subgruppe og resterende population.

		Subgruppe		Resterende population	
		Fedme	Fitness	Fedme	Fitness
Børnehaveklasse	sum-Z (÷ fedme)	0,4**		0,2***	
	sum-Z (÷ fitness)		-0,3*		0,05
3. klasse	sum-Z (÷ fedme)	0,6***		0,39***	
	sum-Z (÷ fitness)		-0,53***		-0,3***

3. kl.: resterende population (n=361), subgruppe (n=64).

### 1.3.9.18 Parametre ved baseline som prædikterer ophobning af CVD risikofaktorer i 3. klasse

Vi har tidligere beskrevet at BMI, HOMA score, lav kondition og vægt i sig selv havde betydning for hvor meget børnene lagde på i vægt i interventionsperioden. Vi selekterede derfor de 16% af børnene der havde den dårligste risikofaktorprofil for at se hvilken betydning fedme, aktivitet og lav kondition i børnehaveklasse kunne forudsige udvikling af en dårlig risikofaktorprofil. Resultaterne udtrykkes som odds ratioer mellem kvartiler af baseline variablene, sådan at risikoen for at have ophobning af risikofaktorer udtrykkes i forhold til den risiko der er i den bedste kvartil. En odds ratio på 2 betyder således at den gruppe har dobbelt så stor risiko som den bedste gruppe. Risikovariablen er konstrueret af de øvrige risikofaktorer uden den vi analyserer imod.

Tabel 20: Risiko for høj score i sum af risikofaktorer uden overvægt er inkluderet (justeret for køn).

	Fysisk aktivitet	HOMA score	Sum4skin	BMI
1. kvartil	2,45 (0,90-6,71)	1	1	1
2. kvartil	1,70 (0,59-4,91)	1,14 (0,41-3,18)	2,97 (0,59-15,0)	0,73 (0,19-2,79)
3. kvartil	1,67 (0,58-4,83)	1,53 (0,59-4,01)	9,16 (2,04-41,2)	2,53 (0,86-7,45)
4. kvartil	1	2,33 (0,94-5,82)	18,6 (4,28-81,2)	7,72 (2,84-21,0)

Tabel 21: Risiko for høj score i sum af risikofaktorer uden kondition er inkluderet (justeret for køn).

	Fysisk aktivitet	HOMA score	Kondition
1. kvartil	1,79 (0,71-4,52)	1	6,17 (2,22-17,1)
2. kvartil	1,11 (0,41-3,02)	1,99 (0,69-5,74)	2,15 (0,71-6,52)
3. kvartil	1,23 (0,46-3,28)	2,10 (0,74-5,93)	2,63 (0,88-7,90)
4. kvartil	1	3,45 (1,28-9,27)	1

Af ovenstående tabeller ses, at både lav kondition og overvægt variablene hudfoldstykkelser og BMI er stærke prædiktorer for udvikling af en uheldig risikofaktorprofil. (denne bør prøve at justeres for z score ved baseline).

Det må samtidig konstateres at der ikke var forskel mellem kommunerne i udviklingen af den samlede risiko. Denne type af analyse viser kun noget om risiko for at udvikle en særdeles dårlig profil, den skelner altså ikke mellem børn der har en rigtig god profil og dem der ligger ned til en standardafvigelse under middel. Forskydninger inden for normalområdet fremgår af de øvrige analyser.

### 1.3.9.19 Forekomst af overvægt og fedme i henhold til IOTF

Der er i nærværende speciale anvendt en metode til klassificering af individer med overvægt, der ikke er direkte sammenlignelige med andre studier, idet de er arbitrære og specifikke for netop denne population. For at kunne sammenligne datamaterialet med andre nationale og internationale studier børn, har vi også analyseret forekomsten af overvægt og fedme for den totale population og for kontrol- og interventionskommune i henhold til IOTF-standarden(97).

I bh. kl. var der 367 drenge og 325 piger, og i 3. kl. var der 321 drenge og 290 piger med valide BMI-værdier. Der var et frafald på 46 drenge fra bh. kl. til 3.kl. Ud af dem var 5 (11%) overvægtige i bh. kl (3 fra Ballerup, 2 fra Tårnby). For pigernes vedkommende var der et frafald på 35 fra bh. kl. til 3.kl., hvoraf 6 (17%) var overvægtige i bh. kl (1 fra Ballerup, 5 fra Tårnby). Den procentvise andel af de frafaldne i den samlede population, der var overvægtige i bh. kl., afviger ikke fra andelen af overvægtige i øvrigt i populationen. For pigerne ser frafaldet dog ud til at være ulige fordelt, idet forekomsten af overvægt blandt de frafaldne piger var 33% i Tårnby og 5% i Ballerup.

T-test analyser af baselineværdierne for alder, højde, vægt, BMI, sum4skin og kondital viste at de frafaldne piger i Tårnby havde en signifikant højere sum4skin end pigerne i Ballerup, henholdsvis 31 mm og 24 mm ( $P = 0,026$ ), samt et nonsignifikant højere BMI end de frafaldne Balleruppiger, henholdsvis 16,55 og 15,5 kg/m<sup>2</sup> ( $P = 0,06$ ). Der var ingen forskelle mellem de frafaldne drenge.

Der var ingen forskelle på ovennævnte parametre mellem de frafaldne og de individer, der stadig var med i 3. kl., hverken samlet set, kommuneopdelt eller kønsopdelt.

Der var ingen forskel på andelen af frafaldne fra bh. kl. til 3. kl. mellem subgruppen og den resterende population ( $P = 0,96$ ).

På tre år er den gennemsnitlige forekomst af overvægt og fedme blandt alle drenge i COSCIS steget med 4,9 procentpoint eller 44%, og forekomsten af fedme alene er steget med 1,3 procentpoint eller 66,7% fra 2001/2002 – 2004/2005. For alle pigernes vedkommende ses der en mere moderat stigning i forekomsten af overvægtige; 1,52 procentpoint eller 10%, mens deres forekomst af fedme er faldet med 1 procentpoint eller 32%.

I Ballerup er forekomsten af overvægt blandt drenge steget med 4,1 procentpoint eller 46,5% og blandt piger med 4,7 procentpoint eller 30,3% siden 2001. Forekomsten af fedme for drengene er faldet med 0,3 procentpoint eller 16,7%, og steget med 0,3 procentpoint eller 13,6% for pigerne.

I Tårnby er forekomsten af overvægt blandt drenge steget med 5,6 procentpoint eller 41,2%, mens der blandt pigerne i Tårnby er sket et fald i forekomsten på 2,9 procentpoint eller 19,2%. Forekomsten af fedme for drengene er steget med 2,9 procentpoint eller 138%, og faldet blandt pigerne med 2,5 procentpoint eller 63,4%.

Tabel 22 Andel af overvægtige og fede i henhold til IOTF

		Børnehaveklasse			3. klasse			Ændring I %	
gruppe	køn	N	% (O+F)	% (fed)	N	% (O+F)	% (fed)	O+F	fed
Samlet population	Dreng	367	10,6	1,9	321	15,3	2,8	44,3	47,4
	Piger	325	15,4	3,1	290	16,9	2,1	9,9	-32,3
Ballerup	Dreng	227	8,8	1,8	201	12,9	1,5	46,5	-16,7
	Piger	179	15,6	2,2	159	20,8	2,5	33	13,6
Tårnby	Dreng	140	13,6	2,1	120	19,2	5	41,2	138
	Piger	146	15,1	4,1	131	12,2	1,5	-19,2	-63,4

### 1.3.10 Knoglesundhed

#### 1.3.10.1 Artikel 1 – kønsforskelle i BMD hos 6-8 årige børn

Resultaterne af evalueringen af kønsforskelle fremgår af tabel 23. Drengene er ældre (51 dage) end pigerne, justeret for alder er de 1 % højere, har 11,2 % mere fedt fri masse, 2,4 % breder underarm, 4,2 % bredder knæ sammenlignet med pigerne. Justeret for alder, højden<sup>2</sup> og scannet areal har drengene også 4,5 % højere underarms BMD end pigerne, alle  $p < 0,001$ . Justeret for alder har pigerne derimod, 16,9 % højere hudfoldssum, 26,6 % højere fedtprocent og 26,2 % mere fedt masse sammenlignet med drengene. Justeret for alder, højden<sup>2</sup> og scannet areal har pigerne 2,5 % højere hæl BMD end drengene, alle  $p < 0,001$ .

Resultaterne af associationen mellem BMD og de antropometriske variable fremgår af tabel 24. Der er en lineær sammenhæng mellem, hæl BMD og vægt (partial  $r=0.50$ ), fedt fri masse (partial  $r=0.50$ ), fedt masse (partial  $r=0.45$ ), fedtprocent (partial  $r=0.29$ ) og knæ bredden (partial  $r=0.46$ ), alle  $p < 0,001$ . Justeret for vægt forsvandt relationen mellem hæl BMD og fedt fri masse, fedt masse, fedtprocent og knæ bredden.

Der var en klar sammenhæng mellem underarms BMD og vægt (partial  $r=0.37$ ), fedt fri masse (partial  $r=0.39$ ), fedt masse (partial  $r=0.28$ ), fedtprocent (partial  $r=0.14$ ) and håndleds bredde (partial  $r=0.24$ ), alle  $p < 0.000$ . Justeret for vægt sås der stadig en sammenhæng mellem underarms BMD og fedt fri masse ( $r=0.10$ ), fedt masse ( $r=-0.10$ ) og fedtprocent ( $r=-0.12$ ), alle  $p < 0.001$ .

Resultaterne viser at kønsforskelle i både underarm og calcaneus BMC og BMD, større for drengene i underarm, men større i calcaneus for pigerne, eksisterer allerede 6-8 års alderen. Dette år før stigningen i køns- og vækst hormoner i forbindelse med puberteten. For denne aldersgruppe ser det desuden ud til at den totale kropsvægt er associeret med BMD i vægtbærende regioner, men ikke i ikke vægtbærende regioner hvor andre faktorer synes vigtige.



Tabel 23: Alder, antropometri, knogle mineral indhold (BMC), knogle mineral tæthed (BMD), og skannet areal hos drenge og piger. Det skannede areal er et udtryk for knogle størrelse. Data præsenteres som gennemsnit og SD samt effect size (ES, forskel/SD) og p-værdi.

	Drenge			Piger			ES	P – værdi
	N	Middel	SD	N	Middel	SD		
Alder (år)	368	6.81	0.37	326	6.67	0.36	0.27	p<0.0001
<b>Antropometri</b>								
Højde (cm)	367	123.8	5.0	324	122.0	4.7	0.26	p<0.001 <sup>a</sup>
Vægt (kg)	367	24.6	3.6	326	24.0	3.8	0.11	p=0.23 <sup>a</sup>
Sum af 4 hudfolder (mm)*	365	23.3	1.3	322	27.8	1.3	2.45	p<0.001 <sup>a</sup>
Kropsfedt (%)	365	15.7	4.1	322	21.4	4.8	0.90	p<0.001 <sup>a</sup>
Lean Body Mass (kg)	364	20.6	2.3	322	18.7	2.1	0.61	p<0.001 <sup>a</sup>
Fedt Masse (kg)*	364	3.7	1.4	322	5.0	0.4	0.89	p<0.001 <sup>a</sup>
Bredde af distal arm (cm)	366	4.2	0.2	323	4.1	0.2	0.35	p<0.001 <sup>a</sup>
Bredde af femor condyler (cm)	366	7.7	0.4	324	7.4	0.4	0.53	p<0.001 <sup>a</sup>
<b>Knogle målinger</b>								
BMC Calcaneus (g)	367	0.780	0.24	323	0.784	0.22	0.01	p=0.85 <sup>b</sup>
BMC Distal underarm (g)	367	1.95	0.30	324	1.76	0.29	0.46	p<0.001 <sup>b</sup>
BMC Calcaneus (g)	367	0.771	0.23	323	0.794	0.22	0.07	p<0.01 <sup>c</sup>
BMC Distal underarm (g)	367	1.90	0.30	324	1.82	0.29	0.02	p<0.001 <sup>c</sup>
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	367	0.317	0.04	324	0.318	0.05	0.02	p=0.74 <sup>b</sup>
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	367	0.289	0.03	324	0.276	0.03	0.31	p<0.001 <sup>b</sup>
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	367	0.314	0.04	323	0.322	0.04	0.14	p<0.05 <sup>d</sup>
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	367	0.289	0.03	324	0.276	0.03	0.31	p<0.001 <sup>d</sup>
Skannet areal Calcaneus (cm <sup>2</sup> )	367	2.46	0.63	323	2.46	0.56	0.00	p=0.89 <sup>b</sup>
Skannet areal D. underarm (cm <sup>2</sup> )	367	6.70	0.66	324	6.36	0.73	0.35	p<0.001 <sup>b</sup>

\*Geometrisk middelværdi, a) Aldersjusteret p-værdi, b) Ujusterede værdier, c) BMC justeret for alder, højde<sup>2</sup> og skannet areal

d) BMD værdier justeret for alder og højde<sup>2</sup>

Tabel 24. Partial korrelation mellem vægt, the lean body mass (LBM), fedt masse (FM), procent kropfedt, bredde af distal underarm, bredde af femor kondyler og knogle mineral indhold (BMC) og tæthed (BMD) i calcaneus og den distale underarm.

	Vægt	LBM	FM	Fedtprocent	bredde af underarm	Bredde af femor kondyler
<b>Calcaneus BMC</b>						
Justeret for alder og SA	0.53 <sup>d</sup>	0.46 <sup>d</sup>	0.42 <sup>d</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>	0.42 <sup>d</sup>
Justeret for alder og vægt	--	NS	NS	NS	NS	NS
Justeret for alder, SA og LBM	0.29 <sup>d</sup>	--	0.29 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>	NS	0.10 <sup>c</sup>
Justeret for alder, SA og FM	0.35 <sup>d</sup>	0.35 <sup>d</sup>	--	-0.26 <sup>d</sup>	0.18 <sup>d</sup>	0.27 <sup>d</sup>
Justeret for alder, SA og højde <sup>2</sup>	0.40 <sup>d</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.39 <sup>d</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.15 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>
<b>Distal underarm BMC</b>						
Justeret for alder og SA	0.36 <sup>d</sup>	0.36 <sup>d</sup>	0.27 <sup>d</sup>	0.16 <sup>b</sup>	0.23 <sup>d</sup>	0.34 <sup>d</sup>
Justeret for alder og vægt	--	0.10 <sup>a</sup>	-0.10 <sup>a</sup>	-0.16 <sup>b</sup>	NS	0.12 <sup>b</sup>
Justeret for alder, SA og LBM	0.12 <sup>b</sup>	--	0.12 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>	NS	0.12 <sup>b</sup>
Justeret for alder, SA og FM	0.28 <sup>d</sup>	0.28 <sup>d</sup>	--	-0.26 <sup>d</sup>	0.16 <sup>d</sup>	0.26 <sup>d</sup>
Justeret for alder, SA og højde <sup>2</sup>	0.38 <sup>d</sup>	0.41 <sup>d</sup>	0.24 <sup>d</sup>	0.14 <sup>d</sup>	0.21 <sup>d</sup>	0.33 <sup>d</sup>
<b>Calcaneus BMD</b>						
Justeret for alder	0.50 <sup>d</sup>	0.50 <sup>d</sup>	0.45 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>	0.34 <sup>d</sup>	0.46 <sup>d</sup>
Justeret for alder og vægt	-----	NS	NS	NS	NS	NS
Justeret for alder og LBM	0.25 <sup>d</sup>	-----	0.25 <sup>d</sup>	0.25 <sup>d</sup>	NS	0.09 <sup>a</sup>
Justeret for alder og FM	0.31 <sup>d</sup>	0.31 <sup>d</sup>	-----	-0.25 <sup>d</sup>	0.17 <sup>d</sup>	0.26 <sup>d</sup>
Justeret for alder og højde <sup>2</sup>	0.37 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>	0.32 <sup>d</sup>	0.26 <sup>d</sup>	0.14 <sup>d</sup>	0.16 <sup>d</sup>
<b>Distal underarm BMD</b>						
Justeret for alder	0.37 <sup>d</sup>	0.38 <sup>d</sup>	0.28 <sup>d</sup>	0.14 <sup>d</sup>	0.24 <sup>d</sup>	0.29 <sup>d</sup>
Justeret for alder og vægt	-----	0.10 <sup>c</sup>	-0.10 <sup>c</sup>	-0.12 <sup>c</sup>	NS	0.10 <sup>b</sup>
Justeret for alder og LBM	0.11 <sup>b</sup>	-----	0.11 <sup>b</sup>	0.09 <sup>b</sup>	0.27 <sup>b</sup>	0.10 <sup>b</sup>
Justeret for alder og FM	0.29 <sup>c</sup>	0.29 <sup>c</sup>	-----	-0.28 <sup>c</sup>	0.18 <sup>c</sup>	0.27 <sup>b</sup>
Justeret for alder og højde <sup>2</sup>	0.38 <sup>d</sup>	0.42 <sup>d</sup>	0.26 <sup>d</sup>	0.12 <sup>d</sup>	0.21 <sup>d</sup>	0.33 <sup>d</sup>

a: p < 0.05; b: p < 0.01; c: p < 0.001; d: p < 0.0001; NS non-signifikant

### 1.3.10.2 Artikel 2 – knogle mineral densitet og vanlig fysisk aktivitet hos 6-8 årige børn

For at kunne fastsætte nogle tærskelværdier for knoglestimulerende fysisk aktivitet, blev tærskelværdier for høj fysisk aktivitet i forskellige intervaller beregnet og evalueret ud fra accelerometer målingerne, (i)  $\geq 3000 \text{ count min}^{-1}$ , (ii)  $\geq 4000 \text{ count min}^{-1}$ , (iii)  $\geq 5200 \text{ count min}^{-1}$ , (iv)  $\geq 6500 \text{ count min}^{-1}$ , (v)  $\geq 7000 \text{ count min}^{-1}$  and (vi)  $\geq 8200 \text{ count min}^{-1}$ . Resultaterne fremgår af tabel 25, 26 og 27.

Drengene havde 4.5 % højere underarms BMD ( $p < 0.001$ ) end pigerne. De var også 9.7 % mere daglig fysisk aktive og tilbragte mellem 14.6 % to 19.0 % mere tid i høj fysisk aktivitet (afhængig af definition) (alle  $p < 0.05$ ), sammenlignet med pigerne. Pigerne havde derimod 2.5 % højere BMD ( $p < 0.05$ ) end drengene. (tabel 25)

Både hæl og underarms BMD relaterede sig signifikant til den totale dagligdag aktivitet og høj fysisk aktivitet over alle tærskelværdierne (all  $p < 0.05$ ) tabel 26.

$\beta$ -værdien for vanlig fysisk aktivitet (count min-1 PA) var signifikant lavere end  $\beta$ -værdien for alle tærskel værdierne af høj fysisk aktivitet og dette bade for hæl og underarms BMD (tabel 27).

Generelt er drengene i 6-8 års alderen mere aktive og bruger mere tid i aktiviteter med høj intensitet end piger af samme alder. Men resultaterne viser også, at for 6-8 årige børn, er både det fysiske aktivitetsniveau og mængden af fysisk aktivitet med høj intensitet associeret med BMD. Dette indikere at ikke kun fysisk aktivitet af høj intensitet, men også at habituelle og lege aktiviteter, kan være vigtige for etableringen af BMD i denne aldersgruppe.

Table 25: Alder, antropometri, aktivitet, knogle mineral indhold (BMC), knogle mineral tæthed (BMD) og knogleareal hos drenge og piger. Data præsenteres som middel og SD med effect size (ES) og p-værdi. Antropometri og aktivitet er justeret for difference i alder, BMC unajusteret og justeret for difference i alder, højde<sup>2</sup> og skannet areal and BMD ujusteret og justeret for difference i alder og højde<sup>2</sup>.

	Drenge			Piger			ES	P-værdi
	N	Middel	SD	N	Middel	SD		
Alder (år)	296	6.81	0.37	264	6.66	0.35	0.30	p<0.001
<b>Antropometri</b>								
Højde (cm)	296	123.9	4.8	262	121.8	4.7	0.31	p<0.001 <sup>a</sup>
Vægt (kg)	296	24.6	3.6	264	23.8	3.6	0.16	p<0.05 <sup>a</sup>
Sum of 4 hudfolder mm*	296	23.2	9.3	264	27.7	9.2	0.34	p<0.001 <sup>a</sup>
<b>Activitets data</b>								
Mean count min-1	297	774.6	218.5	265	699.6	160.3	0.28	p<0.001 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [3000-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	6.98	2.74	265	5.81	1.98	0.35	p<0.001 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [4000-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	3.90	1.85	265	3.16	1.30	0.33	p<0.001 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [5200-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	2.04	1.19	265	1.66	.80	0.27	p<0.001 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [6500-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	1.09	.84	265	.92	.53	0.17	p<0.01 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [7000-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	.89	.76	265	.76	.47	0.15	p<0.05 <sup>b</sup>
Andel af total tid fra [8200-maximal count min <sup>-1</sup> ] (%)	297	.61	.63	265	.52	.371	0.12	p<0.05 <sup>b</sup>
<b>Knogle mineral maling</b>								
BMC Distal underarm (g)	295	1.93	0.31	263	1.73	0.28	0.43	p<0.001 <sup>b</sup>
BMC Calcaneus (g)	295	0.77	0.23	261	0.78	0.21	0.03	p=0.91 <sup>b</sup>
BMC Distal underarm (g)	295	1.87	0.31	263	1.81	0.28	0.14	p<0.001 <sup>c</sup>
BMC Calcaneus (g)	295	0.76	0.23	261	0.79	0.21	0.10	p<0.01 <sup>c</sup>
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	295	0.288	0.03	263	0.276	0.03	0.28	p<0.001 <sup>b</sup>
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	295	0.317	0.04	261	0.317	0.05	0.0	p=0.87 <sup>b</sup>
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	295	0.289	0.03	263	0.276	0.03	0.26	p<0.001 <sup>d</sup>
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	295	0.314	0.04	261	0.322	0.05	0.12	p<0.05 <sup>d</sup>
Skannet areal Calcaneus (cm <sup>2</sup> )	295	2.45	0.62	261	2.45	0.56	0.0	p=0.96 <sup>a</sup>
Skannet areal Dist. underarm (cm <sup>2</sup> )	295	6.68	0.65	263	6.32	0.74	0.37	p<0.001 <sup>a</sup>

a) Alders justeret, b) Ujusteret værdier, c) BMC værdier justeret for alder, højde<sup>2</sup> og skannet areal, d) BMD værdier justeret for alder og højde<sup>2</sup>, \*geometrisk middelværdi

Table 26 Lineær regression mellem malinger af calcaneal og underarm BMD (justeret for alder, vægt og højde<sup>2</sup>) og MTI-målinger (aktivitet over et givet cut-point). Table indeholder partial korrelations koefficienter,  $\beta$ -værdier og 95%CI for beta.

MTI variable	BMD calcaneus		BMD distal underarm	
	$\beta$	95% CI for $\beta$	$\beta$	95%CI for $\beta$
Mean count min-1	0.00003*	0.0000 - 0.0001	0.00004*	0.0000 - 0.0004
$\geq 3000$ count min-1	0.003*	0.0016 - 0.0042	0.002*	0.0013 - 0.0033
$\geq 4000$ count min-1	0.005*	0.0031 - 0.0070	0.003*	0.0018 - 0.0048
$\geq 5200$ count min-1	0.008*	0.0051 - 0.0113	0.005*	0.0022 - 0.0069
$\geq 6500$ count min-1	0.009*	0.0045 - 0.0137	0.005**	0.0018 - 0.0087
$\geq 7000$ count min-1	0.009**	0.0036 - 0.0139	0.005**	0.0014 - 0.0091
$\geq 8200$ count min-1	0.007**	0.0011 - 0.0137	0.005**	0.0004 - 0.0098

\*:  $p < 0.001$ , \*\*:  $p < 0.05$  for correlation

MTI variable er % andel af tid i de forskellige intervaller, og for mean aktivitet (count min-1)

Table 27 Lineær regression mellem middel aktivitet (count min-1) og MTI-målinger (aktivitet over forskellige cut-points).

	$\geq 3000$	$\geq 4000$	$\geq 5200$	$\geq 6500$	$\geq 7000$	$\geq 8200$
<b>R -value</b>	0.94	0.93	0.88	0.80	0.77	0.71
<b>95% CI for r</b>	0.93 - 0.95	0.92 - 0.94	0.86 - 0.90	0.77 - 0.83	0.73 - 0.80	0.67 - 0.75
<b>B-value</b>	77.9	110.4	165.9	220.2	235.3	265.3
<b>95% CI for <math>\beta</math></b>	72.8-77.2	106.6-114.1	158.4-173.3	206.5-233.9	219.1-251.5	243.5-287.1
<b>Sig.</b>	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
<b>N</b>	562	562	562	562	562	562

### 1.3.10.3 Artikel 3 – Effekt af 3 år med forøget timetal i idræt på knoglerne

Evalueret ud fra de fra det 3 år lange interventionsstudie var der ingen forskel, i nogen af de målte parametre, mellem børnene fra interventionsgruppen og børnene fra kontrolgruppen, hverken ved baseline eller efter de 3 år. Mellem interventionsgruppen og kontrolgruppen var der hos drengene ingen forskel i ændringerne i løbet af de tre år, hverken ved baseline eller ved follow up efter 3 år (tabel 6). Pigerne fra interventionsgruppen havde derimod 12.5% ( $p=0,04$ ) og 13.2% (0,005) større stigning i underarms BMC og underarms scannet areal, end pigerne fra kontrolgruppen (tabel 7). At interventionen har positiv effekt hos pigerne men ikke hos drengene kunne skyldes at drengene generelt er mere fysisk aktive. Den ekstra idræt vil så, hos drengene, betyde en relativ mindre stigning i deres fysisk aktivitets niveau end hos pigerne.

Table 28 Alder, antropometri, fysisk aktivitet (PA; count per minut), knogle mineral indhold (BMC), knogle mineral tæthed (BMD), knogle størrelse og pubertets udvikling for drenge ved baseline, efter 3 år og forandringer under perioden. Forskelle i delta værdier i knoglemålinger testedes med ANCOVA med justering for baseline højde, vægt, knogle masse (BMC or BMD) og forandringer i højde som covariater.

Dreng	Baseline			Follow-up (efter 3 år)			Ændringer 3 år		
	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=62)	P=	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=62)	P=	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=62)	P=
Alder (år)	6.8 ± 0.4	6.8 ± 0.4	0.95	9.6 ± 0.4	9.6 ± 0.4	0.75	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	0.49
Højde (cm)	124.2 ± 4.5	123.6 ± 5.2	0.39	140.3 ± 5.3	139.6 ± 6.0	0.45	16.1 ± 1.8	16.0 ± 2.5	0.66
Vægt (kg)	24.4 ± 3.0	24.7 ± 3.6	0.54	33.6 ± 5.6	34.2 ± 6.2	0.49	9.3 ± 3.1	9.5 ± 3.4	0.60
Hudfolder (mm) <sup>a</sup>	22.5 ± 7.2	23.6 ± 8.8	0.26	26.9 ± 13.5	28.6 ± 16	0.28	4.4 ± 8.2	5.0 ± 9.8	0.51
Aktivitet (counts/min)	776.8 ± 213	804.9 ± 268	0.43	718.1 ± 201	698.0 ± 178	0.50	-58.6 ± 251	-106.9 ± 283	0.23
BMC Calcaneus (g)	0.75 ± 0.24	0.80 ± 0.23	0.19	1.38 ± 0.25	1.35 ± 0.26	0.40	0.63 ± 0.23	0.55 ± 0.20	0.16
BMC Distal underarm (g)	1.92 ± 0.30	1.97 ± 0.31	0.27	2.33 ± 0.38	2.35 ± 0.45	0.72	0.41 ± 0.31	0.39 ± 0.39	0.94
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	0.32 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.35	0.41 ± 0.05	0.40 ± 0.06	0.34	0.09 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.50
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	0.29 ± 0.03	0.29 ± 0.03	0.60	0.31 ± 0.04	0.31 ± 0.04	0.72	0.02 ± 0.03	0.02 ± 0.03	0.40
Skannet areal Calcaneus	2.38 ± 0.67	2.53 ± 0.61	0.12	3.38 ± 0.40	3.38 ± 0.44	0.99	1.0 ± 0.63	0.85 ± 0.57	0.90
Skannet areal Distal forearm	6.66 ± 0.68	6.78 ± 0.59	0.23	7.49 ± 0.82	7.58 ± 0.84	0.49	0.83 ± 0.79	0.80 ± 0.73	0.60
Tanner - behåring				1.0 ± 0.1	1.0 ± 0.1	0.98			

a: geometric mean

Table 29 Alder, antropometri, fysisk aktivitet (PA; count per minut), knogle mineral indhold (BMC), knogle mineral tæthed (BMD), knogle størrelse og pubertets udvikling for piger ved baseline, efter 3 år og forandringer under perioden. Forskelle i delta værdier i knoglemålinger testedes med ANCOVA med justering for baseline højde, vægt, knogle masse (BMC or BMD) og forandringer i højde som covariater.

Table 29	Baseline			Follow-up (efter 3 år)			Forandringer 3 år		
	Piger	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=76)	P=	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=76)	P=	Ballerup (n=135)	Tårnby (n=76)
Alder (år)	6.7 ± 0.3	6.7 ± 0.4	0.37	9.5 ± 0.4	9.4 ± 0.4	0.29	2.8 ± 0.1	2.8 ± 0.1	0.53
Højde (cm)	121.5 ± 4.9	122.5 ± 4.6	0.17	137.9 ± 6.6	139.6 ± 5.8	0.06	16.3 ± 2.6	17.1 ± 2.7	0.046
Vægt (kg)	23.6 ± 3.2	23.9 ± 3.8	0.55	32.6 ± 5.7	33.3 ± 6.4	0.50	9.0 ± 3.1	9.3 ± 3.2	0.53
Hudfolder (mm) <sup>a</sup>	27.7 ± 6.4	28.2 ± 10.0	0.26	33.6 ± 13.0	33.2 ± 18.4	0.51	6.6 ± 9.2	5.0 ± 11	0.88
Aktivitet (counts/min)	696.2 ± 175	717.0 ± 143	0.39	640.4 ± 159	648.0 ± 167	0.75	-55.8 ± 196	-69.0 ± 182	0.64
BMC Calcaneus (g)	0.77 ± 0.23	0.77 ± 0.21	0.98	1.26 ± 0.27	1.29 ± 0.25	0.45	0.49 ± 0.20	0.51 ± 0.20	0.90
BMC Distal underarm (g)	1.75 ± 0.26	1.77 ± 0.29	0.59	2.14 ± 0.34	2.12 ± 0.40	0.61	0.40 ± 0.33	0.35 ± 0.27	0.04
BMD Calcaneus (g/cm <sup>2</sup> )	0.32 ± 0.05	0.32 ± 0.05	0.87	0.41 ± 0.06	0.41 ± 0.06	0.52	0.09 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.88
BMD Distal underarm (g/cm <sup>2</sup> )	0.28 ± 0.03	0.28 ± 0.03	0.46	0.29 ± 0.03	0.29 ± 0.04	0.95	0.01 ± 0.03	0.01 ± 0.03	0.29
Skannet areal Calcaneus	2.44 ± 0.64	2.43 ± 0.54	0.90	3.08 ± 0.44	3.11 ± 0.43	0.60	0.63 ± 0.52	0.68 ± 0.49	0.80
Skannet areal Distal underarm	6.28 ± 0.71	6.31 ± 0.72	0.80	7.42 ± 0.82	7.29 ± 0.84	0.31	1.14 ± 0.76	0.99 ± 0.60	0.005
Tanner – behåring				1.2 ± 0.4	1.2 ± 0.6	0.26			

a: geometrisk middel

### 1.3.11 Diskussion

Vi har i dette projekt undersøgt effekten af ekstra idræt i indskolingen på forskellige fedmemål, aerob fitness samt risikofaktorer for hjerte-karsygdomme, type 2 diabetes, knoglevækst, sociale og kognitive parametre, både i den samlede populationen og i forhold til en fedmesubgruppe. Der findes ikke nogen klare skæringspunkter ved hvilke glukose, insulin, eller HOMA-IR udgør en forhøjet risiko for børn. Af den grund er vores diskussion koncentreret om forskelle i og udvikling af disse mål for risikofaktorer mellem interventions- og kontrolkommune, samt mellem vores subgrupper og den resterende population.

I dette afsnit diskuteres først vores resultater i forhold til, hvorvidt interventionen har haft en gunstig effekt på udviklingen af fedme, aerob fitness og risikomarkører for type 2 diabetes på den samlede population. Herunder sammenligner vi vores resultater i forhold til andre studier og diskuterer mulige årsagssammenhænge. Desuden diskuteres, om den sundhedsmæssige udvikling har været forskellig for

fede børn i forhold til normalvægtige børn samt for børn af anden etnisk baggrund i forhold til etnisk nordeuropæiske.

Dernæst følger en kritik af vores anvendte metoder, samt en overordnet kritik af CoSCIS.

#### 1.3.11.1 Interventionens effekt på hele populationen

For at undersøge effekten af interventionen på udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes, aerob fitness og fedme analyserede vi forskelle mellem interventions- og kontrolkommune på mål for disse variable.

Analysen af forskelle på udviklingen mellem hele populationen i interventionskommunen og kontrolkommunen viste, at drengene i Ballerup havde signifikant lavere  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,008$ ) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,017$ ) end drengene i Tårnby. Der var ikke signifikant forskel for pigerne i de to kommuner på disse to variable. Børnene i Ballerup havde signifikant højere  $\Delta$ sum4skin ( $p=0,004$ ) og lavere  $\Delta$ glukose ( $p=0,006$ ) end børnene i Tårnby.

Analysen af disse variable på baseline viser ikke signifikant forskel, hvorimod der ses signifikant forskel på alder og højde, således at børnene i interventionskommunen var signifikant ældre ( $p=0,033$ ) og højere ( $p=0,018$ ) end børnene i kontrolkommunen.

Drengene i Ballerup havde i 3. klasse signifikant lavere insulin ( $p=0,043$ ) og HOMA-IR ( $p=0,014$ ) end drengene i Tårnby, mens der ikke var signifikant forskel på disse variable for pigerne i de to kommuner. Børnene i Ballerup havde signifikant lavere glukose ( $p=0,002$ ) end børnene i Tårnby.

Samlet set peger disse resultater i retning af, at interventionen har haft en gunstig effekt på drengene i Ballerup hvad angår risikofaktorer for type 2 diabetes. For pigerne i Ballerup ses kun en lavere  $\Delta$ glukose, mens der ikke ses en forskel på f.eks.  $\Delta$ insulin og  $\Delta$ HOMA-IR. Den højere  $\Delta$ glukose står således isoleret, og det er vanskeligt at konkludere, hvorvidt denne forskel kan tilskrives interventionen.

Derimod viser analyserne ikke nogen resultater, der peger i retning af, at interventionen har haft en positiv effekt på udvikling af aerob fitness og fedme. Tværtimod havde børnene i Ballerup en højere  $\Delta$ sum4skin end børnene i Tårnby.

Flere studier har undersøgt effekten af en længerevarende skolebaseret fysisk aktivitetsintervention på forskellige fedme- og sundhedsparametre på skolebørn. I et omfattende review sammenfatter Kemper og medarbejdere 27 ældre skolebaserede fysisk aktivitetsinterventionsstudier, der varierer med 2 til 8 ekstra fysisk aktivitetslektioner mellem intervention- og kontrolgrupper. Generelt sås der ingen effekt på præpubertetsbørn på diverse parametre herunder  $VO_2\max(230)$ .

Et enkelt langvarigt studie af 546 børn (the Trois-Rivières Growth and Development Study) undersøgte effekten af 5 vs. 1 ugentlig fysisk aktivitetslektion og fandt efter 6 år bl.a. forøget  $VO_2\max$  i interventionsgruppen (alder 6-12 år) (Shepard, 1985 her fra Kemper et al., 2000). Vi har valgt at medtage dette studie af ældre dato pga. den længere interventionsperiode og en 20-års opfølgning(231).

Der findes også en del nyere studier på området. SPARK-studiet undersøgte effekten af 2 års intervention på 549 (305 drenge og 244 piger) skolebørn i



Californien, USA, der på baseline gennemsnitlig var 9,25 år(232). 7 skoler blev randomiseret til 3 grupper en kontrolgruppe (3 skoler) og to interventionsgrupper; én med undervisning af en specialist (2 skoler) og én med undervisning af børnenes egen lærer (2 skoler). Interventionen bestod dels af 3 x 30 min. idræt pr. uge og dels af 30 min. undervisning pr. uge i sundhed og opfordring til øget aktivitetsniveau i fritiden. Der var en non-signifikant tendens til lavere sum af to hudfoldsmålinger for interventionsgrupperne. Derimod steg BMI signifikant mere for interventionsgrupperne end for kontrolgruppen for begge køn, hvilket forfatterne tilskriver en stigning i muskelmasse.

Et andet studie, CATCH studiet, var et randomiseret, kontrolleret studie, der involverede 96 skoler i USA (56 intervention og 40 kontrol) og undersøgte ændringer i kost, fysisk aktivitet og forskellige risikofaktorer for hjertekarsygdomme(153). De 5106 børn var gennemsnitlig 8,76 år ved baseline og blev fulgt i tre år fra 3. til 5. klasse. Interventionsskolerne blev igen randomiseret til to grupper. En gruppe modtog et skolebaseret program, der indeholdt en sundhedsopgradering af maden på skolen, 90 minutters ekstra idræt pr. uge samt undervisning i sundhed og opfordring til øget fysisk aktivitetsniveau generelt. Den anden gruppe modtog det samme skoleprogram som ovenstående, samt et familiebaseret program, der indeholdt opfordring til øget aktivitet og sunde kostvaner. Interventionsgrupperne havde et signifikant højere selvrapporteret anstrengende fysisk aktivitetsniveau (58,6 min. vs. 46,5 min;  $p=0,003$ ). Der blev ikke fundet nogen signifikante forskelle mellem de to interventionsgrupper og heller ikke mellem interventionsgrupperne og kontrolgruppen på hverken hudfoldsmåling, BMI eller aerob fitness målt indirekte ved en 9 min. løbetest.

Et studie af Donnelly og medarbejdere (1996) undersøgte effekten af 2 års intervention med ekstra fysisk aktivitet (30-40 min., 3 dage/uge, træning med store muskelgrupper) og sundere skolemad på 338 børn i 3.-5. klasse (236 i kontrolgruppen, 102 i interventionsgruppen) i to skoledistrikter i Nebraska, USA(152). Det fysiske aktivitetsniveau i skoletiden var signifikant højere for interventionsgruppen i forhold til kontrolgruppen (+6%), mens det fysiske aktivitetsniveau udenfor skoletiden var signifikant lavere for interventionsgruppen i forhold til kontrolgruppen (-16%) (begge bestemt ved selvrapportering). En subgruppe fra både kontrol- og interventionsgruppen blev ved frivillig tilmelding testet i laboratorium (blodprøver, VO<sub>2</sub>peak-test). Man fandt ikke signifikant forskel på udvikling af BMI og kropsfedt (målt ved undervandsvejning), aerob kapacitet (VO<sub>2</sub>peak målt direkte ved en stigende gangtest på løbebånd til udmattelse) eller på insulin og glukose mellem interventions- og kontrolskolerne.

Ligesom i vores undersøgelse finder disse studier ikke tegn på at en fysisk aktivitetsintervention i skolen har en positiv effekt på vægtudviklingen(152 153 232). Et enkelt studie finder dog, på trods af signifikant højere BMI, tendens til lavere hudfoldsmålinger i interventionsgruppen(154), hvilket står i modsætning til vores fund.

Det eneste af studierne, der undersøger effekten af interventionen på risikofaktorer for type 2 diabetes finder i modsætning til os ingen forskel mellem intervention- og kontrolgruppe på insulin og glukose, hverken for drenge eller piger(152).

Et enkelt studie finder signifikant forbedring af VO<sub>2</sub>max efter 5 år med 5 timers ekstra idræt pr. uge(230), mens de to nyere interventionsstudier, der undersøger effekten på aerob kapacitet, ligesom vi, ikke finder en effekt af interventionen(152

153). Den indirekte 9 min. løbetest i studiet af Luepker og medarbejdere (1996) regnes ikke for at være et ligeså validt mål for bestemmelse af VO<sub>2</sub>max som de direkte målinger foretaget ved maxtests(233). Desuden kan studiet af Donnelly og medarbejdere (1996), kritiseres for at selekteringen af børn til laboratorieundersøgelse foregår ved frivillig tilmelding og uddeling af gaver til de tilmeldte. Man kan forestille sig, at børn med en god fitness eller sundhedsprofil er mere tilbøjelige til at melde sig selv til tests. Disse kritikpunkter til trods er der ikke i den tilgængelige litteratur noget, der peger på, at ekstra fysisk aktivitet i skolen i den mængde og intensitet, som Donnelly og medarbejdere (1996), Luepker og medarbejdere (1996) samt CoSCIS undersøger, ændrer den gennemsnitlige VO<sub>2</sub>max.

Luepker og medarbejdere (1996) finder en højere andel af højintensitets fysisk aktivitet i interventionsgruppen men ingen effekt på VO<sub>2</sub>max(153). I undersøgelsen af Donnelly og medarbejdere (1996) finder man, at det fysiske aktivitetsniveau er lavere udenfor skoletiden for interventionsgruppen i forhold til kontrolgruppen, hvilket udligner forskellen i total fysisk aktivitet(152). Begge studiers mål er baseret på recall-spørgeskemaer, hvilket ikke er en valid metode til aktivitetsbestemmelse endnu mindre for børn(163). Fundet af Donnelly og medarbejdere (1996) er dog alligevel interessant, og det kunne være spændende at undersøge, om den samme tendens til kompensation for øget fysisk aktivitet i skoletiden gør sig gældende for børnene i Ballerup i forhold til børnene i Tårnby bestemt ud fra de bedre validerede og objektive aktivitetsmålinger, der anvendes i CoSCIS.

#### 1.3.11.2 Hvilke parametre er vigtigst i udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes?

Mange studier finder en association mellem fedme, insulinresistens og type 2 diabetes(57 58 108), hvilket har fået mange, herunder gruppen bag NCEP ATP III, til at betragte fedme som den primære årsag til stigningen i prævalensen af type 2 diabetes(37). Vi kan med vores resultater ikke bekræfte, at fedme er den afgørende faktor i udvikling af forstyrrelser i glukosemetabolismen hos børn. Et vigtigt fund i vores undersøgelse er således, at børnene i interventionskommunen (især drengene) har en mere fordelagtig udvikling i mål for risikofaktorer for type 2 diabetes i forhold til børnene i kontrolkommunen, hvorimod det modsatte gør sig gældende for fedmemålene. Vores resultater med bedre udvikling i mål for risikofaktorer for type 2 diabetes i gruppen med ekstra fysisk aktivitet peger derimod i retning af at fysisk aktivitet/inaktivitet spiller en væsentlig rolle i udviklingen.

#### 1.3.11.3 Aerob fitness eller fysisk aktivitet?

Det overordnede spørgsmål, om hvorvidt fysisk aktivitet per se eller aerob fitness er stærkest relateret til sundhedsstatus, er endnu ikke besvaret(234). Med hensyn til forstyrrelser i glukosemetabolismen har flere studier vist en sammenhæng både mellem fysisk aktivitetsniveau og mål for udvikling af type 2 diabetes(22 78 79 235), og mellem aerob fitness og mål for udvikling af type 2 diabetes(236-238).

Som før nævnt ses en positiv sammenhæng mellem fysisk aktivitet og aerob fitness både hos voksne og børn(31 239), hvorfor det kan være svært at afgøre, hvilken af disse to faktorer, der er af størst betydning for udvikling af forstyrrelser i glukosemetabolismen. Dencker og medarbejdere (2006) finder, at ca. 10% af variationen i VO<sub>2</sub>peak kan forklares ved forskelle i det gennemsnitlige fysiske aktivitetsniveau og tid brugt på anstrengende aktiviteter(31). Denne type af

analyser er imidlertid fra tværsnitsstudier, hvor det ikke er muligt at sige om hønen eller ægget kommer først. Man ser på associationer, og disse afhænger af hvor præcist en bestemt variabel er målt. I denne type undersøgelser forsøger man statistisk at tage højde for konfounding, dvs andre parametre som kunne have forårsaget en given sammenhæng end den man ønsker belyst. Dette er dog vanskeligt, fordi en statistisk justering for en variabel, som er midt i årsagskæden fra påvirkningen til effekten, vil fjerne associationen mellem påvirkningen og effekten. Dette betyder f.eks. at hvis man måler fedme og åreforkalkningsgrad og vil analysere effekten af fedme på risikoen for CVD, så kan det ikke nytte man justerer for graden af åreforkalkning. I nævnte tilfælde ved man godt hvilken rækkefølge problemerne opstår i, og derfor udelader man at justere for åreforkalkning, når man vil vide om fedme øger risikoen for CVD. Med fedme og fysisk inaktivitet ved man bare ikke hvad der kommer først. Man bliver måske inaktiv hvis man er overvægtig eller man kan blive overvægtig af at bevæge sig for lidt, og tolkningen af statistiske analyser bliver dermed vanskelig. Sundberg (1982) undersøgte blinde børn og fandt, at deres aerobe fitnessniveau lå markant lavere end blandt normaltseende alderssvarende børn(15). Blinde børn har et meget beskedent fysisk aktivitetsniveau, og studiet påviser, at fysisk aktivitet i barndommen til en vis grad er bestemmende for den aerobe fitness. Meget har været skrevet om at konditionstallet overvejende er genetisk bestemt, men ovenstående undersøgelse dokumenterer at den nedre grænse for hvor dårlig konditionen kan blive i høj grad er bestemt af adfærd. Den øvre grænse for hvor meget man kan komme op på gennem træning er nok mere under genetisk indflydelse.

Flere studier peger i retning af, at det aerobe fitnessniveau har betydning for udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes(236 237). F.eks. undersøgte McMurray og medarbejdere (2000) sammenhængen mellem forbedringer i VO<sub>2</sub>max og insulin hos 362 børn (11-14 år). Efter 8 ugers aerob træning fandt de et signifikant større fald i insulin hos de børn, der forbedrede VO<sub>2</sub>max i forhold til de børn, der ikke forbedrede VO<sub>2</sub>max (-16 vs -1 pmol/l, p=0,028). Efter en inddeling i kvartiler for baseline insulin fandt man, at denne effekt af træningen kun var signifikant i de højeste kvartiler(236).

Vi fandt ingen forskel på aerob fitness (kondital) mellem interventions- og kontrolkommune på baseline, i 3. klasse eller i udviklingen herimellem ( $\Delta$ kondital). Det tyder derfor ikke på, at interventionen har været tilstrækkelig til at skabe en bedre udvikling for børnene i Ballerup for denne variabel. Den bedre udvikling i risikofaktorer for type 2 diabetes i interventionsgruppen er således ikke relateret til en forbedring af VO<sub>2</sub>max.

Strong og medarbejdere (2005) sammenfatter litteraturen vedrørende forbedringer i aerob fitness hos børn. Kun studier med fysisk aktivitet i > 30 min. mindst 3 gange pr. uge ved vedvarende høj intensitet (f.eks. over 80 % af maxpuls) finder forbedringer af VO<sub>2</sub>max(24). Interventionskommunens mængde af træning (2 x 90 min/uge) ligger i volumen indenfor denne anbefaling, men der kan stilles flere spørgsmål vedrørende træningen i CoSCIS bl.a., hvor høj intensiteten har været.

Som flere andre argumenterer Boreham og Riddoch (2001) for, at målbare adaptationer af fysisk træning, f.eks. forbedring af VO<sub>2</sub>max ikke er direkte relateret til eller nødvendige for en sundhedsfremmende effekt(239). Mange studier har relateret det fysiske aktivitetsniveau med bl.a. glukosetolerance og insulinresistens hos voksne(78 235) og børn(22 79). F.eks. undersøgte Wareham og medarbejdere

(2000) i et tværnsnitsstudie af 775 voksne (45-70 år) sammenhængen mellem objektivt målt dagligt energiforbrug og kondital på den ene side og glukosetolerance (bestemt ved OGTT) på den anden(235). Justeret for forskellige konfunderere fandt de den stærkeste sammenhæng mellem glukosetolerance og dagligt energiforbrug.

Det er således muligt, at den mere positive udvikling i risikofaktorer for type 2 diabetes, vi ser i interventionskommunen, skyldes en større mængde moderat aktivitet, der dog ikke har været af høj nok intensitet til at ændre den aerobe fitness.

Vi har som før nævnt ikke medtaget aktivitetsmålinger i nærværende speciale, men andre i CoSCIS har undersøgt disse variable. På baseline fandt man ikke signifikant forskel i mean counts mellem kommunerne, hverken for drenge eller piger. Rå og ikke justerede analyser af opfølgingsdata tyder på at drengene i Ballerup har været signifikant mere aktive end drengene i Tårnby, mens der ikke ses en forskel for pigerne (personlig kommunikation med Jesper Svensson, 2006). Der skal naturligvis laves grundigere analyser vedrørende disse data, før man med sikkerhed kan sige at interventionskommunen har haft et højere aktivitetsniveau i forhold til kontrolkommunen. Selv om der evt. ikke har været forskel på mean counts målt ved accelerometri kommunerne imellem, udelukker det dog ikke, at der kan have været forskel på det fysiske aktivitetsniveau, da et metodisk problem med accelerometrene er, at f.eks. cykling og vandaktiviteter ikke indgår i målingerne(12).

I modsætning til den aerobe fitness kan den metaboliske fitness øges ved regelmæssig fysisk aktivitet ved moderat intensitet(4). En forbedring i metabolisk fitness medfører en forbedret insulinfølsomhed i skeletmuskulaturen både hos raske personer og individer med forringet glukosemetabolisme(11). Er den mere positive udvikling i mål for risikofaktorer i Ballerup et resultat af et øget moderat fysisk aktivitetsniveau, så kan en forbedret metabolisk fitness være en del af forklaringen.

Flere forsøg har vist, at insulin og muskelkontraktioner har en additiv effekt på glukosetransporten(67 68 76), hvor den kontraktionsmedierede glukoseoptagelse ikke (eller næsten ikke) er påvirket i individer med forskellig grad af insulinresistens.

Øget fysisk aktivitet kan således i de første stadier afhjælpe forstyrrelser i glukosemetabolismen, hvilket kan have haft en positiv effekt på drengene i Ballerup.

Desuden kan fysisk aktivitets anti-inflammatoriske effekt, herunder effekten på IL-6, være en del af forklaringen på sammenhængen mellem fysisk aktivitet og nedsat risiko for sygdomme associeret til low-grade inflammation f.eks. insulinresistens og type 2 diabetes(131). Denne effekt kan i hvert fald delvist ses som resultatet af et enkeltstående arbejdes effekt på IL-6, der både hæmmer det pro-inflammatoriske cytokin TNF- $\alpha$  og stimulerer produktionen af andre anti-inflammatoriske cytokiner(132). Sammenhængen mellem aktivitet/inaktivitet og low-grade inflammation er også fundet hos børn(55 142 143). Inflammatoriske cytokiner er relateret til den aerobe fitness hos børn(142), men hvorvidt det samme gør sig gældende for moderat fysisk aktivitet vides ikke.

Ovenstående studier finder således både uafhængige og afhængige effekter af øget fysisk aktivitet og forbedring af fitness.

Som nævnt ved vi ikke med sikkerhed om børnene i interventionskommunen har været mere fysisk aktive og, om dette er årsagen til den bedre udvikling, vi ser i mål for udvikling af type 2 diabetes. Ej heller hvilke fysiologiske mekanismer der i så fald har været afgørende for denne udvikling.

I analyser af forskelle i udviklingen i aerob fitness og mål for risikofaktorer for type 2 diabetes mellem kønnene på baseline fandt vi, at drengene havde et signifikant højere kondital ( $p=0,000$ ) samt en signifikant højere glukose ( $p=0,000$ ) og HOMA-IR ( $p=0,037$ ) end pigerne. I 3. klasse var der kun signifikant forskel på kønnene på kondital ( $p=0,000$ ) og [glukose] ( $p=0,008$ ). I analyser af delta-værdier var kun pigernes lavere  $\Delta$ kondital ( $p=0,000$ ) signifikant.

Et studie af lidt ældre børn (357 børn i alderen 11-14 år) undersøgte sammenhængen mellem fedme og insulinresistens og risikofaktorerne associeret til "insulin resistens syndromet". Insulinfølsomheden målt ved euglykæmisk clamp-metoden udtrykt pr. kg lean body mass ( $M_{lbm}$ ) var højere hos drengene end hos pigerne, hvilket indikerer en større grad af insulinresistens hos pigerne(53). Dette resultat står i modsætning til vores resultater, hvor vi ikke finder tegn på ringere glukosemetabolisme hos pigerne hverken på baseline eller under opfølgningen. Tværtimod er flere af målene for udvikling af type 2 diabetes mere favorable for pigerne i forhold til drengene i vores population til trods for, at de har et lavere kondital og en ringere udvikling i dette over de tre år.

#### 1.3.11.4 Fedme i børnehaveklassen – hvilken betydning har det?

I lyset af det store fokus på sammenhængen mellem type 2 diabetes og fedme konstruerede vi en subgruppe af fede børn for at belyse, om fedme i denne aldersgruppe påvirker udviklingen af forskellige fedmemål, risikomarkører for type 2 diabetes og aerob fitness.

#### 1.3.11.5 Interventionens effekt på fedmesubgruppen

Analyser af forskelle på udviklingen mellem de fede børn i interventionskommunen og i kontrolkommunen viser ingen signifikant forskel på risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes, aerob fitness eller fedme, hverken på delta-variable, baseline-niveau eller i 3. klasse (tabel 4.3, 4.6 og 4.9).

Der ses således ingen positiv effekt af interventionen på gruppen af fede børn, hvad angår risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes. Derimod er overvægt og lavt konditionstal stærkt prædiktive for hvordan risikoprofilen udvikler sig, og for risikoen for at blive endnu mere overvægtig. Det er derfor meget vigtigt hvilken livsstil børnene har, men de dele der i vores forsøg har været implementeret er ikke tilstrækkeligt til at aktivere de mindst aktive børn i en grad der kunne hindre denne udvikling.

I førnævnte studie af Donnelly og medarbejdere (1996) konstruerede man ligeledes en subgruppe af overvægtige børn (kropsfedt  $\geq 22\%$ ) for at undersøge, om interventionen havde en særlig udtalt effekt på denne gruppe. Her fandt man heller ingen effekt af interventionen på BMI og kropsfedt ved sammenligning af grupper af overvægtige børn i interventions- hhv. kontrolgrupper(152). Dette studie peger ligesom vores egne resultater på, at en skolebaseret fysisk aktivitetsintervention ikke har en speciel effekt på den negative fedmeudvikling hos fede børn, som ellers kunne forestilles at have gavn af ekstra fysisk aktivitet. Der er dog store vanskeligheder med at drage konklusioner på dette område. Det er muligt den

mængde aktivitet der skal til for at forebygge overvægtsudvikling er ret stor, og i vores studie har vi ikke gennem vores accelerometermålinger kunnet påvise en forskel mellem interventionsgruppen og kontrolgruppen i aktivitetsniveau. Derimod har vi blandt bh-klasse børnene sammenlignet drenge og piger med samme konditionsniveau i forhold til både aktivitet og fedtlag i under huden. Drengene har 25% højere aktivitetsniveau – selv med samme konditionstal – og samtidig har de mindre fedtlag under huden. Noget kunne således tyde på at et højt aktivitetsniveau selv af beskeden intensitet over lang tid mindsker fedtaflejringen. Denne konklusion giver mening rent fysiologisk, fordi aktiviteten mindsker insulin koncentrationen, og insulin virker deponerende for fedt.

Flere studier på overvægtige har fundet en forbedret insulinsensitivitet uafhængigt af væggtab efter en periode med aerob træning for voksne(130) og børn(240 241).

Et græsk studie af 15 overvægtige og fede piger (9-15 år) undersøgte effekten af et 12 ugers aerob træningsprogram (3 gange/uge, 40 min./træningspas ved puls på ca. 150 sl./min.)(241). Beregnet *cardiorespiratory fitness* (9 min. cykelergometertest) steg med 18%. Her fandt man et signifikant fald i insulinrespons på en OGTT (23%,  $p=0,03$ ). Derimod fandt man ikke en signifikant ændring i HOMA-IR eller koncentrationen af adiponectin, IL-6 og CRP i cirkulationen. Der var desuden ingen signifikant ændring i hverken kropsvægt eller –fedt.

Et 9 måneders randomiseret interventionsstudie af Carrel og medarbejdere (2005) på 53 fede børn (BMI>95percentilen for alder) undersøgte effekten af en intervention, der bestod af en effektivisering af idrætsundervisningen mod højere intensitet, kortere ventetid og mindre konkurrenceprægede aktiviteter. Kontrolgruppen deltog i almindelig idrætsundervisning. I interventionsgruppens idrætstimer bevægede børnene sig typisk 42 minutter ud af 45, mens børnene i almindelige idrætstimer bevægede sig 25 minutter ud af 45.

Børnene i interventionsgruppen forøgede deres  $VO_2$ max signifikant mere ( $2,7\pm 2,6$  vs  $0,4\pm 3,3$  mL/kg/min.,  $p=0,001$ ) og havde et signifikant større fald i %kropsfedt ( $-4,1\% \pm 3,4\%$  vs  $-1,9\% \pm 2,3\%$ ,  $p=0,04$ ) end børnene i kontrolgruppen, mens der ikke sås en signifikant ændring i BMI. Samtidig forbedrede børnene i interventionsgruppen deres insulin, samt deres insulin/glukose-ratio ( $p=0,02$ ), mens der ikke var en signifikant ændring i disse variable for børnene i kontrolgruppen(240).

Disse studier finder sundhedsmæssige forbedringer i interventionsgrupperne af overvægtige børn, hvilket står i modsætning til vores resultater, hvor fedmesubgruppen i interventionskommunen ikke havde en bedre udvikling af forskellige fedmeparametre, kondital eller mål for udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes i forhold til fedmesubgruppen i kontrolkommunen.

En væsentlig forskel på interventionen i studiet af Carrel og medarbejdere (2005) og i studiet af Nassis og medarbejdere (2005) sammenlignet med vores studie er deres fokus på intensitet og meget bevægelse.

Desuden er ovennævnte interventioner målrettet overvægtige børn på nær studiet af Donnelly og medarbejdere(152), der ligesom interventionen i vores undersøgelse, ikke er specifikt rettet mod denne gruppe men mod en hel årgang af børn.

#### 1.3.11.6 Betydning af fedme på baseline i forhold til målte variable

I analyse af fedmemål og aerob fitness i fedmesubgrupperne i både Ballerup og Tårnby mod de resterende normalvægtige børn fandt vi, at drengene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ BMI ( $p=0,040$ ) end drengene i den resterende normalvægtige population. Der var ikke signifikant forskel for pigerne i de to grupper på denne variabel. Børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ sum4skin ( $p=0,020$ ) samt et signifikant lavere  $\Delta$ kondital ( $p=0,000$ ) end børnene i den resterende normalvægtige population.

I analyser af mål for udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes fandt vi, at pigerne i fedmesubgruppen havde signifikant større  $\Delta$ glukose ( $p=0,022$ ) og  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,000$ ) i forhold til de resterende normalvægtige piger, hvorimod der for drengene kun var signifikant forskel på  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,001$ ). Børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ insulin ( $p=0,000$ ) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,000$ ) end børnene i den resterende normalvægtige population.

Disse resultater viser, at overvægtige og fede børn i denne population har haft en ringere sundhedsmæssig udvikling af forskellige fedmemål, risikofaktorer for type 2 diabetes og aerob fitness, end de normalvægtige børn, hvilket bekræfter, hvad andre har fundet før os (54 55 143 242).

I analyser af fedmemål på fedmesubgrupper overfor resterende normalvægtige population stratificeret for kommune fandt vi, at drengene i fedmesubgruppen i Ballerup havde signifikant højere  $\Delta$ vægt ( $p=0,002$ ) og  $\Delta$ BMI ( $p=0,003$ ) end drengene i den resterende normalvægtige population. Der var ikke signifikant forskel for pigerne på disse to variable.

I analyser af mål for udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes fandt vi, at børnene i fedmesubgruppen havde signifikant højere  $\Delta$ HOMA-IR (dreng  $p=0,043$  og piger  $p=0,000$ ),  $\Delta$ glukose ( $p=0,023$ ),  $\Delta$ insulin ( $p=0,000$ ),  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,001$ ) samt et signifikant lavere  $\Delta$ kondital ( $p=0,000$ ) og højere  $\Delta$ sum4skin ( $p=0,028$ ) i forhold til børnene i den resterende normalvægtige population.

Stort set samme billede tegnede sig mellem overvægtige og normalvægtige i Tårnby med hensyn til risikofaktorer for type 2 diabetes og aerob fitness. Børnene i fedmesubgruppen i Tårnby havde signifikant højere  $\Delta$ insulin ( $p=0,004$ ),  $\Delta$ HOMA-IR ( $p=0,000$ ) og  $\Delta$ insulin/glukose-ratio ( $p=0,001$ ) samt et signifikant lavere  $\Delta$ kondital ( $P=0,000$ ) end børnene i den resterende normalvægtige population.

Derimod havde de fede børn i Tårnby i modsætning til fedmesubgruppen i Ballerup ikke øget deres delta-værdier for fedmeparametrene signifikant mere end børnene i den resterende population i Tårnby.

Samlet set tyder ovenstående på, at interventionen ikke har ændret den negative udvikling for de fede børn i Ballerup. De fede børn har øjensynligt ikke haft samme positive effekt af interventionen som den samlede population i Ballerup. Tværtimod er forskellen mellem fede og normalvægtige børn større i interventionskommunen i forhold til kontrolkommunen, hvad angår delta-værdier for fedme.

### 1.3.11.7 Generel negativ betydning af fedmegrad

For at undersøge om ovenstående fund med en mere negativ fedmeudvikling for de federe børn gjorde sig gældende på hele populationen, undersøgte vi, om BMI på baseline var af signifikant betydning for delta-BMI ved brug af lineær regressionsanalyse. Vi fandt en svag men højsignifikant positiv sammenhæng mellem BMI-baseline og  $\Delta$ BMI ( $r=0,334$ ,  $p=0,000$ ), hvilket betyder, at jo højere udgangspunkt des højere delta-værdi. Dette understøttes endvidere af, at også sum4skin og vægt på baseline korrelerer positivt med delta-værdierne for disse variable.

Denne polariserende trend, hvor de fede bliver federe, og der bliver større forskel mellem tynd og fed, er tidligere vist på danske børn. Wedderkopp og medarbejdere (2004) viste en polariserende trend fra 1985-86 til 1997-98 i to tværnsnitsundersøgelser af ca. 9½ årige piger og drenge udvikling i bl.a. fedtprocent bestemt ud fra hudfoldsmålinger.

For at se om HOMA-IR-baseline influerer på ovenstående sammenhæng mellem BMI-baseline og  $\Delta$ BMI, blev der justeret for denne variabel, hvilket ikke ændrede sammenhængen signifikant. Dette betyder at HOMA-IR-baseline ikke forklarer yderligere af variationen i  $\Delta$ BMI efter justering for BMI-baseline. Det kan således tænkes, at en vis grad af insulinresistens allerede før børnehaveklassealderen kan have influeret på BMI-baseline, således at de resistente allerede på baseline var federe. Det kan forklare, hvorfor HOMA, der jo er et mål for insulinresistens, som er relateret til udvikling af fedme, ikke forklarer yderligere af variationen i  $\Delta$ BMI efter justering for BMI-baseline.

Desuden fandt vi en svag men højsignifikant positiv sammenhæng mellem  $\Delta$ HOMA-IR og BMI-baseline ( $r=0,286$ ,  $p=0,000$ ), hvilket viser at BMI i hvert fald delvist kan prædiktere udviklingen af insulinresistens.

At BMI og HOMA-IR således er relaterede i vores resultater viser dog ikke noget om kausaliteten i udviklingen af forstyrrelser i glukosemetabolismen. Det samme gør sig ligeledes gældende for de mange epidemiologiske studier, der viser sammenhæng mellem udvikling af forstyrrelser i glukosemetabolismen og fedme. Således peger også andre undersøgelses resultater på, at fedme ikke nødvendigvis er forløber for insulinresistens, men at insulinresistens kan være medvirkende årsag til fedme. En nyligt publiceret undersøgelse med data fra Northern Ireland Young Hearts Study (unge voksne, gennemsnitsalder  $\approx 22,6$  år) undersøgte sammenhængen mellem bl.a. HOMA-IR og risikofaktorer for hjerte-karsygdomme. Et interessant fund i dette studie er, at kun ca. hver fjerde af de insulinresistente med clustered risk var fede ( $BMI > 30$ ). De resterende var primært inaktive men (endnu) ikke fede og ville således ikke blive fundet ved screening for BMI(38).

Når en person får diagnosticeret type 2 diabetes kan vedkommende meget vel have været insulinresistent i mange år(38), hvilket kan være en kraftig medvirkende årsag til fedmeudviklingen. Den drivende faktor i patogenesen er således insulinresistensen, som muligvis er et resultat af en inaktiv livsstil. Mekanismerne bag insulinresistensens medvirken til udvikling af fedme er bl.a. den medfølgende hyperinsulinæmi anabolske effekt i fedtvævet og evt. manglende effekt af insulin på appetitreguleringen.

Den underliggende årsag til den uhensigtsmæssige udvikling i glukosemetabolisme, som vi ser i vores fedmesubgruppe, kan således tænkes at



være forårsaget af en vis grad af insulinresistens, som igen muligvis er et resultat af en højere grad af inaktivitet. Der er forskelligartede videnskabelige resultater vedrørende overvægtige og fede børn og unges fysiske aktivitetsniveau sammenlignet med normalvægtige, men de fleste undersøgelser viser en lavere aktivitet blandt overvægtige(243), hvilket understøtter ovenstående sammenhæng.

Sammenhængen mellem fedme og forstyrrelser i glukosemetabolismen er bl.a. relateret til en forhøjet koncentration af lipider i blodet(34 63) og intramuskulært(63 123). Desuden har fede individer et forhøjet niveau af proinflammatoriske adipocytokiner samt en lav koncentration af adiponectin i blodet(34 100 132), hvilket også er relateret til insulinresistens og type 2 diabetes. Sammenhængen mellem fedme og en øget systemisk koncentration af proinflammatoriske cytokiner er også fundet blandt børn(55 143). Endelig spiller en fedmerelateret stimulering af det sympatiske nervesystems outflow til nyrerne muligvis også en rolle i forbindelsen mellem fedme og insulinresistens(144).

### 1.3.12 Kritik af metoder

#### 1.3.12.1 Målemetoder til bestemmelse af risikofaktorer for udvikling af type 2 diabetes

Som før nævnt, beskriver de forskellige målemetoder for forstyrrelser i glukosemetabolismen forskellige stadier i en lang udviklingsproces. F.eks. er fasteinsulin/glukose-ratio et godt mål for  $\beta$ -cellefunktion, hvorimod HOMA-IR er et mål for insulinresistens(244). Man skelner derfor mellem de forskellige stadier, når man vurderer resultatet af målemetoden. Det kan være vanskeligt at sammenligne resultater fra studier, der anvender forskellige mål for ændringer i risikofaktorer for type 2 diabetes. Børn i skolealderen har kun sjældent nedsat  $\beta$ -cellefunktion og udvikler i endnu færre tilfælde type 2 diabetes.

En del studier finder derimod forskellige grader af forhøjet faste insulin eller insulinresistens blandt børn(51-56). Faste insulin og HOMA-IR er således sandsynligvis et bedre mål i undersøgelse af udvikling af risikofaktorer for type 2 diabetes blandt børn, da de viser tidlige stadier i en forstyrret glukosemetabolisme.

Vi finder på den samlede population (baseline, opfølgning og delta-værdier) signifikante forskelle på glukose, insulin og HOMA-IR enten mellem kommuner eller køn men ingen signifikante forskelle på insulin/glukoseratioen.

De studier, vi sammenligner vores resultater med bruger forskellige metoder til bestemmelse af forstyrrelser i glukosemetabolismen, hvilket vanskeliggør en præcis sammenligning af absolutte værdier. Formålet har da også været at undersøge udvikling i mål for disse forstyrrelser.

#### **Fasteinsulinmåling**

En stigning i faste insulin er et tidligt tegn på insulinresistens, hvorfor vi har medtaget dette mål.

I et studie af 290 normale og 4694 diabetiske individer fandt man dog et betydeligt overlap i faste insulin-niveauer mellem de to grupper samt et meget bredt spektrum af koncentrationer både hos normale og diabetiske individer(245). Dette indikerer, at brugen af faste insulin-niveauet, er et usikkert mål i fastsættelse af insulinresistens. Samtidig ved vi, at faste insulin kun stiger indtil det stadie hvor  $\beta$ -cellerne i pancreas ikke længere er i stand til at kompensere for en relativ

insulinresistens og udtrættes. Andre studier har da også fundet korrelation imellem faste insulin og den hyperinsulinæmiske euglykæmiske clamp metode, som jo anses for at være golden standard (53 244 246). Eksempelvis fandt Sinaiko og medarbejdere (2001) i et studie af 357 børn i alderen 11-13 år en moderat men højsignifikant korrelation mellem insulinsensitiviteten målt ved euglykæmisk clamp og insulin ( $r=-0,42$ ,  $p=0,0001$ ) både for drengene og pigerne, hvilket indikerer, at faste insulin-målinger er en valid målemetode til bestemmelse af insulinsensitiviteten. I et studie af Hanson og medarbejdere (2000) på 1731 Pima-indianere fandt man ligeledes en moderat korrelation mellem faste insulin på den ene side og insulinsensitiviteten målt ved en euglykæmisk clamp på den anden ( $r=0,60$ )(246). Denne korrelation var ens for individer med IGT og individer med normal glukosetolerance. Man fandt desuden en stærk association mellem faste insulin og type 2 diabetes-incidensraten i denne population.

### **Fasteglukosekoncentration**

Faste glukose er det mest anvendte mål i screening for type 2 diabetes og desuden det mest anvendte mål til diagnosticering af sygdommen(44), hvorfor vi har valgt at medtage dette mål. Faste glukose stiger, når en forhøjet insulinsecernerings fra pancreas ikke længere kan opretholde normoglukæmi. Faste glukose er yderst påvirkelig af mangel på faste, selv en lille kulhydratindtagelse kan give udslag i værdien. Vi har checket data for *outliers*, hvilket mindsker risikoen for at, ikke-fastende børn har påvirket resultaterne.

### **HOMA-IR**

HOMA-IR korrelerer i flere studier med måling af insulinresistensen ved euglykæmiske clampmetoden(66 244 247 248). Et studie af Hanson og medarbejdere (2000) finder, at de simple mål for insulinfølsomhed (faste insulin og HOMA-IR) var korrelerede med incidensen af type 2 diabetes blandt Pima indianere, hvorfor forfatterne skriver, at disse mål med fordel kan bruges i epidemiologiske studier, hvor det vil være vanskeligt at anvende de omstændelige og invasive clampmetoder(246). Wallace og medarbejdere skriver endvidere, at HOMA-IR med fordel kan bruges i longitudinel undersøgelse af udvikling af forstyrret glukosemetabolisme i en normal population(247). Et studie af Uwaifo og medarbejdere fandt ligeledes en signifikant korrelation på børn ( $n=31$ , alder 6,2-11,3) mellem HOMA-IR og både euglykæmisk og hyperglykæmisk clampmetoden ( $r=-0,51$  og  $-0,56$  respektivt)(248). HOMA-IR må således anses for at være et brugbart mål for forstyrrelser i glukosemetabolismen i CoSCIS-populationen, hvor sandsynligheden for insulinresistens er større end sandsynligheden for nedsat  $\beta$ -cellefunktion pga. børnenes alder.

### **Insulin/glukose-ratio**

Insulin/glukose-ratioen anses for at være et godt mål for insulinsekretion ( $\beta$ -celle function)(246). Vi finder ingen signifikante forskelle på den samlede population hverken mellem køn eller kommune, hvilket kan være et udtryk for, at evt. forringelse af glukosemetabolismen i denne aldersgruppe endnu ikke kommer til udtryk som nedsat  $\beta$ -celle funktion.

Vi har valgt at sammenligne vores resultater med studier, der anvender forskellige mål for forstyrrelser i glukosemetabolismen på trods af de metodiske problemer, der kan være forbundet hermed. Der findes endnu ikke mange interventionsstudier, der undersøger udviklingen af risikofaktorer for type 2 diabetes, hvorfor vi har valgt at inkludere de tilgængelige.

En mulig fejlkilde i vores undersøgelse er forskellen på de børn, der fik foretaget en blodprøve sammenlignet med de børn, der ikke fik foretaget en blodprøve. På baseline fandt vi at pigerne i Tårnby uden bloddata havde en signifikant større vægt ( $p=0,001$ ), BMI ( $p=0,002$ ), samt sum4skin ( $p=0,001$ ) og et signifikant lavere kondital ( $p=0,042$ ) end de piger i Tårnby, der gav blod, hvorimod der ikke var signifikant forskel på de andre børns variable. Under opfølgningen havde de piger i Ballerup, der ikke fik foretaget blodprøve, en signifikant højere sum4skin ( $p=0,043$ ) sammenlignet med de piger, der gav blod, mens de piger i Tårnby, der ikke gav blod, havde et signifikant lavere kondital ( $p=0,001$ ) end de piger i Tårnby, der fik foretaget blodprøve. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable og på drenge med og uden blodprøver. Det tyder altså på, at der er en tendens til, at piger med en mere uhensigtsmæssig sundhedsprofil vælger ikke at få foretaget en blodprøve. Det er vanskeligt at udlede i hvor høj grad dette påvirker de af vores resultater, der er baseret på blodprøver.

#### 1.3.12.2 Antropometriske mål

##### **BMI**

BMI er mål for sammenhængen mellem højde og vægt. Formlen tager ikke højde for kropskompositionen herunder sammensætningen af kroppens fedt- og muskelvæv.

Der er forbundet en række problematikker ved brugen af BMI som estimat for overvægt og fedme hos børn. Især er det problematisk, at BMI er proportional med højde i en undersøgelse af børn, da børn modnes og vokser i forskellige tempi. En måde at komme udover højde problematikken kunne være ved i stedet at benytte Ponderal Index (PI), som er et mål for vægt/højden<sup>3</sup>. En af årsagerne til, at PI ikke benyttes helt så ofte, er sandsynligvis at traditionen med BMI eksisterede fra voksne, inden man begyndte at fokusere på børn. Et andet problem ved brug af BMI er desuden, at BMI stiger med graden af modning. Børn i dag er højere og modnes tidligere end for f.eks. 50 år siden, hvilket vanskeliggør en analyse af sekulære trends(249). Overvægtige og fede børn er ofte højere, har en højere knoglealder og tidligere modning end normalvægtige børn på samme alder(113), hvilket muligvis kan medvirke til en overestimering af BMI.

Pearson og medarbejdere (2005) har påvist en markant stigning i forekomsten af overvægt og fedme blandt 6-8 årige samt 14-16 årige københavnske børn og unge gennem de seneste 50 år baseret på BMI(92). Gennem de seneste 50 år er der sket markante ændringer i forhold til børns modning. Tidspunktet for menarch er flyttet frem, og i samme aldersgruppe er børn i dag højere end for 50 år siden(249). Der er dog stadig en tendens til øget forekomst af overvægt og fedme. Selvom trenden er væsentligt reduceret i forhold til det, der opgives i studiet af Pearson og medarbejdere (2005), finder flere studier en markant stigning(92 250).

Desuden skal man være varsom ved udelukkende at bruge BMI til at betegne graden af overvægt, da personer med stor muskelmasse og lav fedtprocent kan have en høj BMI og derved blive klassificeret som værende overvægtige. De fleste studier på børn finder f.eks. at piger og drenge har samme BMI, men piger har højere hudfoldstykkelser og dårligere kondition end drenge, hvilket indikerer en dårligere metabolsk kontrol hos pigerne trods samme BMI. Larsen og medarbejdere (2001) fandt i en undersøgelse på veltrænede unge en signifikant lavere fedtprocent (36%) end i kontrolgruppen til trods for, at BMI var den samme for de to grupper(251).

Ved udelukkende brug af BMI som fedmemål er der en tendens til at overestimere overvægt og fedme hos veltrænede og høje børn(252).

Vi har valgt at bruge BMI som et af inklusionskriterierne for vores fedmesubgruppe. Muligvis havde Ponderal Index været et bedre mål, da vægten teoretisk set relaterer sig tilnærmelsesvist lineært til højden i tredje potens(252). Imidlertid er BMI det mest anvendte fedmemål i litteraturen, hvilket muliggør en sammenligning af vores resultater med andre studier. Det fjerner dog ikke det faktum, at BMI er et problematisk fedmemål for børn og unge, især når det benyttes som sammenligningsgrundlag studier imellem uden hensynstagen til såvel etniske, kulturelle som tidsmæssige forskelle i børns udviklings- og vækstmønstre.

### **Hudfoldsmålinger**

Hudfoldsmålinger er højt korreleret til fedtprocent målt ved undervandsvejning og DEXA, og denne sammenhæng findes også hos børn(252). Målet indeholder ikke vægt direkte, hvilket er en stor fordel, når man laver analyser i forhold til fitness, som jo indeholder vægt (VO<sub>2</sub>/vægt).

Ulemperne ved metoden er, at målingerne er behæftede med store usikkerheder især kan der forekomme stor variabilitet testere imellem. Korrekt måling af hudfold er især afhængig af at væsken bliver presset ud inden målingen aflæses. På trods af at det var de samme to testledere der foretog undersøgelserne i CoSCIS kan der forekomme forskelle i målemetoden de to testledere imellem. Desuden er beregninger til udregning af den procentuelle mængde kropsfedt ikke ordentligt valideret på børn(163). Der har i CoSCIS været planer om at lave en validering af de anvendte metoder til bestemmelse af kropsfedt ved hjælp af DEXA på en mindre del af populationen. Det har desværre ikke kunne lade sig gøre, hvorfor den bedste beregning af kropsfedt ved brug af hudfoldsmål endnu ikke er bestemt på CoSCIS-populationen. Af den grund har vi valgt at kigge på summen af 4 hudfoldsmålinger som et selvstændigt mål istedet for at benytte hudfoldsmålingerne til at udregne en evt. procentuel kropsfedtmængde.

#### 1.3.13 Måling af aerob fitness

Aerob fitness beskriver et individs maksimale iltoptagelseskapacitet under maximalt arbejde og er et udtryk for personens evne til at pumpe ilt-mættet blod rundt til kroppens væv. En præcis måling af VO<sub>2</sub>max foretages ved direkte måling af indåndings- og udåndingsluften ved en progressiv all-out løbebånds- eller cykelergometer test(12). Dette er dog meget usædvanligt i befolkningsundersøgelser, fordi det kræver stor ekspertise at gøre det. I CoSCIS blev fitnessniveauet bestemt udfra en direkte on-line VO<sub>2</sub>max løbebåndstest, der i litteraturen betegnes som en sikker metode til bestemmelsen af den maksimale iltoptagelse(233). Vi valgte denne resourcekrævende løsning, fordi børnene var små og derfor kunne variere meget i deres tekniske færdigheder ved løb.

Der er dog visse ting, man skal være opmærksom på i forbindelse med maxtest af børn. Undersøgelser har vist, at børn har vanskeligt ved at presse kroppen og derfor ofte opgiver en VO<sub>2</sub>max test før egentlig udmattelse. Børn, hvis aerobe kapacitet er dårlig eller hvis fysik er hæmmet f.eks. fede børn, har desuden en tendens til at opgive hurtigere end mere veltrænede børn(13). Vi fandt dog ikke signifikant forskel på de børn, der løb hhv. ikke løb til udmattelse i konditesten på nogle af de målte fedmevariable. Dog så vi i 3. klasse, at de piger i Ballerup, der løb til

udmattelse, havde en signifikant lavere sum4skin ( $p=0,009$ ) end de piger, der ikke løb til udmattelse.

I CoSCIS forudsatte en godkendelse af en  $VO_2$ max test at Rowlands kriterier var opfyldt(14), hvilket mindsker de usikkerheder, der er relateret til problematikken omkring maxtestning af børn.

#### 1.3.13.1 Begrænsninger ved CoSCIS

CoSCIS er et stort kontrolleret epidemiologisk interventionsstudie, der medtager mange aspekter af sundhed blandt børn. Et af studiets styrker ligger i det store statistiske grundlag, pga. det store antal undersøgte børn, der kan være med til at påpege sammenhænge mellem forskellige sundhedsparametre herunder bl.a. risikofaktorer for hjerte-karsygdomme, type 2 diabetes, fysisk aktivitet og fitness.

Forudsætningen for en umiddelbar fysiologisk effekt af interventionen i Ballerup må være et tilstrækkelig stort fysisk aktivitetsstimuli. Vi ved, at både den metaboliske og aerobe fitness er afhængige af fysisk aktivitet af en vis intensitet, varighed og frekvens.

En del studier har undersøgt sammenhængen mellem forskellige sundhedsparametre og fysisk aktivitet af varierende intensitet, varighed og frekvens på voksne, hvorimod der ikke er ligeså mange studier af nyere dato, der undersøger dette på børn. Effekten af fysisk aktivitetsinterventionerne og fedme, mål for risikofaktorer for type 2 diabetes eller aerob fitness er blevet undersøgt i epidemiologiske skolebaserede interventionsstudier(152-154) og i longitudinelle træningsstudier på overvægtige(240 241).

De fleste af disse studier finder ingen effekt af interventionen på forskellige fedmemål, mens Carrel og medarbejdere (2005) i interventionsgruppen så et fald i %kropsfedt men ikke i BMI(240).

Det eneste af studierne, der fandt en effekt på forskellige fedmemål, var således et studie på overvægtige/fede børn. Dette stemmer overens med Strong og medarbejderen (2005) sammenfatning vedrørende fysisk aktivitets effekt på fedme, hvor de fleste fysiske aktivitetsinterventionsstudier kun finder en effekt på overvægtige/fede børn og ikke normalvægtige. Begrænsede data tyder dog på, at interventioner med højere intensitet og længere træningspas (>80 min./dag) kan have en vis positiv effekt på fedmeudviklingen blandt normalvægtige børn(24).

I analyser af aerob fitness fandt to studier ikke signifikant forskel(152 153), mens tre studier fandt signifikant forskel mellem intervention- og kontrolgruppe(240 241).

I analyser af forskelle mellem interventions- og kontrolgruppe på udvikling af forstyrrelser i glukosemetabolismen fandt et studie ingen forskel på insulin og glukose(152), mens et andet studie fandt signifikant forskel på insulinresponsen efter en OGTT(241), og et tredje studie fandt signifikant forskel på insulin og insulin/glukose-ratio(240).

En væsentlig forskel på de studier, der finder relevante sundhedsforbedringer(240 241) og de studier, der ingen finder(152-154), er varigheden af interventionen eller en mere specifik stimulus i form af især øget intensitet.

Idrætslektionerne i CoSCIS blev afholdt som to dobbeltlektioner fordelt på to af ugens dage. Eftersom en del af fysisk aktivitets sundhedsmæssige forbedringer kan ses som et resultat af effekten af sidste træningspas, så kunne man forestille sig, at en fordeling med 45 minutters moderat til hård fysisk aktivitet 4 dage om ugen kunne have haft en større effekt. Dette ville dog øge tiden brugt til transport og omklædning som må medregnes i folkeskoleregiet.

En del af interventionen i Ballerup kommune har været efteruddannelse af lærerne med henblik på at give dem kompetence til at motivere og aktivere børnene. Hvorvidt dette er kommet til udtryk som en konkret stimulus i alle idrættimer kan diskuteres. Idrætsundervisningens konkrete indhold, også i forhold til mængden af bevægelse og intensitet, har været overladt til den enkelte lærer.

For at imødekomme den manglende videnskabelige kontrol med kvaliteten og kvantiteten af idrætsundervisningen og dermed den konkrete fysiske aktivitetsstimulus har lærerne efter hver lektion udfyldt en logbog over udførte aktiviteter. Denne form for kontrol er ikke tidligere valideret på lignende studier, hvorfor vi endnu ikke kender kvaliteten af denne form for dataindsamling. Den endelige analyse af logbøgerne er endnu ikke udført.

Desuden har en del klasser benyttet en del af den ekstra idrætsundervisning til svømning, hvor der ofte skal bruges ekstra meget tid på bad og transport, da flere skoler ikke har svømmefaciliteter. Dette betyder at der i disse timer langt fra er brugt 2 x 45 minutter på fysisk aktivitet. Derudover har en del af interventionen også bestået af teoretisk undervisning i sundhed og fysisk aktivitet. Hvorvidt denne undervisning er foregået indenfor de 2 x 90 minutter eller er kommet oven i denne tid, vides ikke.

En sundhedsfremmende effekt af fysisk aktivitet forudsætter naturligvis deltagelse. Vi er ikke i besiddelse af dokumentation for fremmøde og deltagelse i idrætsundervisningen for de enkelte børn, hvorfor vi ikke kan vide f.eks. hvor stor fremmødet har været. Det er dog sådan at idræt er obligatorisk, og kun i specielle tilfælde har børnene fravær fra idræt specifikt, og deltagelsen har således været i samme størrelse som i skolens øvrige fag. Flere undersøgelser har vist et generelt lavere aktivitetsniveau blandt overvægtige og fede børn og unge(243). Denne tendens indbefatter sandsynligvis også motorisk svage børn og kan muligvis også gøre sig gældende i idrættimerne. En nedsat deltagelse eller tilstedeværelse af disse grupper af børn kan medvirke til den polariserende tendens, vi og andre finder i forskellige sundhedsparametre.

Når dette er sagt, så er det vigtigt at huske, at formålet med CoSCIS er at undersøge effekten af ekstra fysisk aktivitet i folkeskolen og *ikke* i laboratoriet. I skoleret vil der altid skulle medregnes tid til omklædning, svingende lærer- og elevmotivation og manglende deltagelse fra visse grupper. Det interessante er, hvad en intervention og evt. en implementering af ekstra fysisk aktivitet i hele folkeskolen på længere sigt kan betyde for folkesundheden!

#### 1.3.14 Delkonklusion af metaboliske parametre

På baggrund af data fra CoSCIS har vi undersøgt effekten af ekstra fysisk aktivitet i indskoling på udvikling af fedme og risikofaktorer for type 2 diabetes.

Vi fandt at interventionen havde haft en gunstig effekt på udviklingen af risikofaktorer (insulin, glukose, HOMA-IR og insulin/glukose-ratioen) for type 2

diabetes for drengene i Ballerup, mens der for pigernes vedkommende kun var forskel på  $\Delta$ glukose. Børnene i Ballerup havde signifikant højere  $\Delta$ sum4skin, hvilket indikerer en større fedtdeponering hos disse børn. Samtidig fandt vi ingen signifikant forskel på udvikling i aerob fitness mellem de to kommuner.

Vi kan således konkludere, at interventionen bestående af 2 x 90 minutters ekstra idræt, samt aktivitets- og sundhedsfremmende tiltag i indskolingen synes at have haft en gunstig effekt på risikofaktorer for type 2 diabetes for drengene i Ballerup, men ikke i samme grad for pigerne. Derimod har interventionen ikke været nok til at forbedre udviklingen af aerob fitness og fedme.

Vi kan dermed ikke bekræfte en kausal sammenhæng mellem fedme og forringelse i glukosemetabolismen i den undersøgte population.

Vi kan bekræfte tendensen til at overvægtige/fede børn bliver mere overvægtige, og at overvægtige børn har en ringere sundhedsmæssig udvikling af forskellige fedmemål, risikofaktorer for type 2 diabetes og aerob fitness i forhold til normalvægtige børn. Interventionen har ikke ændret på dette forhold.

Vi fandt ikke en signifikant forskel i udvikling af fedme, risikomarkører for type 2 diabetes og aerob fitness for børn af anden etnisk baggrund i forhold til nordeuropæiske børn.

#### 1.3.15 Delkonklusion – fysisk aktivitet og knoglesundhed

Det konkluderes at kønsspecifikke risikofaktorer for knogleskørhed måske allerede findes i 6-8 års alderen. Dernæst at for børn med lavt dagligt aktivitetsniveau, kan andelen af høj intensiv aktivitet være vigtig for hæl BMD, men at andelen af høj intensiv fysisk aktivitet er vigtig for underarms BMD for både børn med lavt og børn med højt dagligt aktivitetsniveau. Et moderat intensiv skolebaseret idræts interventionsprogram gennem tre år, synes at have en god effekt på knoglerne hos pigerne men ikke hos drenge.

Fremtidige studier må dog afdække om en udvidelse af programmet tættere på puberteten eller om en mere intensiv intervention på alle hverdage vil kunne have indflydelse på drengenes knogler også. Slutteligt først når der er studier der følgerne børnene til tidlig voksen alder og maksimal knogletæthed kan man komme med stærkere beviser på om forøget idræt i folkeskolen kan benyttes som forebyggelse mod lav knogle tæthed.

#### 1.3.16 Perspektivering

I den vestlige verdens højteknologiske samfund har man effektiviseret fødefremskaffelsen, arbejdet i hjemmet og udenfor hjemmet, samt transportmulighederne og dermed minimeret behovet for fysisk aktivitet. Fysisk aktivitet er således ikke længere en nødvendighed, men derimod et tilvalg. Det ser således ud til at vore dages samfund er konstrueret med henblik på at minimere fysisk aktivitet.

Sammenholdes dette med en let tilgængelig overflod af energitæt føde, samt gener, der gennem evolutionen er selekteret til at fremme energilagring, har man en væsentlig del af forklaringen på den alarmerende fedmeepidemi, man ser specielt i den vestlige verden, samt den store stigning i diverse livsstilssygdomme herunder bl.a. type 2 diabetes.

En ophobning af metaboliske komplikationer under fællesbetegnelsen ”Det metaboliske syndrom” menes at være grundlaget for en række af de mest udbredte livsstilssygdomme. Der foregår pt. en videnskabelig debat vedrørende den underliggende årsag til udviklingen af det metaboliske syndrom. Nogle mener at fedme er den vigtigste faktor i denne sammenhæng, mens andre opfatter insulinresistens som den drivende faktor og dette skabes i lige så høj grad gennem inaktivitet. Vi mener, at det er en snak om hønen og ægget, da insulinresistens foranlediger fedme både pga. den anabolske effekt af hyperinsulinæmi og evt. manglende effekt af insulin på appetitregulering, mens fedme omvendt skaber insulinresistens bl.a. via fedtvævet udskillelse af TNF- $\alpha$ . I sammenspillet mellem disse faktorer står det klart at fysisk aktivitet er en væsentlig modificerbar faktor. Man burde derfor overveje at inkludere fysisk inaktivitet, som en del af definitionen af det metaboliske syndrom.

Vores resultater på den samlede population peger på at udvikling af fedme og unfavorable mål for risikofaktorer for type 2 diabetes ikke altid følges ad. Hvorvidt det derimod er ekstra fysisk aktivitet, der har fordret den bedre udvikling for drengene, kan vi kun gætte på.

Manglen på effekt af interventionen på fedme og aerob fitness, samt for pigerne og fedmesubgruppen i Ballerup på risikofaktorer for type 2 diabetes, udelukker dog ikke at interventionen har haft en gavnlig virkning på disse grupper. CoSCIS er et tværfagligt studie, der udover de fysiologiske data, også omhandler aspekter, som f.eks. motorik, problemløsning, læsefærdighed, koncentration, sociale færdigheder og motivation. Disse data er endnu ikke færdigbehandlede og interventionens effekt på disse områder er således ikke kendt.

Det samme gør sig gældende for langtidseffekten af CoSCIS. Vi kan således ikke vide, om den ekstra idræt og læreruddannelse i Ballerup på sigt kan skabe grundlag for en population med større motivation og lyst til bevægelse, og muligvis derved en generation med lavere forekomst af forskellige livsstilssygdomme. *The Trois-Rivières Growth and Development Study* foretog en opfølgingsrunde efter 20 år, hvor man undersøgte om personerne i interventionsgruppen havde en bedre sundhedsprofil ift. personerne i kontrolgruppen som voksne. Man fandt ingen signifikante forskelle på hverken fitness, blod- eller fedmeparametre. Derimod fandt man signifikant forskel i en enkelt motorik test(231).

Den samfundsmæssige og menneskelige værdi af en intervention, som den man implementerede i indskolingen i Ballerup kan undersøges ved en langvarig opfølgning af CoSCIS, da en sådan ville kunne belyse effekten af forøget og forbedret fysisk aktivitet i indskolingen på diverse sundhedsparametre.

## 1.4 Bilag 1

### **Analyse af frafald og manglende data**

1024 børn fra 46 børnehaveklasser fra 10 skoler i Ballerup og 8 skoler i Tårnby fik i 2001 tilbud om at deltage i studiet. 706 børn (69% af den totale population) indvilligede i at deltage i interventionsstudiet efter skriftlig accept fra forældrene.

Højde, vægt og alder indsamledes fra 87% af CoCSIS populationen og 85% af de børn der fravalgte deltagelse, da de gik i 1. klasse. Frafaldsanalyserne viste ingen forskel i alder, BMI eller køn imellem de børn der valgte hhv. fravalgte deltagelse i CoSCIS. Analyseres i stedet i forhold til højde og vægt fandt Hansen (2005) at



højere og tungere børn havde des større risiko for fravalgt deltagelse (Hansen, 2005).

### **Forskel mellem frafaldne mellem bh-klasse og 3. klasse og tilbageblevne på udvalgte variable**

#### **Hele populationen**

I børnehaveklassen bestod den samlede population i denne undersøgelse af 695 børn og 89 børn faldt bort enten under testningen i børnehaveklassen eller inden teststart i 3. klasse, heraf 50 i Ballerup (29 drenge og 21 piger) og 39 i Tårnby (22 drenge og 17 piger). Under de 3 år interventionen forløb var den samlede population reduceret til 606, hvortil der blev lagt 5 børn som kun blev målt i 3. klasse. Frafaldet af de 89 børn svarer til 12,8% af baseline populationen (12,2% i Ballerup og 13,4% i Tårnby). Der var ikke signifikant forskel på frafaldet mellem Ballerup og Tårnby.

For drengene i både Ballerup og Tårnby var der ikke signifikant forskel på baseline værdier for hverken højde, vægt, BMI, sum4skin, kondital, glukose, insulin, HOMA-IR eller insulin/glukose-ratio mellem de børn, der deltog i undersøgelsens opfølgning og de frafaldne.

De piger i Ballerup, der deltog i undersøgelsens opfølgning, havde signifikant højere sum4skin ( $p=0,028$ ) end de piger, der faldt fra. Vi fandt ingen forskel på de resterende variable.

De frafaldne piger i Tårnby havde signifikant højere HOMA-IR ( $p=0,021$ ) end de piger fra Tårnby, der deltog i undersøgelsen. Vi fandt ingen forskel på de resterende variable.

#### **Separat analyse af overvægtige børn**

I børnehaveklassen bestod subgruppen af overvægtige af 48 børn, 26 i Ballerup (14 drenge og 12 piger) og 22 i Tårnby (12 drenge og 10 piger). I 3. klasse bestod subgruppen af 42 børn heraf 22 i Ballerup (11 drenge og 11 piger) og 20 i Tårnby (11 drenge og 9 piger). 6 børn frafaldt analysen under testningen i børnehaveklassen eller inden teststart i 3. klasse heraf 4 i Ballerup (3 drenge og 1 pige) og 2 i Tårnby (1 dreng og 1 pige), hvilket svarer til 15,4% af populationen i Ballerup og 9,1% af populationen i Tårnby. Frafaldet af de 6 børn svarer til 12,5% af baseline. Der var ikke signifikant forskel på frafaldet mellem Ballerup og Tårnby.

For hverken drengene eller pigerne i overvægtssubgruppen i både Ballerup og Tårnby var der forskel på højde, vægt, BMI, sum4skin, kondital, [glukose], [insulin], HOMA-IR eller insulin/glukose-ratio mellem de børn, der deltog i hele interventionen og de børn, der faldt fra.

### **Forskel på børn med og uden blodprøver på udvalgte variable**

#### **Baseline - hele populationen**

508 af børnene i den samlede population fik foretaget blodprøve, heraf 313 i Ballerup (174 drenge og 139 piger) samt 195 i Tårnby (103 drenge og 92 piger). 193 fik ikke foretaget en blodprøve heraf 98 i Ballerup (56 drenge og 42 piger) og 95 i Tårnby (39 drenge og 56 piger).

Drengene i Ballerup med manglende bloddata havde signifikant højere sum4skin ( $p=0,028$ ) end de drenge, der gav blod. Dette kan skyldes at det var vanskeligere at

ramme venen hos børn med større fedtlag under huden. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

Der var ikke forskel på de drenge i Tårnby, der gav blod og drengene uden bloddata i Tårnby på nogle af variablene.

Der var ikke forskel på nogen af variablene for de piger, der gav hhv. ikke gav blod i Ballerup.

Pigerne i Tårnby uden bloddata havde en større vægt ( $p=0,001$ ), BMI ( $p=0,002$ ), samt sum4skin ( $p=0,001$ ) og et lavere kondital ( $p=0,042$ ) end de piger i Tårnby der gav blod. Der var ikke forskel på de resterende variable.

### **3. klasse - hele populationen**

455 af børnene i den samlede population fik foretaget blodprøve, heraf 275 i Ballerup (155 drenge og 120 piger), samt 180 i Tårnby (88 drenge og 92 piger). 156 fik ikke foretaget en blodprøve heraf 85 i Ballerup (46 drenge og 39 piger) og 71 i Tårnby (32 drenge og 39 piger).

Der var ikke forskel på nogen af variablene for de drenge i Ballerup og Tårnby der gav blod, sammenlignet med de børn der ikke fik foretaget en blodprøve.

De piger i Ballerup, der fik foretaget blodprøve, havde en lavere sum4skin ( $p=0,043$ ) sammenlignet med de piger, der ikke gav blod. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

De piger i Tårnby, der gav blod, havde et højere kondital ( $p=0,001$ ) end de piger i Tårnby, der ikke fik foretaget blodprøve. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

### **Baseline – fedmesubgruppe**

30 af børnene i den samlede fedmesubgruppe fik foretaget blodprøve, heraf 17 i Ballerup (10 dreng og 7 piger), samt 13 i Tårnby (9 drenge og 4 piger). 17 fik ikke foretaget en blodprøve heraf 8 i Ballerup (3 drenge og 5 piger) og 9 i Tårnby (3 drenge og 6 piger).

De drenge i Ballerup der fik foretaget blodprøve havde en signifikant lavere vægt ( $p=0,023$ ) end de drenge, der ikke fik taget blod. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

Ingen signifikant forskel fandtes på nogen af variablene for børnene i Tårnby og pigerne i Ballerup mellem børn hhv. med og uden bloddata.

### **3. klasse – fedmesubgruppe**

28 af børnene i den samlede fedmesubgruppe fik foretaget blodprøve heraf 14 i Ballerup (8 drenge og 6 piger) samt 14 i Tårnby (8 drenge og 6 piger). 20 fik ikke foretaget en blodprøve heraf 12 i Ballerup (6 drenge og 6 piger) og 8 i Tårnby (4 drenge og 4 piger).

Der var ingen signifikant forskel på nogen af variablene for de børn i Ballerup og Tårnby der fik foretaget hhv. ikke foretaget en blodprøve.

### **Forskel på børn der deltog og ikke deltog i konditest på udvalgte variable**

### **Baseline - hele populationen**

Af den samlede population fik 685 børn målt kondital, heraf 403 i Ballerup (222 drenge og 181 piger) samt 282 i Tårnby (140 drenge og 142 piger). 15 børn deltog ikke i konditesten heraf 7 i Ballerup (7 drenge og 0 piger) og 8 i Tårnby (2 drenge og 6 piger).

Der var ikke signifikant forskel på nogen af variablene for de drenge i Ballerup og Tårnby eller de piger i Tårnby, der deltog i konditesten sammenlignet med de drenge hhv. piger, der ikke deltog i konditesten.

Alle piger i Ballerup deltog i konditesten.

### **3. klasse - hele populationen**

Af den samlede population fik 606 børn målt kondital heraf 358 i Ballerup (200 drenge og 158 piger) samt 248 i Tårnby (120 drenge og 128 piger). 5 børn deltog ikke i konditesten heraf 2 i Ballerup (1 dreng og 1 pige) og 3 i Tårnby (0 drenge og 3 piger)

Vi så ingen signifikant forskel på nogen af variablene for drengene i Ballerup og alle børnene i Tårnby der deltog hhv. ikke deltog i konditesten.

De piger i Ballerup der deltog i konditesten havde en signifikant lavere vægt ( $p=0,006$ ) og BMI ( $p=0,009$ ) sammenlignet med de piger ( $n=1$ ) der ikke fik foretaget en konditest.

### **Baseline – fedmesubgruppe**

Vi fandt ingen signifikant forskel på nogen af variablene på de drenge i Ballerup, der deltog ( $n=13$ ) sammenlignet med de drenge, der ikke deltog i konditesten ( $n=1$ ).

Alle børn i Tårnby samt alle pigerne i Ballerup deltog i konditesten.

### **3. klasse – fedmesubgruppe**

Af den samlede fedmesubgruppe fik 41 børn målt kondital, heraf 21 i Ballerup (11 drenge og 10 piger) samt 20 i Tårnby (11 drenge og 9 piger).

Alle drenge i Ballerup og alle børn i Tårnby deltog i konditesten. 1 pige i Ballerup deltog ikke i konditesten.

Vi fandt ingen signifikant forskel på nogen af variablene på de piger i Ballerup, der deltog hhv. ikke deltog i konditesten.

### **Forskel på børn der løb hhv. ikke løb til udmattelse i konditesten**

#### **Baseline - hele populationen**

Af det samlede antal børn der deltog i løbebåndstesten løb 647 børn til udmattelse, heraf 384 i Ballerup (192 drenge og 171 piger) samt 263 i Tårnby (129 drenge og 134 piger). 37 børn løb ikke til udmattelse heraf 18 i Ballerup (9 drenge og 9 piger) og 19 i Tårnby (11 drenge og 8 piger)

Der var ikke signifikant forskel på hverken drengene eller pigerne i Ballerup, der løb hhv. ikke løb til udmattelse i konditesten på nogen af variablene.

De drenge i Tårnby, der løb til udmattelse, havde signifikant højere glukose ( $p=0,023$ ) og signifikant lavere insulin ( $p=0,016$ ) end de drenge i Tårnby, der ikke løb til udmattelse. Der var ikke forskel på de resterende variable.

De piger der løb til udmattelse i Tårnby var signifikant højere ( $p=0,035$ ) og havde signifikant lavere insulin ( $p=0,05$ ) og HOMA-IR ( $p=0,048$ ) end de piger der ikke løb til udmattelse. Der var ikke signifikant forskel på de resterende variable.

### 3. klasse - hele populationen

Af det samlede antal børn der deltog i løbebandstesten løb 580 børn til udmattelse, heraf 345 i Ballerup (192 drenge og 153 piger) samt 235 i Tårnby (114 drenge og 121 piger). 26 børn løb ikke til udmattelse heraf 13 i Ballerup (8 drenge og 5 piger) og 13 i Tårnby (6 drenge og 7 piger).

Vi fandt ingen signifikant forskel på drengene i Ballerup og alle børnene i Tårnby, der løb hhv. ikke løb til udmattelse.

De piger i Ballerup, der løb til udmattelse havde en signifikant lavere sum4skin ( $p=0,009$ ), end de piger der ikke løb til udmattelse.

### **Baseline – fedmesubgruppe**

#### **Alle drenge i Ballerup og alle piger i Tårnby løb til udmattelse.**

Vi så ingen signifikant forskel på nogen af variablene for drengene i Tårnby der løb ( $n=9$ ) hhv. ikke løb til udmattelse ( $n=3$ ). Der var heller ingen signifikant forskel på nogen af variablene for pigerne i Ballerup der løb ( $n=11$ ) hhv. ikke løb til udmattelse ( $n=1$ ).

### **3. klasse – fedmesubgruppe**

Alle drenge i Ballerup og alle piger i Tårnby løb til udmattelse.

Vi så ingen signifikant forskel på nogen af variablene for drengene i Tårnby der løb ( $n=9$ ) hhv. ikke løb til udmattelse ( $n=2$ ). Der var heller ingen signifikant forskel på nogen af variablene for pigerne i Ballerup, der løb ( $n=9$ ) hhv. ikke løb til udmattelse ( $n=1$ ).

## 1.5 Referenceliste

1. Moller NC, Wedderkopp N, Kristensen PL et al. Secular trends in cardiorespiratory fitness and body mass index in Danish children: The European Youth Heart Study. *Scand J Med Sci Sports* 2006;
2. Wedderkopp N, Froberg K, Hansen HS et al. Secular trends in physical fitness and fatness in Danish 9-year old girls and boys. Odense School child Study and Danish substudy of The European Youth Heart Study. *Scand J Med Sci Sports Exerc* 2004;14:1-6.
3. Biddle S, Sallis JF, Cavill N. Young and active. Biddle S, Sallis JF, Cavill N. 1999;1-149.
4. Saltin B, Pilegaard H. Metabolisk fitness: fysisk aktivitet og sundhed. *Ugeskr Læger* 2002;164:2156-62.
5. Hoppeler H, Fluck M. Plasticity of skeletal muscle mitochondria: structure and function. *Med Sci Sports Exerc* 2003;35:95-104.
6. Klausen K, Andersen LB, Pelle I. Adaptive changes in work capacity, skeletal muscle capillarization and enzyme levels during training and detraining. *Acta Physiol Scand* 1981;113:9-16.
7. Kiens B, Lithell H. Lipoprotein metabolism influenced by training-induced changes in human skeletal muscle. *J Clin Invest* 1989;83:558-64.
8. Turcotte LP. Muscle fatty acid uptake during exercise: possible mechanisms. 15. *Exerc Sport Sci Rev* 2000;28:4-9.
9. Richter EA, Jensen P, Kiens B et al. Sarcolemmal glucose transport and GLUT-4 translocation during exercise are diminished by endurance training 34. *Am J Physiol* 1998;274:E89-E95.
10. Kristiansen S, Gade J, Wojtaszewski JF et al. Glucose uptake is increased in trained vs. untrained muscle during heavy exercise 24. *J Appl Physiol* 2000;89:1151-8.
11. Dela F. On the influence of physical training on glucose homeostasis. 1996;1-41. The Copenhagen Muscle Research Center, Rigshospitalet, Copenhagen.
12. Eiberg S, Hasselstrom H, Gronfeldt V et al. Maximum oxygen uptake and objectively measured physical activity in Danish children 6-7 years of age: the Copenhagen school child intervention study. *Br J Sports Med* 2005;39:725-30.
13. Armstrong N, Welsman JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Sci Rev* 1994;22:435-76.
14. Rowland TW. Developmental exercise physiology. Gilly H. 1996;1-269. Champaign, Illinois, Human Kinetics.

15. Sundberg S. Maximal oxygen uptake in relation to age in blind and normal boys and girls. *Acta Pædiatr Scand* 1982;71:603-8.
16. Morris JN, Heady JA, Raffle PAB et al. Coronary heart-disease and physical activity of work. *Lancet* 1953;1053-7.
17. King AC, Haskell WL, Taylor CB et al. Group- vs home-based exercise training in healthy older men and women. *JAMA* 1991;266:1535-42.
18. Asikainen TM, Miilunpalo S, Oja P et al. Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness? *Br J Sports Med* 2002;36:189-94.
19. Andersen LB, Kjær M, Olsen J et al. Fysisk aktivitet og Sundhed. 2001;19:1-111. København, Sundhedsstyrelsen.
20. Sallis JF, Patterson TL, Buono MJ et al. Relation of cardiovascular disease risk factors in children and adults. *Am J Epidemiol* 1988;127:933-41.
21. Andersen LB, Wedderkopp N, Hansen HS et al. Biological cardiovascular risk factors cluster in Danish children and adolescents. Danish part of the European Heart Study. *Prev Med* 2003;37:363-7.
22. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U et al. Features of the metabolic syndrome are associated with objectively measured physical activity and fitness in Danish children: the European Youth Heart Study (EYHS). *Diabetes Care* 2004;27:2141-8.
23. Sleaf M, Warburton P. Physical activity levels of 5-11-year-old children in England: cumulative evidence from three direct observation studies 4. *Int J Sports Med* 1996;17:248-53.
24. Strong WB, Malina RM, Blimkie CJ et al. Evidence Based Physical Activity for School-age Youth. *J Pediatr* 2005;146:732-7.
25. Sundhedsstyrelsen. Fysisk aktivitet og evidens - livsstilssygdomme, folkesygdomme og risikofaktorer. 2006;København, Schultz distribution.
26. Andersen LB, Harro M, Sardinha LB et al. Physical activity and clustered cardiovascular risk in children: a cross-sectional study (The European Youth Heart Study). *Lancet* 2006;368:299-304.
27. Lee CD, Blair SN, Jackson AS. Cardiorespiratory fitness, body composition, and all-cause and cardiovascular mortality in men. *Am J Clin Nutr* 1999;69:373-80.
28. Farrell SW, Braun L, Barlow CE et al. The relation of body mass index, cardiorespiratory fitness, and all-cause mortality in women. *Obes Res* 2002;10:417-23.
29. Wei M, Kampert JB, Barlow CE et al. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men. *JAMA* 1999;282:1547-53.

30. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ et al. Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women. *New England Journal of Medicine* 2002;347:716-25.
31. Dencker M, Thorsson O, Karlsson MK et al. Daily physical activity and its relation to aerobic fitness in children aged 8-11 years. *Eur J Appl Physiol* 2006;96:587-92.
32. Andersen LB, Haraldsdóttir J. Changes in CHD risk factors with age: a comparison of Danish adolescents and adults. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26:967-72.
33. Gower BA. Syndrome X in children: Influence of ethnicity and visceral fat. *Am J Human Biol* 1999;11:249-57.
34. Moller DE, Kaufman KD. Metabolic syndrome: a clinical and molecular perspective. *Annu Rev Med* 2005;56:45-62.
35. Reaven GM. Syndrome X: 6 years later. *J Int Med* 1994;736 (suppl.):13-22.
36. Reaven GM. The metabolic syndrome: requiescat in pace 24. *Clin Chem* 2005;51:931-8.
37. Grundy SM, Brewer HB, Jr., Cleeman JI et al. Definition of metabolic syndrome: Report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association conference on scientific issues related to definition. *Circulation* 2004;109:433-8.
38. Andersen LB, Boreham CA, Young IS et al. Insulin sensitivity and clustering of coronary heart disease risk factors in young adults. The Northern Ireland Young Hearts Study. *Prev Med* 2006;42:73-7.
39. Pedersen OB. [Management plan for diabetes]. *Ugeskr Laeger* 2004;166:1099.
40. Ford ES, Ajani UA, Mokdad AH. The metabolic syndrome and concentrations of C-reactive protein among U.S. youth. *Diabetes Care* 2005;28:878-81.
41. Cook S, Weitzman M, Auinger P et al. Prevalence of a metabolic syndrome phenotype in adolescents: findings from the third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2003;157:821-7.
42. Hirschler V, Aranda C, Calcagno ML et al. Can waist circumference identify children with the metabolic syndrome? 3. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:740-4.
43. Type 2 diabetes in children and adolescents. American Diabetes Association. *Diabetes Care* 2000;23:381-9.
44. Alberti KG, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification

- of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation. *Diabet Med* 1998;15:539-53.
45. Fletcher B, Gulanick M, Lamendola C. Risk factors for type 2 diabetes mellitus. *J Cardiovasc Nurs* 2002;16:17-23.
  46. Rosenbloom AL, Joe JR, Young RS et al. Emerging epidemic of type 2 diabetes in youth. *Diabetes Care* 1999;22:345-54.
  47. Lipton RB, Drum M, Burnet D et al. Obesity at the onset of diabetes in an ethnically diverse population of children: what does it mean for epidemiologists and clinicians? *Pediatrics* 2005;115:e553-e560.
  48. Ehtisham S, Barrett TG, Shaw NJ. Type 2 diabetes mellitus in UK children--an emerging problem 11. *Diabet Med* 2000;17:867-71.
  49. Poulsen MK, Jacobsen BB. [Type 2 diabetes in children and adolescents]. *Ugeskr Laeger* 2005;167:489-93.
  50. Pinhas-Hamiel O, Dolan LM, Daniels SR et al. Increased incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus among adolescents. *J Pediatr* 1996;128:608-15.
  51. Cruz ML, Shaibi GQ, Weigensberg MJ et al. Pediatric obesity and insulin resistance: chronic disease risk and implications for treatment and prevention beyond body weight modification. *Annu Rev Nutr* 2005;25:435-68.
  52. Mayer-Davis EJ, D'Agostino R, Jr., Karter AJ et al. Intensity and amount of physical activity in relation to insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *JAMA* 1998;279:669-74.
  53. Sinaiko AR, Jacobs DR, Jr., Steinberger J et al. Insulin resistance syndrome in childhood: associations of the euglycemic insulin clamp and fasting insulin with fatness and other risk factors 24. *J Pediatr* 2001;139:700-7.
  54. Viner RM, Segal TY, Lichtarowicz-Krynska E et al. Prevalence of the insulin resistance syndrome in obesity 14. *Arch Dis Child* 2005;90:10-4.
  55. Weiss R, Dziura J, Burgert TS et al. Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *N Engl J Med* 2004;350:2362-74.
  56. Wiegand S, Maikowski U, Blankenstein O et al. Type 2 diabetes and impaired glucose tolerance in European children and adolescents with obesity -- a problem that is no longer restricted to minority groups 27. *Eur J Endocrinol* 2004;151:199-206.
  57. Klein S, Sheard NF, Pi-Sunyer X et al. Weight management through lifestyle modification for the prevention and management of type 2 diabetes: rationale and strategies. A statement of the American Diabetes Association, the North American Association for the Study of Obesity, and the American Society for Clinical Nutrition. *Am J Clin Nutr* 2004;80:257-63.



58. Costacou T, Mayer-Davis EJ. Nutrition and prevention of type 2 diabetes. *Annu Rev Nutr* 2003;23:147-70.
59. Fagot-Campagna A, Pettitt DJ, Engelgau MM et al. Type 2 diabetes among North American children and adolescents: an epidemiologic review and a public health perspective. *J Pediatr* 2000;136:664-72.
60. Hale DE. Type 2 diabetes and diabetes risk factors in children and adolescents 7. *Clin Cornerstone* 2004;6:17-30.
61. Brage S. Objectively measured physical activity and its relation to indices of insulin resistance and the metabolic syndrome in children. 2003;1-98. University of Southern Denmark, Odense, denmark.
62. Chakraborty C. Biochemical and molecular basis of insulin resistance. *Curr Protein Pept Sci* 2006;7:113-21.
63. Hegarty BD, Furler SM, Ye J et al. The role of intramuscular lipid in insulin resistance. *Acta Physiol Scand* 2003;178:373-83.
64. Ryder JW, Gilbert M, Zierath JR. Skeletal muscle and insulin sensitivity: pathophysiological alterations 18. *Front Biosci* 2001;6:D154-D163.
65. Ryder JW, Chibalin AV, Zierath JR. Intracellular mechanisms underlying increases in glucose uptake in response to insulin or exercise in skeletal muscle 14. *Acta Physiol Scand* 2001;171:249-57.
66. Wallace TM, Matthews DR. The assessment of insulin resistance in man. *Diabet Med* 2002;19:527-34.
67. Wojtaszewski JF, Nielsen JN, Richter EA. Invited review: effect of acute exercise on insulin signaling and action in humans 31. *J Appl Physiol* 2002;93:384-92.
68. Goodyear LJ, Kahn BB. Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annu Rev Med* 1998;49:235-61.
69. Kiens B. Skeletal muscle lipid metabolism in exercise and insulin resistance 6. *Physiol Rev* 2006;86:205-43.
70. Haffner SM, Miettinen H. Insulin resistance implications for type II diabetes mellitus and coronary heart disease 186. *Am J Med* 1997;103:152-62.
71. Chakravarthy MV, Booth FW. Eating, exercise, and "thrifty" genotypes: connecting the dots toward an evolutionary understanding of modern chronic diseases. *J Appl Physiol* 2004;96:3-10.
72. Franch J, Aslesen R, Jensen J. Regulation of glycogen synthesis in rat skeletal muscle after glycogen-depleting contractile activity: effects of adrenaline on glycogen synthesis and activation of glycogen synthase and glycogen phosphorylase. *Biochemical Journal* 1999;344:231-5.
73. Richter EA, Nielsen JN, Jorgensen SB et al. Exercise signalling to glucose transport in skeletal muscle 22. *Proc Nutr Soc* 2004;63:211-6.

74. Zierath JR. Exercise effects of muscle insulin signaling and action - Invited review: Exercise training-induced changes in insulin signaling in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology* 2002;93:773-81.
75. Zierath JR. Invited review: Exercise training-induced changes in insulin signaling in skeletal muscle. *J Appl Physiol* 2002;93:773-81.
76. Richter EA. Glucose utilization. Rowell LB, Shepard JT. Exercise: regulation and integration of multiple systems. 1996;912-51. New York, Oxford university Press.
77. Kjaer M. Adrenal medulla and exercise training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998;77:195-9.
78. Manson JE, Rimm EB, Stampfer MJ et al. Physical activity and incidence of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *Lancet* 1991;338:774-8.
79. Schmitz KH, Jacobs DR, Jr., Hong CP et al. Association of physical activity with insulin sensitivity in children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2002;26:1310-6.
80. Petersen JL, McGuire DK. Impaired glucose tolerance and impaired fasting glucose--a review of diagnosis, clinical implications and management 13. *Diab Vasc Dis Res* 2005;2:9-15.
81. Wylie-Rosett J, Herman WH, Goldberg RB. Lifestyle intervention to prevent diabetes: intensive and cost effective 12. *Curr Opin Lipidol* 2006;17:37-44.
82. Dela F, Larsen JJ, Mikines KJ et al. Insulin-stimulated muscle glucose clearance in patients with NIDDM. *Diabetes* 1995;44:1010-20.
83. Houmard JA, Tanner CJ, Slentz CA et al. Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *J Appl Physiol* 2004;96:101-6.
84. Holten MK, Zacho M, Gaster M et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes *Diabetes* 2004;53:294-305.
85. Dela F, Plough T, Handberg A et al. Physical training increases muscle GLUT4 protein and mRNA in patients with NIDDM. *Diabetes* 1994;43:862-5.
86. Wojtaszewski JF, Hansen BF, Gade et al. Insulin signaling and insulin sensitivity after exercise in human skeletal muscle. *Diabetes* 2000;49:325-31.
87. Richter EA, Nielsen JN, Jorgensen SB et al. Signalling to glucose transport in skeletal muscle during exercise 31. *Acta Physiol Scand* 2003;178:329-35.

88. Black SE, Mitchell E, Freedson PS et al. Improved insulin action following short-term exercise training: role of energy and carbohydrate balance. *J Appl Physiol* 2005;99:2285-93.
89. WHO. Diet, nutrition and prevention of chronic diseases. 2003;916 Geneva, WHO.
90. WHO. Global strategy on diet, physical activity and health. 2003;
91. Bendixen H, Holst C, Sorensen TI et al. Major increase in prevalence of overweight and obesity between 1987 and 2001 among Danish adults. *Obes Res* 2004;12:1464-72.
92. Pearson S, Olsen LW, Hansen B et al. [Increase in overweight and obesity amongst Copenhagen schoolchildren, 1947-2003]. *Ugeskr Laeger* 2005;167:158-62.
93. Richelsen B. [Is there an obesity epidemic?] 17. *Ugeskr Laeger* 2005;167:145.
94. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB et al. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr* 1998;132:204-10.
95. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK et al. The relation of childhood BMI to adult adiposity: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 2005;115:22-7.
96. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. *Obes Rev* 2004;5 Suppl 1:4-85.
97. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *British Medical Journal* 2000;320:1240-3.
98. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Grummer-Strawn LM et al. Growth Charts: United States Advance Data from Vital and Health Statistics, no. 314. 2000;Atlanta, National Center for Health Statistics.
99. Goran MI, Driscoll P, Johnson R et al. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr* 1996;63:299-305.
100. Lyon CJ, Law RE, Hsueh WA. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis 7. *Endocrinology* 2003;144:2195-200.
101. Goran MI, Gower BA. Relation between visceral fat and disease risk in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999;70:149S-56S.
102. Larsen TM, Flint A, Heitmann BL. [Prevention of obesity] *Ugeskr Laeger* 2006;168:155-9.
103. Moller NC KP, Andersen LB, Wedderkopp N et al. Secular trends in cardiovascular fitness and overweight in Danish third grade school children. Danish substudy of the European Youth Heart Study. *Scand J Med Sci Sports* 2006;38:000.

104. WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000;894 (i-xii):1-253.
105. Astrup A, Rössner S. Kost og fedme. Astrup A, Garby L, Stender S. Fra molekylær biologi til sociologi. 1997;København, Munksgaard.
106. Wynne K, Stanley S, McGowan B et al. Appetite control 17. J Endocrinol 2005;184:291-318.
107. Astrup A. The Effects of Exercise and Diet on Glucose Intolerance and Substrate Utilization. 2004;
108. Black E, Holst C, Astrup A et al. Long-term influences of body-weight changes, independent of the attained weight, on risk of impaired glucose tolerance and Type 2 diabetes. Diabet Med 2005;22:1199-205.
109. Gortmaker SL, Must A, Perrin JM et al. Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood. N Engl J Med 1993;329:1008-12.
110. Dela F, Larsen JJ, Mikines KJ et al. Insulin-Stimulated Muscle Glucose Clearance in Patients with Niddm - Effects of One-Legged Physical-Training. Diabetes 1995;44:1010-20.
111. Boreham C, Twisk JWR, Murray L et al. Fitness, fatness, and coronary heart disease risk in adolescents: the Northern Ireland Young Hearts Project. Medicine and Science in Sports and Exercise 2001;33:270-4.
112. Dietz WH. Childhood weight affects adult morbidity and mortality. J Nutr 1998;128:411S-4S.
113. Dietz WH. Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. Pediatrics 1998;101:518-25.
114. Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Predictability of childhood adiposity and insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood: the Bogalusa Heart Study. Diabetes 2002;51:204-9.
115. Latner JD, Stunkard AJ. Getting worse: the stigmatization of obese children 8. Obes Res 2003;11:452-6.
116. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK et al. Racial differences in the tracking of childhood BMI to adulthood 4. Obes Res 2005;13:928-35.
117. Johannsson E, Arngrimsson SA, Thorsdottir I et al. Tracking of overweight from early childhood to adolescence in cohorts born 1988 and 1994: overweight in a high birth weight population. Int J Obes (Lond) 2006;30:1265-71.
118. Kvaavik E, Tell GS, Klepp KI. Predictors and tracking of body mass index from adolescence into adulthood: follow-up of 18 to 20 years in the Oslo Youth Study 5. Arch Pediatr Adolesc Med 2003;157:1212-8.

119. Kristensen PL, Wedderkopp N, Moller NC et al. Tracking and prevalence of cardiovascular disease risk factors across socio-economic classes: a longitudinal substudy of the European Youth Heart Study. *Bmc Public Health* 2006;6:20.
120. Andersen LB, Haraldsdóttir J. Tracking of cardiovascular disease risk factors including maximal oxygen uptake and physical activity from late teenage to adulthood. An 8-year follow-up study. *J Int Med* 1993;234:309-15.
121. Petersen KF, Hendler R, Price T et al. <sup>13</sup>C/<sup>31</sup>P NMR studies on the mechanism of insulin resistance in obesity 45. *Diabetes* 1998;47:381-6.
122. Unger RH. Lipotoxicity in the pathogenesis of obesity-dependent NIDDM. Genetic and clinical implications. *Diabetes* 1995;44:863-70.
123. Goodpaster BH, He J, Watkins S et al. Skeletal muscle lipid content and insulin resistance: evidence for a paradox in endurance-trained athletes 36. *J Clin Endocrinol Metab* 2001;86:5755-61.
124. Lee S, Kuk JL, Davidson LE et al. Exercise without weight loss is an effective strategy for obesity reduction in obese individuals with and without Type 2 diabetes 6. *J Appl Physiol* 2005;99:1220-5.
125. Pan DA, Lillioja S, Kriketos AD et al. Skeletal muscle triglyceride levels are inversely related to insulin action. *Diabetes* 1997;46:983-8.
126. Steffensen CH, Roepstorff C, Madsen M et al. Myocellular triacylglycerol breakdown in females but not in males during exercise 2. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002;282:E634-E642.
127. Nuutila P, Knuuti MJ, Maki M et al. Gender and insulin sensitivity in the heart and in skeletal muscles. Studies using positron emission tomography. *Diabetes* 1995;44:31-6.
128. Roden M. Muscle triglycerides and mitochondrial function: possible mechanisms for the development of type 2 diabetes 11. *Int J Obes (Lond)* 2005;29 Suppl 2:S111-S115.
129. Bruce CR, Kriketos AD, Cooney GJ et al. Disassociation of muscle triglyceride content and insulin sensitivity after exercise training in patients with Type 2 diabetes 20. *Diabetologia* 2004;47:23-30.
130. Kelley DE, Goodpaster B, Wing RR et al. Skeletal muscle fatty acid metabolism in association with insulin resistance, obesity, and weight loss. *Am J Physiol* 1999;277:E1130-E1141.
131. Pedersen BK, Steensberg A, Fischer C et al. Searching for the exercise factor: is IL-6 a candidate? *J Muscle Res Cell Motil* 2003;24:113-9.
132. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise 6 *J Appl Physiol* 2005;98:1154-62.

133. Goran MI, Kaskoun M, Shuman WP. Intra-abdominal adipose tissue in young children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1995;19:279-83.
134. Fox K, Peters D, Armstrong N et al. Abdominal fat deposition in 11-year-old children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1993;17:11-6.
135. Pickup JC. Inflammation and activated innate immunity in the pathogenesis of type 2 diabetes 8. *Diabetes Care* 2004;27:813-23.
136. Sjoholm A, Nystrom T. Inflammation and the etiology of type 2 diabetes 8 . *Diabetes Metab Res Rev* 2006;22:4-10.
137. Sjoholm A, Nystrom T. Endothelial inflammation in insulin resistance 12. *Lancet* 2005;365:610-2.
138. Fasshauer M, Paschke R, Stumvoll M. Adiponectin, obesity, and cardiovascular disease 20. *Biochimie* 2004;86:779-84.
139. Jialal I, Devaraj S, Venugopal SK. C-reactive protein: risk marker or mediator in atherothrombosis? 41. *Hypertension* 2004;44:6-11.
140. Yudkin JS, Kumari M, Humphries SE et al. Inflammation, obesity, stress and coronary heart disease: is interleukin-6 the link? 59. *Atherosclerosis* 2000;148:209-14.
141. Helge JW, Stallknecht B, Pedersen BK et al. The effect of graded exercise on IL-6 release and glucose uptake in human skeletal muscle. *J Physiol* 2003;546:299-305.
142. Isasi CR, Deckelbaum RJ, Tracy RP et al. Physical fitness and C-reactive protein level in children and young adults: the Columbia University BioMarkers Study 9. *Pediatrics* 2003;111:332-8.
143. Visser M, Bouter LM, McQuillan GM et al. Low-grade systemic inflammation in overweight children. *Pediatrics* 2001;107:E13.
144. Esler M, Rumantir M, Wiesner G et al. Sympathetic nervous system and insulin resistance: from obesity to diabetes 3. *Am J Hypertens* 2001;14:304S-9S.
145. Hill JO, Wyatt HR. Role of physical activity in preventing and treating obesity 14. *J Appl Physiol* 2005;99:765-70.
146. Di PL, Dziura J, Blair SN. Estimated change in physical activity level (PAL) and prediction of 5-year weight change in men: the Aerobics Center Longitudinal Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:1541-7.
147. Haapanen N, Miilunpalo S, Pasanen M et al. Association between leisure time physical activity and 10-year body mass change among working-aged men and women. *Int J Obesity* 1997;21:288-96.
148. Snethen JA, Broome ME, Cashin SE. Effective weight loss for overweight children: a meta-analysis of intervention studies 2. *J Pediatr Nurs* 2006;21:45-56.

149. Steinbeck KS. The importance of physical activity in the prevention of overweight and obesity in childhood: a review and an opinioin. *Obesity Rev* 2001;2:117-30.
150. Janz KF, Burns TL, Levy SM. Tracking of activity and sedentary behaviors in childhood: the Iowa Bone Development Study. *Am J Prev Med* 2005;29:171-8.
151. Andersen RE, Crespo CJ, Bartlett SJ et al. Relationship of physical activity and television watching with body weight and level of fatness among children: results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA* 1998;279:938-42.
152. Donnelly JE, Jacobsen DJ, Whatley JE et al. Nutrition and physical activity program to attenuate obesity and promote physical and metabolic fitness in elementary school children. *Obes Res* 1996;4:229-43.
153. Luepker RV, Perry CL, McKinlay S et al. Outcomes of a field trial to improve children's dietary patterns and physical activity. the Child and Adolescent Trial for Cardiovascular Health (CATCH). *JAMA* 1996;275:768-76.
154. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE et al. Project SPARK. Effects of physical education on adiposity in children. *Ann N Y Acad Sci* 1993;699:127-36.
155. Heitmann BL, Svendsen OL, Mikkelsen KL et al. Den sundhedsmæssige betydning af tilsigtet væggtab. *Ugeskr Læger* 1997;159:4099-104.
156. Wing RR. Physical activity in the treatment of the adulthood overweight and obesity: current evidence and research issues. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:S547-S552.
157. Ross R, Dagnone D, Jones PJ et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2000;133:92-103.
158. Ross R, Janssen I, Dawson J et al. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obes Res* 2004;12:789-98.
159. Fogelholm M, Kukkonen-Harjula K. Does physical activity prevent weight gain - a systematic review. *Obesity Rev* 2000;1:95-111.
160. Epstein LH, Wing RR, Penner BC et al. Effect of diet and controlled exercise on weight loss in obese children. *J Pediatr* 1985;107:358-61.
161. Madsen CR, Torp-Pedersen CT. [Endothelial dysfunction in metabolic syndrome and the significance of exercise]. *Ugeskr Laeger* 2002;164:2142-5.
162. Sundhedsstyrelsen. Oplæg til national handleplan for svær overvægt. 2003;København, Sundhedsstyrelsen.

163. Hansen SE, Hasselstrom H, Gronfeldt V et al. Cardiovascular disease risk factors in 6-7-year-old Danish children: the Copenhagen School Child Intervention Study. *Prev Med* 2005;40:740-6.
164. Williams CL, Carter BJ, Wynder EL. Prevalence of selected cardiovascular and cancer risk factors in a pediatric population: the 'Know Your Body' project, New York, U.S.A. *Prev Med* 1981;10:226-34.
165. Maiorana A, O'Driscoll G, Taylor R et al. Exercise and the nitric oxide vasodilator system. *Sports Med* 2003;33:1013-35.
166. Floras JS. Epinephrine and the genesis of hypertension. *Hypertension* 1992;19:1-18.
167. Durstine JL, Grandjean PW, Cox CA et al. Lipids, lipoproteins, and exercise. *J Cardiopulm Rehabil* 2002;22:385-98.
168. Frayn KN. Fat as a fuel for exercise. *World Rev Nutr Diet* 1997;82:46-62.
169. Goldstein JL, Brown MS. Molecular medicine. The cholesterol quartet. *Science* 2001;292:1310-2.
170. Turley ML, Skeaff CM, Mann JI et al. The effect of a low-fat, high-carbohydrate diet on serum high density lipoprotein cholesterol and triglyceride. *Eur J Clin Nutr* 1998;52:728-32.
171. Hu FB, Manson JE, Willett WC. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. *J Am Coll Nutr* 2001;20:5-19.
172. St-Onge MP, Keller KL, Heymsfield SB. Changes in childhood food consumption patterns: a cause for concern in light of increasing body weights. *Am J Clin Nutr* 2003;78:1068-73.
173. Packard C, Caslake M, Shepherd J. The role of small, dense low density lipoprotein (LDL): a new look. *Int J Cardiol* 2000;74 Suppl 1:S17-S22.
174. Lyon CJ, Law RE, Hsueh WA. Minireview: adiposity, inflammation, and atherogenesis. *Endocrinology* 2003;144:2195-200.
175. Steinberger J, Moran A, Hong C-P et al. Adiposity in childhood predicts obesity and insulin resistance in young adulthood. *J Pediatr* 2001;138:469-73.
176. Berenson GS, Srinivasan RS, Bao W et al. Association between multiple cardiovascular risk factors and atherosclerosis in children and young adults. *N Engl J Med* 1998;338:1650-6.
177. Freedman DS, Serdula MK, Srinivasan SR et al. Relation of circumferences and skinfold thicknesses to lipid and insulin concentrations in children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 1999;69:308-17.
178. Ribeiro JC, Guerra S, Oliveira J et al. Body fatness and clustering of cardiovascular disease risk factors in Portuguese children and adolescents. *Am J Hum Biol* 2004;16:556-62.



179. Kavey RE, Daniels SR, Lauer RM et al. American Heart Association guidelines for primary prevention of atherosclerotic cardiovascular disease beginning in childhood. *Circulation* 2003;107:1562-6.
180. Tolfrey K, Campbell IG, Jones AM. Intra-individual variation of plasma lipids and lipoproteins in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1999;79:449-56.
181. Berenson GS, Wattigney WA, Tracy RE et al. Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons 6 to 30 years and studied at necropsy (the Bogalusa Heart Study). *Am J Cardiol* 1992;70:851-8.
182. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan RS et al. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: The Bogalusa heart study. *Pediatrics* 1999;1175-82.
183. Lambert M, Paradis G, O'loughlin J et al. Insulin resistance syndrome in a representative sample of children and adolescents from Quebec, Canada. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:833-41.
184. Brage S, Wedderkopp N, Ekelund U et al. Objectively measured physical activity correlates with indices of insulin resistance in Danish children. The European Youth Heart Study (EYHS). *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:1503-8.
185. Wedderkopp N, Froberg K, Hansen HS et al. Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness. *Pediatr Exerc Sci* 2003;15:419-22.
186. Lauer RM, Lee J, Clarke WR. Factors affecting the relationship between childhood and adult cholesterol levels: The Muscatine Study. *Pediatrics* 1988;82:309-18.
187. Berenson GS, Wattigney WA, Tracy RE et al. Atherosclerosis of the Aorta and Coronary-Arteries and Cardiovascular Risk-Factors in Persons Aged 6 to 30 Years and Studied at Necropsy (the Bogalusa Heart-Study). *American Journal of Cardiology* 1992;70:851-8.
188. Raitakari OT, Juonala M, Kähönen M et al. Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood. *JAMA* 2003;290:2277-83.
189. Li S, Chen W, Srinivasan RS et al. Childhood risk factors and carotid vascular changes in adulthood. The Bogalusa Heart study. *JAMA* 2003;290:2271-6.
190. Vanhala M, Vanhala P, Kumpusalo E et al. Relation between obesity from childhood to adulthood and the metabolic syndrome: population based study. *BMJ* 1998;317:319.
191. Andersen LB, Hasselstrøm H, Grønfelt V et al. The relationship between physical fitness and clustered risk, and tracking of clustered risk from

- adolescence to young adulthood: eight years follow-up in the Danish Youth and Sport Study. *Int J Behav Nutr Phys Fitness* 2004;1:6.
192. Twisk JWR, Kemper HCG, Mechelen Wv et al. Tracking of risk factors for coronary heart disease over a 14-year period: a comparison between lifestyle and biologic risk factors with data from the Amsterdam Growth and Health Study. *Am J Epidemiol* 1997;145:888-98.
  193. NIH. Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. *JAMA: The Journal of the American Medical Association* 2001;285:785-95.
  194. CDC. Consensus Development Conference: Diagnosis, Prophylaxis, and treatment of Osteoporosis. *Am J Med* 1993;94:646-50.
  195. Baroncelli GI, Bertelloni S, Sodini F et al. Osteoporosis in children and adolescents: etiology and management. *Paediatr Drugs* 2005;7:295-323.
  196. Mosekilde L. Aldersforandringer i knoglers brudstyrke. *Månedsskr Prakt Lægegern* 1998;76:1029-38.
  197. Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC, Jr. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *J Clin Invest* 1988;81:1804-9.
  198. Seeley DG, Browner WS, Nevitt MC et al. Which fractures are associated with low appendicular bone mass in elderly women? The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Ann Intern Med* 1991;115:837-42.
  199. Cummings SR, Black DM, Nevitt MC et al. Bone density at various sites for prediction of hip fractures. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Lancet* 1993;341:72-5.
  200. Goulding A, Jones IE, Taylor RW et al. More broken bones: a 4-year double cohort study of young girls with and without distal forearm fractures. *J Bone Miner Res* 2000;15:2011-8.
  201. Goulding A, Jones IE, Taylor RW et al. Bone mineral density and body composition in boys with distal forearm fractures: a dual-energy x-ray absorptiometry study. *J Pediatr* 2001;139:509-15.
  202. Kelly PJ, Morrison NA, Sambrook PN et al. Genetic influences on bone turnover, bone density and fracture. *Eur J Endocrinol* 1995;133:265-71.
  203. Specker BL. The significance of high bone density in children. *J Pediatr* 2001;139:473-5.
  204. Davies JH, Evans BAJ, Gregory JW. Bone mass acquisition in healthy children. *Archives of Disease in Childhood* 2005;90:373-8.
  205. Nelson DA, Norris SA, Gilsanz V. Childhood and Adolescence. Favus MJ. *Primer on the Metabolic Bone Diseases and Disorders of Mineral Metabolism*. 2006;Sixth:55-63. Washington, D.C, The American Society for Bone and Mineral Reseach.
  206. Malina RM, Bouchard C. Growth, Matruation and Physical Activity. 2004;SecondChampaign, Human Kinetics.

207. Molgaard C, Thomsen BL, Prentice A et al. Whole body bone mineral content in healthy children and adolescents. *Archives of Disease in Childhood* 1997;76:9-15.
208. Bailey DA, Faulkner RA, McKay HA. Growth, physical activity, and bone mineral acquisition. Bouchard C. *Physical activity, fitness, and health.* 1994;2nd:233-67. Campaign, Human Kinetics.
209. Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL et al. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res* 1999;14:1672-9.
210. Bachrach LK. Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence. *Trends Endocrinol Metab* 2001;12:22-8.
211. Carrie-Fassler AL, Bonjour JP. Osteoporosis as a pediatric problem. *Pediatr Clin North Am* 1995;42:811-24.
212. Bass S, Delmas PD, Pearce G et al. The differing tempo of growth in bone size, mass, and density in girls is region-specific. *J Clin Invest* 1999;104:795-804.
213. Javaid MK, Cooper C. Prenatal and childhood influences on osteoporosis. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2002;16:349-67.
214. Webster SSJ. *Structure and Function of Bone Tissue.* Bronner F, Worrell RV. *Orthopaedics. Principles of basic and clinical sciences.* 1999;3-28. Florida, CRC Press LLC.
215. Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL et al. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res* 1999;14:1672-9.
216. Khan K, McKay HA, Kannus P et al. Physical activity and bone health. 2001;Campaign, Human Kinetics.
217. Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone formation by applied dynamic loads. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66:397-402.
218. Ehrlich PJ, Lanyon LE. Mechanical strain and bone cell function: a review. *Osteoporos Int* 2002;13:688-700.
219. Haapasalo H, Kannus P, Sievnen H et al. Long-term unilateral loading and bone mineral density and content in female squash players. *Calcif Tissue Int* 1994;54:249-55.
220. MacKelvie KJ, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? a systematic review. *Br J Sports Med* 2002;36:250-7.

221. Khan K, McKay HA, Haapasalo H et al. Does childhood and adolescence provide a unique opportunity for exercise to strengthen the skeleton? *J Sci Med Sport* 2000;3:150-64.
222. Karlsson MK. Physical activity, skeletal health and fractures in a long term perspective. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2004;4:12-21.
223. Gutin B, Kasper MJ. Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention ? a review. *Osteopor Int* 1992;2:55-69.
224. Forwood MR, Burr DB. Physical activity and bone mass: exercise infutility ? *Bone Mineral* 1993;21:89-112.
225. Nordström P, Pettersson U, Lorentzon R. Type of physical activity, muscle strength, and pubertal stage as determinants of bone mineral density and bone area in adolescent boys. *J Bone Miner Res* 1998;13:1141-8.
226. Morris FL, Naughton GA, Gibbs JL et al. Prospective ten-month exercise intervention in premenarcheal girls: positive effects on bone and lean mass. *J Bone Miner Res* 1997;12:1453-62.
227. Bradney M, Pearce G, Naughton G et al. Moderate exercise during growth in prepubertal boys: changes in bone mass, size, volumetric density, and bone strength: a controlled prospective study. *J Bone Miner Res* 1998;13:1814-21.
228. McKay HA, Petit MA, Schultz RW et al. Augmented trochanteric bone mineral density after modified physical education classes: a randomized school-based exercise intervention study in prepubescent and early pubescent children. *J Pediatr* 2000;136:156-62.
229. Weststrate JA, Deurenberg P. Body composition in children: proposal for a method for calculating body fat percentage from total body density or skinfold-thickness measurements [published errata appear in *Am J Clin Nutr* 1991 Aug;54(2):428 and 1991 Sep;54(3):590]. *Am J Clin Nutr* 1989;50:1104-15.
230. Kemper HC. Role of the pediatric exercise scientist in physical education, sports training and physiotherapy 56. *Int J Sports Med* 2000;21 Suppl 2:S118-S123.
231. Trudeau F, Espindola R, Laurencelle L et al. Follow-up of participants in the Trois-Rivieres Growth and Development Study: Examining their health-related fitness and risk factors as adults 13. *Am J Human Biol* 2000;12:207-13.
232. Sallis JF, McKenzie TL, Alcaraz JE. Habitual physical activity and health-related physical fitness in fourth-grade children. *Sports Med* 1993;147:890-6.
233. Jensen K, Jorgensen S, Johansen L. A metabolic cart for measurement of oxygen uptake during human exercise using inspiratory flow rate. *Eur J Appl Physiol* 2002;87:202-6.

234. Boreham CAG, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *J Sports Sci* 2001;19:915-29.
235. Wareham NJ, Wong MY, Day NE. Glucose intolerance and physical inactivity: the relative importance of low habitual energy expenditure and cardiorespiratory fitness. *Am J Epidemiol* 2000;152:132-9.
236. McMurray RG, Bauman MJ, Harrell JS et al. Effects of improvement in aerobic power on resting insulin and glucose concentrations in children. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:132-9.
237. Sawada SS, Lee IM, Muto T et al. Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men 1. *Diabetes Care* 2003;26:2918-22.
238. Wei M, Gibbons LW, Mitchell TL et al. The association between cardiorespiratory fitness and impaired fasting glucose and type 2 diabetes mellitus in men. *Ann Intern Med* 1999;130:89-96.
239. Boreham C, Riddoch C. The physical activity, fitness and health of children. *Journal of Sports Sciences* 2001;19:915-29.
240. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE et al. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159:963-8.
241. Nassis GP, Papantakou K, Skenderi K et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls 3. *Metabolism* 2005;54:1472-9.
242. Wabitsch M, Hauner H, Hertrampf M et al. Type II diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Caucasian children and adolescents with obesity living in Germany 22. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28:307-13.
243. Deforche BI, De Bourdeaudhuij IM, Tanghe AP. Attitude toward physical activity in normal-weight, overweight and obese adolescents 1. *J Adolesc Health* 2006;38:560-8.
244. Radziuk J. Insulin sensitivity and its measurement: structural commonalities among methods. *J Clin Endocrinology and Metabolism* 2000;85:4426-33.
245. UKPDS 33. Intensive blood-glucose control with sulphonylureas or insulin compared with conventional treatment and risk of complications in patients with type 2 diabetes (UKPDS 33). *Lancet* 1998;352:837-53.
246. Hanson RL, Pratley RE, Bogardus C et al. Evaluation of simple indices of insulin sensitivity and insulin secretion for use in epidemiologic studies. *Am J Epidemiol* 2000;151:190-8.

247. Wallace TM, Levy JC, Matthews DR. Use and abuse of HOMA modeling. *Diabetes Care* 2004;27:1487-95.
248. Uwaifo GI, Fallon EM, Chin J et al. Indices of insulin action, disposal, and secretion derived from fasting samples and clamps in normal glucose-tolerant black and white children 11. *Diabetes Care* 2002;25:2081-7.
249. Rasmussen S, Petersen TA, Madsen M. [Body height of 6-15-year-old school children measured in the period 1986/1987 to 1996/1997. Compared with Danish measurements in 1971/1972]. *Ugeskr Læger* 2002;164:5011-5.
250. Thomsen BL, Ekstrøm CT, Sørensen TIA. Development of the obesity epidemic in Denmark: cohort, time and age effects among boys born 1930-1975. *Int J Obesity* 1999;23:693-701.
251. Larsen LO. From starving Lamphreys and voracious toads to lipogenesis and development of obesity in human beings. 2001;
252. Wedderkopp N, Andersen LB, Hansen HS et al. Fedme blandt børn - med særlig vægt på danske forhold. *Ugeskr Læger* 2001;163:2907-12.

## 2 Børnenes kropskompetance, selvopfattelse, motorik og læseevne

Af Vivian Grønfeldt



### 2.1 Introduktion

Børns opvækstvilkår og livsformer har gennem de seneste år været i voldsom forandring ikke blot i Danmark men i den vestlige verden som helhed. Det er ændringer i helt grundlæggende vilkår som øget institutionalisering, ændrede legemønstre og transportformer, der gør sig gældende. For både børn og voksne kan det have konsekvenser i retning af at den daglige tilværelse gennemgående er præget af mindre brug af kroppen og et lavere fysisk aktivitetsniveau i almindelighed. Hvilket igen kan være af betydning for forandringer i konditionsniveau (VO<sub>2</sub> max), BMI og fedmeforekomst.(Møller et al., 2006;Wedderkopp et al., 2004), samt at livsstilsrelaterede sygdomme nu kan spores i form af forstadier helt ned i 9 årsalderen (Wedderkopp, 2001). Et lavere niveau mht. kondition, samt stigning i BMI og fedme forekomst kan ses som et udtryk for at børn bruger deres krop mindre i hvert fald i konditionsstimulerende og mere energikrævende sammenhænge, men måske også i almindelighed. Mange idrætslærere, trænere, pædagoger og forældre giver udtryk for bekymring for børns motoriske færdigheder og udvikling, nogle mener ligefrem at børns motoriske færdigheder er blevet dårligere de senere år. Situationen har betydet, at der er stor opmærksomhed på fysisk aktivitet ud fra et sundheds- og forebyggelsesmæssigt perspektiv i befolkningen som helhed og blandt børn og unge i særdeleshed (Pedersen & Saltin, 2005).

Men kunne der være andre konsekvenser af mindre fysisk aktivitet f.eks. med hensyn til børns udvikling, læring og trivsel i bredere forstand?

Forskere og teoretikere har bl.a. på baggrund af f.eks. Jean Piaget teorier(Vejleskov, 1999a) baseret deres arbejde på at børns kognitive udvikling er en relation mellem kropslige sansninger, bevægelser og handlinger og som en udløber af dette har forskere i mange år undersøgt sammenhænge mellem børns bevægelse/koordination og deres kognitive udvikling (Ayres, 1979;Cratty,

1979;Stenberg, 1992). Her ses motorik og koordination som tæt koblet til kognition og derfor antages motorisk træning/bevægelse at være en mulig vej til at styrke barnets kognitive udvikling, hovedsageligt i tilfælde hvor den kognitive udvikling ikke er alderssvarende eller mangelfuld.

Andre forskere argumenterer for at fysisk aktivitet i sig selv fremmer læring (Sibley & Etnier, 2003) og andre igen peger på fysiske handlinger og kropslig-kinæstetik som dels lærings veje og dels selvstændige intelligensformer blandt flere andre (Gardner, 1983;Hansen, 1998).

Ud over et sundhedsperspektiv på børn og krop/fysisk aktivitet kan der altså identificeres kognitive og læringsteoretiske perspektiver, hvor krop, bevægelse og fysisk aktivitet er centrale temaer.

Hvis man derudover tilføjer at forskning peger på at leg og fysisk aktivitet er væsentlige arenaer for personlig og social udvikling, så er der flere vigtige områder ud over rent fysiologisk funktionelle og sundhedsmæssige i et barneliv, der kan blive berørt af mere eller mindre bevægelse og fysisk aktivitet.

Der kan således være gode grunde til at undersøge om mere fysisk aktivitet tilrettelagt i skoleregi bl.a. med henblik på positiv indflydelse på børnenes selvopfattelse og deres sociale kompetencer har betydning for børns personlige, sociale – og læringsmæssige situation og dermed i et bredere sundheds-trivselsmæssigt perspektiv.

I den humanistiske del af Ballerup-Tårnby undersøgelsen også kaldet ”The Copenhagen School Child Intervention Study” (CoSCIS) vil undertegnede undersøge hvad et øget timetal i folkeskolens idrætsundervisning betyder for børnenes motoriske udvikling, læseindlæring og forskellige personlige forhold som selvopfattelse og problemadfærd i skolen.

Ballerup-Tårnby undersøgelsen er i sit udgangspunkt tværfaglig idet metoder og teorigrundlag udspringer af både naturvidenskabelige og humanistiske videnskabstraditioner. Dette har stillet specielle krav til arbejdet i sin helhed helt fra begyndelsen.

Et andet forhold er at epidemiologiske undersøgelser af denne størrelsesorden, der beror på et følsomt forhold mellem politikere i de berørte kommuner, ansatte i disse kommuner og ikke mindst de konkrete børn og forældre over en årrække stiller helt specielle krav til kommunikation og forvaltning af store mængder oplysninger og data. Det er med andre ord meget arbejdskrævende og dermed kostbart at gennemføre denne type undersøgelser.

Nærværende undersøgelse er et bidrag, der forhåbentligt kan danne afsæt for debat og inspirere til yderligere interesse og måske forskning indenfor dette meget væsentlige område – i dansk kontekst.



## 2.2 Baggrund for undersøgelsen



I mange af Danmarks kommuner har børnene i folkeskolernes yngste klasser i de senere år oplevet at deres samlede ugentlige timetal er sat op til 25 lektioner om ugen. I langt de fleste kommuner bliver de ekstra lektioner brugt til dansk- og/eller matematikundervisning.

Ballerup kommune vedtog at benytte en sådan udvidelse af lektionerne til at fordoble timetallet i idræt for alle kommunens elever fra bh. kl. til og med 3. klasse. Dette skulle gælde fra august 2000. Eleverne har således fra bh.kl. til og med 3.klassetrin fået 4 idrætslektioner om ugen inklusive teoretisk sundhedsundervisning. Deres idrætslærere har i den samme årrække fået i alt 21 lektioners efteruddannelse. Halvdelen som teori- og halvdelen rettet mod idrætspraksis.

Der fremstod således en unik mulighed for en undersøgelse af eventuelle lærings- og sundhedsmæssige effekter af et udvidet timetal i faget idræt, hvis en relevant sammenlignelig kommune ville medvirke.

Tårnby og Ballerup kommuner kan med rimelighed sidestilles på en række forhold. Begge kommuner har op til og i undersøgelsesperioden været socialdemokratisk ledet.

Indbyggertallene var pr.1. januar 2000 i Tårnby 39.402 og i Ballerup 45.317, hvoraf henholdsvis 11,1% og 11,6% udgøres af 7-16 -årige. I Tårnby er 17,2% af de 0-17 -årige børn af enlige forsørgere, medens denne gruppe udgør 18,6% i Ballerup. Befolkningssammensætningen afviger en smule i de to kommuner mht antallet af statsborgere fra Norden, EU og 3.verdenslande idet Tårnby i år 2000 husede 3,96% medens Ballerup husede 5,59%.

Der var således i 2003 henholdsvis 6,9% to-sprogede elever i Tårnbys og 11,2% i Ballerup kommuners skoler. Tal fra år 2003 er opgivet, da det ikke har været muligt at finde tal fra år 2000.

I begge kommuner bor 100% af befolkningen i bymæssig bebyggelse på trods af at Tårnby kommunes areal er næsten dobbelt så stort som Ballerup kommunes. Der er altså væsentlige landlige ubebyggede arealer i Tårnby kommune.

Tårnby har 8 skoler og Ballerup 10 med et gennemsnitligt elevtal i 2000 på 523 og 501. Kommunerne havde en gennemsnitlig klassekvotient på henholdsvis 22,13 og 21,58 med en bruttoudgift pr. folkeskoleelev i Tårnby på 46.471 kr. og 49.335 kr. i Ballerup. Både skolestørrelse og gennemsnitlig klassekvotient samt bruttoudgifter pr. elev i folkeskolen lå over landsgennemsnittet i 2000. Tårnby kommune havde en privatskole frekvens på 8,5%, Ballerup kommune på 9,2% begge under landsgennemsnittet. Alle tal er hentet september 2005 på Indenrigs- og Sundhedsministeriets hjemmeside over kommunale nøgletal [www.noegletal.dk](http://www.noegletal.dk)

På denne baggrund blev Tårnby kommunes kommunalbestyrelse kontaktet. Via skolebestyrelserne i kommunen gav kommunalbestyrelsen i Tårnby tilladelse til at skolerne kunne medvirke og eleverne på årgangen kunne kontaktes.

Tårnby kommune har gennem hele perioden fastholdt det af undervisningsministeriets fastsatte lektions tal for faget idræt for den involverede årgang.

Ved forælder møder på samtlige skoler i begge kommuner, blev alle forældre og børnehaveklasseledere på årgangen informeret om indholdet af undersøgelsen og havde samtidig lejlighed til at debattere og stille spørgsmål. I de efterfølgende uger modtog familierne en skriftlig redegørelse om undersøgelsen og det konkrete indhold, sammen med en blanket til skriftligt tilsagn til deres barns medvirken. Proceduren er godkendt af den videnskabetiske komité i København case nr. KA00011gm.

## 2.3 Problemstillinger



De centrale forskningstemaer i den humanistiske del af undersøgelsen søger at belyse følgende problemstillinger:

- **Hvilken betydning har en intervention med dobbelt antal idrætstimer igennem tre år for børns udvikling mht. motorik, læsning, deres sociale færdigheder og problemadfærd og børnenes selvvaluerede kompetencer indenfor kropslige og akademiske områder?**
- **I hvilken udstrækning kan der identificeres sammenhænge mellem børnenes motoriske præstation og læse færdighed?**
- **Hvilken betydning har interventionen haft på denne relation?**
- **Er der relation mellem børnenes selvopfattelse mht. kropslig kompetence og motorisk kompetence samt læreres vurderinger af børnenes idrætsfaglige standpunkt samt forældrenes grad af bekymring for børnenes motorik og fysiske form?**
- **Er der relation mellem børnenes selvopfattelse mht. akademisk kompetence og læsefærdigheder samt læreres vurderinger af børnenes akademiske standpunkt?**

## 2.4 Forskningsmæssigt og teoretisk afsæt

De følgende afsnit er et billede af det forskningsmæssige afsæt for Ballerup Tårnby undersøgelsen, både empirisk og mht. teoretiske mekanismer bag sammenhænge. Undervejs vil der blive gjort opmærksom på forhold, der kan være afsæt for misforståelser eller -tolkninger, som måske ligger til grund for evt. mytedannelser i forholdet mellem motorik og kognition.

### 2.4.1 Motorik og kognition

Sammenhæng mellem motorik og kognition og forskellige motorisk/kropsligt baserede behandlingsforslag i forbindelse med forskellige læringsvanskeligheder har været udgangspunkt for megen forskning med forskellige teoretiske og metodemæssige udgangspunkter igennem de seneste næsten 100 år.

Motoriske problemer er beskrevet i litteraturen som en del af syndromet ”motor deficiency” første gang i 1911 (Pedersen, 2002). En række andre navne på motoriske problemer er siden hen blevet brugt f.eks. apraxia, dyspraxia, physical awkwardness og clumsiness (Pedersen, 2002). Motoriske problemer indgår som symptom i en række andre syndromer som f.eks. Minimal Brain Damage (MBD) udtrykket bruges ikke længere og er hovedsageligt i Norden afløst af Deficit in Attention, Motor control and Perception (DAMP) og Attention Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD).

I 1987 blev betegnelsen Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD) indført i ”Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders” fra The American Psychiatric Association (DSM-III-R). I udgaven fra 1994 er ADHD yderligere differentieret i tre hovedgrupper (APA, 1994). I samtlige diagnoser indgår afvigelser i både motoriske og kognitive elementer i syndromerne.

Siden 1987 har diagnosen Developmental Co-ordination Disorder (DCD) figureret i APA manualen.

#### Kriterierne for DCD

*“Performance in daily activities that require motor coordination is substantially below that expected given the person’s chronological age and measured intelligence...that significantly interferes with academic achievement or daily living... and is not due to a general medical condition ... or meet criteria for a Pervasive Developmental Disorder” (APA, 1994).*

Dette syndrom er karakteristisk ved at hævde ikke-afvigelse på det kognitive område som en del af kriterierne. Der har således igennem de seneste 30 år været stor opmærksomhed på forholdet mellem bevægelse/motorisk kunnen og kognitive forhold og de problemer som afvigelser kan give for børn og unge.

I Danmark bruges dels ovennævnte diagnoser, men også udtryk som fumlere og tumlere (Lier & Michelsen, 1978) børn med dårlig motorik (Brodersen & Pedersen, 1994; Holle, 1987) og børn med usikker motorik (Gjessing, 1999).

Relationen mellem motorisk kunnen og kognitive forhold, og de problemer afvigelser kan afstedkomme, har været afsæt for megen forskning og praksis rettet mod at imødegå eller afhjælpe afvigelser og forebygge problemer.

Motorisk træning eller perceptuel motorisk stimulering kan være bygget op omkring mange forskellige bevægelsesmæssige koordinative forhold f.eks. øje-hånd, krydsmønsterbevægelser, statisk og dynamisk balance og/eller en ambition om at integrere forskellige sansemodaliteter.

En række ofte neuropsykologisk og - fysiologisk baserede teorier og praktikker er udviklet siden 1950’erne. I amerikansk litteratur identificeres mindst 12 teorier (Thomas et al., 1994) f.eks. Sansintegrationstræning (Ayres, 1979), Movigenics

theory (Barsh, 1965), Perceptuel-motorisk theory (Kephart, 1960), Perceptuel-motorisk udvikling (Cratty, 1969), Doman-Delacato-terapi (Delacato, 1959).

Det er relevant at se på den forskning, der er foregået blandt børn med forskellige kognitive- og indlæringsproblemer og dårlig motorik, da problemfeltet kan have medvirket til at udvikle og fastholde en opfattelse i en del pædagogisk praksis, der hævder at man direkte kan afhjælpe nogle kognitive indlæringsproblemer med motorisk træning eller måske forebygge at de opstår.

Der kan dokumenteres svage til moderate sammenhænge mellem motorisk kompetence og kognitiv funktion, dog aftagende med stigende alder (Kirkendall, 1986). Men på trods af en del forskning har behandlings- og træningsstrategier, der i en række tilfælde udspringer af de ovennævnte teorier eller kombinationer heraf, haft vanskeligt ved at opnå valid videnskabelig dokumentation for deres effekter på det kognitive område (Moser, 2000; Thomas et al., 1994). Jean Ayres Sensory Integration Theory (Ayres, 1979), der er en af de mest udbredte herhjemme, er blandt disse (Mulligan, 2000).

#### 2.4.2 Hvad er problemet?

At der kan dokumenteres svage til moderate sammenhænge mellem motorisk kompetence og kognitiv funktion, dog aftagende med stigende alder (Kirkendall, 1986) betyder ikke, at der er årsagssammenhæng mellem de to forhold, kun at de i nogen udstrækning optræder samtidig. I den pædagogiske praksis kan korrelationelle forskningsresultater muligvis være blevet fortolket som kausale (Moser, 1998; Moser, 2000) og udbredt til også at gælde f.eks. blandt børn med indlæringsproblemer med eller uden motoriske problemer.

Denne situation kan være medvirkende til at man forsøger at imødekomme kognitive og akademiske indlæringsproblemer blandt børn i almindelig skole med perceptuel-motorisk træning f.eks. balance og øje-hånd koordination eller sanseintegrationsstimulering f.eks. svinge-, gyngelege o.l. Det har som nævnt vist sig vanskeligt at dokumentere kognitiv effekt af interventionerne og strategien anses i dag som værende i bedste fald udokumenteret og i nogle tilfælde afvist (Kavale & Mattson, 1983; Sallis et al., 1999; Thomas et al., 1994).

Thomas Moser konkluderer således på spørgsmålet om hvilken relation der findes mellem motorik og kognitiv læring:

*At her gjenstår der fortsat mye forsknings- og utviklingsarbeid. Sikkert er: at utvikling af et højt kognitivt læringsnivå krever, ved siden af genetiske forutsetninger, handlinger der man bruker de kognitive processene som skal forbedres. Om dette går bedre eller dårligere vha bevegelse, kan for tiden ikke besvares (Moser, 2000).*

Dette kan ikke tages til indtægt for at motorisk træning ikke har sin nødvendighed.

Børn der har motoriske problemer, har et selvstændigt problem her og nu. Selv om en del vokser fra det (Cantell et al., 1994) er det kun de færreste, hvis der ikke gøres en målrettet indsats (Geuze & Börger, 1993; Kadesjö, 2000; Losse et al., 1991; Pless, 2001; Rasmussen & Gillberg, 2000). Motorisk usikkerhed eller mangelfulde fysiske færdigheder er socialt stigmatiserende blandt børn (Evans & Roberts, 1987) og har betydning for børnenes opfattelse af social accept (Rose et al., 1994).

Børn med motoriske problemer har således brug for at gennemføre relevant træning, der kan give alderssvarende bevægelsesudvikling og lære dem relevante fysiske færdigheder, men eventuelle kognitive eller andre indlæringsproblemer kan man ikke forvente vil profitere direkte af en sådan indsats.

I Danmark foregår og har der foregået mange initiativer hvor motorisk træning/stimulering bliver tilbudt børn, der har enten motoriske problemer, indlæringsproblemer eller begge dele. Ambitionen er ofte ud over at imødekomme motoriske problemer, at afhjælpe eller forebygge indlæringsproblemer, specielt læseproblemer, eller at børnene bliver udelukket fra leg og socialt samvær. Oftest bliver projekterne ikke beskrevet og evalueret systematisk. En undtagelse er på trods af manglende kontrolgruppe f.eks. initiativet på Ådalsskolen i Esbjerg (Koch, 1997).

Specielt Britta Holle (Holle, 1987) har været afsæt for mange initiativer og videreudviklinger både i teoretisk fundamentering og i praksis (Brodersen & Pedersen, 1994) (Gjessing, 1999). Især Gudrun Gjessing står for en fortsat udvikling og udbredelse af indsats og opmærksomhed på børn med motoriske problemer. Det er imidlertid vanskeligt umiddelbart at tage hendes arbejde til indtægt, for at indlæringsproblemer direkte kan imødekommes med motorisk-perceptuel stimulering.

At en sådan fortolkning har kunnet finde udbredelse kan, som tidligere nævnt eventuelt begrundes i en fortolkning af korrelative forhold – altså at to forhold har tendens til at optræde samtidig, som kausale – altså at det ene forhold er årsag til det andet forhold (Moser, 2000). Desuden kan en argumentation også tage afsæt i en fortolkning af f.eks. udviklingspsykologen Jean Piagets teori om barnets udvikling af kognition som tæt koblet til kropslige erfaringer (Vejleskov, 1999a; Vejleskov, 1999b).

Herhjemme har en række hjerne- og neurofysiologisk funderede teoretikere siden 1980'erne stærkt advokeret for kroppens centrale rolle i den kognitive udvikling og læring generelt og dermed i almen pædagogisk praksis f.eks. Sten Larsen (Larsen & Parlenvi, 1984) og Keld Fredens (Fredens, 1989; Fredens, 1990a; Fredens, 1990b) og Mogens Hansen (Hansen, 1998).

Generelt er disse nyere læringsteorier båret frem i opposition til tidligere teorier om læring som en abstrakt refleksiv proces, der kan forløbe som en mere eller mindre passiv overføring mellem f.eks. en underviser og en elev. Teorierne peger overordnet på læring som en interagerende dynamisk proces båret af konkrete intentionelle handlinger både intellektuelt og fysisk hos den lærende i almindelighed. Teorierne kan imidlertid dårligt tages til indtægt for at specifik isoleret motorisk-perceptuel træning kan afhjælpe indlæringsproblemer.

Dog har Steen Larsen og Poul Parlenvi med bogen ”Børns liv og læsning” i 1982 (Larsen & Parlenvi, 1982) været stærkt medvirkende til at øge opmærksomheden på nye forskningsbaserede teorier om udviklingen af den menneskelige hjerne og dennes betydning for undervisning af specielt børn med læseproblemer. De hævder her at motorisk træning af f.eks. basale krydsmønsterbevægelser og øjnenes motorik kan understøtte en evt. mangelfuldt udviklet/brugt cerebral integration, som igen kan være en af flere forudsætninger for muligheden for at lære at læse. Se også Steen Larsens artikel fra 1983 hvor der direkte peges på motorik træning som en hjælp i undervisningen af børn med læseproblemer (Larsen, 1983). Derfor er det

ikke overraskende at en sådan fortolkning og praksis har og fortsat finder sted i den danske folkeskole.

Hvis man antager et bredere syn på bevægelse i retning af fysisk aktivitet med mulige fysiologiske effekter alt afhængigt af intensitet, varighed og frekvens, peger forskning dog alligevel på fordelagtige relationer mellem fysisk aktivitet og læring. Da netop dette er Ballerup-Tårnby undersøgelsen overordnede problemstilling skal der i de to følgende afsnit kort redegøres for den seneste forskning dels i forholdet mellem kortvarig livlig fysisk aktivitets betydning for umiddelbart efterfølgende måling af kognitive variable blandt børn og unge og dels i forholdet mellem længerevarende (uger, måneder, år) fysisk aktivitet og forandringer i kognitive variable i form af resultater i f.eks. læse-, matematik- og sprogttest.

### 2.4.3 Sammenhænge mellem fysisk aktivitet og læring

Forskning i kortvarig livlig – ofte kaldet, akut fysisk aktivitets betydning for kognitive variable er ikke omfangsrig, især ikke blandt børn uden diagnoser. Viden er derfor fortsat under opbygning og der advares mod at drage for definitive og vidtrækkende konklusioner (Tomprowski, 2003).

Desuden er både omfanget og motiveringen for forskningen, metoder og resultater forskellige, afhængig af om der er tale om børn med diagnoser f.eks. ADHD, indlærings- eller adfærdsproblemer, autisme o.l. eller børn uden diagnoser. Selv om der kan argumenteres for relevansen af denne viden om børn med diagnoser, da nogle af disse findes enkeltintegrerede i almindelige skoler, vil der i det følgende kun blive fremlagt forskning med børn uden diagnoser som deltagere.

Forskning i akut fysisk aktivitets betydning for kognitive funktioner blandt børn uden diagnoser, er ofte ansporet af bekymring, idet børnene umiddelbart efter f.eks. idrætstimer eller længere pauser kan være eksalterede og ”overtændte” hvilket kunne udgøre en potentiel hindring for efterfølgende læring (Tomprowski, 2003).

En anden drivkraft for forskning i forholdet mellem fysisk aktivitet og læring er at der i Amerika op igennem 1960'erne og 70'erne skete en kraftig fokusering på akademiske færdigheder bl.a. med den konsekvens at praktisk musiske områder blev beskåret. Idrætsundervisning blev således i mange stater valgfrit for grundskolerne og da faget er økonomisk mht specialuddannet personale, faciliteter og forsikringer, var her et oplagt sted at finde ressourcer til en øget indsats på de akademiske fagområder (Sibley & Etnier, 2003). En del forskning kan således ses som et led i argumentationen for at fastholde idrætsfaget som en obligatorisk del i grundskolerne i konkurrence med akademiske fag. Efterfølgende har den kraftige stigning i bl.a. fedmeforekomsten aktualiseret sundhedsmotionsperspektivet som drivkraft dels i forskningen i børn og fysisk aktivitet og dels i curriculumdiskursen i Amerika.

#### 2.4.3.1 Børn, akut fysisk aktivitet og læring

Tomprowski gennemgår i sit seneste review 4 studier med mellem 96 og 177 deltagere mellem 11 og 12 år gamle om akut fysisk aktivitet. Konklusionen er, at livlig fysisk aktivitet ikke har forstyrrende effekter for børnenes præstationer i kognitive test (f.eks. matematik opgaver og reaktions test) – snarere tværtimod. Børn, der havde gennemført aktiviteter med klare aerobiske energikrav af længere varighed f.eks. 40-50 minutter, havde bedre kognitive resultater end børn, der ikke havde været fysisk aktive og børn, der havde været fysisk aktive i kortere tid

(Tomporowski, 2003). Reviewet forholder sig ikke til hvor længe evt. positive kognitive effekter af akut fysisk aktivitet holder sig blandt børn uden diagnoser.

#### 2.4.3.2 Børn, fysisk aktivitet over tid og læring

Tre store epidemiologiske interventionsundersøgelser, der mht. design, valg af parametre, aldersgruppe og interventionsform kan sammenlignes med Ballerup-Tårnby undersøgelsen har gennem de seneste 30 år påpeget at fysisk aktivitet i bredere forstand kan være fordelagtig mht. akademisk læring blandt børn og unge fra almenpopulation. I det efterfølgende afsnit refereres studierne kort for at tegne et billede af design, forskelle og hovedkonklusioner.

#### 2.4.3.3 Trois Rivières Growth and Development Study

Fra 1970 til 1976 gennemførte man i Quebec, Canada et longitudinelt studie. Her blev 546 børn fulgt fra 1. til 6. skoleår. Børnene var 6-8 år ved interventionens start. Interventionen bestod af 5 x 60 minutters ekstra idrætsundervisning om ugen ud over den obligatoriske idrætsundervisning.

Undervisningen var rettet mod kredsløb og muskulær udholdenhed og gennemført af specialuddannede lærere. Kontrolgruppen modtog de obligatoriske 40 minutters idrætsundervisning af ikke specialuddannet personale Kontrolgruppen modtog almindelig undervisning i den tid interventionsgruppen modtog idrætsundervisning svarende til 13-14% af undervisningstiden. (Shephard et al., 1980;Shephard et al., 1984;Shephard, 1997).

Interventionsgruppen opnåede over de fem år signifikante forbedringer i forhold til kontrolgruppen i fitness og motoriske egenskaber, men også m.h.t. karakterer givet i klassen i fransk, matematik, engelsk (på de ældste klassetrin) og opførsel (Shephard, 1997).

Studiet er et kontrolleret interventionsstudie med en markant intervention over en lang årrække og med et relevant antal deltagere. Dog er både interventionsgruppe og kontrolgruppe elever på de samme klassetrin på samme skoler. Dette kan have inspireret lærere og elever i kontrolgrupperne til mere fysisk aktivitet, hvilket i så fald ville have begrænset eventuelle forskelle i fysiologiske og akademiske mål. På samme måde kan lærernes begejstring for interventionen have givet sig udslag i højere karaktergivning i de akademiske fag blandt børn, der er med i interventionen. Studiet kunne være stærkere med adskillelse mellem interventions- og kontrolgruppe eller et randomiseret valg af klasser og endelig ved at gøre brug af standardiserede test på de akademiske områder.

Opfølgning på dette studie, da deltagerne var blevet 35 år gamle, påviser svage men signifikante ( $p < 0,05$ ) korrelationer mellem børnene i interventionsgruppen og tilbøjelighed til at være fysisk aktiv som voksen (mere end tre gange pr. uge). Tid brugt i organiserede idrætstilbud opnåede tracking effekt for drengenes vedkommende, medens høj-intens fysisk aktivitet i ikke-organiserede aktiviteter for pigernes vedkommende udviser en vis tracking. Derudover bekræfter opfølgingsstudiet, at forældres fysiske aktivitetsniveau, medens børnene er små, ikke har signifikant betydning for børnenes tilbøjelighed til at være fysisk aktive som voksne (Trudaeu et al., 2004).



#### 2.4.3.4 The South Australia Study

Som det første af en række studier (Maynard et al., 1987) gennemførtes i 1977 et randomiseret kontrolleret studie med mere end 500 børn med gennemsnitsalder 10,2 år fra 7 skoler i Adelaide. Hensigten var at undersøge effekten af forskellige interventioner i form af fysisk aktivitet rettet mod positive effekter på henholdsvis hjerte-kar risikofaktorer og akademisk præstation målt ved standardiserede test i læsning og matematik samt vurdering af klasserumsadfærd (Dwyer et al., 1979; Dwyer et al., 1983).

Klasserne blev fordelt i tre grupper. Kontrolgruppen fastholdt den for området sædvanlige 3x30 minutters idrætsundervisning pr. uge med fokus på færdigheder og kompetence i lege og spil uden specifikt fokus på kredsløbs og udholdenheds elementer, medens en interventionsgruppe gennemførte samme type program i 1 time og 15 minutter hver dag. Sidste interventionsgruppe gennemførte et tilsvarende program med samme frekvens og tidsrum, men med fokus på kredsløbseffekter og muskeludholdenhed. Interventionen forløb over 14 uger, under tæt observation af forskerne for at sikre fastholdelse af interventionen.

Ud over positive resultater mht. signifikant ( $p < 0,05$ ) reduktion af skindfoldstykkelser for begge interventionsgrupper og øgning af udholdenhed målt på cykelergometer for sidstnævnte interventionsgruppe, fandtes ikke yderligere signifikante fysiologiske resultater. Resultaterne af de standardiserede akademiske test og klasserumsadfærd viste at børnene i interventionsgrupperne nåede grænsesignifikante forbedringer i klasserumsadfærd og samme niveau i standardiserede matematik og læse-tests som kontrolgruppen på trods af 45 minutters mindre undervisningstid daglig (Dwyer et al., 1983).

Dette studie har også en markant intervention, men kun over en 14 ugers periode. Studiet benytter standardiserede test og alle test er gennemført under ledelse af folk, der ikke havde kendskab til om børnene var med i interventionen eller ej.

Som et resultat af dette studie indførte alle skolerne i 1978 et curriculum med et kombineret indhold fra de to interventionsgrupper, men stadig 1 time og 15 minutter hver skoledag, dette betød at i 1980 havde mange børn fulgt et program med indhold svarende til interventionen i to år.

For at undersøge langtidseffekter af interventionen deltog 216 børn i 1980, med gennemsnitsalder 10,3 år fra 5 af de oprindelige skoler med tilsvarende sociodemografiske baggrundsvariable som i 1977, i en række målinger af de samme variable. Der viste sig yderligere en signifikant ( $p < 0,05$ ) reduktion af skindfold og øgning af udholdenhed målt ved cykelergometer. Børnene tenderede bedre præstation i en standardiseret matematik test, men opnåede ikke signifikans (Dwyer et al., 1983)

Studiet viser således yderligere forbedringer på et par væsentlige fysiologiske områder og ingen nedgang i matematik præstation på trods af reduceret undervisningstid over to år.

Selv om børnene i opfølgingsstudiet har tilsvarende sociodemografisk baggrund og alder på testtidspunktet, kan der stilles spørgsmål til langtidseffekterne målt på en anden gruppe børn. Der kan være væsentlige forandringer i deres umiddelbare omgivelser, selv om det kun drejer sig om tre år.

#### 2.4.3.5 Sports, Play, and Active Recreation for Kids (SPARK)

James F. Sallis og medarbejdere gennemførte i begyndelsen af 1990'erne et to-årigt interventionsstudie i Southern California. I alt deltog 1538 børn fra 7 skoler, børnenes gennemsnitsalder ved baseline var 9,5 år. Efter stratificering m.h.t. etnicitet er klasserne tilfældigt fordelt i tre grupper

I en gruppe underviste specialuddannede idrætslærere eleverne i et til interventionen udviklet koncept "Sports, Play and Active Recreation for Kids" (SPARK). I den anden gruppe underviste klassernes egne "classroom teachers" (samme lærer underviser i hovedparten af de fag klassen har) efter et kursus i SPARK konceptet. I den tredje gruppe underviste "classroom teachers" i idræt. Ingen af disse skoler havde før interventionen haft idrætsuddannede lærere ansat og heller ikke et idrætspensum.

SPARK konceptet rettede sig både mod fysisk aktivitet i skolen og udenfor skoletiden i form af forælder involvering. I skoletiden blev der minimum undervist tre gange om ugen. En standard lektion bestod af 30 minutter med henholdsvis 15 minutters intensiv fysisk aktivitet og 15 minutter målrettet mod idrætslige færdigheder også med høj fysisk intensitet.

Via direkte observationer fandt man, at i forhold til kontrolklasserne, der pr. uge i gennemsnit brugte 38 min. på idrætsundervisning, brugte de efteruddannede "classroom teachers" 92 min (241%) og de specialuddannede 109 min. (286%) på idrætsundervisning.

Udover væsentlig mere tid med intens fysisk aktivitet for børnene i begge interventionsgrupper, var der, dog kun for pigerne i interventionsgrupperne, signifikante ( $p < 0,05$ ) forbedringer i 2 ud af 5 fysiologiske mål (tid for løb af 1 mile og sit-ups/min.). De tydeligste aktivitetsmæssige og fysiologiske forandringer fremstod i interventionsgrupper undervist af specialuddannede idrætslærere (Sallis et al., 1997b).

Derudover resulterede interventionen i fastholdelse af børnenes akademiske niveau målt ved standardiserede og normrefererede test i læsning, matematik, sprog samt en kombineret score i "Basic Battery", på trods af at en væsentlig del af børnenes undervisningstid i interventionsgrupperne er brugt på idrætsundervisning, medens børnene i kontrolgruppen er undervist i andre skolefag.

Børn undervist af "classroom teachers" opnåede den bredeste effekt, idet børnene i deres klasser både opnåede fysiologiske effekter og positive tendenser (dvs  $0,1 > p > 0,5$ ) i sprogtest, læsning og "Basic Battery" effekter (Sallis et al., 1999).

#### 2.4.3.6 Metaanalyser fysisk aktivitet og kognition

Der er naturligvis gennemført yderligere forskning, som kan opsummeres i form af metaanalyser eller reviews.

Den seneste kendte metaanalyse om forholdet mellem fysisk aktivitet og kognition/læring blandt børn er publiceret i 2003 af Sibley og Etnier. Analysen indeholder 125 effektsizes fra 44 studier heriblandt resultater fra ovennævnte studier Trois Rivieres Study, the South Australia Study og SPARK. Metaanalysen resulterer i en samlet gennemsnits effektsize på 0,32 (SD=0,27). Hvilket med forsigtighed kan betegnes som lille til moderat (Coe, 2002).

Når man undersøger moderatører i metaanalyser kan det have flere årsager, i første omgang for at se om f.eks. nogle aldersgrupper ser ud til at være specielt berørt af den effekt der undersøges, altså om effekten er forskellig for forskellige strata. En anden ting er, at nogle målemetoder kan være så forskellige i deres indhold, at det ikke giver mening at betragte dem under et. I begge tilfælde er en nærmere analyse af de bagvedliggende studier ønskelig. En tredje ting er at der kan være en tilbøjelighed til at studier, der ikke har signifikante (positive) resultater, ikke publiceres og dermed kan et review eller en metaanalyse, som ikke inddrager disse være præget af dette.

I Sibley og Etienes metaanalyse undersøges i hvilken udstrækning deltagernes alder, publikationsstatus og den målemetode man har anvendt mht. kognitive variable har betydning for størrelsen af forskelle i det enkelte studies undersøgelsesresultater. Studiet konkluderer som nævnt, at der er signifikant ( $p < 0,05$ ) positiv effekt af fysisk aktivitet og kognitiv funktion. Desuden konkluderes det, at arten af kognitive mål har betydning for resultaterne i de enkelte studier og at der er forskelle i effekten afhængig af børnenes alder. Metaanalysen opdeler de kognitive mål i 8 forskellige kategorier, hvoraf de syv første opnåede signifikans ( $p < 0,05$ ). Den største effektsize opnår ”perceptuelle færdigheder”, fulgt af kategorien ”andre” som bl.a. rummer kreativitets test og kombinerede testbatterier, igen fulgt af ”modenheds- og skoleparathedstest” og IQ sammen med specielt konstruerede ”achievement” test, medens matematik, ord test og hukommelse opnåede ringe effektsizes. Der er således et meget bredt spektrum af mål for kognition, der både rummer snævre kognitive mål og mere situationstilpassede, der peger helt specifikt på det konkrete undervisningsindhold.

Mht. alder så opnår den mellemste aldersgruppe (middel-school-age) den største effekt, fulgt af den yngste aldersgruppe (young elementary-age group) og med de ældste (older elementary and high school students) med den mindste, men dog stadig signifikante effekt (Sibley & Etner, 2003).

#### 2.4.3.7 Bunkeflo-projektet

Uden for denne metaanalyse og ud over disse epidemiologiske peer-reviewede interventionsstudier er der i Sverige i Bunkeflostrand mellem 1999 og 2002 gennemført et tre-årigt kvasiexperimentelt interventionsstudie blandt 251 børn, medens de gik i 1.2. og tredje klasse. Studiet retter sig mod motorisk træning/fysisk aktivitet i form af idrætsundervisning i skolen og betydninger for koncentrationsevne samt præstationer i svensk og matematik (Ericsson, 2003).

Børnene i interventionsgruppen havde fysisk aktivitet hver dag af 45 minutters varighed – i modsætning til kontrolgruppens 2x45 minutter pr. uge igennem tre år.. Interventionsgruppen har således haft 135 minutter ekstra fysisk aktivitet om ugen under ledelse af grundskolelærere i 3 lektioner og foreningstrænere i 2 lektioner. På baggrund af screeningstest fik 9 børn (4%) med meget lav motorisk kompetence ekstra motorisk træning yderligere 45 minutter pr. uge oven i de 5x45 minutter.

Studiet påviser at fysisk aktivitet giver børnene i interventionsgruppen signifikant ( $p < 0,05$ ) bedre motorik, målt ved screeningstesten MUGI (Ericsson, 2003) og især børnene med meget lavt udgangspunkt har profiteret motorisk af fysisk aktivitet og motorisk træning. Der kunne ikke identificeres sikre forskelle mht koncentrationsformåen, målt vha Connors adfærdsskala for aldersgruppen (Connors, 1999). Medens der findes bedre præstationer på nogle af de undersøgte

variable i svensk og matematik, hovedsageligt for børn med et lavt udgangspunkt mht motorisk status. I studiet manes til forsigtighed mht til rækkevidden af konklusionerne. Denne del af studiet er så vidt vides ikke publiceret i peer-reviewet form.

#### 2.4.3.8 Opsamling

Der er således en del forskning som peger på fordelagtigheden af fysisk aktivitet i forbindelse med læring hos børn i almenpopulation. Selv om metaanalysens samlede effektsize måske ikke umiddelbart er overbevisende kan den set i lyset af både personlige og samfundsøkonomiske gevinster uddannelses- og sundhedsmæssigt være relevant.

Der er ikke klare kausale sammenhænge og det er vanskeligt at opnå mere end moderate korrelative resultater i undersøgelser af sammenhænge mellem kognitive og motoriske forhold. Dette kan tale for at mere komplekse modeller skal opstilles for at få ide om årsagssammenhænge. Det taler også for at forklaringsmekanismerne indeholder forhold som kan virke både medierende og modererende eller begge dele afhængigt af situation og kontekst.

#### 2.4.4 Forklaringsmodeller om forholdet mellem fysisk aktivitet og læring

Forholdet mellem fysisk aktivitet og læring er undersøgt og beskrevet ved hjælp af forskellige teorier og med forskellige videnskabelige metoder og der er etableret et stort antal bud på relationen.

Sibley og Etnier identificerer to brede hovedkategorier (Sibley & Etnier, 2003). En fysiologisk baseret kategori som f.eks. øget blodgennemstrømning i hjernen, strukturelle ændringer i hjernen og ændringer i neuro-transmittere, forhøjet arousal niveau samt en lærings- udviklings kategori, der især hos yngre børn er baseret på Piagets teorier, som kobler bevægelse og kognitiv udvikling sammen. Læser man Piagets arbejde og teorier og især fokuserer på hans syn på barnet som aktivt skabende, agerende i udviklingen af egne erkendelsesstrukturer, kan det hænde, at man overser de interaktive, sociale aspekter i hans konstruktioner og arbejde (Vejleskov, 1999a). Måske er det det, der sker, når Sibley og Etnier foreslår, at hvis man søger efter mekanismer i forhold til fysiologiske modeller kan man med fordel inddrage fysiologisk belastende variable, medens en lærings – udviklings baseret model med fordel kan inddrage bevægelses/koordinative elementer, i begge tilfælde bliver personlige, sociale og kontekstuelle sider af læring og udvikling ikke synlige.

Thomas Moser identificerer to tilsvarende perspektiver i form af et sansemotorisk perspektiv samt et neurofysiologisk, og derudover et psykologisk perspektiv og deraf afledte forskningsstrategier (Moser, 2000). Han tilføjer, at der kan være nye muligheder for det sansemotoriske perspektiv i forholdet mellem bevægelse og kognitiv udvikling via de nye teknologiske muligheder indenfor neurofysiologien.

Det neurofysiologiske perspektiv er drevet af nye hjernescannings teknologier. Her ses at motorisk aktivitet faciliterer hjernen og nervesystemets struktur og funktionalitet. Her er stor aktuel forskningsaktivitet og ny viden afdækkes kontinuert. Hjernescanninger er kostbare og begrænsede af store apparater, som kræver laboratoriefaciliteter. Samtidig kræver scanninger, at deltagerne er fikserede. En større del af forskningen er gennemført på dyr og ikke umiddelbart

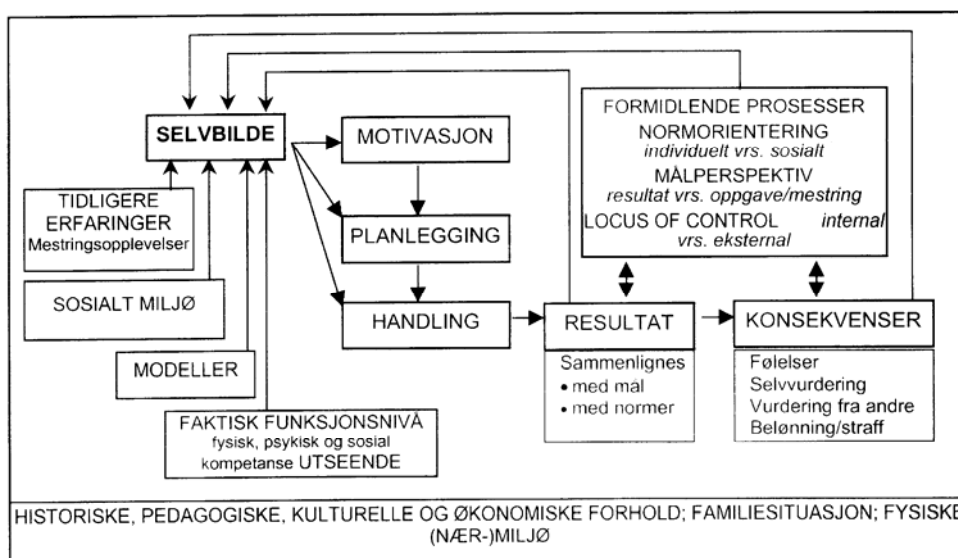
overførbar til mennesker. Disse teknologier er således vanskelige i et epidemiologisk undersøgelsesdesign. Der eksisterer en gensidig inspiration og udveksling mellem neurofysiologisk - psykologisk forskning og det psykologiske perspektiv. For nærmere uddybning se f.eks. Gade, Anders "Hjerneprocesser Kognition og Neurovidenskab" (Gade, 1999).

Derudover peger Moser, som nævnt på et psykologisk perspektiv som vil blive nærmere beskrevet i det følgende afsnit.

#### 2.4.5 Socialpsykologisk perspektiv

Ud fra et socialpsykologisk perspektiv kan der sandsynliggøres en indirekte relation mellem læring og fysisk aktivitet via påvirkninger af psykologiske forhold i social kontekst.

Følgende model er opstillet af Moser og baseret på empirisk forskning.



Figur 1. Viktige forhold som påvirker utviklingen barns selvbilde og som påvirkes av det. (Moser, 2000)

Mosers model gjør ikke krav på at være fyldestgørende eller endegyldig, men er bygget op over empiriske forskningsresultater fra social psykologien både den hovedsakelig europæisk baserede sociologiske socialpsykologi og den hovedsakelig nordamerikansk baserede psykologiske socialpsykologi (Hagger & Chatzisaratis, 2005).

Det centrale tema i Mosers model er selvbilde – eller selvopfattelse, der sættes som udgangspunkt for motivation, planlægning og handling og i sidste ende også bliver det medierende led eller filter som resultater og konsekvenser sammen med tidligere erfaringer samt kontekstuelle strukturer sendes igennem, inden nye oplevelser og erkendelser lejes, som personliggjort udvikling, erfaring, læring om f.eks. selvet og andet, som herefter i en eller anden udstrækning er forandret. Dermed bliver selvopfattelse og motivation, samtidig med at det er forskellige temaer også koblet meget tæt.

Der kan på den måde argumenteres for en indirekte sammenhæng mellem fysisk aktivitet og kognitive processer som forudsætninger for selvopfattelse, motivation og læring. Netop denne indirekte relation skyder en række forhold ind som enten fremmer eller hæmmer relationen eller begge dele afhængig af situationen, hvilket kan være årsag til at der ikke er fundet mere end svage til moderate korrelationer. Hvilket også er en årsag til, at vi har valgt at benytte forskellige variable i undersøgelsen, der hver især kan være et led i en sådan kompleks relation mellem fysisk aktivitet og læring. Vi har således valgt at benytte variable fra væsentlige kilder i børnenes læringsmæssige situation og børnenes selvopfattelse i tilknytning hertil.

En stor del af den forskning, der ligger bag Mosers model er udviklet og gennemført ud fra ønsket om at øge, regulere eller fastholde menneskers fysiske aktivitetsniveau. Dele af den forskning er således drevet af bekymring for børn, unge og voksnes stadig stigende inaktive livsform og de følger dette kan medføre og er rettet mod at øge og fastholde menneskers fysiske aktivitetsniveau – ud fra et sundhedsperspektiv. En anden del er forskning i fysisk aktivitets betydning for mennesker med psykiske tilstande eller diagnoser i forbindelse med behandling og håndtering af disse tilstande (1993). Begge dele kommer til udtryk på engelsk i ”Exercise Psychology” og på dansk vel nærmest i sundhedspsykologien (Elsass, 1993). Andre dele er fra idrætspsykologien, på engelsk ”Sport Psychology”. Disse forskningsfelter har motivation og regulering af motivation og adfærd som et væsentligt omdrejningspunkt. Ofte benyttes en social kognitiv teoriramme, hvor motivation opfattes som en proces, hvor en intentionel og rationel person bliver motiveret eller demotiveret gennem at reflektere over sin kompetence/indsats i forbindelse med opnåelse af færdigheder/læring og/eller adfændsændringer, indenfor et givent område. Processen indeholder således et mønster der igangsætter, retter, vedligeholder og regulerer holdninger, handlinger og adfærd knyttet til fysisk aktivitet, motion og træning (Roberts, 2001).

Der er imidlertid væsentlige forhold i den nævnte forskning som gør, at resultater og teorikonstruktioner skal drages ind i en dansk sammenhæng med omtanke.

Deltagerne i Ballerup-Tårnby undersøgelsen er børn, der ved baseline er 6-7 år gamle og ved endline 9-10 år. Samtidig foregår interventionen i skolekontekst og langt størstedelen af data er indsamlet på børnenes skoler eller via deres skoler. I hvilken udstrækning en dansk skolekontekst for disse aldersgrupper er præstationsdrevet og konkurrencepræget i sin helhed eller specielt indenfor nogle fag, sammenlignet med en engelsk/amerikansk tilsvarende, kan vi kun gætte på. Der findes så vidt vides ingen sammenlignende undersøgelser af disse forhold, men en helt subjektiv vurdering af, at der i hvert fald er forskel, har bl.a. begrundet pilotarbejde med ”Om mig selv” spørgeskemaerne til børnene.

Det er oplagt at præstationer også vurderes og sammenlignes i en dansk skoledagligdag, men også sandsynligt at det foregår mindre åbenlyst og rutinemæssigt end i en engelsk/amerikansk skoledagligdag.

En del af de nævnte teorier og den tilknyttede forskning indenfor ”Sport and Exercise Psychology” udspringer således af andre kontekster og andre deltagere, så resultater derfra bør opfattes med disse forhold i tankerne.

Til brug for denne undersøgelse er valgt teorigrundlag, der tager udgangspunkt i dels aldersgruppen, dels at interventionen foregår i skolekontekst og at der er et vist

præstationspres, som børnene ikke kan "undslå" sig. Børnene kan ikke umiddelbart forlade hverken skolen eller undervisningen, hvilket betyder, at de i almindelighed ikke har den store direkte indflydelse på form og indhold.

På disse præmisser bliver Susan Harters kompetence baserede teorier om motivation (Harter, 1978) og hendes arbejde med differentiering og dokumentering af selvopfattelse i et udviklingsperspektiv (Harter, 1999) grundlaget for denne undersøgelse, selv om hun ikke direkte har arbejdet med sammenhænge til og betydning af fysisk aktivitet for selvopfattelse. Hendes teorikonstruktioner og forskning er imidlertid grundlag for en række andre forskere, der har taget udgangspunkt her i deres arbejde med børn og unge i sportens og idrætsmæssige sammenhænge se f.eks. review om Thelma S. Horn og Maureen R. Weiss (Horn, 2004). En del af deres arbejde vil sammen med de for Ballerup-Tårnby undersøgelsen væsentligste elementer i Harters teorikonstruktion og forskning kort blive beskrevet i følgende afsnit.

#### 2.4.6 Fysisk aktivitet og selvopfattelse

Børns og unges selvopfattelse, "self-concept" - beskrives som det overordnede og generelle billede af hvem man er og hvad man kan (Fox, 2000) - har længe været genstand for empirisk forskning. Selvopfattelse fremstilles generelt i teorierne som multidimensionalt med øget kompleksitet med stigende alder og er især hos yngre børn knyttet til bevægelse og fysisk aktivitet (Harter, 1982; Harter & Pike, 1984), (Marsh, 1996; Marsh et al., 1991; Marsh et al., 1994)

Børn og unges selvopfattelse har betydning for deres mestringsstrategier, håndtering af oplevelser af succes og nederlag og motivation og kan derfor også ses som en væsentlig indikator for livskvalitet og trivsel (Harter, 1999).

Med hensyn til bevægelse, fysisk aktivitet, træning samt mental sundhed har den fysiske selvopfattelse vist sig at være et væsentligt og konsistent element i selvopfattelse generelt (Fox, 2000) og i absolut størsteparten af samtlige teoretiske og empiriske konstruktioner af begreber om selvopfattelse indgår kroppen, bevægelse og fysisk aktivitet/handlinger i en eller anden udtrækning, som et grundlæggende element..

Mosers overordnede model om selvopfattelse ligger fint i forlængelse af f.eks. Susan Harters dybtgående og mangeårige arbejde med "global self-worth" og underordnede domænespecifikke kompetencevurderingers betydning for udvikling af motivation og trivsel i et livslangt perspektiv (Harter, 1996) (Harter, 1999). Disse mere underordnede og mere domænespecifikke og lidt mindre stabile vurderinger af eget værd eller kompetencer er kilder til, det der på engelsk kaldes "self-esteem" og som er den værdi eller valeur som individet tillægger sit overordnede "self-concept", "global self-worth" og selvopfattelse, det man på dansk kunne kalde selvtillid.

Selvopfattelse baseres således på og skabes af de underliggende domæner og den vurdering disse tillægges af den enkelte. Med hensyn til voksne resumerer Fox (2000) på baggrund af forudgående forskning en opdeling i et akademisk og et ikke-akademisk område. Hvor det ikke-akademiske igen differentieres i sociale, emotionelle og fysiske domæner, hvoraf det fysiske igen opdeles i fysisk kompetence og udseende, der igen differentieres helt ned i enkelt situationer knyttet til bestemte handlinger og f.eks. klædedragt. Denne øgede differentiering

følges af en tilsvarende reduktion i stabilitet og betydning af vurderingerne for højere rangerende niveauer.

Hvor mange dimensioner og hvilke, samt deres indbyrdes hierarkiske relation og forholdet til en overordnet og mere konsistent selvopfattelse, eksisterer der fortsat divergerende opfattelser (Marsh et al., 1991), ligesom differentierings grad og situationsafhængighed, forholdet mellem hvor henholdsvis generelle og/eller kortvarige betydninger perceptioner i de enkelte dimensioner f.eks. det kropslige/fysiske område har for selvopfattelse er under intens udforskning (Hagger & Chatzisaratis, 2005)

Harters teorikonstruktion baserer sig på at børns (og voksnes) verbaliserede selvopfattelse etableres og korrigeres i en dynamisk kombination af sociale og kognitive processer (Harter, 1996; Harter, 1999) og tilhører af den grund til gruppen af social-kognitive teorier (Weiss & Raedeke, 2004) s.46).

Harter har vist, at børn i 4-7 årsalderen ikke udtrykker hvad hun benævner ”Global self-worth” på lige fod med ældre børn, teen-agere og voksne, men at de i beskrivelser af sig selv skelner mellem et antal forskellige domæner i billedstøttede enkelt interview. Harter finder blandt børn i denne aldersgruppe to hovedfaktorer, hver bestående af to mindre klart adskilte underdomæner. Den ene er en kompetencefaktor, som består af et kognitivt og et kropsligt domæne og den anden er en socialfaktor, som består af mødre/forældres accept og kammeraters accept (Harter & Pike, 1984). Efterfølgende forskning understøtter at børn i 5-8 årsalderen udtrykker en multidimensional selvopfattelse (Granleese & Joseph, 1994; Harter & Pike, 1984; Marsh et al., 1991; Marsh et al., 1994).

Netop evnen til at skelne mellem egen kompetence og vigtigheden af at være kompetent på det givne område er et af de væsentlige kognitive elementer set i et udviklingsperspektiv i Harters teorikonstruktion (Harter, 1999).

Harter viser i sin forskning at børn først omkring 8 års alderen er i stand til at udtrykke en overordnet ”global self-worth” og samtidig gradvist bliver i stand til at skelne mellem vurdering af egen kompetence indenfor et givent domæne, og så hvor væsentligt denne kompetence er for dem (Harter, 1982; Harter, 1990; Harter & Pike, 1984; Marsh et al., 1991).

Et andet forhold er i hvilken udstrækning børnene er i stand til at relatere sig til den faktiske virkelighed – altså hvor gode de rent faktisk er i forhold til en absolut eller ”objektiv” norm. Mindre børns selv-evalueringer på det fysisk/kropslige område opnår kun ringe sammenhæng til eksterne mere ”objektive” normer som f.eks. læreres vurderinger og faglige prøver (Horn & Amorose, 1998; Horn & Weiss, 1991), dette forhold etableres først i teen-age alderen gennem et stadieforløb (Fry, 2000). Samme overvejelser har ført til at man i Danmark sætter spørgsmålstegn ved i hvilken udstrækning børn i 7 årsalderen afgiver korrekte og meningsfulde svar ved medvirken i spørgeskemaundersøgelser med reflektivt indhold (Andersen & Kjærulff, 2003; Larsen, 2002; Ottosen, 2002).

Harter konstaterer at denne endnu uetablerede realitetstilknytthed ikke har væsentlig betydning for mindre børns oplevelse af kompetence og dermed heller ikke større betydning for deres generelle selvopfattelse (Harter, 1993) s.92.



Efterfølgende forskning har vist, at børns kilder til selv-evaluering af fysisk kompetence søges forskellige steder i konteksten og differentieres i stigende grad i forhold til børnenes alder, dog ikke i et lineært forhold, men på kvalitativt forskellige måder (Horn, 2004).

Horn opsummerer disse forskelle således at mindre børn (4-7 år) hovedsageligt benytter tre kilder til selv-evaluering på det fysiske område - konkret mestring af fysiske handlinger f.eks. at kunne løbe fra en væg til en anden og benytter andres fysiske handlinger som inspiration til egne forsøg og ikke til at måle egne præstationer i forhold til. Desuden benyttes væsentlige andres f.eks. pædagoger, idrætslærere (Gallahue & Ozmun, 1998) og forældres udsagn direkte og uden at blive sat i forhold til information, der kommer fra andre kilder omkring barnet. En sidste kilde er egen indsats – hvis barnet har brugt lang tid på at lægge et puslespil – så opfattes det, som at jeg er god til at lægge puslespil (Horn, 2004). Først i 8-12 års alderen etableres gradvist barnets evne til og brug af sammenligning med kammerater. Denne øgning følges af en stigning i betydningen af træneres, tilskuernes, læreres og væsentlige andre i sportsmiljøet samtidig med et fald i forældrenes betydning for børnene selv-vurdering på det kropslige område. Børnene benytter fortsat konkrete forhold som konkurrenceresultater, men også selv-refererende kilder som egen læring, nye færdigheder, øget styrke o.l. og i nogen grad mere abstrakte forhold, som at sport/fysisk aktivitet er sjovt. Antallet af benyttede kilder bliver således flere, de bliver så småt integrerede med hinanden og deres væsentlighed forandres (Horn, 2004). Horn opsummerer yderligere for unge mellem 13 og 18 år og efterlyser yderligere forskning i et udviklingsperspektiv over livsaldre, som ikke vil blive yderligere behandlet her.

Andre forskere har baseret på Piagets udviklingspsykologiske teori, vist, at børn frem til teen-age årene ikke skelner klart mellem bl.a. ”abilities” evner/talent og flid/ indsats (Nicholls, 1978). Hvis et barn gør en stor indsats sidestilles det som tidligere nævnt, med at være dygtig, at være god til en given ting, hvilket også gør sig gældende på det fysiske område (Fry & Duda, 1997). Tilsvarende skelner børn ikke konsistent mellem evner/talent og held før i teen-age alderen (Nicholls & Miller, 1985).

Harter påviste allerede i starten af 1980'erne sammenhænge mellem en række psykologiske konstruktioner, der er aktive i en skolepædagogisk kontekst således at et barns oplevelse af kontrol over egen læring prædikterer barnets skolepræstation, der igen prædikterer barnets oplevelse af at være akademisk kompetent, desuden at et højt ”perceived” akademisk kompetenceniveau er associeret med ”intrinsic motivation” (at individet benytter egne præstationer som reference for succes), når det gælder læring i skolen – frem for børn, med lavere niveau i ”perceived” akademisk kompetenceniveau, som i højere grad tenderer i retning af at være ”extrinsic motivated” (at individet benytter eksterne kilder f.eks. jævnaldrenes præstationer eller holdninger som reference for egen succes). Netop betydningen af væsentlige andres f.eks. forældres, læreres og kammeraters rolle i barnets dynamiske etablering af selvopfattelse og stemningen i det pædagogiske miljø hvori forskellige kompetencer udspilles/læres er af grundlæggende betydning for barnets selvopfattelse og etablering af motivationsstrukturer. Harter har hovedsageligt fokuseret på væsentlige andres betydning i denne konstellation medens John G. Nicholls har fremhævet det motivationelle klima i læringsmiljøet (Nicholls, 1989).

Begge forskere er dog grundlæggende enige om konstellationen og dynamikken i konstruktionen (Fry, 2001) s.70.

En række enkelt studier har gennem tiden peget på den væsentlige dynamiske rolle "perceived physical competence" har for børn og unges motivation indenfor sportens verden (Horn & Hasbrook, 1987; Lintunen, 1995) og der er efterhånden evidens for "perceived physical competence" er en meget væsentlig mediator for børn og unge indenfor sport og fysisk aktivitet (Duncan & Duncan Susan C., 1991; Horn & Amorose, 1998), men også betydningen af "perceived competence" indenfor andre domæner f.eks. det akademiske er veldokumenteret (Harter, 1992; Harter, 1993; Harter, 1999).

Derfor har vi valgt at forsøge at tilpasse denne variabel til danske forhold og benytte dette forhold som både dependent og independent variabel i gruppen af variable i Ballerup-Tårnby undersøgelsen. Et andet væsentligt aspekt i Harters forskning mhp selvpfattelse er "physical appearance", personens holdning til/evaluering af eget udseende. Holdning til eget udseende bliver et dominerende element i selvpfattelsen generelt i tidlig teen-age alder og varierer herefter livet igennem lidt forskelligt hos mænd og kvinder (Harter, 1999). Der ligger en betydelig mængde forskning som viser forholdets centrale placering mht. teenageres selvpfattelse dog især blandt unge med afvigende og problematiske forhold til egen krop. Nærværende undersøgelse har valgt at se bort fra denne dimension, idet børnenes alder taler for, at forholdet ikke endnu har opnået den senere forventede dominerende position, og da der tilsyneladende ikke kan identificeres association specielt mellem fysisk aktivitet og børns vurdering af eget udseende (Sallis et al., 2000).

#### 2.4.7 Plan for dataindsamling

Diverse målinger og test er gennemført samlet ved besøg på skolerne med en test "karavane" ved base- samt endline. Sideløbende er diverse spørgeskemaer blevet leveret til og indsamlet på skolerne i henhold til nedenstående plan. Lærerne i klasserne har udover at besvare spørgeskemaer været behjælpelige med at gennemføre besvarelser sammen med børnene og været formidlere af bl.a. spørgeskemaer og diverse breve til hjemmene. Kommunerne/ lærerne har stillet resultater af læsetest fra de børn som deltog i undersøgelsen til rådighed også disse er indsamlet via lærerne.

Tabel 1. Plan for dataindsamling

Emne	BH- klasse	1. Klasse	3. Klasse
Motorik KTK (Körperkoordinationstest für Kinder (Schilling, 2000)) Dansk oversættelse og vejledning	X		X
Kondition	X		X
Antropometri	X		X
Blodtryk	X		X
Blodprøve	X		X
Knogledensitet	X		X
Lungefunktion	X		X
Fysisk aktivitet CSA	X		X
Sociologisk	X		X
Spørgeskema til Børn og Forældre Om mig Selv (Grønfeldt <i>et al.</i> , 2003), Sociometri,		X	X
Spørgeskema til Børnene Sociale færdigheder og problemadfærd (Gresham & Elliott, 1990)		X	X
Spørgeskema til Lærerne Læsefærdighed OS64 og SL 60 (Nielsen <i>et al.</i> , 1989;Nielsen <i>et al.</i> , 2003)		X	X
Kostundersøgelse	X		X
Spørgeskema til Familieme			

## 2.5 Resumé med henblik på afhandlingens problemstillinger



De efterfølgende afsnit er resumé af afhandlingens detaljerede analyser. For nærmere oplysninger om analyser af enkeltvariable henvises venligst til afhandlingen. ”Børn, fysisk aktivitet og læring.” fra Institut for Idræt, Københavns Universitet 2006.

### **Hvilken betydning har en intervention med dobbelt antal idrætstimer igennem tre år for børns udvikling mht. motorik, læsning, deres sociale færdigheder og problemadfærd og børnenes selvvaluerede kompetencer indenfor kropslige og akademiske områder?**

Interventionen med øget timetal i idræt har ikke været i stand til at påvirke børnenes motoriske udvikling i fordelagtig retning målt med KTK testen. Forandringen i børnenes motoriske færdigheder målt med KTK testen viser alt andet lige en opbremsning blandt drengene og en status quo blandt pigerne og ingen kommunale forskelle. Forandringen sker i begge kommuner og således må man sige at interventionen ikke har medført forandringer som KTK testen kan identificere.

Der kan ikke på denne baggrund siges noget om det øgede timetal i idræt har haft betydning for forandringen i børnenes læsepræstation. Forskelligheder i de to variable for læsepræstation samt ”tageffekt” specielt i endline læseprøveresultaterne tillader ikke at foretage en longitudinel konklusion. Den markante forskel allerede ved baseline er sandsynligvis affødt af, at der i Ballerup kommune forud for og under interventionen har været særlig fokus på børnenes læseindlæring jvf. beskrivelse bilag 5.

Børnenes selvvaluerede kompetencer på kropslige og akademisk områder har ikke ændret sig fra base- til endline. Børnenes vurderinger på området viser sig at være relevante med hensyn til associationer til relevante kilder på tredje klassetrin. Drengene vurderer sig selv mere positivt end pigerne mht. kropslige kompetencer, ligesom der er en svag negativ forandring i begge variable og kommuner. Som sådan kan der ikke spores kommunale forskelle, der kan relateres til interventionen.

Det tegnes på baggrund af lærernes vurderinger ved både base- samt endline et ensartet billede af børnene mht. deres akademiske og idrætslige standpunkter samt deres sociale færdigheder og problemadfærd. Der er ikke forskelle i lærernes vurderinger mht. drenge og pigers standpunkter i akademiske og idrætslige områder, medens det konsekvent vurderes at drenge i større grad end piger udviser problemadfærd af eksternaliseret og hyperaktiv karakter, medens pigerne i højere grad end drengene vurderes at udvise sociale færdigheder samlet set.

Af de forandringer der er mellem base- og endline, er det kun børnenes sociale færdigheder mht. samarbejde, der opnår signifikant mere positiv vurdering i Ballerup end i Tårnby. Der er således ingen forskelle i lærernes vurderinger på hverken det idrætslige eller det akademiske område, der kan knyttes til interventionen. Børnenes sociale færdigheder i form af samarbejde opnår i Ballerup en signifikant bedre udvikling, vurderet af lærerne. Af de lærerlogbøger, der er indsamlet i Ballerup fremgår samarbejde som et højt prioriteret mål i undervisningen. Da samarbejde samtidig er indeholdt i idrætsfagets mål fra ministeriel side, må der kunne trækkes en linie til interventionen i Ballerup. Selvom interventionen ikke er specifik på dette område.

Den klareste forskel og forandring i de to kommuner kommer til udtryk i forældrenes bekymring for deres børns motorik og kondition samt fysisk form. Der er allerede ved baseline en højere grad af bekymring i Ballerup kommune for børnenes motorik samt deres kondition og fysiske form. Forandringer mellem base- og endline foregår hovedsageligt i Ballerup kommune, således at et fald i bekymring for drengenes motorik samt kondition og fysiske form følges af en samtidig stigning i bekymring for pigernes kondition og fysiske form. Netop fordi forældrene i Tårnby stort set giver udtryk for sammen grad af bekymring for deres børn ved base- og endline, kan man formode at forandringer i Ballerup kan have tilknytning til interventionen. I Ballerup findes sammenhæng mellem forældres uddannelseslængde og graden af bekymring for børnenes kondition og fysisk form. Familier med kortere uddannelsesforløb udtrykker større grad af bekymring omkring dette forhold.

Den samlede konklusion på denne problemstilling er således, at der ikke kan identificere læringsmæssige effekter blandt børnene af et udvidet timetal i idræt, hverken med hensyn til børnenes læsefærdigheder, motorisk præstation eller med hensyn til lærernes eller børnenes egne vurderinger af deres akademiske kompetencer. Dog giver lærerne i interventions kommunen udtryk for en mere positiv vurdering af børnenes sociale kompetencer, der kan være knyttet til interventionen.

Ud over problemstillingen ser det ud til, at forældrenes bekymring eller måske opmærksomhed på børnenes motorik samt fysiske form forandres og øges i forbindelse med interventionen.

**I hvilken udstrækning kan der identificeres sammenhænge mellem børnenes motorik og læsefærdighed?**

**Hvilken betydning har interventionen haft på denne relation?**

Undersøgelse kan påvise en svag, men konstant sammenhæng mellem motorik og læsning.

Sandsynligheden for at være en mindre god læser er negativt sammenhængende med MQ i både base- og endline undersøgelsen, således at en øgning i MQ giver lavere sandsynlighed for at være i gruppen af mindre gode læsere, korrigeret for kommunale forskelle i læsepræstation. Der kan ikke påvises signifikante prædiktorer i familiens husstandsindkomst eller uddannelseslængde eller i børnenes selvrapporterede kompetencer mht. kropslige og akademiske kompetencer for at være mindre gode læsere ved baseline. Det samme gør sig gældende ved endline og sammenhængen har ikke forandret karakter. Deltaværdien af børnenes sociale færdigheder i form af samarbejde har været inddraget i endline analysen, men har ikke betydning for forholdet mellem MQ og sandsynligheden for at være en god eller mindre god læser.

Der kan således konstateres en svag men konstant sammenhæng mellem børnenes motoriske præstation og læsefærdighed, men der kan ikke påvises effekter af interventionen i denne relation.

### **Er der en relation mellem børnenes selvopfattelse mht. kropslig kompetence og motorisk kompetence samt læreres vurderinger af børnenes idrætsfaglige standpunkt samt forældrenes grad af bekymring for børnenes motorik og fysiske form?**

Analyse af endline data viser at børnenes selvsvurdering på det kropslige område relaterer sig til deres faktiske kunnen udtrykt i MQ og til lærernes vurderinger samt forældrenes vurderinger. Børnenes selvsvurdering relaterer sig ikke kilder såsom læsefærdighed, lærernes vurderinger af akademiske kompetencer, sociale færdigheder samt problemadfærd.

Når det gælder selvrapporteret kropsovfattelse er det i sig selv en fordel at være dreng, uanset om børnene opnår samme score i ”objektive” mål som MQ og lærersvurderet idrætskompetence eller/og forældrebekymring, altså uanset om en dreng og en pige vurderes som værende ligestillede mht. kropslige/idrætslige kompetencer objektivt og af væsentlige kilder i omgivelserne, så rapporterer drenge alt andet lige en højere grad af kropskompetence end piger ville gøre.

Er der en relation mellem børnenes selvopfattelse mht. akademisk kompetence og læsefærdigheder samt læreres vurderinger af børnenes akademiske standpunkt?

Børnenes selvsvurderede akademiske kompetence relaterer sig til læseprøven og til lærernes vurderinger af deres akademiske kompetence, hver for sig. Når begge variable optræder, er lærernes vurderinger stærkest. Også her opnår en række andre variable ikke signifikante associationer.

Således opnår lærernes vurderinger af sociale kompetencer og problemadfærd ikke signifikant association til børnenes selvsvurderede akademiske kompetence, hvilket også gælder børnenes selvsvurderede kropslige kompetence samt husstandsindkomst og uddannelsesniveau.

#### 2.5.1 Diskussion af interventionen og perspektivering

Det har ikke været muligt at bekræfte de resultater, der er opnået i de refererede interventioner og som indgår i Sibley & Etniers (2003) metaanalyse i Strong et al (2005) review eller i Bunkeflo-projektet(Ericsson, 2003).

Det kan der være mange grunde til f.eks. har læseprøven og indsatsen omkring læseindlæring i Ballerup betydet et bortfald af en væsentlig del af de parametre, der som outcome skulle have indikeret en evt. læringseffekt, hvilket der er redegjort for i denne afhandling. Derudover har interventionen måske ikke været gennemført i henhold til intentionen eller interventionen har ikke har været specifik nok, eller at den ikke har været omfangsrig nok.

For at få et indblik i hvilken udtrækning interventionen har været gennemført i henhold til intentionen, så kunne vi f.eks. have opgjort antallet af faktisk gennemførte timer ved at optælle alle aflyste timer (lærersygd, emneuger, ekskursioner o.l.).

Ballerup interventionen har mht. den konkrete undervisning ikke været specificeret ud over undervisningsministeriets og kommunens planer for faget idræt. Når f.eks. en del af de refererede studier, som finder positive effekter af fysisk aktivitet mht. til læring (Sallis et al., 1997a; Sallis et al., 1999; Shephard, 1997) specificerer interventionen mht. hjerte-kredsløbseffekter, muskeludholdenhed og idrætslige færdigheder, så er det sundheds/trænings fokuseret og naturligvis fordi ambitionen er at opnå effekter på disse områder. Idrætsundervisningen i den danske folkeskole har ikke som mål at skabe effekter på disse områder og har samtidig et noget bredere undervisningsmæssigt perspektiv, som f.eks. sociale aspekter, men måske er disse fysiologiske effekter nødvendige for samtidig at komme i retning af læringsmæssige fordele?

De her refererede enkelt studier finder signifikante ( $p < 0,05$ ) forbedringer i forhold til kontrolgruppen i fitness og motoriske egenskaber (Shephard, 1997) De finder signifikant ( $p < 0,05$ ) reduktion af skindfoldstykkelser og øgning af udholdenhed målt på cykelergometer (Dwyer et al., 1983) og for pigerne i SPARK interventionsgrupperne, signifikante ( $p < 0,05$ ) forbedringer i 2 ud af 5 fysiologiske mål (tid for løb af 1 mile og sit-ups/min.) (Sallis et al., 1997b).

Bunkeflo-projektet har ikke været specificeret mht. fysiologiske krav til idrætsundervisningen, bortset fra en lille gruppe børn med usikker motorik, der specielt har arbejdet med dette, men opnår ud over de læringsmæssige fordele, målt i form af nationale prøver i svensk og matematik positiv udvikling mht. motorisk præstation (Ericsson, 2003) og knogleudvikling (Valdimarsson et al., 2006). I Sibley og Etnier's review opdeles studierne fysiske aktiviteter i kategorierne: udholdenhed/circuit træning, idrætsundervisning, kredsløbstræning/aerobic og perceptuel motorisk træning alle opnår signifikant effektsizes ( $p < 0,05$ ) mht. læringsmæssige fordele, men der er ingen signifikante forskelle i effektsize indbyrdes (Sibley & Etnier, 2003). Det er således ikke klart i hvilken udstrækning fysiologiske effekter af fysisk aktivitet er nødvendige for at det følges med øget læring, ligesom det er uklart hvilke fysiologiske forhold, der i så fald så er mest afgørende mht. at fremme akademisk læring.

Et helt gennemgående træk ved de undersøgelser, der finder fordelagtige forandringer mht. akademisk læring er, at interventionerne er daglige og af mindst 45 minutters varighed. Interventionen i Ballerup har haft to ugentlige sessioner af 2x45 minutter inkl. omklædning og teoretisk sundhedsundervisning, hvilket i forhold til de her nævnte studier er i hvert fald 45 minutter mindre pr. uge. Den mest iøjnefaldende forskel er dog at Ballerup interventionen har fysisk aktivitet 2 gange om ugen, hvorimod de her refererede studier har fysisk aktivitet hver dag.

Evidensbaserede anbefalinger anfører at skolebørn dagligt bør deltage i min. 60 minutters fysisk aktivitet af moderat til intens karakter, der er aldersvarende, lystfyldt og varieret (Strong et al., 2005). Dette er funderet i et ønske om hovedsageligt at opnå fysiologiske effekter, men kan altså evt. understøtte akademiske effekter samtidig.

Netop det forhold at ingen fysiske aktivitetskriterier tilsyneladende træder specielt frem, kan tale for at det måske ikke kun er fysisk aktivitet i sig selv, men kombinationen af fysisk aktivitet og måden aktiviteten drives på, der har betydning? – evt. i kombination med yderligere variable?

I denne undersøgelse findes ikke forskelle i børnenes selvrapporterede kropslige og akademiske kompetencer, der kan relateres til interventionen.

Imidlertid kan det påvises at børnenes selvrapporterede kropskompetence associerer til MQ, samt lærervurderinger af børnenes idrætsfaglige standpunkt og forældrenes bekymringer mht. børnenes kondition og fysiske form. Børnenes selvvurderinger er således associerede til både ”objektive” og relevante kilder. Næsten 70% af variationen i børnenes selvrapporterede kropskompetence kan ikke forklares af disse variable, der er således meget mere på spil bl.a. i hvilken udstrækning børnene sammenligner sig med kammerater for at referere egen kompetence, men i og med at lærere og forældres vurderinger har relation til børnenes selvvurdering mht. kropskompetence, er det relevant at understrege, at det pædagogiske miljø og måden evalueringer og vurderinger fremtræder på har positive og derfor også negative potentialer. Og at alle (lærere, forældre – og sikkert også pædagoger og trænere) bør holde sig pigernes lidt tøvende vurdering af egen kropskompetence for øje, i form af at piger bør opleve, at de er gode til fysiske aktiviteter og at kropslig kompetence også er vigtig for piger. Drengenes selvvurdering på det kropslige område ser ud til at være mere robust. Det fald i motorisk præstation som MQ udtrykker giver sig ikke udslag i deres selvvurdering. Den er fortsat højere end pigernes også korrigeret for MQ.

Ligeledes findes ingen forskelle i børnenes selvvurderede akademiske kompetence, der kan knyttes til interventionen, men der findes associationer mellem børnenes selvvurderede akademiske kompetence og resultatet af læseprøven og lærernes vurderinger af børnenes akademiske kompetencer.

Et af de vigtige fund i analysen af børnene selvvurderinger mht. kropslig og akademisk kompetence er at børnenes selvvurderinger ikke svæver frit i luften – men faktisk relaterer til andre både ”objektive” i form af MQ og læsetest, men også til lærervurderinger og forælder vurderinger, derudover også ser ud til børnene faktisk associerer relevant mellem referencer for selvvurdering, idet nogle af de afprøvede variable ikke associerer til børnenes selvvurderinger. Det antydes hermed, at de to parametre – selvrapporteret - kropskompetence og - akademisk kompetence har en relevant grad af følsomhed som støtter brugen af dem i denne sammenhæng. Og dermed yderligere følger validering til den allerede gennemførte mht. spørgeskemaet Om Mig Selv (Grønfeldt et al., 2003)

I denne undersøgelse opnås ikke positiv forandring mht. børnenes motoriske præstation. Interventionen har således ikke været enten specifik nok eller omfangsrig nok jf. diskussionen tidligere i dette afsnit.



At pigerne forbliver under normmaterialets gennemsnit er en ting, men at der findes en væsentlig reduktion i drengenes motoriske præstation over kun tre år må kalde til eftertanke.

Det kunne således være relevant at følge danske børns motoriske præstation mere systematisk over tid, for at få et indblik i om der faktisk sker en reduktion af børns motoriske præstation. En sådan oversigt findes ikke i Danmark. Samtidig kunne man overveje i hvilken udstrækning, man vil opfatte en evt. reduktion som problematisk. Problemerne kunne bl.a. pga. den negative korrelation til BMI være sundhedsrelaterede. Men også personlige og sociale forhold kan blive berørt, som nævnt i afhandlingen studier som beskriver problematiske forhold for børn med usikker eller ikke aldersvarende motorik mht. deltagelse i lege og fysisk aktivitet, men der foreligger ingen undersøgelser om betydningen af et generelt lavere motorisk funktionsniveau hos børn for disse områder.

Det lavere motoriske præstationsniveau på tredje klassetrin, slår ikke igennem på drengenes selvvaluerede kropskompetence – de vurderer stadig sig selv positivt og også mere positivt end pigerne korrigeret for den faktiske forskel i MQ. Et andet forhold er at lærerne heller ikke vurderer forskelle mellem piger og drenge mht. idrætsfagligt standpunkt, selv om MQ udtrykker en forskel, især ved baseline. En del af dette er begrundet i forskelle i indholdet af de to variable se ”Lærervurdering”, s. 59 og ”Motorisk test”, s. 49. Men det kan også antyde at både børnene og lærerne knytter deres vurderinger i nogen grad til et relative forhold og dermed måske ikke er opmærksomme på at deres præstationer i forhold til en normrefereret skala er blevet forandret. Drengen klarer sig måske på det niveau, han hele tiden har gjort – i forhold til sine umiddelbare omgivelser, der imidlertid er blevet lidt ringere.

Forældrene udtrykker en øget bekymring for deres børns kondition og fysiske form ved endline – men det er hovedsageligt for pigernes vedkommende og kun i Ballerup kommune.

I hvilken udstrækning pigernes kondition og fysiske form er bekymringsværdig kan vi ikke sige noget om, men KTK testens resultat viser at pigerne ikke er dårligere stillet motorisk ved endline, medens drengenes situation kunne være bekymringsværdig. Ballerup undersøgelsen rummer data over børnenes VO<sub>2</sub> max og fysiske aktivitetsniveau på tredje klassetrin, som det kunne være relevant at sætte i forhold til forandringerne i børnenes motoriske præstation.

## 2.6 Referencer

- Andersen D. & Kjærulff A. (2003) Hvad kan børn svare på? Socialforskningsinstituttet, København.
- APA (1994) Diagnostic and statistical manual of mental disorders, 4th edition (DSM-IV). American Psychiatric Association, Washington DC.
- Ayres A. (1979) Sensory integration and the child. Western Psychological Services, Los Angeles.
- Barsh R.H. (1965) A movigenic curriculum (bulletin no.25). Department of Public Instruction, Bureau of the Handicapped, Madison:WI.
- Brodersen A. & Pedersen B. (1994) Børn og motorik grundmotorik, testning og træning. Forlaget Børn & Unge.
- Cantell,M.H., Smyth,M.H., & Ahonen,T. (1994) Clumsiness in Adolecence: Educational, Motor and Social Outcomes of Motor Delay Detected at 5 Years. Adapted Physical Activity Quarterly 11, 115-129.
- Coe R. (2002) It's Effect Size, Stupid.
- Conners,C.K. (1999) Clinical use of rating scales in diagnosis and treatment of attentiondeficit/hyperactivity disorder. The Pediatric Clinics of North America 46, 857-870.
- Cratty B.J. (1969) Perceptual-motor behavior and educational processes. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Cratty B.J. (1979) Perceptual and motor development in infants and children. Prentice Hall, Engelwood Cliffs, NJ.
- Delacato C.H. (1959) The treatment and prevention of reading problems: The neurological approach. Charles C. Thomas, Springfield,IL.
- Duncan,T.E. & Duncan Susan C. (1991) A latent growth curve approach to investigating developmental dynamics and correlates of change in children's perception of physical competence. Research Quarterly for Exercise and Sport 62, 390-398.
- Dwyer,T., Coonan,W.E., Leicht,D.R., Hezel,B.S., & Baghurst,R.A. (1983) An Investigation of the Effects of Daily Physical Activity on the Health of Primary School Students in South Australia. International Journal of Epidemiology 12, 308-313.
- Dwyer,T., Coonan,W.E., Worsley,A., & Leicht,D.R. (1979) An assessment of the effectstwo physical activity programs on coronary heart disease risk factors in primary school children. Community Health Studies 196-202.
- Elsass P. (1993) Sundhedspyskologi. Gyldendal, København.
- Ericsson I. (2003) Motorik, koncentrationsförmåga och skolprestationer. En interventionsstudie i skolår 1-3. Reprocentralen Lärarutbildingen, Malmö.

- Evans, J. & Roberts, G.C. (1987) Physical Competence and the Development of Children's Peer Relations. *Quest* 23-35.
- Fox K.R. (2000) The effects of exercise on self-perceptions and self esteem. In S.J.H.Biddle, S.H.Boutcher, and K.R.Fox (Eds) *Physical activity and psychological well-being*. Routledge, London.
- Fredens, K. (1989) Hva er Motorikk- motorikkens betydning for den kognitive udvikling. *Kroppsøving* 12-18.
- Fredens, K. (1990a) Neuropsykologi og pædagogik -2. *Specialpædagogik* 460-474.
- Fredens, K. (1990b) Neuropsykologi og pædagogik-1. *Specialpædagogik* 386-398.
- Fry, M.D. (2000) A developmental examination of children's of task difficulty in the physical domain. *Journal of Applied Sport Psychology* 12, 180-202.
- Fry M.D. (2001) The development of motivation in children. In G.C.Roberts (Ed) *Advances in Motivation in Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- Fry, M.D. & Duda, J.L. (1997) Children's understanding of effort and ability in the physical and academic domains. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 68, 331-334.
- Gade A. (1999) *Hjerneprocesser Kognition og Neurovidenskab*. Frydenlund.
- Gallahue D.L. & Ozmun J.C. (1998) *Understanding Motor Development*. MCB/McGraw-Hill, Quebecor Printing Book Group, Fairfield.
- Gardner H. (1983) *Frames of mind. The theory of multiple intelligences*. Basic Books, New York.
- Geuze, R.H. & Börger, H. (1993) Children who are clumsy: Five years later. *Adapted Physical Activity Quarterly* 10-21.
- Gjessing G. (1999) *Kropumulige unger - kroppen som basis for trivsel, udvikling og læring*. Institut for Idræt, Københavns Universitet, København.
- Granleese, J. & Joseph, S. (1994) Reliability of the Harter Self-Perception Profile for Children and Predictors of Global Self-Worth. *The Journal of Genetic Psychology* 155, 487-492.
- Gresham F. & Elliott S.N. (1990) *Social Skills Rating System*. American Guidance Service Inc, USA.
- Grønfeldt, V., Sigsgaard, E., Hansen, S.E., Hasselstrom, H., Froberg, K., & Andersen, L.B. (2003) Validering af "Om mig selv" - et spørgeskema til børn. *Nordisk Psykologi* 55, 94-106.
- Hagger M. & Chatzisaratis N. (2005) *The Social Psychology of Exercise and Sport*. Open University Press, Berkshire.
- Hansen M. (1998) *Intelligens og tænkning - en bog om kognitiv psykologi*. ålykke, Horsens.

- Harter,S. (1978) Effectance motivation reconsidered: Toward a developmental model. *Human Development* 1, 34-64.
- Harter,S. (1982) The Perceived Competence Scale for Children. *Child Development* 53, 87-97.
- Harter S. (1990) Issues in the Assessment of the Self-concept of the Children and Adolescents. In A.M.La Greca (Ed) *Through the Eyes of the Child - Obtaining Self-reports from Children and Adolescents*. Allyn and Bacon, Boston.
- Harter S. (1992) The relationship of perceived competence, affect, and motivational orientation within the classroom: Processes and patterns of change. In A.K.Boggiano and T.S.Pitmann (Eds) *Achievement and motivation: A social-developmental perspective*. Cambridge University Press, New York.
- Harter S. (1993) Causes, consequences of low self-esteem in children and adolescents. In R.F.Baumeister (Ed) *Self-esteem: The puzzle of low self-regard*. Plenum Press, New York.
- Harter S. (1996) Historical Roots of Contemporary Issues Involving Self-concept. In B.A.Bracken (Ed) *Handbook of Self-concept Developmental, Social, and Clinical Considerations*. John Wiley and Sons, INC., New York.
- Harter S. (1999) *The Construction of the Self, A Developmental Perspective*. The Guildford Press, New York, London.
- Harter,S. & Pike,R. (1984) The Pictorial Scale of Perceived Competence and Social Acceptance for Young Children. *Child Development* 55, 1969-1982.
- Holle B. (1987) *Normale og retarderede børns motoriske udvikling*. Munksgaard.
- Horn T.S. (2004) Developmental Perspectives on Self-perceptions in Children and Adolescents. In M.R.Weiss (Ed) *Developmental Sport and Exercise Psychology: A Lifespan Perspective*. Fitness Information Technology, Inc., Morgantown.
- Horn T.S. & Amorose A.J. (1998) Sources of competence information. In J.L.Duda (Ed) *Advances in Sport and Exercise Psychology Measurement*. Fitness Information Technology, Morgantown.
- Horn,T.S. & Hasbrook,C. (1987) Psychological characteristics and the criteria children use for self-evaluation. *Journal of Sport psychology* 9, 208-221.
- Horn,T.S. & Weiss,M.R. (1991) A developmental analysis of children's self-ability judgements in the physical domain. *Pediatric Exercise Science* 3, 310-326.
- Kadesjö B. (2000) Neuropsychiatric and neurodevelopmental disorders in a young school-age population. Göteborgs Universitet Department of Child and Adolescent Psychiatry, Institute for the Health of Women and Children..
- Kavale,K. & Mattson,D.P. (1983) "One Jumped of the Balance Beam" Meta-analysis of Perceptual-Motor Training. *Journal of Learning Disabilities* 16, 165-173.
- Kephart N.C. (1960) *The slow learner in the classroom*. Charles E. Merrill, Columbus,OH.

Kirkendall D.R. (1986) Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. In G.A.Stull and H.M.Eckert (Eds) Effects of Physical Activity on Children. Human Kinetics, Champaign IL.

Koch B. (1997) Hvad med motorikken? Kroghs Forlag, Kolding.

Larsen H.B. (2002) Spørgsmålsformuleringer til børn - set fra et udviklingspsykologisk perspektiv. Børn som respondenter. Om børns medvirken i survey. Socialforskningsinstituttet, København.

Larsen,S. (1983) Motorisk træning som hjælp i undervisningen af børn med læsevanskeligheder. Skolepsykologi 5, 374-395.

Larsen S. & Parlenvi P. (1984) Børns liv og læsning : om at gribe og begribe sin verden. Gyldendal.

Larsen S. & Parlenvi P. (1982) Børns liv og læsning. Gyldendal, København.

Lier L. & Michelsen N. (1978) Fumlere og tumlere. Københavns Universitet.

Lintunen T. (1995) Self-perceptions, Fitness and exercise in early adolescence: A four-year follow up study. University of Jyväskylä.

Losse,A., Henderson,S.E., Elliman,D., Hall,D., Knight,E., & Jongmans,M. (1991) Clumsiness in Children - Do They Grow Out of It? A 10-Year Follow-Up Study. Developmental Medicine and Child Neurology 55-68.

Marsh,H.W. (1996) Physical Self Description Questionnaire: Stability and Discriminant Validity. Research Quarterly for Exercise and Sport 67, 249-264.

Marsh,H.W., Craven,R.G., & Debus,R. (1991) Self-concepts of Young Children 5 to 8 Years of Age: Measurement and Multidimensional Structure. Journal of Sport and Exercise Psychology 83, 377-392.

Marsh,H.W., Richards,G.E., Johnson,S., Roche,L., & Tremayne,P. (1994) Physical Self-Description Questionnaire: Psychometric Properties and a Multitrait-Multimethod Analysis of Relations to Existing Instruments. Journal of Sport and Exercise Psychology 270-305.

Maynard E.J., Coonan W.E., Worsley A., Dwyer T., & Baghurst P.A. (1987) The development of the lifestyle education programme in Australia. In B.S.Hezel and G.S.Berenson (Eds) Cardiovascular risk factors in children: Epidemiology and prevention. Elsevier, Amsterdam.

Møller,N.C., Lund,P., Andersen,L.B., Wedderkopp,N., & Froberg,K. (2006) Secular trends in aerobic fitness and body mass index in Danish third grade schools children- Danish substudy of the European Youth Heart Study II. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports accepted for print in january.

Moser,T. (1998) Hvis du ikke har det i beina, har du det da heller ikke i hodet? Kroppsøving 26-32.

Moser,T. (2000) Skaper fysisk aktivitet kloke og selvsikre mennesker? Sport og Psyke 14-22.

- Mulligan,S. (2000) Cluster analysis of scores of children on the sensory integration and praxis test. *The Occupational Therapy Journal of Research* 256-270.
- Nicholls,J.G. (1978) The development of concepts of effort and ability, perception of academic attainment, and the understanding that difficult tasks require more ability. *Child Development* 49, 800-814.
- Nicholls J.G. (1989) *The competitive ethos and the democratic education*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Nicholls,J.G. & Miller,A.T. (1985) Differentiation of the concepts of luck and skill. *Developmental Psychology* 21, 76-82.
- Nielsen J.C., Kreiner S., Poulsen A., & Søgård A. (1989) *Ordstillelæsningsprøverne OS64 & OS120*. Dansk psykologisk Forlag, Viborg.
- Nielsen J.C., Poulsen A., & Søgård A. (2003) *Sætningslæseprøverne SL60 & SL40 - et prøvemateriale til beskrivelse og vurdering af børns læseniveau og læseudvikling på 2-5 klassetrin. SL-vejledning*. Dansk Psykologisk Forlag.
- Ottosen M.H. (2002) *Børn som respondenter. Forskning og erfaringer på felten*. In D.Andersen and M.H.Ottosen (Eds) *Børn som respondenter. Om børns medvirken i survey*. Socialforskningsinstituttet, København.
- Pedersen,A.V. (2002) *Barn med dårlig motorik - klossete barn: Kan vi hjælpe dem?* Fysioterapeuten august, 10-14.
- Pedersen B.K. & Saltin B. (2005) *Fysisk aktivitet - en håndbog om forebyggelse og behandling. Del II Børn og unge: Fysisk aktivitet, fitness og sundhed*. Sundhedsstyrelsen, Center for Forebyggelse.
- Pless M. (2001) *Developmental Co-ordination Disorder in Pre-School Children. Effects of Motor Skill Intervention, Parents' Descriptions, and Short-Term Follow-Up of Motor Status*. Uppsala Universitet, Medicinska faculteten.
- Rasmussen,P. & Gillberg,C. (2000) *Natural Outcome of ADHD With Developmental Coordination Disorder at Age 22 Years: A Controlled, Longitudinal, Community-Based Study*. *Journal of the American Academy of Child and Adolescents Psychiatry* 39, 1424-1431.
- Roberts G.C. (2001) *Understanding the dynamics of motivation in physical activity: the influence of achievement goals on motivational processes*. In G.C.Roberts (Ed) *Advances in Motivation in Sport and Exercise*. Human Kinetics.
- Rose,B., Larkin,D., & Berger,B.G. (1994) *Perceptions of Social Support in Children of Low, Moderate and High Levels of Coordination*. *The ACHPER Healthy Lifestyles Journal* Summer, 18-21.
- Sallis,J.F., McKenzie,T.L., Alcaraz,J.E., Bohdan,K., Faucette,N., & Hovell,M.F. (1997a) *The Effects of a 2-Year Physical Education Program (SPARK) on Physical Activity and Fitness in Elementary School Students*. *American Journal of Public Health* 87, 1328-1334.

- Sallis,J.F., McKenzie,T.L., Alcaraz,J.E., Kolody,B., Faucette,N., & Hovell,M.F. (1997b) The Effects of a 2 Year Physical Education Programm (SPARK) on Physocal Activity and Fitness in Elementary School Students. *Amarican Journal of Public Health* 1331, 1328-1334.
- Sallis,J.F., McKenzie,T.L., Kolody,B., Lewis,M., Marshall,S., & Rosengard,P. (1999) Effects of Health-Related Physical Education on Academic Achievement: Project SPARK. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 70, 127-134.
- Sallis,J.F., Prochaska,J.J., & Taylor,W.C. (2000) A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 32, 963-975.
- Schilling F. (2000) Körperkoordinationstest für Kinder KTK Manual. Beltz test, Göttingen.
- Shephard,R.J. (1997) Curricular Physical Activity and Academic Performance. *Pediatric Exercise Science* 9, 113-126.
- Shephard,R.J., Jéquier,J.-C., Lavallée,H., La Barre,R., & Rajic,M. (1980) Habitual physical activity: effects of sex, milieu, season and required activity. *Journal of Sports Medicine* 20, 55-66.
- Shephard R.J., Volle H., Lavallée H., La Barre R., Jéquier J.-C., & Rajic M. (1984) Required Physical Activity and Adademic Grades: A Controlled Study. In J.Ilmarinen and I.Välimäki (Eds) *Children and Sport*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Sibley,B.A. & Etnier,J.L. (2003) The Relationship Between Physical Activity and Cognition in Children: A Meta-Analysis. *Pediatric Exercise Science* 15, 243-256.
- Stenberg D. (1992) *Vi finns!* HLS Förlag, Stockholm.
- Strong,W.B., Malina,R.M., Blimkie,C.J.R., Daniels,S.R., Dishman,R.K., Gutin,B., Hergenroeder,A.C., Must,A., Nixon,P.A., & Pivarnik,J.M. (2005) Evidence Based Physical Activity for School-age Youth. *The Journal of Pediatrics* 146, 732-737.
- Thomas J.R., Landers D.M., Salazar W., & Etnier J. (1994) Exercise and Cognitive Function. In C.Bouchard, R.J.Shephard, and T.Stephens (Eds) *Physical Actvity, Fitness, and Health*. Human Kinetics Publishers.
- Tomporowski,P.D. (2003) Cognitive and Behavioral Responses to Acute Exercise in Youths: A Review. *Pediatric Exercise Science* 15, 348-359.
- Trudaeu,F., Laurencelle,L., & Shephard,R.J. (2004) Tracking of Physical Activity from Childhood to Adulthood. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 36, 1937-1943.
- Valdimarsson,Ö., Linden,C., Johnell,O., Gardsell,M., & Karlsson,M. (2006) Daily Physical Education in the School Curriculum in Prepubertal Girls during 1 Year is Followed by an Increase in Bone Mireral Accural and Bone Width. Data from the Prospective Controlled Malmö Pediatric Osteoporosis Prevention Study. *Calcified Tissue International* 78, 65-71.

Vejleskov H. (1999a) Tænkningens udvikling - en introduktion til Piaget. Dansk Psykologisk Forlag.

Vejleskov H. (1999b) Udvalgte Piaget-tekster - uddrag fra Piagets værker med indledende kommentar. Dansk Psykologisk Forlag.

Wedderkopp,N., Froberg,K., Hansen,H.S., & Andersen,L.B. (2004) Secular trends in physical fitness and obesity in Danish 9-year-old girls and boys: Odense School Child Study and Danish substudy of the European Youth Heart Study. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 14, 150-155.

Wedderkopp N. (2001) Artherosclerotic Cardiovascular Risk Factors in Danish Children and Adolescents. A Community based approach with a special reference to Physical Fitness and Obesity.

Weiss M.R. & Raedeke T.D. (2004) Developmental Sport and Exercise Psychology: Research Status on Youth and Directions Towards a Lifespan Perspective. In M.R.Weiss (Ed) Developmental Sport and Exercise Psychology: A Lifespan Perspective. Fitness InformationTechnology, Inc., Morgantown.



## 3 Barrierer for børns bevægelsesaktivitet. - En empirisk undersøgelse på baggrund af en teoretisk analyse

Af Glen Nielsen og Stig Eiberg.



### 3.1 Resumé

En del forskning peger på, at fysisk inaktivitet blandt børn i nær fremtid vil udgøre et af de største sundhedsproblemer i de vestlige samfund. For at kunne udtænke effektive løsninger på dette problem, er det en vigtig forskningsopgave at finde årsagerne til denne inaktivitet. Følgende spørgsmål må søges besvaret: **Hvad er årsagerne til fysisk inaktivitet blandt nogle børn, og ikke mindst hvilke forhold gør andre børn mere aktive?**

Det var formålet med dette arbejde at bidrage til denne viden.

Hvilke forhold der afgør de 5-7 årige børns bevægelsesaktivitet blev undersøgt ud fra fire forskellige empiriske tilgange: For 600 børn blev indsamlet accelerometermålinger af fysiske aktivitet, spørgeskemabesvarelser, opmåling og tælling af legefaciliteter og endelig blev der foretaget udvalgte casestudier af bevægelsesaktivitet.

Ved benyttelsen af accelerometermålinger blev opnået et objektivt og samlet mål for mængden af fysiske aktivitet. Målinger som derefter via den øvrige empiri blev relateret til en lang række af sociale og materielle vilkår, personlige holdninger, oplevelser, vaner og evner - kort sagt den komplicerede kontekst bag denne adfærd. At anvende accelerometermålinger samt kvalitative observationer var specielt nyttigt i undersøgelsen af de 5-7 årige børn, da selvorganiserede bevægelsesaktiviteter og lege viste sig altafgørende for denne aldersgruppes fysiske aktivitet. Hermed bliver undersøgelsen et af de første bidrag til en reel

forståelse af, hvad der er afgørende for denne aldersgruppes samlede fysiske aktivitet.

I undersøgelsens teoretiske rammeforståelse blev praksis og dermed bevægelsesaktivitet anskuet som et produkt af barnets realisering af de betingelser (muligheder og begrænsninger) det har til rådighed. Disse betingelser udgøres af regler/normer og ressourcer i omverdenen samt hos barnet selv. Valget mellem, hvilke betingelser der realiseres, bestemmes af barnets motiver.

De kvantitative og kvalitative undersøgelser viste tilsammen, at de mest afgørende betingelser i omverdenen for børns bevægelsesaktivitet er forholdene i skolen - herunder især antallet af legemuligheder - samt forældrenes værdier og normer angående børns fysiske aktivitet. Af mere personlige vilkår er ressourcen gode sociale kompetencer afgørende for børnenes selvorganiserede bevægelsesaktiviteter og dermed for mængden af fysisk aktivitet.

De afgørende intentioner for realisering af disse bevægelsesfremmende betingelser er gerne at ville være fysisk aktiv samt gerne ville lege ude og sammen med andre børn.

Som forudsagt af undersøgelsens rammeteori synes disse individuelle ressourcer og motiver dog at være influeret af de mere institutionelle faciliteter og værdier. Hermed tegner sig en selvforstærkende effekt af tilstedeværelsen af bevægelsesfremmende faciliteter og værdier i barnets omverden.

**De mest betydningsfulde barrierer for børnenes samlede fysiske aktivitet er i hierarkisk rækkefølge: Manglende legemuligheder og faciliteter i skolen og evt. fritidsordning. Manglende vægtning og dermed sandsynligvis opbakning af barnets fysiske aktivitet fra forældrenes/familiens side. Manglende sociale kompetencer hos det enkelte barn. Og endelig mangel på gode oplevelser med bevægelsesaktiviteter.**

Det er således på disse områder der primært bør sættes ind. Især er manglende legefaciliteter i skolegården en meget betydningsfuld parameter, der synes ukompliceret at forbedre. Herudover synes også mange af de øvrige barrierer inden for skolens kompetence og ansvarsområde.

## 3.2 Indledning



Dette er et konglomerat af mit speciale ved Institut for Idræt, Københavns Universitet fra 2004. En stor del af teorien og diskussionen samt den kvalitative del af specialet er ikke medtaget i denne publikation, da det ville føre for vidt. Læsere der er interesseret i den kvalitative del og i en mere fyldestgørende diskussion kan finde den i mit speciale. Specialet har samme titel som denne del af publikationen.

Dette er en empirisk undersøgelse af barrierer for børnehaveklassebørns bevægelsesaktivitet.

Der er flere tendenser i tiden, som henleder opmærksomheden på vigtigheden af, at børn er fysisk aktive, og dette gælder i særdeleshed for den gruppe, som ikke synes at bevæge sig nok.

### **Fysiologisk sundhed**

Således er der i et fysiologisk sundhedsperspektiv på det seneste sket en del forskning på dette område, der varsler om en række foruroligende tendenser. Herunder en fedmeepidemi blandt børn og voksne med en række sundhedsmæssige og sociale konsekvenser. En udvikling hvor manglende fysisk aktivitet (sammen med bl.a. kost og genetik) udgør en af de mest signifikante årsager (Mathiesen 2001, Richelsen 2001, Ernæringsrådet 2002 s. 47).

Undersøgelser der uden hensyn til overvægt fokuserer isoleret på de sundhedsmæssige konsekvenser af for lidt fysisk aktivitet viser en sammenhæng mellem dette og risikoen for at blive ramt af en række såkaldte livsstilssygdomme. Denne forskning peger på, at fysisk aktivitet er mere central for sundhedstilstanden end evt. overvægt, som ikke udelukkende afhænger af omfanget af motion. Herunder er især fundet at manglende motion medfører øget insulin resistens blandt børn, hvilket kraftigt øger risikoen for en række sygdomme senere i livet relevant i denne sammenhæng. Helt overordnet har forbindelsen til nedsat funktion i kroppen på en lang række områder da også længe været sandsynliggjort alene via viden om de herfor restituerende og nyttige funktioner, som bevægelse har (for en

overordnet summering, se f.eks. Klarlund & Saltin 2003:83ff el. McArdle et. Al. 1996;634ff.).

### **Det kulturelle samfundsmæssige perspektiv**

Den mere samfundsorienterede og humanistiske del af idrætsforskningen har også produceret en del forskning, der viser, at det ikke mindst i et mere psykologisk, socialt og kulturelt perspektiv er frugtbart og ønskeligt, at mennesket – børn som voksne - i det moderne samfund er aktivt i idræts- og bevægelsesaktiviteter. Dette i form af kvaliteter med hensyn til (for blot at nævne nogle få):

- Rekreation
- Integration og dannelse af netværk (i lokal samfund, i en kultur, et land mm.)
- Læring og almen dannelse (gennem det at være sammen med andre mennesker)
- Samt endelig i form af den gode oplevelse det giver den enkelte

Med andre ord at der er en klar forbindelse mellem det at være idræts-/fysiskaktiv og ”det gode liv”.

Hermed peges også på vigtigheden af, at man allerede som barn via tidlig deltagelse socialiseres eller oplæres (tilegner sig de nødvendige kropslige som sociale kompetencer, motiver og vaner) hertil samt herigennem – at idræt er et vigtigt led i børns kulturelle dannelse.

Det vil imidlertid være alt for omfattende her bare delvis at underbygge disse ”påstande” med deres videnskabelige grundlag, hvorfor jeg vil overlade det til læseren at beslutte, hvorvidt hun/han er enig i nogle af disse argumenter for idræt og bevægelse som værende en vigtig del af børns hverdagsliv.

### **Men er der overhovedet et problem? Bevæger børn sig for lidt?**

Hertil må svares, at det ifølge førnævnte undersøgelser om en gruppe børns (15% jf. Brage 2003) forhøjede risiko for en række sygdomme grundet inaktivitet tyder på, at en gruppe er problematisk inaktive. Undersøgelser af børns fritids- og idrætsvaner kan understøtte dette.

Her viser der sig tendenser til:

- En generel polarisering, hvor en lille gruppe (ca. 20%) i forhold til resten dyrker meget mindre idræt (Ottesen 2000: 29, Fridberg 1999: 27).
- At børns tidsforbrug på stillesiddende fritids- og legeaktiviteter som TV, video og computerspil (dog sammen med idrætsdeltagelsen) er øget de sidste år (Fridberg 1999:7), hvilket sammenkoblet med informationen om den øgede forekomst af overvægt blandt børn og unge peger på, at tiden brugt på mere fysiske fritidsaktiviteter andre end organiseret idræt (f.eks. leg, transport og arbejde) er gået tilbage.
- At netop omfanget af børns spontane leg synes mindsket de sidste 30 år (De Knop & Engström 1996), hvilket er problematisk, idet dette netop er en aktivitetsform, som er afgørende for de mindre børns bevægelsesmængde, på et tidspunkt i deres liv hvor idrætten omfangs og intensitetsmæssigt endnu ikke fylder så meget .
- Endelig kan det afsløres at de målinger denne undersøgelse har foretaget af 5-7 årige børns bevægelsesmængde også bekræfter en polarisering, idet en gruppe på 13% er signifikant mindre aktive end resten (se kap. 7).

Det er naturligvis interessant for idrætsforskningen at blive klogere på årsagerne bag dette. For det første af generel akademisk interesse, men også for bedre at have nogle værktøjer til at intervenere mod nogle af ovennævnte problematiske tendenser angående for lidt fysisk aktivitet blandt en gruppe børn.

### **Det særlige ved aldersgruppen 5-7 år**

Undersøgelser har vist, at børns idrætsdeltagelse er mest udbredt blandt børn i 10-12 års alderen (se bl.a. Ottesen 2000, Fridberg 1999:92)

Alligevel er det specielt relevant at undersøge børnehaveklassebørns bevægelses- og idrætsaktivitet:

For det første er det sandsynligt, at der er en sammenhæng mellem idrætsdeltagelse i den tidlige barndom og senere i livet. Altså med andre ord: at der sker en afgørende socialisering i barneårene for idræt og bevægelsesaktivitet. Børnehaveklassen har netop socialisering og tilvæning til skolegang og dermed vel egentlig til at sidde ned og være stille som formål. Imidlertid peger mange tendenser, som vi har set på, at der i uddannelses- og dannelses overvejelserne i det sen-moderne samfund også bør fokuseres på, hvordan børnene socialiseres til at bevæge sig.

Dernæst udgøres barnets bevægelsesaktivitet på dette udviklingsstade lige mellem den mere uorganiserede, legeprægede børnehavetilværelse og den organiserede skolebarnstilværelse af et interessant samspil mellem relativt uorganiserede, selvaktiverede legeaktiviteter og mere organiseret idrætsaktivitet (samt transport). Det er interessant, men ikke desto mindre meget lidt undersøgt, hvordan disse forskellige former for bevægelsesaktivitet hænger sammen og eventuelt øver indflydelse på hinanden.

Endelig er det i et samfundsmæssigt perspektiv vel også vigtigt, at alle børn er bare lidt deltagende også i de aktiviteter, der indeholder bevægelse herunder lege. Bl.a. da disse vel ikke kan undsiges at være en del af de samlede aktiviteter bidrag til barnets samlede udvikling. at deltagelse heri er en del af en generel deltagelse i de aktiviteter som udgør et mest "normalt" (udbredt og almindeligt) børneliv og dermed sikrer den udvikling dvs. erhvervelse af de omgangsformer og kompetencer, som er de gængse og dermed muliggør integration og deltagelse i det brede samfundsliv. Netop indskolingsårene har en sådan almen dannelse som formål.

### **Den nødvendige sociologiske undersøgelse af problemstillingen**

Som allerede beskrevet er der produceret en del forskning, der viser, at det især i et sundhedsperspektiv er meget problematisk, at nogle børn bevæger sig for lidt. Denne problematiske sammenhæng mellem inaktivitet og sygdomsrisiko har vi set forklaret med fysiologiske forklaringsmodeller som fedme som et resultat af en ubalance mellem indtag (kost) og forbrænding af kalorier (fysisk aktivitet), udvikling af insulin-insensitivitet m.m. Men hermed har man bare ikke forklaret, hvorfor nogle ikke er aktive nok - er faretruende inaktive - og dermed (fuldt ud) de egentlige årsager bag disse problematikker. Hvormed det bliver meget svært at finde effektive løsningsforslag. Denne forklaring er nemlig ikke fysiologisk, men sociologisk og skal findes i den måde den enkeltes hverdagsliv med vaner, muligheder og begrænsninger er organiseret.

Det er med andre ord nødvendigt og på høje tid at stille sig og ikke mindst forsøge at besvare spørgsmålet: Hvad er årsagerne bag en for høj grad af fysisk inaktivitet blandt nogle børn – hvorfor bevæger nogle børn sig for lidt?

Herunder bliver det for arbejdets pragmatiske validitet nødvendigt at undersøge dette med tankerne på, hvad der så kan gøres. Hvad er de mest realistiske (overkommelige) og dermed praktisk anvendelige løsninger og handleanvisninger, som svaret på ovennævnte spørgsmål kan producere.

### **Barrierer og muligheder**

En god måde at undersøge dette spørgsmål på er, at undersøge de potentielle barrierer, men også muligheder for deltagelse, som gør sig gældende i forskellige bevægelsesaktiviteter, i forskellige kontekster og for forskellige børn. I det barrierer kan fjernes og muligheder styrkes og udbredes. Med barrierer tænkes her på de sociale/institutionelle samt individuelle betingelser der begrænser, hæmmer, og dermed mindsker børns bevægelsesmængde. Mens der med muligheder menes de forhold (sociale som personelle), der forstærker, fremmer og dermed øger samme. Således kan bevægelsesmængden helt overordnet anskues som et produkt af de barrierer (begrænsninger) og muligheder (forstærkere) der findes herfor hos det enkelte barn og i dets hverdagsliv.

*Målet med dette arbejde er derfor at bidrage til forståelsen af barrierer og muligheder for børns deltagelse i bevægelsesaktiviteter, for dermed bedre at kunne hhv. bryde barrierer og udbrede muligheder og opnå at specielt de inaktive børn bliver mere aktive.*

## 3.3 Problemformulering

På baggrund af ovenstående problemstilling er det målet med dette arbejde at undersøge:

**Hvilke barrierer for bevægelsesaktivitet er årsag til at nogle børn er bekymrende mindre fysisk aktive end andre? Hvor findes barriererne og hvad består de af?**

For at kunne forstå barrierer men også for at kunne foreslå løsninger på problemet, bliver det tillige relevant, at undersøge: **Hvilke muligheder og ressourcer gør de aktive mere aktive?**

Kort sagt: **Hvorfor er de inaktive børn inaktive og de aktive børn aktive?**

## 3.4 Undersøgelsens overordnede fremgangsmåde og opbygning

For at kunne svare på dette grundlæggende spørgsmål er første skridt at finde ud af, hvordan det bedst operationaliseres. Hvordan undersøges med de til rådighed stående midler og i et anvendelsesperspektiv bedst barrierer og muligheder for børns bevægelse?

I gennemgangen forskningslitteratur på området årsager til børns fysiske aktivitet var det min klare fornemmelse, at mange undersøgelser bygger på, hvad tidligere undersøgelser har vist samt de metoder og teorier, som anvendes her.

Denne noget indsnævrende deduktive fremgangsmåde kan let betyde at forhold, som i nogle situationer (f.eks. specifikke aldersgrupper) har betydning, udelades fra opmærksomheden og dermed ikke kommer til orde. Grundet dette noget spinkle fokus i forskningen omkring barrierer for børns bevægelsesaktivitet har jeg fundet det nyttigt at starte fra bunden og stille spørgsmålet; hvordan er det mest hensigtsmæssigt overordnet teoretisk at anskue årsagerne bag børns bevægelsesaktivitet og dernæst, hvordan undersøges disse barrierer så bedst empirisk.

Første kapitel er den indledende del. Den består af en indledning og en problemstilling (formulering) samt en præsentation af opgaven. I andet kapitel følger metodeovervejelserne.

I tredje kapitel redegøres for undersøgelsens resultater. I fjerde og femte kapitel sammenfattes de væsentligste og mest tydelige fund angående barrierer for børns bevægelsesaktivitet og det diskuteres kort, hvilke handlingsperspektiver, der kan udtrages af denne viden. Der peges med andre ord på pragmatiske løsningsforslag af undersøgelsens problemstilling: Hvordan gøres problematisk inaktive børn mere aktive?

### 3.5 Metode

I dette kapitel er formålet at beskrive de data, som er grundlaget for undersøgelsen samt hvorledes de er fremskaffet og behandlet.

Nærværende kvantitative undersøgelse bygger således på data fra 770 børnehaveklassebørn i Tårnby og Ballerup kommune bestående af:

- Accellerometer målinger af børnenes bevægelsesmængde over fire dage.
- Besvarelser af spørgeskemaer fra de samme børn og deres forældre om en række sociale, materielle og personlige forhold og vaner.
- Målinger af børnenes BMI og fedtprocent.
- Målinger og optælling af legearealer og muligheder i skolegårdene.

Til sammen giver dette en god mulighed for at opnå et pålideligt mål for omfanget af disse børns bevægelse, samt hvilke vilkår der hænger sammen hermed og er afgørende herfor.



### 3.6 Dataindsamling



- I forbindelse med Ballerup-Projektet er sekretærhjælp, til produktion og udsendelse af spørgeskemaer samt adgang til teleformbehandling venligst stillet til rådighed af Institut for Idræt, Københavns Universitet..
- Efter at data er kommet ind, har jeg foretaget en såkaldt "aflusning" af resultat-filen. Dvs. rettelser af fejl i data (primært at finde de steder, hvor der besvares i mere end et felt uden, at dette er meningen).
- Integreret data fra CSA målingerne samt fra antropometriske målinger i filen.
- Jeg har indsamlet data om størrelser af skolegårde og antallet af legemuligheder på de forskellige skoler. Da det viste sig at være nødvendigt for en ordentlig afdækning af barrierer for fysisk aktivitet.
- For til slut ud fra de oprindelige variable at konstruere nye variable, som gav mening i forhold til denne undersøgelses formål og i statistisk forstand i det hele taget. Dvs. samlet flere svarmuligheder/antal til en variabel, lavet intervallskalaer og kategorier.

Det er behandlingen og analysen af disse data, der ligger til grund for nærværende kvantitative undersøgelse.

### 3.7 Kvantificering af børnenes bevægelses aktivitet – accelerometer teknikken

Børns daglige fysiske aktivitet udgøres samlet set af et væld af små aktiviteter, ofte af så kort varighed som 5 sek. Derfor er det problematisk via selvrapportering fra børn at få en præcis angivelse af disse aktiviteter og især mængden heraf. I Ballerup Projektet er der derfor blevet anvendt mekanisk måling af biomekaniske bevægelser via accelerometer-monitorer for at opnå præcise og troværdige målinger af frekvens, intensitet, varighed og volumen af børnenes fysiske aktivitet. Denne fremgangsmåde er vidt verificeret, som værende det bedste mål herfor (Brage 2003 :35). Disse målinger blev foretaget med såkaldte CSA accelerometre, som er små monitorer, der bæres om livet i et elastikbælte og registrerer og tæller antallet af tyngde- (dvs. vertikale) accelerationer, barnet foretager sig via



bevægelsesaktivitet. Hele det metodiske omkring CSA accelerometre er beskrevet andetsteds i denne publikation.

Accelerometer-data kan analyseres på mange forskellige måder. Blandt andet er det muligt at dele disse data op i intensitetsintervaller for at få et mål for mængden af aktivitet ved forskellige intensiteter.

I denne undersøgelse er det dog valgt blot at benytte mean counts, som er målingen af den gennemsnitlige bevægelsesmængde over fire dage, hvilket viser, hvor meget barnet bevæger sig. Dette er gjort med henblik på både det sundhedsmæssige, det udviklingsmæssige samt det metodiske perspektiv.

Således opnås via CSA monitorernes optælling af vertikale accelerationer et meget præcist og pålideligt mål for, hvor meget det enkelte barn bevæger sig i de 4 dage, de bærer denne.

Vigtigt er det dog at være opmærksom på, at det indtil nu kun er en måling af mængde/omfang og ikke af kvalitet eller art af bevægelse.

I et udviklings- og læringsperspektiv er det naturligvis også centralt, hvilke bevægelsesaktiviteter, der er tale om. Derfor vælges det i denne undersøgelse at supplere disse målinger med selvrapporterede idræts- og legeaktiviteter. Til disse mål for bevægelsesaktivitet er dog ikke knyttet samme præcision eller pålidelighed (idet kognitive begrænsninger hindrer en præcis angivelse af omfang).

### 3.8 Spørgeskema data

De spørgeskemaer, som er benyttet, består af et til forældrene samt et til børnene, der udfyldes sammen med en voksen (primært en eller begge forældre).

Spørgeskemaerne dækker en række overordnede temaer, som kan hypotetiseres at have indflydelse på børnenes bevægelsesaktivitet (de anvendte spørgeskemaer er vedlagt i bilag 8). Disse temaer er operationaliseret med en bred vifte af spørgsmål. I alt 66 overordnede spørgsmål (i alt 774 konkrete spørgsmål/variable) til forældrene og 27 overordnede spørgsmål til børnene (i alt 452 konkrete spørgsmål/variable). Denne omfattende mængde af spørgsmål, der kan anvendes som indikator for en bestemt parameter og dens betydning, sikrer undersøgelsen en god intern validitet, (at der opnås et dækkende og dermed pålideligt udtryk for det der måles).

De overordnede temaer, som dækkes af de to spørgeskemaer, er:

- **Familie forhold og baggrund.** Herunder social gruppering, materielle forhold i og omkring hjemmet, sundhedsvaner, familiens idræts- og motionsvaner samt holdninger til samme.
- **Barnets fritidsliv.** Herunder idrætsdeltagelse, legeaktivitet, antal af venner, forbrug af TV og PC.
- **Barnets institutionsliv.** Herunder omfang, karakter og oplevelsen af institutionerne
- **Barnets kompetencer (især sociale).** Herunder forældrenes vurdering af hvordan barnet fungerer sammen med andre børn, barnets egne oplevelser og præferencer angående interaktion med andre børn.

- **Barnets motiver, intentioner og opfattelser** specielt angående leg og idræt.
- **Barnets trivsel.** I institutionslivet, med venner m.m.

### 3.9 Data om de fysiske rammer i skolegårde

I undersøgelsen viser sig store forskelle skolerne imellem angående børnenes fysiske aktivitet. For at kunne forklare noget af baggrunden herfor er forholdende angående muligheder for bevægelsesaktivitet i de forskellige skolegårde i de forskellige skoler, som indgår i undersøgelsen forsøgt kvantificeret.

På mange skoler er der en klar afgrænsning af legeområder, som kun er for indskolingen (oftest BHK-3kl.) I andre er der mere tale om, at det i praksis er blevet sådan, at de små, fra det man kan kalde indskolingen holder til et bestemt sted. Det er disse områder, der er blevet målt og optalt lejemuligheder indenfor.

Skolegården er opmålt og antallet af legemuligheder er bestemt ud fra ting og arealer, der kan udgøre en separat legemulighed for et eller flere børn. Helt konkret er en legemulighed operationaliseret som: En boldbane, en sandkasse, et legetårn på en legeplads, et sæt balance stubbe osv.

### 3.10 Evaluering af datas og dermed undersøgelsens validitet



På baggrund af denne beskrivelse af data er det relevant at diskutere det lys, hvori de fund og resultater de kan producere skal ses. Næmlig datas og dermed undersøgelsens validitet.

### 3.11 Intern validitet

Spørgsmålet om intern validitet drejer sig primært om, hvorvidt data rent faktisk måler det som de tages til indtægt for. Findes information, der kan svare på de spørgsmål, der bliver stillet i undersøgelsen og sker dette uden væsentlige måleproblemer?

Dette spørgsmål er kompliceret, og kan diskuteres meget kritisk. Jeg vil her blot kort liste op de mest kritiske forhold, som kan give anledning til bias eller fejlkilder i nærværende undersøgelse.

### 3.11.1 Overrapportering

Første problemstilling kan kaldes den overordnede tendens til at ville være ”den gode respondent”. Der er påvist en udbredt tendens til, at respondenter, der udfylder spørgeskemaer eller indgår i andre former for undersøgelser, ikke ønsker at være den der påvirker resultatet i negativ retning (Wetherell 1996: 121 ff.). Dette medfører ofte en generel overrapportering af egne, i forhold til undersøgelsens tema, positive sider og handlinger.

Den der læser svarene på spørgeskemaet (dem svarene er rettet mod, den respondenteren føler han taler med eller giver information) synes sikkert, at idræt og fysisk aktivitet er vigtigt og den generelle tendens hos mange til konformitet påvirker dermed resultatet i positiv retning.

I denne undersøgelse er der tale om børn og forældre, som får en enorm fokus og opmærksomhed på deres fysiske aktivitet og sundhed. Dette vil ifølge ovenstående give en del bias i form af et mere positivt billede af holdninger og adfærd omkring fysisk aktivitet. Både målt via selvrapportering (spørgeskema) men også via CSA målingerne.

I den forbindelse er det kritisk at CSA-måleren kun bæres i 4 dage, hvormed det kan tænkes at både børn, forældre og pædagoger er mere bevidste herom. Her kan ønsket om at ville give nogle ”gode” resultater inspirere til at ”bruge” måleren ved at være mere aktiv end ellers.

Der er således risiko for at der måles et generelt højere aktivitetsniveau, rapporteres mere aktivitet samt mere positivt herom end hvad der i ”virkeligheden” er tilfældet. Det er imidlertid sandsynligt, at de sammenhænge, som viser sig, for respondenterne er de samme som gør sig gældende for det samlede udsnit, da der ikke umiddelbart er noget der taler for at idræts- og bevægelsesaktive skulle overrapportere mere eller mindre end de, der ikke finder dette så vigtigt og ikke er så aktive. Yderligere er denne overrapportering forsøgt undgået ved at megen af selvrapporeringen i spørgeskemaet bygger på konkrete hændelser som ”sæt kryds ud for de ting du lavede i sidste uge”.

### 3.11.2 Børnenes kognitive kapacitet

En anden problemstilling er knyttet til den lave alder hos respondenterne. 5-7 årige og spørgeskemaer er en speciel situation for udfyldelse og skaber dermed specielle bias:

Spørgeskemaet til børnene udfyldes sammen med en forælder. I denne alder må det antages at børnene er under påvirkning af forældres mening og hvad børnene opfatter, at forældrene gerne vil have at der svares. Ydermere er det tvivlsomt, hvorvidt børn i denne alder fuldt ud er i stand til at udtrykke og have reflektiv adgang til f.eks. deres motiver for idræt. Hermed er der risiko for at de benytter og lader sig inspirere af de voksnes terminologi og opfattelser i udfyldelsessituationen (hvorfor er idræt vigtigt etc.). Dette er dog i stor grad imødekommet ved, at gøre spørgsmålene meget konkrete.

### 3.11.3 Kognitiv magelighed – manglende stillingtagen

En anden problemstilling angående bias, er svar mulighederne: ”Ved ikke” og ”begge dele”. Hvad betyder det at svare at man foretrækker begge dele? At man f.eks. i 80 % af tiden foretrækker at være ude men i regnvejr foretrækker at være inde?

De der tager stilling og ikke svarer begge dele foretrækker eller afskyr sandsynligvis det valgte endnu mere signifikant, hvormed disse variables pålidelighed styrkes.

Dette kan dog kompromitteres af, at de som finder spørgeskemaet vigtigt (de idrætsinteresserede) kan tænkes oftere at give sig mere tid og gøre sig umage med at tage stilling, mens de øvrige oftere tager den lette ”begge dele” udvej (Olsen 1998: 75). Det kan også tænkes, at beslutningsstærke forældre og børn svarer, hvad de rent faktisk foretrækker, end de mere ubeslutsomme. Det er ikke til at sige præcist, hvormed svaret begge dele mister validitet.

Som nævnt kan man dog regne med, at de der svarer, at de foretrækker at være f.eks. ude eller inde virkelig er sikre i deres sag, når de springer ”begge dele” muligheden over (Olsen 1998: 75). Derfor er det ofte valgt i analysen at have en af disse grupper som reference gruppe.

### 3.11.4 Forståelsen af spørgsmål

Den interne validitet påvirkes naturligvis også af, hvorvidt de konkrete spørgsmål, der stilles, forstås konsekvent rigtigt af respondenterne. Opfattes spørgsmålet ens af undersøger og respondent? Kan det misforstås eller tolkes forskelligt? Sådanne forhold er afgørende for usikkerheden med at få et korrekt svar og dermed præcist udtryk for det variable tages til indtægt for (ibid.: 65). Ved at lave såkaldte semantiske aflastninger i udformningen af spørgeskemaet, er dette dog bestræbt undgået, (Olsen 1998: 68).

I forlængelse heraf skal det nævnes, at det omfattende spørgeskema virkelig giver god mulighed for at få en ordentlig indikation af den parameter man undersøger.

Denne bliver så at sige med de mange spørgsmål omhandlende samme parameter indfanget af flere faktorer, der afslører om der er tale om en konsistent tendens eller noget tvetydigt, hvormed tilfældigheder bedre udelukkes. Samtidig er mange af spørgsmålene forsøgt semantisk aflastet og desuden i andre undersøgelser afprøvet i pilotprojekter.

Ovenstående kritiske forhold er svære at undgå. Afgørende er det derfor, at der i konstruktionen af spørgeskemaet arbejdes på at mindske disse, samt at der i analysen af resultater er opmærksomhed på specifikke variables særlige sårbarhed i forbindelse med sådanne forhold.

De i undersøgelse anvendte spørgeskemaer er udformet af erfarne forskere indenfor området og bygger på spørgeskemaer, som er benyttet og afprøvet i andre studier (bl.a. Ottesen og Ibsen 1999 og 2000, Ottesen 2001). Der er taget specielle hensyn til at målgruppen er børn. Spørgeskemaets kan ses bilag 8.

#### 3.11.4.1 Ekstern validitet

Med hensyn til ekstern validitet - resultaternes generaliserbarhed er følgende forhold afgørende: Udsnittets størrelse og repræsentativitet samt frafaldsgruppens karakter.

#### 3.11.4.2 Udsnittets størrelse

700 børn har valgt at deltage i Ballerup Projektet (ud af 1100 potentielle). Herudaf er der yderligere sket forskelligt frafald af børn, der enten ikke har udfyldt eller returneret spørgeskemaet, samt børn hvor der mangler accelerometermålinger. Således indgår 587 børn samlet set i denne undersøgelse. Dette frafald mindsker naturligvis den statistiske power (muligheden for at finde signifikante resultater). I forhold til lignende undersøgelser, hvor der anvendes accelerometermålinger, er antallet af børn højt og det er rimeligt, hvis udsnittet er repræsentativt, at generalisere fra statistisk signifikante fund.

#### 3.11.4.3 Udsnittets repræsentativitet

De undersøgte kommuners repræsentativitet samt frafaldsgruppens karakter er afgørende for udsnittets (respondenternes) repræsentativitet.

De to kommuner er som forstadskommuner med både land/provinskultur og bykultur valgt for netop at udgøre et repræsentativt udsnit af befolkningen. Igen er det imidlertid ikke fuldstændigt afgørende for målet med denne undersøgelse. Det er målet at undersøge, hvilke forhold der øger og hvilke forhold der hindrer børns bevægsaktiviteter. Sådanne faktorer kan være mere eller mindre udbredt i andre dele af landet, men effekten af deres forekomst vil ofte være den samme.

#### 3.11.4.4 Sammenfattende bedømmelse af datas og dermed undersøgelsens validitet

Den interne validitet udfordres altså primært af det vanlige problem i spørgeskemaundersøgelser med, hvorvidt der er overensstemmelse mellem det informanterne siger og det de gør (Wetherell 1996: 127). Dette er dog søgt imødekommet af spørgeskemaforfatterne.

Dernæst er der spørgsmålet om hvor godt et mål CSA målingerne er for barnets bevægsaktiviteter. Dette mål er selvfølgelig forbundet med fejlkilder og er i det hele taget meget lidt informerende om kvaliteten af bevægelserne. Som et pålideligt og præcist mål for omfanget af fysiske aktivitet er det dog langt bedre end den gængse selvrapporing, da der måles en aktuel adfærd som er fundet sted. Som en særlig kvalitet ved studiet angående intern validitet bør også nævnes de mange spørgsmål som spørgeskemaet indeholder, hvormed mange potentielle faktorer kan undersøges.

Overordnet er disse fejlkilder relativt små og såvel den interne som den eksterne validitet af data set i forhold til det dens anvendelse må bedømmes som rimelig.

#### 3.11.5 Statistisk fremgangsmåde for analyse af kvantitative data

Kvantitativ dataanalyse kan overordnet deles op i tre tilgange, der alle giver nyttig information om de indsamlede observationer:

##### 1. En beskrivende tilgang

2. En tilgang der undersøger forskelle mellem grupper (hvilket sekundært peger på sammenhænge mellem variable).
3. En tilgang der direkte analyserer sammenhænge mellem variable.

### **ad.1 Beskrivende teknikker**

Beskrivende teknikker giver informationer om frekvensfordelinger af forskellige variable i procent & antal samt omfang og størrelser. Dette har en beskrivende karakter af den indsamlede data, der så videre skal tolkes og analyseres.

Et forholdsvist objektivt bidrag til en sådan tolkning er statistiske teknikker (Thomas & Nelson 1996: 92).

### **ad.2 Test af forskelle mellem grupper**

Under de mere beskrivende statistiske teknikker hører tests, der undersøger forskelle mellem forskellige grupper (bestemt af specifikke karakteristika som køn, adgang til legeplads, social baggrund etc.) angående fordelingen eller størrelsen af en interessant parameter (f.eks. idrætsdeltagelse eller omfanget af fysisk aktivitet etc.). Ved fund af sådanne forskelle opnås en indikation af sammenhænge mellem de målte parametre.

Ved at undersøge forskelle grupper imellem opnås det:

- At helheden opsplittes i dele, så det tydeligt fremgår, hvordan delene er relateret til fordelingen af interessante parametre (f.eks. bevægelsesaktivitet).
- At enkelte variable og dermed betingelser isoleres, så dennes umiddelbare betydning fremtræder.

De ”individuelle” sammenhænge, som fremkommer via disse teknikker, kan således være et nyttigt udgangspunkt for at analysere og forstå helheden.

Statistiske tests er nødvendige for at bestemme, i hvilken grad en funden forskel er statistisk signifikant eller blot tilfældig. Med andre ord, hvorvidt resultatet er pålideligt.

I denne undersøgelse er anvendt krydstableringsteknikkerne T og Anova test for parametriske data samt Chi i anden ( $X^2$ ) test for non-parametriske. De førstnævnte tests er standardtests for at måle, hvorvidt der er statistisk signifikant forskel mellem to (t-test) eller flere (anova test) gruppers fordeling af en kontinuert variabel som f.eks. CSA counts (Thomas & Nelson 1996: 141-160). Til at måle, om der er signifikante forskelle grupper imellem på fordelingen af kategoriske variable (f.eks. idræts deltagelse ja/nej, foretrukken aktivitet i frikvarter etc.), anvendes  $X^2$  testen, som er den anerkendte og verificerede måde statistisk at undersøge dette på (Ibid:194-199).

### **Ad. 3 Test af sammenhænge mellem variable**

De tendenser og sammenfald, som vises af ovennævnte teknikker, er dog kun hypotesegenererende, idet de ikke kan vise korrelation mellem variable og dermed bestemme, hvilke variable der direkte kan forudsige bevægelsesaktivitet (CSA tallet, idrætsdeltagelse etc.).

Ej heller er de sammenhænge, som antydes herved, på nogen måde kontrolleret for indflydelsen af andre påvirkende variable, som i virkeligheden kan være forklaringen bag sammenfaldet.

For bedre at kunne påvise reelle sammenhænge, er der derfor i undersøgelsen anvendt såkaldte analyserende statistiske teknikker (multiple regressions modeller) til at undersøge de mest interessante variable. Disse undersøger først og fremmest om, der er korrelation mellem variable. Dvs. i hvilken grad ændring af en uafhængig, evt. påvirkende variabel (f.eks. sociodemografiske forhold), fører til en konsistent ændring i den afhængige påvirkelige variabel (bevægelsesaktivitet). Med andre ord analyseres, hvilke variable der virker som prædiktorer for fysisk aktivitet og i hvor høj grad de kan forklare disse. Via lineær og logistisk regression er det muligt at undersøge graden af sammenhæng samt hvor signifikant dette er. Under multiple regressionsmodeller af denne slags, kan dette ske under inddragelse af andre indvirkende variable, hvormed der kan ses indvirkningen af disse og justeres herfor. Der justeres for confounding og dermed findes den enkelte variabels selvstændige effekt og reelle betydning.

Yderligere er det muligt ved netop at inddrage og dermed justere for eventuelle mellem eller bagvedliggende faktorer at se effekten heraf på de andre variable. Dermed vises sammenhænge herimellem og deraf årsagskæder.

Som beskrevet i teori afsnittet er elementerne i den sociale verden og menneskets praksis gensidigt bestemt af et komplekst samspil og ofte er der tale om dialektikker og komplekse årsagskæder. Analyserende multivariate teknikker forsøger at udregne de enkelte deles betydning for en bestemt variabel (her forskellige mål for fysisk aktivitet) i sådanne helheder af interagerende variable. Er det f.eks. blot fordi piger er piger, at disse i forskelsanalyserne viste sig at være gennemsnitligt mindre fysisk aktive eller ligger der andre forklaringer bag, som at piger i højere grad kan lide at være inde i frikvarterer, at de i mindre grad leger ude, går mindre til idræt el. lign. Hvad er forklaringen og de egentlige årsager bag de sammenfald, vi ser i de mere beskrivende teknikker?

Når der undersøges flere variable i samspil, er der bedre mulighed for at finde ægte sammenhænge mellem variable. Idet der kan findes og justeres for de påvirkninger fra tredje variable som påvirker umiddelbare sammenhænge. Hermed er det bedre muligt i tolkningsdelen (hvor teoretiske forklaringsmodeller selvfølgelig er det bærende fundament) at få en valid bestemmelse af sammenhænge som årsagssammenhænge. At få et mere kvalificeret indblik i, hvorfor der er sådanne sammenhænge.

Lineær regression anvendes for undersøgelsen af prædiktorer for kontinuerlig data (CSA counts), mens binær logistisk regression anvendes til at undersøge prædiktorer for kategoriske variable som ja/nej til idrætsdeltagelse eller legeplads aktivitet. (for begrundelse af valg af disse tilgange se Ibid.: 176-191).

Manuel og backwards søgestrategi anvendes til en frasortering af variable fra modellerne for dermed at nå frem til de variable, som i samspillet har signifikant betydning. I den manuelle strategi udvælges variable efter, hvad der analytisk giver mening. I backwards søgestrategien udelukker SPSS automatisk trinvis de variable, som på hvert trin har mindst signifikant sammenhæng med en afhængige variabel (den parameter der undersøges prædiktorer for).

Til sidst opnås i lineær regressionsmodellerne en bestemmelse af:

- hvor signifikant (p) samt i hvilken grad den enkelte variable korrelerer med CSA (r)
- hvor stor en del af forskellen i CSA de forskellige enkle variable kan forudsige og forklare ( $r^2$ )
- samt hvor stor en del af forskellene i CSA der kan prædikteres af de udvalgte variable i samspil ( $R^2$ ).

For de logistiske regressionsanalyser opnås en bestemmelse af:

- hvor signifikant (p) samt i hvilken grad den enkelte variable korrelerer med f.eks. idrætsdeltagelsen (B)
- Hvor meget den undersøgte variabel ændrer sandsynligheden (exp. B) for idrætsdeltagelse, legeaktivitet osv.

For logistisk og lineær regression accepteres og rapporteres et signifikansniveau på  $p < 0,1$ . Dvs. at der er en risiko for, at sammenhængen er opstået tilfældigt i mindre end 10% af tilfældene. Dog er det kun sammenhænge med et signifikansniveau på mindre end 0,05 der betragtes som pålidelige og sikre mens større end 0,05 betragtes som en tendens. For krydstableringsteknikkerne (analyse af forskelle) accepteres derimod et signifikansniveau på  $p < 0,05$ , da disse er forbundet med langt flere fejlkilder og ikke er en så pålidelig måde at bestemme sammenhænge på som korrelation (Thomas & Nelson, 1996: 58).

### 3.11.6 Analysens progressive opbygning

Alle de tre ovennævnte statistiske tilgange (den deskriptive, forskelsanalysen og analysen af korrelation) giver hver for sig, men især i kombination, nyttig information om det undersøgte genstandsfelt (børns bevægelse), hvorfor de alle vil benyttes i denne undersøgelse.

Således har arbejdsprocessen i den kvantitative analyse været:

1. At foretage det nødvendige grundlæggende klargøring af data.
2. At uddrage de rent beskrivende mål fra data.
3. At anvende forskelsanalyser til en beskrivelse af, hvordan datas fordeling umiddelbart ser ud. F.eks. hvem synes at være mest aktive/inaktive? Hvordan er de individuelle sammenfald? En sådan undersøgelse af forskelle på baggrundsvariables mål for bevægelsesaktivitet blev undersøgt for næsten alle de variable, som spørgeskemaerne producerede.
4. De variable, der ud fra denne indledende forholdsvis induktive tilgang, tydede på sammenhænge samt de som rent logisk/teoretisk kan forestilles at have en betydning, blev inddraget i forskellige multivariate analyser af korrelation mellem uafhængige og afhængige variable.
5. Ud fra ovenstående kan dog kun bestemmes statistiske sammenhænge. Forklaringen på, hvorfor der er disse sammenhænge, hele den komplicerede baggrund herfor, er der dog ikke til fulde gjort rede for. Hertil kræves en grundig tolkning, hvor den opstillede rammeteori samt de kvalitative observationer må inddrages for at kunne pege på en egentlig årsagssammenhæng og uddrage en mening. Her bliver det således nødvendigt at fjerne sig fra en statistisk og dermed objektiv analyse til en mere hermeneutisk.



Udvælgelsen af variable til denne kvantitative analyse er altså forløbet på den vis, at en lang række variables sammenhæng med fysisk aktivitet (CSA tal, idrætsdeltagelse og lege aktivitet) indledende er blevet undersøgt. Denne indledende fortrinsvis beskrivende undersøgelsesproces havde som formål at give et induktivt og bredt udgangspunkt, hvorudfra variablene til de mere grundige statistiske samt teoretiske analyser kunne udvælges på et kvalificeret grundlag.

### 3.12 Resultater



Undersøgelsens genstandsfelt - børns bevægelse - er i denne kvantitative del delt op i og operationaliseret (gjort målbar) som:

- **Samlet mængde af fysisk aktivitet generelt** (via CSA counts i gennemsnit),
- **Idrætsdeltagelse**, (via spørgeskemabevarelse)
- **Legeaktiviteter i fritiden**, i form af mængden af leg udendørs og om der leges på legeplads (via spørgeskemabesvarelser).

Derfor analyseres det først, hvad der hænger sammen med og dermed synes afgørende for disse tre parametre (eller afhængige variable, som de jo gøres til).

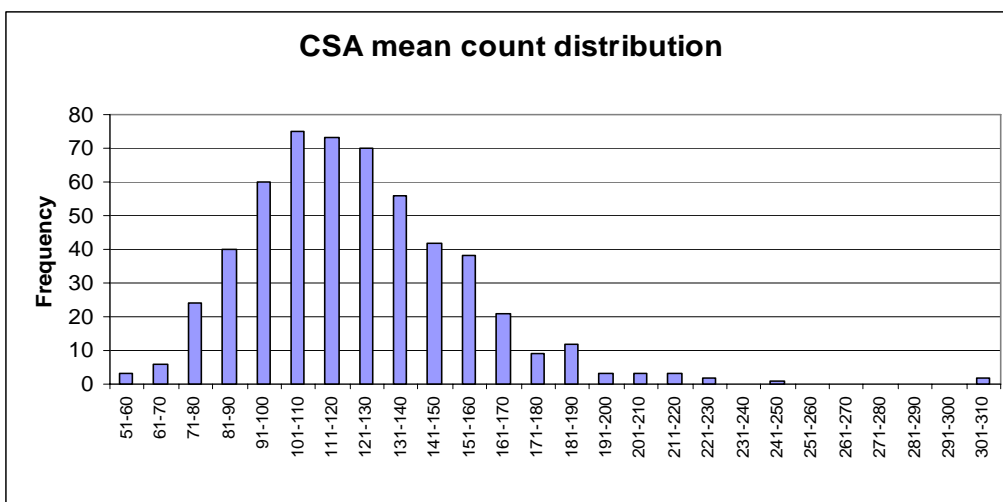
#### 3.12.1 Parametre af betydning for generel fysisk aktivitet (Accelerometermålinger)

Forskellene i børnenes gennemsnitlige bevægelsesmængde målt over 4 dage (fig. 3.1) er tilnærmelsesvis en normalfordeling med 73,3 % af børnene placeret inden for en standardafvigelse (s.a.). Det gennemsnitlige fysiske aktivitetsniveau for børnene ligger på 123 counts/min i gennemsnit målt over de fire dage. Dette tal kan ikke umiddelbart oversættes til minutter af specifikke aktiviteter, ej heller til et

præcist kalorieforbrug. Som før beskrevet, er det dog et pålideligt og forholdsvist præcist udtryk for barnets samlede bevægelsesmængde og er derfor en god parameter for sammenligning børnene imellem.

13,4 % af børnene kan siges at skille sig ud ved at ligge mere end en standardafvigelse under gennemsnittet. I øjenfaldende er det dog især, at 10% er under halvt så aktive som det gennemsnitlige niveau. Begge disse grupper kunne bruges som definition af inaktive børn og specielt synes betegnelsen inaktiv for de, som kun bevæger sig under halvt så lidt som det gennemsnitlige niveau, at være rimelig.

Fig. 3.1 Fordelingen af gennemsnitlig fysisk aktivitet målt over 4 dage via CSA



3 grupper: a, b & c		Data:	
En s.a. under mean	91 counts/min	Mean counts/min	123
a. børn under 91 counts/min.	13,4%	Standard deviation	31,9
b. børn mellem 91 og 155 counts/min.	73,3%	Median counts/min	119
c. børn over 155 counts/min.	13,3%	Minimum counts/min	51
		Maximum counts/min	305

Lad os se på, hvad der umiddelbart ligger bag disse variationer i omfanget af fysisk aktivitet.

En model af variable, der i den samlede helhed af interagerende variable prædikerer den samlede fysiske aktivitet, ser således ud. (Partiel r<sup>2</sup> er lig den procentdel af forskellene i CSA counts, som kan forklares af denne variabel).

Tabel 3.1.a : Multipel linier regressionsanalyse af prædiktorer for samlet fysisk aktivitet

Variable	B	Std. Error	Signifikans (p.=)	Partial korrelation (r)	Partiel r <sup>2</sup>
1 Skole <sup>1</sup>	2,13	0,47	0,000	0,376	0,14
2 Antal legemuligheder i skolegården <sup>2</sup>	14,34	4,69	0,003	0,263	0,07
3 Om det er meget vigtigt for forældrene at barnet er fysisk aktivt <sup>3</sup> .	14,97	5,70	0,01	0,226	0,05
4 Idrætsaktive der gerne vil træne flere timer <sup>4</sup>	10,50	4,5	0,021	0,204	0,04
5 Hvor ofte barnet tager initiativ til at være med i andre børns leg <sup>5</sup>	5,78	2,96	0,053	0,171	0,03
6 Foretrækker at lege med flere forskellige venner <sup>6</sup>	22,90	12,61	0,072	0,161	0,03
7 Foretrækker at være ude i frikvartererne <sup>7</sup>	8,40	0,5	0,092	0,149	0,02

38% (R<sup>2</sup>=0,38) af variationerne i CSA mean count og dermed mængden af børnenes fysiske aktivitet kan forklares af de i denne model inkluderede variable.

De forklarende variable er:

1. Hvilken skole barnet går på (samlet set den mest afgørende parameter).
2. Antallet af legemuligheder i skolegården.
3. Hvor højt forældrene vægter børns fysiske aktivitet.
4. Børnenes oplevelser af og motivation for idræt og træning.

<sup>1</sup> Her sammenlignes blot de enkelte skoler som indgår i undersøgelsen

<sup>2</sup> Færre end 12 sammenlignet 12 eller flere legemuligheder.

<sup>3</sup> Her sammenlignes de, som angiver at det er meget vigtigt at deres børn bevæger sig, med de, som blot angiver at det er vigtigt eller ikke vigtigt (blot 2 der svarer ikke vigtigt).

<sup>4</sup> Her sammenlignes "nej - det er lige tilpas" med "ja"

<sup>5</sup> 1=aldrig, 2= af og til, 3= ofte, 4=oftest

<sup>6</sup> Barnets svar på om det foretrækker at lege med en bestemt ven eller flere forskellige

<sup>7</sup> Foretrækker at være ude eller både ude og inde sammenlignet med foretrækker at være inde. Det er valgt at samle de som altid foretrækker at være ude og de som foretrækker både at være ude og inde for at få et udtryk for de som kan lide at lege ude og kunne sammenligne disse med de der altid foretrækker at være inde.

5. Barnets sociale kompetencer. Hvorvidt børnene selv tager initiativ til at deltage i andre børns leg, samt om børnene foretrækker at lege med flere forskellige venner.
6. Om børnene foretrækker at være (og dermed sandsynligvis er) ude i frikvartererne.

I denne model kan en enkeltstående faktor, nemlig legemuligheder i skolen, forklare en stor del af variationen (7%). Justering for effekten heraf kan derfor betyde, at andre faktorer, som ellers har betydning, ikke får signifikant betydning. Laves derimod en multipel regressionsanalyse uden inddragelse af denne variabel (tabel 3.1.b), bliver indflydelsen af en række andre yderligere variable signifikant (mødrenes idrætsdeltagelse, fædrenes uddannelse, børnenes idrætsdeltagelse).

Tabel 3.1.b Multipel linier regression uden inddragelse af legemuligheder i skolegården

Variable	B	Std. Error	Signifikans (p.=)	Partiel r	Partiel r <sup>2</sup>
1. Skole	2,7	0,5	0,000	0,480	0,23
2. Hvor ofte barnet tager initiativ til at være med i andre børns leg	7,7	3	0,011	0,230	0,05
3. Foretrækker at være ude i frikvartererne	12,0	4,9	0,017	0,216	0,05
4. Idrætsaktive der gerne vil træne flere timer	10,7	4,4	0,017	0,215	0,05
5. Går mor til idræt (ja/nej)? <sup>8</sup>	10,8	4,5	0,018	0,214	0,05
6. Hvor vigtigt finder forældrene, det er, at barnet er fysisk aktivt.	13,11	5,7	0,024	0,204	0,04
7. Fars skoleuddannelse <sup>9</sup>	9,7	4,2	0,024	0,205	0,04
8. Barnets idrætsdeltagelse <sup>10</sup>	19,6	11,4	0,089	0,155	0,02
9. TV forbrug <sup>11</sup>	3,6	2,1	0,100	0,149	0,02

Linier regression, alle variable i start modellen. Backward selection. Trin 24 R = 0,63, R<sup>2</sup> = 0,4, Adjusted R<sup>2</sup> = 0,4 Std. Error of the Estimate =23,6

Der er næppe interaktion mellem disse ”ekstra” variable og antallet af legemuligheder på skolerne. Derimod er det plausibelt, at disse variable har en så svag sammenhæng med den samlede fysiske aktivitet, at når betydningen af at have mange eller få legemuligheder til rådighed i skolegården inddrages og der justeres for effekten heraf, falder mængden af variation, som stadig kan forklares af disse variable til et niveau, hvor de har insignifikant betydning. De variable, som bliver i modellen, når der justeres for effekten af legemuligheder (i tabel 3.1.a), må dermed have en mere signifikant sammenhæng med den fysiske aktivitet.

<sup>8</sup> Læg mærke til at her er 1=ja 2= nej hvormed der er positiv korrelation mellem mødre der ikke går til idræt og børnenes fysiske aktivitet.

<sup>9</sup> Studenter, HF, HHX, HTX eksamen sammenlignet med folkeskole alene.

<sup>10</sup> Forældrenes svar på om barnet går til idræt/sport. ”Nej” + ” har gjort” sammenlignet med ”ja”

<sup>11</sup> 1= ingen TV i går, 2= <1timer, 3=1-2 timer, 4 =2-3 timer, 5 = 3-4 timer

Det ses yderligere, at betydningen af, om børnene foretrækker at være ude i frikvarteret, øges, når der ikke længere justeres for antallet af legefaciliteter (fra  $r^2=0,02$  i tabel 3.1.a til  $r^2=0,05$  i tabel 3.1.b). Antallet af legemuligheder i skolen hænger altså sammen med om børnene foretrækker at være ude eller inde i frikvartererne. Begge er afgørende for mængden af fysisk aktivitet.

Selvom betydningen af en række variable mindskes, når antallet af legemuligheder i skolegården inddrages, i den samlede model ses det, at betydningen af om børnene foretrækker at lege med flere forskellige venner øges til et niveau, hvor det er signifikant. Således har betydningen af denne sociale præference og kompetence været sløret af den indflydelse antallet af legemuligheder har .

Yderligere får inddragelsen af denne variabel betydningen af at tage initiativ til at være med i andre børns leg til at falde. Der er altså i høj grad tale om at disse to variable er udtryk for den samme karakteristika og præsenterer de samme børn

I model 3.1.b er inddraget variable som kun er grænsende til at være signifikant sammenhængende med CSA tallet. Nemlig idrætsdeltagelse og TV forbrug. I næste og sidste trin af den automatiske fravælgelse af variable (tabel 3.1.c) sorteres disse variable derfor fra.

Tabel 3.1.c

Variable	B	Std. Error	Signifikans (p.=)	Partiel r	Partiel $r^2$
1. Skole	2,4	0,5	0,000	0,494	0,24
2. Hvor vigtigt finder forældrene, det er, at barnet er fysisk aktivt.	14,6	5,7	0,012	0,225	0,05
3. Hvor ofte barnet tager initiativ til at være med i andre børns leg	6,8	3	0,023	0,203	0,04
4. Idrætsaktive der gerne vil træne flere timer	10,2	4,5	0,024	0,202	0,04
5. Foretrækker at være ude i frikvartererne	11,1	4,9	0,026	0,200	0,04
6. Fars skoleuddannelse	9,4	4,3	0,029	0,197	0,04
7. Går mor til idræt (ja/nej)?	8,9	4,5	0,046	0,180	0,03

Trin 25

At der således ikke længere justeres for børnenes idrætsdeltagelse medfører, at betydningen af, hvor vigtigt forældrene finder det, at børnene er fysisk aktive, øges. Der er altså den sammenhæng, at forældre, der synes, det er meget vigtigt deres børn er fysisk aktive, sender dem til idræt i højere grad.

Ydermere medfører den manglende justering for børnenes idrætsdeltagelse, at den negative effekt af mors idrætsdeltagelse mindskes. Mødrenes idrætsdeltagelse har

altså en negativ effekt på børnenes fysiske aktivitet, som dog til dels opvejes af, at disse børn i højere grad dyrker idræt.

Således tegner sig at billede af nogle variable, som synes at have en lille betydning for mængden af fysisk aktivitet og hvor det er statistisk mere usikkert, hvorvidt der er en sammenhæng. Disse er:

- Mors idrætsdeltagelse (negativ effekt)
- Fars uddannelse (gymnasial)
- Barnets idrætsdeltagelse
- Barnets TV forbrug

### 3.12.2 Parametre af betydning for idrætsdeltagelsen

Børnenes organiserede idrætsdeltagelse er altså ikke meget afgørende for den samlede fysiske aktivitet.

På trods af, at idrætsdeltagelse således ikke er den eneste måde, disse børn får motion og holder sig fysisk aktive på, er denne alligevel interessant at undersøge af socialiserings og udviklingsmæssige grunde. Idrætsdeltagelsen kan tænkes (via socialisering, læring) at være afgørende for omfanget af fysisk aktivitet senere i livet, hvor omfanget af legeaktiviteter aftager. Herudover er det en udbredt antagelse, at idrætten har en såkaldt egen-kvalitet dvs. indeholder nogle (oplevelsesmæssige) kvaliteter i sig selv uden at det er rettet direkte mod noget andet.

65% af børnene går til idræt. Via multiple logistiske regressionsmodeller var det kun muligt at finde frem til tre variable, som er prædikterende for (sammenhængende med) børnenes idrætsdeltagelse; nemlig forældrenes vægtning af børnenes fysiske aktivitet samt mødrenes og fædrenes idrætsdeltagelse.

Tabel 3.2 Multipel model (via logistisk regression) af prædiktorer for børnenes idrætsdeltagelse.

Variabel	B	S.E	Signifikans (p.)	Exp. B
1 Mødrenes idrætsdeltagelse	0,75	0,23	0,001	2,1
2 Hvor vigtigt er det, ifølge forældrene, at barnet er fysisk aktivt (meget sammenlignet med blot vigtigt)	0,7	0,23	0,003	2
3 Fædrenes idrætsdeltagelse	0,4	0,2	0,046	1,5

Logistisk regression: Selektionsmetode: Manuel (enter), Alle variable afprøvet.

Finder forældrene, at det er meget vigtigt, at børn er fysisk aktive, er sandsynligheden for, at børnene er idrætsaktive dobbelt så stor (exp. B=2). Det samme er tilfældet, hvis mor dyrker idræt (exp. B=2,1), Mens der er 50% øget sandsynlighed for børnenes idrætsdeltagelse forbundet med fars idrætsdeltagelse (exp. B=,5).

### 3.12.3 Parametre af betydning for legepladsaktivitet

Ud over organiseret idræt er børn på denne alder i fritiden også fysisk aktive på bl.a. legepladser. Denne aktivitet må yderligere tænkes at udgøre et specifikt bidrag til barnets udvikling såvel socialt som motorisk.

71,9% af børnene svarede ja til at have leget på en legeplads i sidste uge, hvilket tages som et udtryk for, at børnene leger på legeplads i almindelighed. Via multiple logistiske regressionsmodeller var det her kun muligt at finde frem til tre variable, som er prædikerende for (sammenhængende med) om børnene leger på legeplads; nemlig børnenes sociale kompetencer, adgangen til en legeplads og forældrenes vægtning af børnenes fysiske aktivitet (tabel 3.3).

Tabel 3.3 Prædiktorer for om barnets leger på legeplads i fritiden (efter skole og fritidsordning)

Variabel	B	S.E	Signifikans	Exp. B
1 Tager initiativ til at deltage i andre børns leg af og til sammenlignet med oftest	1	0,4	0,01	2,7
2 Adgang til legeplads	1,1	0,3	0,000	1,9
3 Hvor vigtigt forældrene synes det er, at barnet er fysisk aktivt. (Meget vigtigt sammenlignet med vigtigt)	0,6	0,3	0,04	1,9

Log. Reg. Selektionsmetode :Manuel (enter), alle variable afprøvet.

Således øges sandsynligheden for, at barnet leger på legeplads i fritiden:

2,7 gange, hvis barnet oftest tager initiativ til at deltage i andre børns leg sammenlignet med hvis dette kun af og til er tilfældet.

1,9 gange, hvis barnet har adgang til en legeplads, hvor det kan gå til selv.

1,9 gange, hvis forældrene synes, at barnets fysiske aktivitet er meget vigtig (sammenlignet med vigtigt).

### 3.12.4 Parametre af betydning for udendørsleg i barnets fritid (derhjemme)

Stort set al leg udenfor indeholder en eller anden form for bevægelsesaktivitet og dermed de kvaliteter, som er knyttet hertil. På dette alderstrin må forskellige former for udendørsleg anses som en væsentlig del af børnenes bevægelsesaktivitet og dermed udvikling.

For at få et udtryk for, hvorvidt børnene leger meget eller lidt udendørs derhjemme, er børnene blevet delt i to næsten lige store grupper; børn der leger ude i 5 eller flere dage om ugen og børn der leger ude mindre end 5 dage pr. uge.

46,3% af børnene angav at have leget udendørs i 5 eller flere dage i sidste uge. Via multiple logistiske regressionsmodeller var det kun muligt at finde frem til to variable, som er prædikerende for (sammenhængende med) i hvor høj grad børnene kommer ud at lege; nemlig børnenes sociale kompetencer og deres køn.

Tabel 3.4 Prædiktorer for omfanget af børnenes udendørsleg

Variabel	B	S.E	Signifikans (p)	Exp. B
1 Tager oftest initiativ til at deltage i andre børns leg vs. Af og til	0,889	1,237	0,02	2,4
2 Køn	0,328	0,189	0,075	1,39

Log. Reg. Selektionsmetode :Manuel (enter) samt backwards.

For børn, der oftest tager initiativ til at deltage i andre børns leg, er der således 2,4 gange så stor sandsynlighed for, at de leger ude mere end 5 dage/uge sammenlignet med dem, der (ifølge forældrene) kun tager initiativ hertil af og til. Hyppigheden af drenge, der leger meget ude, er 39% højere end for piger.

### 3.13 Sammenfatning

I denne afsluttende del sammenfattes den samlede undersøgelses vigtigste resultater og disse diskuteres i både i et teoretisk (forståelsesmæssigt) og pragmatisk perspektiv.

#### 3.13.1 De analytiske betingelsesdimensioners betydning for børns bevægelse samlet set

I den teoretiske gennemgang af hvordan børns bevægelsespraksis bedst kan anskues analytisk blev opstillet en række betingelsesdimensioner i barnets liv afgørende for dets bevægelsespraksis. Her en kort opridsning af hvilken betydning disse ifølge empirien viser sig at have.

##### 3.13.1.1 Familiens betydning

Forældrenes forhold til idræt har betydning for børnenes bevægelsesaktiviteter. Dette er dog på en noget tvetydig måde. Således er forældrenes idrætsdeltagelse klart positivt sammenhængende med børnenes idrætsdeltagelse, sandsynligvis via opbakning og værdiformidling.

På den anden side har idrætsdeltagelse for moderens vedkommende en svag tendens til at være negativt relateret til det samlede omfang af bevægelse hos børnene. Dette kan skyldes manglende tid og overskud til prioritering af familielivet og dermed aktivering af børnene i form af legeaktivitet.

Det altafgørende (mest signifikante og betydningsfulde) familieforhold angående børnenes bevægelsesaktiviteter er dog, hvor vigtigt forældrene finder det er, at børn er fysisk aktive. Denne opfattelse hos forældrene er afgørende for både børnenes idrætsdeltagelse, legepladsaktivitet og samlede fysiske aktivitet.

Den store betydning forældreopbakningen har for barnets bevægelsesaktiviteter kan forklares via den opstillede rammeteori. Her så vi, at videreformidlingen af værdier og normer ofte er det der bestemmer praksis.



Enten ved at disse normer og værdier overleveres fra omverdenen til individet (her forældre til barn) eller ved at de opstår i forskellige fællesskaber (børn forældre imellem). Værdier, normer og opfattelser afgør, hvad der for barnet synes ønskværdigt rigtigt, sjovt, normalt, meningsfuldt og er dermed afgørende for barnets bevægelsespraksis.

Forældrenes værdier angående børns fysiske aktivitet er selvfølgelig også bestemmende for forældrenes egen praksis og dermed om de sætter aktiviteter i gang og tager børnene med til legepladser, idræt og lign.

#### 3.13.1.2 Børneinstitutionernes betydning

Det fremgår meget tydeligt af den kvantitative undersøgelse, at forskellige forhold på skolerne angående bevægelsesaktivitet er en meget central forklaringsparameter for forskelle i børnenes bevægelsesmængde og dermed for inaktivitet. Hvilken skole, børnene går på, betyder således mere end de øvrige variable tilsammen. Skolen (samt sandsynligvis fritidsordningen) er altså den arena i børnenes liv, der suverænt har mest indflydelse på deres fysiske aktivitet og er dermed det vigtigste sted at sætte ind, hvis denne ønskes ændret.

Antallet af legefaciliteter, som er knyttet til skolen og dermed også ofte den fritidsinstitution børnene går i, kan forklare en stor del af denne sammenhæng. Kvaliteten af idrætstimerne set fra børnenes synsvinkel i form af gode oplevelser for børnene synes dog også at spille ind, idet børn, der kan lide idrætstimerne og kunne tænke sig mere idræt i skolen, er gennemsnitligt mere aktive end de øvrige.

Der er dog stadig en række andre skolemæssige forhold af betydning for børnenes fysiske aktivitet, det ikke har været muligt at afsløre hvad præcist består af. Det er sandsynligt, at kulturelle forhold, som traditioner, værdier og trends (f.eks. populære lege) hos både elever og lærere har en betydning. Ej heller er indflydelsen af de materielle forholds betydning fuldt ud afdækket. Der er ikke gjort rede for kvaliteten af de optalte legefaciliteter, dvs. i hvilken grad de er motiverende for børnene.

#### 3.13.1.3 De fysiske rammer omkring hjemmet

Den eneste materielle betingelse angående, hvor børnene bor, som influerer på deres bevægelsespraksis er, hvorvidt der er en legeplads som barnet kan gå hen til selv. Denne mulighed er afgørende for, om barnet leger på legeplads i fritiden.

For barnets samlede fysiske aktivitet, viser det sig dog ikke at gøre nogen forskel, hvordan de fysiske rammer i og omkring hjemmet er.

#### 3.13.1.4 Det enkelte barns individuelle forudsætninger og motiver

Af karakteristika, der kendetegner det enkelte barn er dets oplevelser af fysisk aktivitet og dermed motivation herfor afgørende for barnets bevægelsesaktivitet. Ydermere er barnets sociale kompetencer og lyst til at lege med andre børn af stor betydning.

Således er de individuelle motiver; hvorvidt børnene kunne tænke sig at træne flere timer samt om de fortrækker at være ude i frikvartererne, sammenhængende med øget fysisk aktivitet. Yderligere er børn, der kan lide idrætstimerne og kunne tænke sig flere af disse, mere aktive.

I den kvalitative del af undersøgelsen viste det sig også at være en afgørende forudsætning, for, få bevægelseslegen til at fungere, at børnene var yderst motiverede for at ville lege med hinanden.

Barnets sociale kompetencer spiller også en afgørende rolle for selve mulighederne for at bevæge sig. Der er således sammenhæng mellem indikatorer for børnenes sociale kompetencer og deres samlede mængde af fysisk aktivitet, omfang af leg på legeplads samt leg udenfor. Således er sociale kompetencer en forudsætning af betydning for især de selvorganiserede bevægelsesaktiviteter, som i denne alder har vist sig altafgørende for børns fysiske aktivitet.

At de sociale kompetencer og materielle legemuligheder viser sig at have så stor betydning for barnets selvorganiserede bevægelsesaktiviteter kan måske overraske. I den kvalitative legeobservation så vi imidlertid en forklaringen herpå, idet begge disse forhold var ganske afgørende for at kunne finde på noget at lege og få legen til at fungere. Var de materielle legemuligheder dårlige, stillede det endnu større udfordringer til børnenes sociale kompetencer. Omvendt kunne der med gode kompetencer skabes en leg på trods af meget lidt inspirerende faciliteter. Således er der et kompenserende samspil mellem disse materielle og personlige barrierer. Er de materielle ressourcer gode kræves ikke så mange personlige ressourcer og omvendt.

Endelig er det interessant at piger er mindre aktive end drenge og at dette fuldt ud kan forklares af forskelle i præferencer for og mængden af selvorganiseret bevægelsesaktivitet (leg). Drenge kan bedre lide at lege ude (i frikvarterer og hjemme) og er dermed mere fysisk aktive.

Disse forskelle i præferencer kan skyldes en kønsspecifik socialisering med internalisering af kønsrollemønstre, eller i de sociale fællesskaber (venner, familie, skole) opståede opfattelse af, hvad der er meningsfulde og "rigtige" pige-handlinger.

#### 3.13.1.5 Børnenes fritidsliv

Angående børnenes fritidsliv viser sig nogle lidt overraskende og meget interessante tendenser. Børn, der går til idræt, er ikke samlet set mere fysisk aktive i deres hverdag end de øvrige og der er kun en svag korrelation mellem idræt og fysisk aktivitet. Børnenes idrætsdeltagelse er altså i denne alder ikke det afgørende for om de får motion nok.

De børn, der leger ude mere end 5 dage om ugen, synes til gengæld lidt mere aktive samlet set end de øvrige.

Således er det i denne alder de selvorganiserede bevægelseslege (herunder især i skolen og fritidsordning), der er bestemmende for børnenes fysiske aktivitet. Denne pointe er altafgørende for at forstå de sammenhænge som undersøgelsen viser. Det forklarer f.eks., hvorfor legefaciliteter i skolegården og børnenes individuelle (sociale) evner og motivation til at lege med andre er så afgørende for omfanget af bevægelsesaktivitet.

Ved at være det grundlæggende for bevægelsesaktivitet i denne alder kan disse materielle og individuelle forudsætninger ydermere tænkes at være afgørende for den gennem praksis videre udvikling af forudsætninger, afgørende for den fysiske

aktivitet senere. F.eks. motorik, muskulær og cadiovaskulær udvikling samt ikke mindst for gode oplevelser og dermed motivation angående fysisk aktivitet.

### 3.14 Konkrete prædiktorer og barrierer for de undersøgte bevægelsesaktiviteter

#### 3.14.1 Børnenes samlede fysiske aktivitet

Vi har set, at der er tydelige forskelle hos børnene i mængden af fysisk aktivitet målt over fire dage. Flere variable virker direkte som prædiktorer for fysisk aktivitet, mens andre blot synes at medføre små forskelle.

- Direkte sammenhængende med og dermed afgørende for børnenes fysiske aktivitet er:
- Hvilken skole barnet går på: (Samlet set den mest afgørende parameter).
- Antallet af legemuligheder i skolegården
- Hvor højt forældrene vægter deres børns fysiske aktivitet.
- Børnenes oplevelser af og motivation for idræt, træning samt udendørs legeaktiviteter.
- Børnenes udeaktivitet: (Især i frikvartererne).
- Barnets sociale kompetencer

Grænsende til at være signifikante og dermed af mindre betydningsfulde er følgende faktorer:

- Børnenes fritidsaktiviteter som idrætsdeltagelse og TV forbrug.
- Mødrenes idrætsdeltagelse som indikator for mindre prioritering af familieliv og overskud til barnets aktivering.
- Fædrenes uddannelsesniveaue som indikator for de uddannelsesmæssige ressourcer i hjemmet.

**De mest betydningsfulde barrierer for børnenes samlede fysiske aktivitet er således: Manglende legemuligheder og faciliteter i skolen og evt. fritidsordning. Manglende vægtning og dermed sandsynligvis opbakning af barnets fysiske aktivitet fra forældrenes/familiens side. Manglende sociale kompetencer hos det enkelte barn. Mangel på gode oplevelser med bevægelsesaktiviteter.**

#### 3.14.2 Idrætsdeltagelsen

Angående børnenes idrætsdeltagelse er familiebaggrunden den altafgørende faktor.

Børnenes idrætsdeltagelse er afhængig af forældrenes vægtning af børnenes fysiske aktivitet samt forældrenes egen idrætsdeltagelse og dermed kendskab og interesse herfor.

Barrierer for børnenes idrætsdeltagelse er således primært manglende interesse for idræt hos forældrene samt manglende vægtning af betydningen af barnets fysiske aktivitet.

Børnenes grunde til at gå til idræt er primært at have det sjovt og for samværrets skyld.

Mange på dette alderstrin synes ikke, det er vigtigt at konkurrere og vinde.

Ovenstående kan være afgørende for muligheder og barrierer angående børnenes fortsatte og fremtidige idrætsdeltagelse.

### 3.14.3 Leg på legeplads

De afgørende faktorer for, hvorvidt børnene kommer ud og lege på legeplads, er:

- hvor vigtigt forældrene vægter børnenes fysiske aktivitet
- barnets sociale kompetencer og præferencer
- om børnene har adgang til en legeplads, hvor de kan gå til selv.

De primære barrierer for om barnet leger på legeplads i fritiden er således:

- Dårlig placering af nærmeste legeplads (afstand, trafik).
- At børnene har svært ved at tage initiativ til at deltage i andre børns leg.
- Forældre der ikke vægter barnets fysiske aktivitet så højt.

### 3.14.4 Udendørsleg i fritiden

Det var kun muligt at finde frem til to variable, som er prædikterende for (sammenhængende med) i hvor høj grad børnene kommer ud at lege nemlig:

- børnenes sociale kompetencer og præferencer
- samt barnets køn.

Børn, der har evnen og måske lysten til at tage initiativ til at deltage i andre børns leg, er oftere ude at lege i fritiden.

Piger leger mindre ude end drenge. Dette kan skyldes en specifik kønsrollesocialisering i familie kammeratskabsgrupper skole/fritidsordning ol. eller genetiske forskelle.

Barrierer for, hvor meget børnene kommer ud at lege er hermed:

- manglende sociale kompetencer hos børnene
- samt sandsynligvis kulturelle værdier og opfattelser angående pigers legeaktiviteter.

Det ses, at de forhold som, gør sig gældende som potentielle barrierer hvad angår de selvorganiserede legeaktiviteter, går igen som afgørende for den samlede fysiske aktivitet: Manglende sociale kompetencer, motivation, forældre opbakningen og materielle legemuligheder.

Forældrenes værdier er afgørende for om børnene tages med til en legeplads eller til idræt. Disse aktiviteter kan altså også betragtes som forældreorganiserede for mange børns vedkommende. Herudover har forældrenes værdier dog også selvstændig effekt på børnenes generelle fysiske aktivitet.

## 3.15 Diskussion og perspektivering

### 3.15.1 Diskussion af de kvantitative fund i lyset af den kvalitative undersøgelse samt den teoretiske forståelsesramme

I **den teoretiske del** af denne undersøgelse så vi, at praksis og dermed børns bevægelsesaktivitet er svær præcist at forudsige og forklare, da mange faktorer spiller ind. Overordnet er det dog nyttigt at forstå handlinger og dermed børns bevægelsesaktiviteter som børnenes realisering af de betingelser (muligheder og begrænsninger), der er til rådighed i situationen. Disse er betingelser i omverdenen (det institutionelle plan) og betingelser hæftet til det enkelte individ (barnet). Valget mellem, hvilke betingelser der realiseres, bestemmes af barnets motiver (normer).

Det blev også beskrevet, hvordan den institutionelle dimension og den mere individuelle reelt hænger sammen og på sin vis er to sider af samme sag. Institutionelle omverdensbetingelser i form af ressourcer samt især normer, opfattelser og værdier påvirker de individuelle ressourcer, normer, oplevelser og deraf motiver. Disse individuelle motiver og ressourcer er i sidste ende dog det, der gennem handling skaber de institutionelle vilkår.

I **den kvalitative undersøgelse** så vi, at de konkrete institutionelle omverdensbetingelser, som i disse bevægelsespraksisser var afgørende og dermed udgjorde potentielle barrierer var de materielle faciliteter og muligheder for bevægelsesaktivitet. Angående de mere individuelle betingelser var det tydeligt, at barnets ressourcer i form af sociale men også instrumentelle (kropslige) kompetencer var afgørende for deltagelse i bevægelsesaktiviteterne. En anden individuel betingelse af betydning var barnets motiver i form intentionen om at ville lege med andre børn.

I **den kvantitative del** blev disse sammenhænge bekræftet. Omverdensressourcen materielle legemuligheder viste sig at være meget afgørende for børnenes bevægelsesaktivitet. Det samme var barnets personlige ressourcer og motiver i form af sociale kompetencer samt dets oplevelser og motivation angående bevægelsesaktivitet. Der blev dog ikke i denne del af undersøgelsen fundet sammenhæng mellem individuelle instrumentelle ressourcer i form af kompetencer for idræt og fysisk aktivitet.

Udover materielle og individuelle ressourcer som mulighedsgivende for bevægelsesaktiviteter, viste det sig yderligere, at forældrenes værdier også er en afgørende parameter for børnenes bevægelsespraksis. En sådan sammenhæng mellem forældres (samt andre i børnenes verdens) værdier og barnets praksis, har vi set forklaret i teoridelen, hvor det beskrives, hvordan forældres normer og oplevelser overleveres til barnet og dermed påvirker dets praksis. Enten ved at der i fællesskabet familien opstår fælles opfattelser med afgørende betydning for individernes praksis. Eller ved at forældrenes forudbestemte normer internaliseres af barnet og evt. kommer til at udgøre det Giddens kalder den praktiske bevidsthed, hvorudfra de fleste handlinger igangsættes som næsten ren rutine – sådan gør man bare.

Der ses både i den opstillede rammeteori og i analysen af data et samspil og en selvforstærkende effekt mellem betingelser på det personlige plan og betingelser på

det sociale. Således er gode betingelser i omverdenen i sig selv mulighedsgivende for at barnet kan være fysisk aktivt. Sådanne omverdensbetingelser er også influerende på, om barnet har motiverne samt kompetencerne som kræves for at være aktiv.

Gode skolegårde motiverer børnene til at lege ude og gør det muligt at få denne leg til at fungere. Denne leg udvikler yderligere børnenes evner til og motiver (i form af gode oplevelser) til at lege. Forældres normer om vigtigheden og det meningsfulde i at børn er fysisk aktive smitter både af på børnenes holdninger (motiver) samt de muligheder de gives.

Ud fra disse sammenhænge, kan det konkluderes, at det i arbejdet for at øge børns fysiske aktivitet og især sikre, at de inaktive bliver mere aktive, er nødvendigt at sætte ind på følgende fire fronter:

1. **Forældrenes værdier omkring idræt og fysisk aktivitet.**
2. **De materielle rammer og muligheder for bevægelsesaktiviteter i de arenaer børn befinder sig.** Især er det afgørende, hvordan forholdene er, der hvor barnet bruger en stor del af sin hverdag. Dvs. skoler og fritidsordninger.
3. **Børnenes oplevelser af og motivation for bevægelsesaktivitet.** Denne er som antydning afhængig af de to ovennævnte omverdensforhold, men sandsynligvis også af kvaliteten af den organiserede idræt og bevægelse, som finder sted i skoler, foreninger, børnehaver etc.
4. **Børnenes individuelle kompetencer og forudsætninger for bevægelsesaktiviteter.** Sociale kompetencer har vist sig meget afgørende for deltagelse i uorganiserede bevægelsesaktiviteter med andre børn, hvilket i denne alder er afgørende for mængden af bevægelsesaktivitet. Det samme synes delvist tilfældet for de mere instrumentelle lege-/bevægelseskompetencer (kende lege og spil, have fysiske og tekniske evner).

### 3.15.2 Satsningsområde: Det enkelte barns forudsætninger og motiver eller vilkårene i omverdenen/institutionerne?

På denne vis at opstille fire individuelle forklarende parametre er en noget kunstig (dog nødvendig) opdeling af virkelighedens kompleksitet. Som beskrevet i teoridelen - herunder især Giddens strukturationsprincip - er sådanne dimensioner af det sociale liv sammenhængende og i forståelsen heraf er det derfor nødvendigt at anskue dem som et hele.

Således vil de i denne kontekst afgørende individuelle betingelser (kompetencer og motiver) være et produkt af de mere institutionelle samfundsmæssige (ressourcer og værdier). Modsat (dog på en noget større skala) vil individuelle ressourcer og motiver være det, der i sidste ende skaber sådanne institutionelle betingelser.

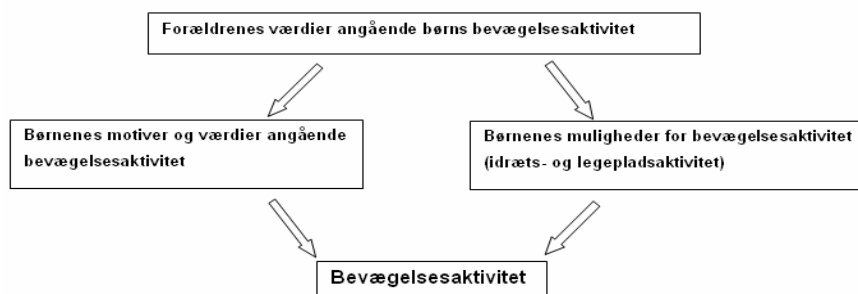
Den sammenhæng viste sig også især i den kvalitative del, hvor materielle rammer var afgørende for børnenes leg og dermed deres udvikling af individuelle ressourcer og oplevelser (motiver). Gode oplevelser og kompetencer, der kan føre til flere bevægelseslege og dermed potentielt aktiviteter andre børn kan være med i. At børnenes individuelle motiver og forudsætninger påvirker de samfundsmæssige institutionelle betingelser for fysisk aktivitet er dog kun sandsynliggjort af empirien. Mere overordnede samfundsforhold uden for de involverede børns umiddelbare rækkevidde synes også at have en afgørende indflydelse. F.eks. initiativer fra institutionelle aktører som Lokale- og Anlægsfonden, kommunernes afdeling for veje og parker samt især skolebestyrelser om at bygge spændende legepladser, der hvor disse børn færdes. Initiativer der igen beror på endnu mere overordnede strukturer som økonomiske (er der råd) og politiske forhold (er der befolkningsmæssig opbagning, bag sådanne prioriteringer) dvs. værdier i samfundet mere overordnet.

På den måde hænger de institutionelle betingelser som f.eks. legefaciliteter og dermed overordnede økonomiske og værdimæssige strukturer uløseligt sammen med og påvirker de individuelle betingelser som oplevelser, motiver og sociale instrumentelle forudsætninger. Begge dimensioner med indflydelse på hvor aktive børnene er. Dermed kan det forklares at en enkelt faktor som legefaciliteter i skolen har så stor betydning. Denne materielle ressource har en selvstændig effekt som mulighedsgivende for børnenes bevægelsesaktiviteter, men indvirker samtidigt gennem påvirkningen af praksis også på de individuelle parametre (generelle kompetencer og præferencer) af betydning for børnenes bevægelsesaktivitet (figur 5.2).

Det samme kan til en hvis grad siges om forældrenes værdier der gennem prioritering kan give børnene muligheder samtidigt med, at disse værdier i familien (gennem socialisering og menings-/værdiforhandling) påvirker børnenes værdier, oplevelser og motiver. Kort sagt børnenes praktiske bevidsthed omkring og dermed generelle indstilling til bevægelse.

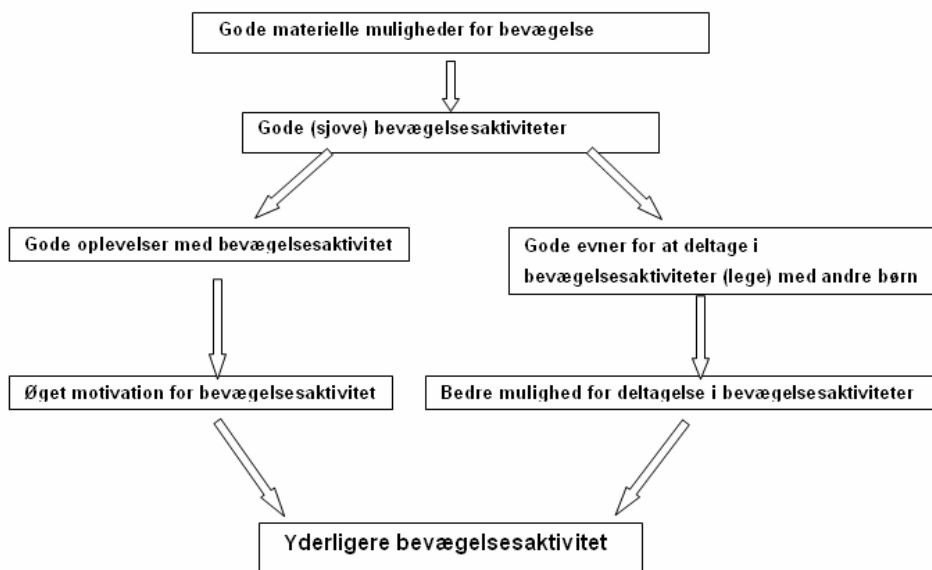
Der viser sig således to årsagssammenhænge mellem institutionelle omverdensbetingelser og de mere individuelle betingelser. Så at sige to nøgler til at løse udfordringen manglende fysisk aktivitet hos børn; Faciliteter (figur 5.2) og værdier (fig. 5.1).

Fig. 5.1



Faciliteter og dermed nedenstående sammenhængen (figur 5.2) har dog vist sig mest afgørende for børnenes fysiske aktivitet.

Fig. 5.2



Som det ses, blev der i disse undersøgelser af sammenhængende for og årsagerne bag børns bevægelsespraksis altså primært fundet eksempler på, at de institutionelle forhold (familiens værdier og de materielle faciliteter) påvirker de individuelle motiver og ressourcer, mens børnenes påvirkning af disse institutionelle forhold kun blev sandsynliggjort hypotetisk/teoretisk.

De institutionelle samfundsmæssige betingelser for genstandsfeltet børns bevægelse synes altså ifølge empirien at være overordnet bestemmende i forhold til de enkelte individers praksis. Dog er der stadig det frie valg tilbage, som måske er en del af forklaringen bag de 62% af forskellene i samlet fysisk aktivitet, som ikke kunne forklares af de undersøgte vilkår<sup>12</sup>.

Med sikkerhed er det dog påvist, at de institutionelle betingelser har en meget afgørende betydning for disse børns bevægelsespraksis. Disse er dermed et godt udgangspunkt at starte, hvis man ønsker at ændre denne. Denne parameter synes yderligere mere håndgribelig at påvirke end de til dels ukendte og dybereliggende årsagerne bag børnenes mere individuelle valg.

Et tilstrækkeligt antal legefaciliteter (ifølge data flere end 12) i skolegårde og fritidsinstitutioner er en ukompliceret parameter at påvirke. En intervention som kan være kostbar, men da der er påvist en meget sikker årsagssammenhæng, er det til gengæld sikkert, at det er en effektiv metode til at øge børns bevægelsesaktivitet og dermed sænke bl.a. sundhedsudgifter.

I den forbindelse synes det iflg. empirien anbefalelsesværdigt at integrere og samle legeområder for flere klasser, fritidshjem, idrætsforeninger m.m. for derved at have flere ressourcer til at skabe et område med et væld af mulighedsgivende, inspirerende og motiverende legeredskaber. Kort sagt øge det totale antal legemuligheder for det enkelte barn i den institution barnet nu befinder sig i. Børns

<sup>12</sup> Idet den multiple model af forklarende faktorer for børnenes samlede fysisk aktivitet kunne forklare 38% (tabel 3.1.a,  $R^2 = 0,38$ ) af variationerne i denne.



fysiske aktivitet er en fælles opgave for børneinstitutionerne og meget kunne vindes ved i samarbejde at øge de så afgørende faciliteter, som er tilgængelige for barnet.

I denne cost benefit diskussion bør inddrages, at en legefacilitet som, viste sig at medføre en masse aktivitet i mange af de undersøgte skolegårde er på asfalten malede felter og baner af forskellig slags. Bare det at have en eller form for ramme, der som Giddens beskriver det dikterer nogle begrænsede muligheder (streger) inspirer til konkrete aktiviteter. Sådanne felter, baner og hinkeruder, der inspirerer til en eller anden form for regelleg, er ganske billige at anlægge (asfaltmaling) sammenlignet med de meget dyrere legetårne. Her fås meget bevægelse for pengene.

Således synes også kvaliteten af legefaciliteterne afgørende for, hvor inspirerende de er og dermed hvor meget bevægelse de medfører. På mange skoler sås det tydeligt, at ikke alene midler men også omtanke bag anlægningen af legefaciliteter i forhold til hvordan børn leger, er afgørende. Svære klatrevæge er måske inspirerende for voksnes træning og afprøvning af evner, men de er ikke særligt inspirerende for børn at konstruere en leg omkring. Ej heller er basketkurve i fuld højde særligt mulighedsgivende for børn i indskoling. Sådanne faciliteter er imidlertid observeret på flere af de undersøgte skoler. Planlægning af legefaciliteter bør i høj grad tage udgangspunkt i viden om og studier af børns leg og bevægelse.

Modsat disse konkrete materielle omverdensbetingelser af betydning synes de mere værdimæssige at være en mere kompliceret størrelse at forbedre. Befolkningens (herunder forældre og lærere) værdier mht. fysisk aktivitet er et produkt af mange forhold og det er f.eks. usikkert, i hvilken grad de også er et produkt af den praksis som allerede praktiseres (retfærdiggørelse for de allerede aktive). Dog findes indenfor marketingbranchen utvivlsomt en masse viden om, hvordan individers værdier og praksis påvirkes (f.eks. til at købe bestemte sodavand), hvormed sådanne strategier kan tænkes at være effektfulde til også at påvirke bevægelsespraksis.

Ved en sådan intervention spiller dog også etiske overvejelser ind. En holdningspåvirkning fra offentlig side kan let få karakter af at være mere manipulation og statsstyring af individet end blot at give gode muligheder. Men som nøgtern oplysning og forskningsformidling vil tiltag på dette dog også være anbefalelsesværdige.

Ses samfundsøkonomisk på det, kan der dog bygges mange legepladser, boldbure o. lign. for de penge effektfulde kampagner som f.eks. tv-reklamer koster. Kampagner der yderligere ofte skal gentages årligt, hvorimod legepladser og lign. har en væsentlig længere levetid. Sådant lokalt småbyggeri på skoler rundt omkring er dog sammenlignet med landsdækkende kampagner langt fra offentlighedens opmærksomhed, hvormed de ikke i samme grad signalerer politisk handlekraft. Men det er vigtigt i prioriteringen af midler at holde fokus på, hvad der har størst betydning og hvor der fås mest bevægelse for pengene. Alle tiltag der har effekt er imidlertid anbefalelsesværdige.

## 3.16 De mest betydningsfulde barrierer og dermed mest i øjenfaldende handlehenvisninger

### 3.16.1 Satsningsområde skolerne eller idrætsforeningerne?

Det har vist sig at skolen er den arena og den betingelse i børnenes liv der er af suverænt størst betydning for deres generelle fysiske aktivitet, og det er derfor afgørende at der fokuseres på dette område i sundheds og idrætspolitikken. Mindre vigtigt synes i denne alder at børnene aktiveres i idrætsforeningerne.

Intet tyder på at børn, der ikke går til idræt er mere inaktive, hvormed foreningsidræt er ikke det altafgørende for disse børns fysiske aktivitet. Derimod er det dog afgørende for deres fysiske aktivitet om, de der går til idræt er glade for dette. Børn der ikke selv er glade for at være og derfor ikke er så fysiske aktive bliver altså ikke med sikkerhed mere aktive ved blive sendt ud i den lokale idrætsforening. Det har vist sig mere kompliceret end som så, da oplevelsesmæssige kvaliteter og udvikling af motiver og kompetencer ifølge den teoretiske analyse og både den kvalitative og kvantitative del af undersøgelsen har vist sig afgørende for børns deltagelse i bevægelsesaktiviteter. Det synes således ikke en opgave som alene kan lægges an på frivillig arbejdskraft i idrætsforeninger. Frivillige der jo ofte har en anden dagsorden, sigte og ikke mindst andre kompetencer end at løse konkrete samfundsproblemer som bevægelsessvage børn; ofte mål om en spændende måde at spendere sin fritid og at være en del af et interessefællesskab omkring en interessant idræt og sport (Habermann 2000, Mortensen 2000).

Med andre ord er børns problematiske inaktivitet ikke en opgave der alene kan løftes af det frivillige arbejde i foreningerne, men en opgave for børneinstitutionerne skole og fritidsordninger som jo er de offentlige instanser der først fremmest har ansvaret for børns generelle udvikling, dannelse og trivsel. Institutioner der også i højere grad har kompetencerne til at løse sådanne udfordringer med deres pædagogisk og ofte idrætsmæssigt professionelle og lønnede personale, muligheder for ansættelse af ekspertise og især mulighed for at skabe de nødvendige og altafgørende materielle rammer for børnenes bevægelser, det sted de befinder sig mest tid i hverdagen. Legeaktivitet og herunder udviklingen af kompetencer herfor må på den pædagogiske dagsorden i indskolingen, fritidshjem og børnehaver.

For at få især de inaktive børn i denne alder mere aktive synes det således afgørende sundhedspolitisk at rette fokus et helt andet sted end idrætsforeningerne nemlig skolerne. Det er med andre ord en opgave inden for kommune og stat der ikke kan udliciteres til hverken markedet eller det civile samfund. Dette synes at ville være en ansvarsfraskrivelse med store konsekvenser.

Det synes langt mere effektivt at give inspirerende muligheder i nærområderne herunder især de institutioner, hvor børnene befinder sig i en stor del af deres aktive tid. At sikre inspirerende muligheder for bevægelse i byrummet og institutionerne i form faciliteter, der giver en masse alsidige og dermed inspirerende muligheder for alle børn.

Selvfolgelig udgør idrætsforeningerne som en specifik og speciel praksissammenhæng et vigtigt bidrag til børnenes socialisering til fællesskab, bevægelseskultur m.m. Det samme synes dog - for børn i denne alder - ifølge den kvalitative undersøgelse at kunne siges om den læring, som finder sted i selvorganiserede bevægelsesaktiviteter i parker på legepladser og i skolegårde.

Som vi har set er det dog ikke et spørgsmål om hverken eller. Både den selvorganiserede og den organiserede bevægelsesaktivitet synes at supplere hinanden og at bidrage til børns bevægelsesaktivitet og generelle udvikling. Dog har de selvorganiserede aktiviteter i denne alder langt størst betydning for mængden af bevægelsesaktivitet og dermed sandsynligvis sundhed og udvikling. Derfor vil en indsats angående de materielle og personlige ressourcer der er afgørende for disse aktiviteter være mest effektiv til at skabe mere fysisk aktivitet blandt børn herunder de meget inaktive.

Børnenes oplevelse af idræt og fysisk aktivitet er afgørende for deres bevægelsespraksis og idrætsundervisning i skolen af en vis kvalitet er derfor en vigtig del af skolens bidrag til alle børns udvikling sundhed og velfærd. Sådanne oplevelser er dog for de mange idrætsaktive børn naturligvis også afhængig af kvaliteten af aktiviteterne i idrætsforeningerne og er dermed også deres ansvarsområde.

At skoleidrætten spiller en særlig vigtig rolle for alle børns nutidige og fremtidige bevægelsesaktivitet fremhæves specifikt i den kvalitative undersøgelse. Her viste det sig, at de kompetencer som kræves for at deltage i både organiserede og uorganiserede bevægelsesaktiviteter udvikles ved netop at deltage i sådanne aktiviteter. Hermed er det for børnenes fremtidige muligheder og dermed praksis vigtigt, at børn i denne aldersgruppe er aktive i et bredt og alsidigt udvalg af bevægelsesaktiviteter. Det synes at være en udviklingsmæssig forudsætning for senere deltagelse. Således at sikre en alsidig udvikling af kompetencer, der gør det muligt gennem livet at deltage i sundheds- og fritidsaktiviteter, må være en opgave for skolen. Hermed bliver et helt centralt kvalitetskriterium for skoleidrætten alsidighed – at sikre børnenes forudsætninger for og inspiration til en lang række aktiviteter.

Et andet vigtigt fund i undersøgelsen, som også synes at være i modsætning til de udbredte politiske antagelser og initiativer, er, at mængden af børns fysiske aktivitet ikke i særlig grad er knyttet til økonomiske og socialgruppemæssige ressourcer. Omfanget af børns fysiske aktivitet har ikke nogen social slagside. Derfor er det angående disse noget yngre børns fysiske aktivitet ikke særligt vigtigt - som det ellers er gængs og næsten automatisk velfærdspolitik - at sætte særligt ind i de, økonomisk set, mindst bemidlede områder f.eks. via specifikke kvarterløft. Sagt populært er de økonomisk velstillede børn lige så lidt aktive som de øvrige og har dermed lige så meget brug for bevægelsesfremmende tiltag som gode legepladser, gode idrætslærere og at deres forældre gøres opmærksomme på værdien af børns bevægelsesaktiviteter.

Endelig er der de afgørende forhold inden for den mere private sfære familien og konkret, hvorvidt forældrene synes, at børns fysiske aktivitet er vigtigt. Her synes det afgørende at få formidlet sådanne budskaber som vi så indledningsvis om den betydning børns bevægelsesaktivitet har for deres sundhed, udvikling og trivsel.

For eksempel via TV, oplysningskampagner, avisartikler forskningsformidling dokumentarprogrammer etc. Et mere målrettet og dermed mere effektivt, sted at sætte ind er dog forældremøder, hvor f.eks. idrætslæreren kan møde især de idræts- og bevægelsessvage børns forældre og tale om barnets udvikling på denne front. Drøfte hvad der evt. bør gøres, og er en relevant strategi for det enkelte barn. Forældremøder har netop som formål at inddrage og samarbejde med forældrene om barnets problemer. Dansklæreren inddrages med sit kendskab til barnets problemer med læsning samt til hvordan disse kan løses. Samme kompetence bør klassens idrætslærer have angående barnets eventuelle problemer angående manglende bevægelsesaktivitet og dermed såvel kropslige som social udvikling. Forældremøder er en god mulighed for at tage udgangspunkt i det enkelte barns særlige problemer, og få udnyttet den viden om det enkelte barn samt om idræt og bevægelse idrætslærerne bør besidde.

Muligvis er det nødvendigt med efteruddannelse til mange lærere for at varetage en sådan funktion.

Således er det i bestræbelserne på at øge mange inaktive børns bevægelsesaktiviteter nu og senere afgørende at bearbejde: Forældrenes (og evt. børnenes) holdning til vigtigheden af børns fysiske aktivitet, børnenes evner til at lege med andre børn, børnenes motivation for og oplevelse af idræt og af at lege ude i frikvarteret, samt herunder antallet af legemuligheder i skolegården.

Mindre tydelige faktorer (og dermed barrierer) men stadig af betydning synes at være: adgangen til en legeplads børnene selv kan gå til, kønsspecifikke opfattelser af lege- og idrætsaktiviteter, samt forældrenes idrætsdeltagelse (som værende sammenhængende med barnets).

Som det ses, er mange af de mest betydningsfulde barrierer inden for børneinstitutionernes rækkevidde, hvormed der kan gøres meget her. Navnlig antallet af legemuligheder i skolegården synes at være en meget betydelig men lettere overkommelig barriere, hvormed meget let kan vindes på den front. Sværere er det sandsynligvis at forbedre børnenes sociale kompetencer og evner til at lege, men en pædagogisk indsats på dette område for de allersvageste er måske relevant. Om ikke andet har vi set, at alene gode materielle legemuligheder er befordrende for leg, hvilket synes befordrende for såvel udviklingen af børnenes sociale kompetencer som individuelle motivation.

Mange af de muligheder der viser sig for at øge børns fysiske aktivitet synes altså at være i skolens hænder. Derfor vil skole og kommunalbestyrelses beslutninger om f.eks. anlæg af faciliteter, prioritering af idrætstimer, de konkrete idrætslæreres og pædagogers kompetencer være noget af det mest afgørende for børnenes fysiske aktivitet. Yderligere forskning, som kan ligge til grund for udannelsen af sådanne faggrupper med hensyn til, hvordan især de inaktive børn gøres mere aktive, synes derfor anbefalelsesværdigt.

Alle de foreslåede løsningsforslag har økonomiske omkostninger og dermed økonomiske barrierer. Her er det nødvendigt at man – især som politiker – spørger sig selv, hvorvidt disse omkostninger er en god investering i forhold til de i indledningen nævnte sundhedsomkostninger en manglende intervention vil have.

Dette synes sandsynligt men kræver nærmere økonomiske beregninger for at fastslås. Angående børnenes livskvalitet er det dog utvivlsomt, at de foreslåede forebyggende indsatser er at foretrække.

### 3.17 Forskningsmæssige perspektiver

Mange af fundene i denne undersøgelse er, som nævnt, overraskende i forhold til flere udbredte antagelser som at børns fysiske aktivitet afgøres af deres idrætsdeltagelse og dermed sociale og økonomiske ressourcer. Dette kan sandsynligvis delvist tilskrives, at der er gået analytisk og dermed undersøgelsesmæssigt meget bredt til værks (at mange variable, som ofte ikke undersøges, er blevet undersøgt). Børnenes, i forhold til de fleste andre undersøgelser, lavere alder og dermed mere selvorganiserede bevægelsespraksis kan også tænkes at spille ind.

Især kan det dog tilskrives anvendelsen af accelerometermålinger til at give et præcist mål for mængden af børnenes aktuelle fysiske aktivitet. Mængden af fysisk aktivitet har vist sig (især i denne alder) at være meget svært at få et dækkende og troværdigt udtryk for via spørgeskemabesvarelser. Der var langt fra fuldstændig lineær sammenhæng mellem rapporteret og egentligt udøvet fysisk aktivitet, hvormed det udfra spørgeskema besvarelser alene er svært at bestemme, hvad der er afgørende for den reelle samlede fysiske aktivitet.

Dette har i højere grad været muligt takket værre accelerometerteknikken. En måleteknik som er under stadig udvikling mod at give mere nuancerede mål for arten og intensiteten af bevægelser, øget antal af dage som måles, vandtæthed m.m. Kort sagt at udvikles mod endnu større både intern og ekstern validitet.

Endelig har anvendelsen af multiple regressionsmodeller vist sig at være et meget nyttigt værktøj til at afsløre de præcise mønstre af sammenhænge bag omfanget af bevægelsesaktivitet. En analyse måde som er veludviklet og meget anvendt inden for naturvidenskaben og epidemiologien, men som også er meget anvendelig inden for det social teoretiske genstandsfelt til at afdække dets komplekse mønstre af årsagskæder.

### 3.18 Litteratur

Brage S (2003). Objectively Measured Physical Activity and its Relation to Indices of Insulin Resistance and the Metabolic Syndrome in Children. Odense: Syddansk Universitet.

Ernæringsrådet (2002). Den danske fedmeepidemi – oplæg til en forebyggelsesindsats. København: Ernæringsrådet.

Fridberg, Torben (1999). 7-15 åriges fritidsaktiviteter – Kultur- og fritidsundersøgelsen 1998. København: Socialforskningsinstituttet.

Habermann, Ulla (2000): Motiver til frivillighed - frivillige i idrætsforeninger. Institut for idræt, Københavns Universitet.

Mortensen, Morten (2000). Mentalitetshistorisk indkredsning af nogle centrale kategorier i idrætsforeningernes selvforståelse. I kompendie for faget ”socialisering til og gennem idræt”. Forårssemesteret 2001. Morten Mortensen og Ole Skjerk. Institut for idræt, Københavns Universitet.

Ibsen, Bjarne og Ottesen Laila (1999). Idræt, motion og hverdagsliv – i tal og tale - . Københavns Universitet: Institut for idræt.

De Knop, Engström (Ed.) (1996). Worldwide Trends in Youth Sport. USA: Human Kinetics.

Mathiesen J., Andersen NL, Ovesen LF, (2001). Betydningen af kost og fysisk aktivitet for fedmeudviklingen i Danmark fra 1985 til 1995. København: Ugeskrift for Læger.

McArdle WD, Katch FI, Katch VL (1996). Exercise Physiology. Baltimore, USA: Williams & Wilkins.

Ottesen, Laila (2001). Kultur og fritidsundersøgelse i Herlev kommune. Københavns Universitet, Institut for Idræt.

Ottesen, Laila & Ibsen, Bjarne (2000). Børn, idræt og hverdagsliv – i tal og tale. Københavns Universitet, Institut for Idræt.

Richelsen B, (2001). Fedme, kost og fysisk aktivitet. København: Ugeskrift for Læger.

Thomas, R., Jerry & Nelson k., Jack (1996). Research Methods in Physical Activity. U.S.A. Human Kinetics

Wetherell, Margaret (ed.) (1996). Identities, Groups and Social Issues. London: Sage Publications.

## 4 Børns udvikling af kropslige - og sociale kompetencer i idrætstimerne

af Helle Rønholt og Lis Engel

I Ballerup Kommune har man gjort en ekstra indsats for at give børn og idrætslærere forhold, der kan optimere idrætsundervisningen i skolen. I forbindelse med et udbud af flere idrætstimer, fornyelser og supplement til skolernes redskabsbeholdning, samt kursusvirksomhed for idrætslærerne, er der gennemført en omfattende undersøgelse af børns fysiske, psykiske, kognitive og sociale kompetencer.

Denne artikel fortæller om observationer af børn på de skoler, hvor lærere og elever gav os lov til at observere med video. Videoobservationerne skulle vise, hvordan børns kropslige – og sociale kompetencer kommer til udtryk. Hvilke muligheder de har for kropslig og idrætslig udfoldelse og hvilke potentialer der udfordres i idrætstimerne.

”Det centrale i idrætsfaget er arbejdet med kroppen og dens muligheder i mange forskellige sammenhænge. Arbejdet med kundskaber og færdigheder foregår både alene og sammen med andre” (Læseplan for faget idræt, 2004). Idræt udøves i en social kontekst. Derfor udfordres såvel de kropslige som de sociale kompetencer.

Sociale kompetence handler basalt set om evnen til at kunne tilhøre og fungere i socialt heterogene grupper, at kunne indgå i gensidigt givende og konstruktive relationer med andre mennesker og om at kunne udtrykke egne og aflæse andres følelser. Social kompetence kommer derfor i spil i idrætsaktiviteter, hvor børn forhandler mening, samarbejder og løser konflikter (Nøgletekompetencer, 2002)

I overensstemmelse med Bente Jensens definition af kompetencebegrebet (Jensen, 2002, s. 30) anvendes begrebet til at beskrive specifikke handle- og præstationsevner, men også de bagvedliggende potentialer, der mobiliseres på relevant måde i situationer og opgaver som fx i idrætstimerne.

Kropslig og social kompetence forstås både som konkrete præstationer og funktionsevner og som det, der omhandler den mere personlige og identitetsskabende del, da idrætsaktiviteter i skolen sjældent udfoldes alene, isoleret fra andre. Derfor vil idrætsundervisning i skolen så godt som altid involvere processer, der fordrer både kropslige og sociale kompetencer, som dermed bliver et parallelt fokus hos lærerne og integreret i den læring der finder sted. Læring i idræt foregår i et socialt rum, et klassefællesskab, som både lærere og elever er med til at definere (Wenger, 1998).

### 4.1 Børn i tredje klasse

Børn i 3. klasse er 9-10 år gamle. Det er i følge fysiologerne børns motoriske guldalder (Denckla, 1974; Sommer, 1985, Payne og Isaacs, 2002). I denne alder er nervesystemet normalt fuldt udviklet, og de har optimale muligheder for at lære nye bevægelser gennem stimulering, enten gennem legende og fantasifuld udfoldelse, imitation af andre eller gennem undervisning, øvelse og decideret træning. Hvad viser disse motoriske guldalderbørn at de kan? Hvilke kompetencer

synliggør de for os og hvilke muligheder, udfordringer eller stimuleringer kan vi se, at de får i idrætstimerne?

Forskelligheden i børnegruppen viser sig at være total. Børnenes biologiske alder afspejler ikke en ensartet børnegruppe. Nogle er meget større end andre, men ikke nødvendigvis fysisk stærkere, mere modne eller mere socialt kompetente i deres relationer til andre børn og voksne. Nogle børn er uvante med bevægelse og derfor også meget lidt bevægelsesudviklede. Det viser sig i deres manglende koordination af helt almindelige bevægelser som at gå og løbe. De er bevægelsessvage, løber med stive fodled, fordi de mangler styrke og spændstighed. Andre er nærmest flyvende, bevægelseserfarne, udforskende, fyldt med initiativ og gå-på-mod. De er velkoordinerede, opfindsomme, atletiske, og fulde af kropslig bevægelsesglæde.

Med ca. 50 elever i en idrætshal, hvilket efterhånden er en meget almindelig gruppestørrelse, når to klasser bliver slået sammen, er det noget af en udfordring for lærerne at undervise børnene; Klasse- og lektionsstrukturen er medskaber af de rammer, lærerne benytter i deres organisering og valg af indhold i undervisningen.

## 4.2 To lærere til 50 forskellige børn

I langt de fleste tilfælde er der én idrætslærer pr. klasse. Når to klasser bliver slået sammen er organiseringen af børn og aktiviteter idrætslærernes vigtigste redskab til at klare undervisningssituationen. Det er tvivlsomt om trænere i en idrætsklub ville acceptere lignende forhold – 50 deltagere til træning i basketball, svømning, redskabsgymnastik, dans, fodbold etc. – Lærerne forsøger først og fremmest at skabe nogle organisatoriske rammer og procedurer, som børnene bliver vant til og som gør det muligt for børnene at opleve en meningsfuld undervisningssituation.

Ritualer som samling i en kreds, hvor lærerne orienterer børnene om timens indhold, inddeling i grupper til forskellige aktiviteter, en orientering om aktivitetens indhold og varighed så børnene ved, hvad de skal lave og om de når alle aktiviteter i denne time eller om det først bliver ugen efter.

Når der er 50 børn indeles de ofte i tre grupper til tre aktiviteter, som de så cirkulerer imellem. Eller de indeles i endnu mindre grupper, som så cirkulerer mellem et antal stationer med forskellige bevægelsesopgaver, typisk i forbindelse med redskaber (fx. 8 grupper til 8 - 10 stationer).

Det siger sig selv at lærerens rolle som underviser ikke kan udnyttes alle steder. Enten vælger lærerne at være stationære ved een aktivitet og undervise her eller de cirkulerer og holder øje med børnene i samtlige aktiviteter, men må så slække på den tætte undervisningskontakt og øjeblikkelige feedback, som er så vigtig for en læreproces. Deres valg er afhængigt af aktivitetens karakter, børnenes erfaringsniveau og de sikkerhedsmæssige hensyn, de er nødt til at tage. Så snart der er flere grupper end der er lærere vil der opstå undervisningsmæssige - eller opsynsmæssige tomrum. Selvforvaltning i de idrætslige aktiviteter bliver således ét af de sociale læringsmål i idrætslærerens didaktiske overvejelser. Når lærerne nøjes med at opdele i to grupper, een til hver lærer, bliver det ofte sådan, at den kvindelige lærer underviser pigerne og den mandlige lærer tager drengene.

Muligheden for at differentiere opgaverne i forhold til børnenes udviklings- og erfaringsniveau er teoretisk set til stede, men bliver sjældent en synlig intention. Svømmetimerne viste sig som en undtagelse, fordi der her var personale i svømmehallen, der tog del i undervisningen.



### 4.3 Hvilke kompetencer udfordres hos børnene?

Det er oplagt og til dels indlysende, at fysiske aktiviteter udfordrer børns kropslige kompetencer. Men helt indlysende er dette alligevel ikke. Hvis opgaven overstiger barnets bevægelsesmæssige eller sociale kapacitet, er det ikke sikkert at det overhovedet tager imod udfordringen. Opleves opgaven som meningsløs, eller for let så hænder det jo at børnene keder sig og finder på noget andet, som så kan virke forstyrrende på det læringsmiljø, læreren forsøger at skabe. Hvis børnene ikke er gode til at tage imod de bevægelsesmuligheder og udfordringer de stilles over for på en engageret og konstruktiv måde, så vil det være vanskeligt for læreren overhovedet at skabe en meningsfuld situation for alle elever i en klasse.

Selvforvaltning og samarbejde, som bl.a. består i at skabe mening selv og sammen med andre, er således en væsentlig kompetence, som nødvendigvis må udvikles i idrætstimerne, fordi situationens karakter af kropslig aktiv deltagelse kræver et samarbejde mellem alle parter (lærer/elev/elev), hvis undervisningen skal lykkes.

I de følgende 6 billedfortællinger fokuserer vi på børnenes synlige kompetencer, samt de muligheder og udfordringer, de møder i de valgte aktiviteter.

Fortællingerne er skrevet på baggrund af analyser af billedmateriale fra videooptagelser og nedskrevne feltnoter.

#### 4.3.1 Stationer med airtrack, buk, sjippetove, ærteposer, tove, bomme og måtter.



Hallen syder af børn, der bevæger sig. De kommer ind i shorts og tee-shirts, gymnastikdragter, fodboldtrøjer, nogle i træningsbukser. De er iført kondisko eller er barfodede. De kommer hen til lærerne (to idrætslærere, plus en hjælperlærer) og sidder nu i en spredt klump foran en tavle med sedler og tegninger, der fortæller om indholdet i det kommende undervisningsforløb med redskaber, der bliver placeret som små stationer forskellige steder i den store lyse hal. Dagens program gennemgås af den ene af de tre lærere, Hun taler samtidig med hænderne til de børn, som er døve. En lille gruppe døve børn er integreret i idrætsundervisningen,

men vi kan ikke se, hvilke børn der er døve. De indgår uden synlige tegn eller problemer i dette undervisningsforløb.

Børnene er blevet inddelt i grupper og deres navne er sat op på tavlen, så de selv kan 'huske' hvilken gruppe de hører til. Læreren minder dem om, hvad de skal huske at gøre, når de går i gang. Det handler om opvarmning, anbringelse af redskaber, og hvad de skal ved de forskellige stationer. En del børn rækker ivrigt armen i vejret for at spørge om forskellige ting, bl.a. om de må gøre mere eller noget andet end det, der står på sedlen som ligger ved stationen. Beskeden er klar, når de er ved en station skal de følge beskrivelsen og de skal huske at skifte til en ny station så snart der bliver fløjtet. Efter en kort samtale sætter læreren børnene i gang med opvarmningen.

Hallen er stor. Når først børnene er sat i bevægelse er det svært at råbe dem op. Derfor bliver fløjte og tegnsprog brugt, når de skal stå stille og høre en besked.

De løber nu rundt i hele hallen og skal helt ude i siderne så runden bliver så stor som muligt. Musikken fylder rummet ud og understøtter løberytmen. Den mandlige lærer har nu taget over og råber: 'Sidelæns løb, hør! Gadedrengeløb, hør! Sving højre arm, hør! Sving venstre arm osv. samtidig med at han viser bevægelsen



Der er stor forskel på børnenes størrelse. Et par af pigerne er høje i forhold til de øvrige børn. Og enkelte er meget små. Forskelle i børns fysiske udvikling er normalt, og markant. En af de højeste piger løber velkoordineret rundt i hallen. Det samme gør en af de mindste drenge. Så størrelsen kan ikke i sig selv fortælle os noget om børnenes færdigheder. Vi kan ikke tillægge hverken alder eller højde forudbestemte fysiske kvaliteter, men lægger mærke til meget store forskelle i børnenes evner og kompetencer.

En af de mindste drenge løber let og spændstigt og virker flyvende. Med minimum energi løber han fra de andre. Hvad der er legende let for ham er tungt for en hel del elever. Det er en kendsgerning at ikke alle børn kan løbe afspændt og rytmisk selv om bevægelsen er et grundmønster, som ikke i sig selv er vanskeligt.



At løbe og gå er en grundlæggende kropslig kompetence, som børnene illustrerer ikke er en selvfølge. Et oplagt spørgsmål i relation til idrætsfagets mulighed og forpligtelse til at udvikle og forbedre børnenes kropslige kompetencer er: Hvordan skal folkeskolens idrætslærere forholde sig didaktisk, når børnene er fordelt på et kontinuum af kvaliteter fra meget lidt bevægelseserfaring til det sublime.

Børnene kender opvarmningsrutinen, men løser opgaven forskelligt. Det er ikke alle der kan bevæge sig koordineret i en almindelig løbebevægelse. Nogle børn løber med stivnede kroppe og på stive fodled. Andre vælger at gå indimellem.. Efter 3 – 4 omgange samler læreren børnene i en stor cirkel. Nu skal der strækkes ud!



De holder hinanden i hænderne så det bliver lettere at danne en cirkel. Med kendskab til lignende situationer i andre klasser er det overraskende at ingen af børnene vægrer sig ved at holde en kammerat i hånden. Læreren opfordrer nu en elev ad gangen til at gå ind i midten af cirkelen og vise en øvelse, som de andre skal efterligne. Denne opgave er der mange af børnene, der gerne vil have. De rækker ivrigt armen i vejret, når en ny skal vælges. Det tyder på, at en vis tryghed er til stede blandt børn og lærere. En tryghed, som kan være afgørende for hvad børnene tør og gør.



Læreren bemærker rosende, at de er blevet meget bedre til at stå på eet ben, at holde balancen samtidig med at de bøjer det andet ben og holder foden op mod bagdelen. Børnene får her tjekket deres balance, bevægelighed og stabilitet i kroppen. Enkelte giver udtryk for at det er svært, men de fleste kan klare opgaven. Det er øvelser, der giver børnene øjeblikkelig kropslig feedback; og læreren supplerer! Når lærerne gentager de samme grundtræningsøvelser ved hver opvarmning, erfarer børnene, om de bliver bedre og om øvelserne bliver nemmere at lave. Der er stor koncentration og opmærksomhed i rummet.

Opvarmningen træner således grundlæggende kropslige færdigheder og evner som gang og løb, balance, bevægelighed og styrke, men fordrer også en opmærksomhed, koncentration og vilje til at fastholde kroppen i den stillede opgave. Her udfordrer lærerne dem i en samlet flok, hvor alle kan følge hinandens bevægelser. En del øvelser overlades til eleverne, når de står i midten af kredsen, men læreren benytter hele tiden muligheden for at korrigere eller at tilføje flere øvelser og størsteparten af børnene viser, at de er engagerede. De er opmærksomme på det, de skal efterligne og på de rettelser, der kommer fra læreren.



Efter opvarmningen bærer de redskaber frem. Nogle er allerede sat ud af de to andre lærere, men resten sørger grupperne for. De ved hvilke redskaber der hører til deres gruppe.



Mens dette står på, pustes airtracken op. De børn, der ikke skal hente redskaber, fordi de i denne time skal starte med airtracken, løber over til denne station; og de børn, der hurtigt bliver færdige med at hente redskaber frem, følger trop.

#### 4.3.1.1 Airtrack – et flyvende tæppe

Når den ligger rullet ud på gulvet ligner den et gulvtæppe. Børnene lægger sig til rette på det som skulle de hvile sig. Vi følger spændt udviklingen. En maskine går i gang og nu pumpes der luft ind i tæppet. Børnene bliver liggende. Vi havde nok forstillet os, at de nu ville blive jaget væk. Men sådan går det ikke. De får lov til at blive liggende - og de ligger nu helt stille.



Det varer ikke længe før børnene er forsvundet, blevet usynlige for vores øjne. Kun læreren som står for maskineriet, kan ses. Med bevidstheden om at børnene stadigvæk ligger der, selv om vi ikke kan se dem, begynder det at ligne et flyvende tæppe eller rettere en aflang luftballon – men den letter ikke!.



Børnene har ligget muse stille og ventet på forvandlingen.



Pludselig kommer de til syne igen og nu ligner det en redningsbåd, der er kommet op på land. I næste øjeblik myldrer alle ud af båden.



Og den bliver til en lang hoppepude – en airtrack. Enkelte kan ikke dy sig for at tage et lille hop inden de forlader båden og stiller op på række for at gå i gang med lærerens opgaver:

- at løbe hen ad airtracken ved siden af en kammerat
- gadedrengeløb
- hoppe på ét ben
- hoppe på to ben med samlet afsæt
- hoppe og holde hinanden i hænderne
- hoppe skiftevis
- hoppe samtidig
- hoppe med høje knæløft etc.

Så snart børnene er kommet ned for enden af airtracken spurter de op langs siden for hurtigt at komme til igen.



Det er tydeligt, at ungerne nyder at bevæge sig på airtracken. Den giver dem en uforudsigelig lethed og en gyngende og flyvende oplevelse. Alle bliver mere lette i deres bevægelser, når de bæres oppe af airtrackpudens gyngende overflade. Airtracken stimulerer en spontan og lystbetonet udforskning af bevægelsesmuligheder og kropoplevelser. Den giver også grundlæggende

udfordringer til koordination, balance og timing af bevægelser med egen krop og i forhold til den gyngende grund og andre i bevægelse. Børnene får således æstetiske (sanselige) oplevelser af at kunne svæve og bevæge sig let uden den normale tyngde.



#### 4.3.1.2 Redskabstationer

Børnene har hjulpet hinanden med at bære redskaberne ud og er nu i gang på de forskellige stationer.

Kraftige tove, som hænger løst ned fra loftet, kan man svinge og kravle op i, hvis man har kræfter til at trække sig op i armene og holde dem bøjede. Det viser sig, at det er der rigtig mange børn, der ikke kan. Enten har de ikke tilstrækkelig styrke i armene eller også kan de ikke finde ud af den bevægelsesmæssige teknik, der skal til for at kunne svinge sig fra det ene redskab til det andet. Udfordringen synes for stor, bevægelsesaktiviteten går i stå. Nogle binder en knude på torvet for på denne måde at løse problemet. De sætter sig overskrævs på knuden og lader sig svinge

over til modsatte redskab, men kan så ikke komme af torvet og bliver hængende frit svævende.

Tovene er et redskab, som har været standardindhold i de tidligste gymnastiksale. De er sammen med ribber ved væggen blevet overført til de store idrætshaller så man kan lave andet end boldspil. Der var engang da børn kunne klatre op i tovene ved at trække sig op i armene, svinge torvet om den ene fod og træde på det med den anden. Eller de kunne lave svalereder ved at holde fast i to torve, trække benene op over hovedet, sætte fødderne oven på hænderne og svaje i ryggen og lade maven falde ned mod gulvet samtidig med at hovedet blev løftet op. Eller mere simpelt de kunne svinge sig fra redskab til redskab. Disse færdigheder har vi så godt som ikke set hos børn i idrætstimerne.



På en måtte laver børnene balancekunster med ærteposer. De udfører en række øvelser, som træner deres mavemuskler eller generelt stabiliserer kroppens muskulatur. Det ser ud til at være svært for børnene at komme i gang med de nedskrevne øvelser, som er klassiske gymnastikøvelser for balance, styrke og smidighed og som børnene verbalt bemærker, er 'kedelige'. Men vi ser dem lave rygtræning, maverulninger, sidebøjninger, håndstand fra hugsiddende med knæene hvilende på albuerne, balanceøvelser, hvor de krydskoordinerer arme og ben med en ærtepose på hovedet. Og indimellem kast med ærteposerne.



Der er dog stor forskel på hvordan de forskellige grupper reagerer på opgaven – nogle følger nøje vejledningssedlen, mens andre kaster sig ud i mere spontane



eksperimenter med at kaste, jonglere, klovne, grine og slås med ærteposerne som bliver uforudsigelige, flyvende genstande.

De steder hvor der kun er ét redskab og én opgave (ved spring over buk og ved spring op på skumtønden lagt over bommen) må børnene vente på hinanden. Her står en lærer og tager imod og hjælper dem med at komme igennem bevægelsen. Pigerne ser ud til tålmodigt at vente og følge hinandens udfoldelser, hvorimod drengene ofte finder på noget andet at lave, indtil det bliver deres tur.



Ved modsatte sides ribber ligger sjippetove og en seddel med de opgaver der hører til her. Enkelte børn kan selv stå på hænder op ad ribberne. Næsten alle piger og drenge kan sjippe og behersker forskellige hoppe og svingformer. Sjipning kræver en god koordination og timing mellem hoppebevægelser og torvets hastighed og her er det også svært for nogle børn. De får god tid til at træne at sjippe på denne station, og de fleste børn er i stand til at gennemføre den mest simple sjippeform.

Redskabsstationer er en blanding af bevægelsesleg, redskabsgymnastik og grundtræning. Det ligner ikke noget børnene kan gå til uden for skolen i deres fritid. Enten går man til rytmisk gymnastik, springgymnastik eller redskabsgymnastik. Eller man leger med redskaber på gaden, i gården eller andre steder.



#### 4.3.1.3 Fra stikbold til 'gæt hvem jeg er'

3.a har spillet et boldspil, hvor det gjaldt om ikke at blive ramt af bolden, i bedste fald at gribe den, hvilket ville forårsage kasterens 'død'. Det gælder om ikke at dø og at blive den sidste overlevende på banen.

Det er et alle mod alle spil. Angreb er det bedste middel til overlevelse, hvis man vel og mærke kan kaste tilstrækkeligt hårdt, overraskende eller præcist. Den overlevende hyldes som en helt. Børnene finder mange måder at 'overleve' på. Alle deltager. Nogle løber meget og udfordrer kasteren, forsøger selv at få fat i bolden. Andre stiller sig i det fjerneste hjørne i forhold til kasteren og håber på ikke at blive ramt. Det er en aktivitet, der som alle andre helt afhænger af i hvor høj grad, man siger ja til den. I det omfang man siger ja til den, giver reglerne rig lejlighed til at løbe meget og varieret med hurtige retningskift og med opmærksomhed på gruppens og boldens bevægelser i rummet. Paradokset er selvfølgelig at det er dem, der allerede er gode til at bevæge sig, der får mulighed for at deltage på en legende og sjov måde, mens de der ikke er særlig gode, eller som bare er bange for at blive ramt, mere får en slags undvigelsesleg ud af det. De der er med på legen får illustreret, at de er dygtige og vist, at de kan løse opgaven - og de bliver betydningsfulde i det 'usynlige' hierarki. Men der er også de elever, der i stedet for øver kunsten at blive usynlig og som ligesom forsvinder ud i hjørnerne. Deres sociale og kropslige kompetence får en helt anden drejning. Den kommer til at handle om 'at blive usynlig' om 'at deltage med et minimum af risiko'. De lærer måske også 'jeg er ikke så god' og de lærer måske

at 'det er ok at lade som om og alligevel ikke helt være med'. Det er et helt særligt skyggeaspekt af de sociale kompetencer, der kommer i spil, der hvor børnene enten ikke har færdigheder, lyst eller evner til at deltage i legens krav.



Den unge lærer har deltaget engageret med opmuntrende tilråb, indimellem med en klukkende latter. Nu kalder han dem sammen og fortæller, at de skal i gang med en ny aktivitet.

Han deler klassen i to lige store grupper og forklarer hvad de skal gøre. I den ene gruppe er der både drenge og piger. I den anden gruppe er der kun drenge.

Han har medbragt en spand til hver gruppe med sedler, hvorpå han har skrevet en opgave, som en fra gruppen skal få de andre til at gætte ved at mime for dem.

Læreren hjælper, hvis de ikke kan finde på noget. Men de fleste børn finder på noget, de kan mime. Det er til gengæld ofte svært at gætte, hvad de skal forestille at være.

Når de kan gætte, hvad det er, rækker de fingeren op og den, der har mimet, vælger hvem, der skal svare. Hvis der svares rigtigt, kommer vedkommende ind i midten og skal nu selv ud af cirklen og forberede en ny opgave.



Drenggruppen kan huske at de har lavet dette før. De går op i det, diskuterer og er ivrige efter at gætte. Deres måde at tale på vidner om at de er lidt generte over for hinanden. De taler med høje barnestemmer, griner meget, men overholder legens regler. Igen er det tydeligt, at der er store forskelle på børnenes færdigheder og muligheder for at løse opgaverne. Nogle få af børnene går usædvanligt meget op i den kropslige mime og indlever sig med lethed på en legende og personlig måde i den situation, de skal give kropsligt udtryk, men det almindelige er at holde sig til nogle på forhånd kulturelt anerkendte løsningsmuligheder. Det ligger også i at reglerne honorerer genkendelighed og ikke flertydighed. Dermed er det en opgave der udfordrer børnenes sociale kompetence til at kunne træde frem og vise noget med deres krop, men ikke en opgavetype der udfordrer børnenes kropslige indlevelsessevne og fantasi. Det bliver mere det sociale, at turde stå i midten og at vise noget med sin krop.

Men de klarer det flot, og selv om der indimellem opstår mere eller mindre fjollerier, er de engagerede i opgaven.. De får udfordret deres personlige grænser for, hvordan man kan udfolde sig i denne sociale sammenhæng. Og de får øvet sig i at udtrykke sig med kroppen. De er gode til at anerkende hinandens påfund.

Da klokken ringer, foreslår en af drengene, at de skal glide på ryggen ud af døren, hvilket nogle af dem så gør. – Et påfund der viser at øvelsen måske har varmet dem op og åbnet for lysten til spontan kropslig kreativitet og leg, der går ud over det man plejer.

#### 4.3.1.4 Svømning – en udfordring for alle!



Lyset falder blødt ind gennem endevæggen og tagets vinduer. Der er en fin akustik, god plads og en lærer til hver af de grupper, som børnene er delt ind i. Nogle kan svømme, andre kan næsten svømme, nogle kan pjaske, og enkelte har endnu ikke helt vænnet sig til at være i vandet. En gruppe svømmer frem og tilbage med aflange balloner til at holde arme, ben eller nakke oppe. Det gælder om ikke at sætte fødderne ned på bunden - det er ”drukneholdet”. En anden gruppe svømmer seks baner fri opvarmning med svømmefødder. En tredje gruppe arbejder med crawlben og dykning og skal tælle hvor mange gange de trækker vejret. En fjerde gruppe arbejder med armene. Timen er struktureret sådan at børnene bliver undervist i grupperne ca. halvdelen af tiden. Derefter får de lov til at lege. Legen er med til at vænne dem til at færdes i vand på andre måder end at svømme. En del af børnene bruger legetiden til at springe fra vipperne eller at rutsje ned i vandet fra rutsjebanen.



Balloner, Svømmefødder, svømmeplader, baderinge, ringe til at dykke efter m.m. er en stor hjælp i de stillede opgaver og senere lege i vandet. Timen igennem er der opmærksomhed og engagement hos børn og lærere.



Børnene kravler op på kanten af bassinet. Nogle for at få nye informationer fra læreren, andre fordi de er lidt trætte og skal have en puster, eller er det fordi de ikke kan klare opgaven? De fleste svømmer ivrigt både på ryggen og maven.



Et par drenge har efter 15 minutter i vandet sat sig op på kanten. De er besluttet på ikke at svømme mere. Kort tid efter får klassen lov til at lege. Nu må de bruge alle redskaberne. Den ene af de to drenge på kanten bliver ikke fristet til at lege med i bassinet. Han bliver siddende og kikker på de andres leg med baderinge og skummadrasser.

Efter nogen tid får han øje på rutschebanen og går målrettet over på den anden side af bassinet. Da han kommer hen til trappen tøver han og står lidt og kikker sig omkring. Han ser op på rutschebanen og kravler langsomt op og sætter sig til rette. Der er ingen der ser ham, ingen der skynder på ham. Han sidder og venter på øjeblikket hvor han har mod til at lade sig glide og lande i vandet. Så lader han sig glide og lander med et plask. Da han dukker op af vandet igen, rækker han den ene

arm højt i vejret som en sejrsgestus. Han kravler op ved kanten tæt på rutschebanen og går med det samme hen til trappen. Denne gang kommer han hurtigt op og sidde. Han er helt alene på toppen.



Nu er det tredje gang han prøver. Han har taget initiativ helt på egen hånd. Han suser ned og op igen og udstråler en kropslig glæde. Her er der helt tydeligt tale om udvikling af en kropslig kompetence som bl.a. handler om at gå på opdagelse i kropsoplevelser i forbindelse med at give slip og lade sig falde. Det er kropserfaringer som alle børn kender fra at rulle ned ad bakker, snurre rundt, gynte og andre måder hvor balancesansen udfordres, noget der ofte er en af grundkvaliteterne i kropslige lege. Andre børn eksperimenterer med samme kvalitet ved at springe ned i vandet fra vipperne.



Drengene udfolder sig med fysisk kraft og energi. Tre piger kommer hen til springgruppen. Een af pigerne går op på 3 meter vippen. Hun udfører et flot udspring med samlede ben og strakte arme. Drengenes udgave er mere "free style". De løber og sætter af og vælger ofte at springe i på benene mens de holder sig for

næsen og krummer kroppen sammen som en lille kugle. I den anden ende af bassinet hopper en gruppe piger op og ned på stedet. De snakker, slår i vandet og griner. Det er tydeligt, at drengene griber chancen for at afprøve spring, som kan illustrere stor kraft og måske mod, mens pigerne er meget mere optaget af at forme deres spring i overensstemmelse med opstillede idealer. Det handler lige så meget om at blive tydelig i det sociale spil, som det handler om kropslig kompetence. For drengene i en attitude der siger 'se hvad jeg kan'! For pigerne mere i en æstetisk eller 'tant og fjas fælles grinebider attitude'



#### 4.4 Idrætsundervisningen – et kompetenceudviklende læringsmiljø?

Observationerne fortæller også at samtlige aktiviteter ikke er idræt som børnene kan gå til uden for skolen. Det er ikke en praksis som kan tilskrives en bestemt idrætsgren, men en praksis som integrerer aktiviteter fra flere forskellige idrætskulturer. Svømmeundervisningen indeholder ikke kun undervisning og træning i svømning. Lege i vandet, med baderinge, skummåtter, rutsjebane m.m. er et accepteret indhold, som er med til at vænne de svømmesvage børn til at være i vandet, men som også udfordrer de svømmestærke til at blive bedre. Bevægelse på og med redskaber i idrætshallen er ikke kun redskabsgymnastik, men en blanding af springgymnastik, redskabsgymnastik og grundtræning, som indeholder helt basale bevægelsesopgaver, der kræver grundlæggende kropslige kompetencer som styrke, spændstighed, udholdenhed, balance, koordination, bevægelighed og timing af bevægelser i forhold til andre og den aktuelle aktivitet og også mulighed for at arbejde med kropslig fantasi, udtryk og samarbejde i relation til andre. Boldspil som her er stikbold er en simpel leg, hvor det gælder om at kunne sigte og kaste og bevæge sig for at undgå at blive ramt af bolden. 'Gæt hvem jeg er' er en mimeleg, som får børnene til at udtrykke sig kropsligt og at aflæse et kropssprog. Det er karakteristisk for undervisningen, at lærerne har en pædagogisk tilgang, der går ud på at sætte aktiviteter i gang, som alle børn kan deltage i. Dette er et nødvendigt

udgangspunkt for skoleidrætten. Og der er ingen tvivl om at mange af børnenes kropslige og sociale kompetencer bliver udfordret. Men vi kan også se, at det kun er i svømme-undervisningen, hvor børnene er niveaudelt og der er en lærer til hver gruppe, at børnene bliver set og får feedback på deres handlinger. Målsætningen at lære at svømme er klar og konkret og konsekvensen af ikke at kunne svømme så omfattende for et barns liv, at både børn og forældre opfatter at lære at svømme som et vigtigt læringsmål. Og det er et mål, der kan iagttages, når det er nået. Den tydelighed, som dette idrætslige fagfelt har, er ikke i samme grad til stede i de øvrige aktiviteter. De kompetencer som udfordres i løb, boldspil, redskabsaktiviteter, musik og bevægelse m.m. betragtes ikke i samme grad som et nødvendigt læringspotentiale, fordi de basale bevægelseskompetencer er vanskeligere at tydeliggøre som læringsmål. Dette får ofte også indflydelse på lærerens undervisningsform. Aktiviteter sættes i gang, og der er en tendens til at blot børnene er i bevægelse, får sved på panden, så er alting godt. Men hvis ingen bemærker om børnene gør sig umage, eller lægger mærke til hvad de er gode til og hvad de kan bliver bedre til, så erfarer børnene ikke hvad de lærer/ikke lærer. Fravær af øjeblikkelig feedback får betydning for børnenes oplevelse af, hvad idræt er eller kan være. De bliver vant til at blot de deltager og overholder de sociale regler, så er det godt nok. Hvis de ikke oplever at deres kompetencer bliver udfordret, så lærer de, at de selv kan bestemme, hvilken energi de vil lægge i deres deltagelse. For nogle børn er dette ikke et problem. De er altid engageret og motiveret lige meget hvilke bevægelsesopgaver, der bliver stillet dem. For andre er det uheldigt, fordi de skal skubbes og motiveres til at yde en indsats for at de kan udvikle sig, lære noget.

Idrætsundervisning er et kropsligt og socialt læringsrum, som involverer den enkeltes engagement og lyst til bevægelse. Derfor er idrætslærerens opgave en balanceakt mellem at gøre undervisningen motiverende og lystbetonet og samtidig udfordrende og lærerig.

I observationerne har vi set at langt de fleste børn kan lide at bevæge sig og at de tager de opgaver på sig, som de bliver stillet over for. Men de udfører dem med meget forskellig energi, intensitet og opmærksomhed. Opmærksomheden på hvad de skal lære, hvorfor de skal lære det og hvordan, kan i flere af aktiviteterne skærpes.

De forskellige idrætsaktiviteter i skolen er især på ældre klassetrin indlejret i idrætskulturelle praksisformer og dermed også forbundet med kulturelle livsværdier og livsstil i lærere og elevers bevidsthed som mere eller mindre ubevidste diskurser. Forskelle i forståelser af hvilke læringsmål, der er væsentlige og hvordan de bedst kan opnås hænger også sammen med forskelle i kropssyn og livssyn. Der er stadigvæk i idrætsundervisningen såvel som i samfundskulturen generelt tale om flere former for kropssyn, hvor den naturvidenskabelige og medicinske forståelse af kroppen som en objekt krop, der kan måles og vejes og gøres til genstand for systematiske forsøg står overfor en oplevelsesbaseret og meningsskabende forståelse, hvor kropssynet teoretisk er forankret i en fænomenologisk forståelse af kroppen som 'den levede krop' (Merleau-Ponty, 1962). Når idrætsundervisningen tager udgangspunkt i et fænomenologisk og kultursociologisk kropssyn, udvikles en anden forståelse af idrætten og den teori, der er knyttet til praksis. En teori der også inddrager oplevelsesperspektiver og relationer til sociale og kulturelle praksisformer. Det didaktiske og pædagogiske perspektiv tager ikke udelukkende udgangspunkt i kulturens hvad, men stiller også spørgsmål til bevægelsesaktiviteternes hvorfor, for med et skolepædagogisk sigte at



udvikle ét eller flere hvordan'er. Det er især vigtigt at nuancere argumentationer og refleksioner vedrørende idrætslivets hvorfor, fordi dette hvorfor er grundlaget for hvordan idrætten tilrettelægges og gennemføres. Flere forfattere, der har beskæftiget sig med idrætsundervisning i skolen påpeger en mangedimensionel forståelse af idrættens hvorfor. Rønholt og Peitersen (1991) fremhæver 4 perspektiver, der er de mest fremtrædende i idrætsundervisningen. I en senere udgave føjes leg til som et væsentligt perspektiv samtidig med at det også er kategoriseret som ét af de 4 idrætskulturelle indholdsområder i en mangedimensionel idrætsdidaktisk model (Rønholt og Peitersen, 2000).

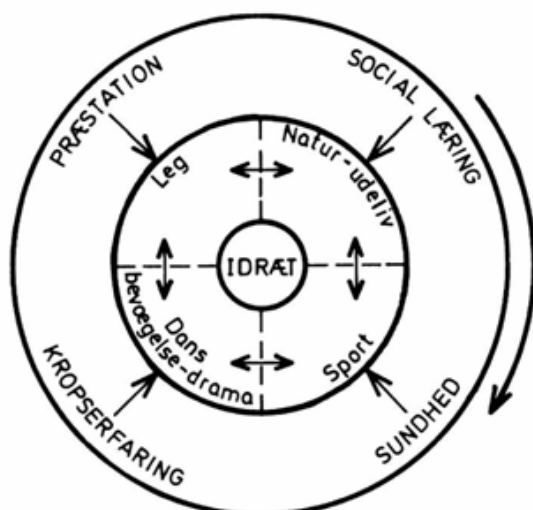


Fig 1: (fra Rønholt & Peitersen,1991)

Håkon Larsson (Redelius & Larsson, 2006) påpeger ligeledes at flere perspektiver og motiver er på spil i interessen for idræt:

- 1 fysisk træning (nyttediskurs)
- 2 konkurrence/hierarki (spændingsdiskurs)
- 3 leg og recreation (pause, frikvartersdiskurs)
- 4 udfordring og eventyr (fysisk udfordring og spænding)
- 5 færdighed (at lære nye færdigheder)
- 6 æstetisk virksomhed (at arbejde med sansning og oplevelse af bevægelse og med bevægelsens form og udtryk.)
- 7 bevægelses- og koncentrationstræning (kunne rumme både mental og sanselig opmærksomhedstræning – og kunne bevæge sig ind i meditativ bevægelsestræning)

Den æstetiske (sanselige) virksomhed i idrætstimerne (Engel, Rønholt, Svendler Nielsen og Whinter, 2006) rummer nogle særlige muligheder for at arbejde med at intensivere sansning og dermed også oplevelse af egen og andres bevægelse og kropslighed. Når sansningen er rettet mod bevægelse, er der tale om en basal kropslig kompetence, som fx handler om at kunne mærke forskel på spænding-

afspænding, bevægelse-ikke bevægelse og at kunne se og mærke forskel og selv differentiere bevægelseskvaliteter og kropslige udtryk. Når der er tale om udvikling og kropslig læring i skoleregi, er det vigtigt, at børnene lærer, at idræt kan udfoldes og forstås ud fra mange og helt forskellige perspektiver, at idræt i skolen både kan være sjovt og anstrengende, men også en kropslig og idrætskulturel dannelsesproces, der kan give dem nogle vigtige kompetencer, som har betydning for deres liv i dagligdagen - nu og i fremtiden.

## 4.5 Referencer

- Denckla, M.M. (1974), Development of Motor coordination in normal children. *Develop.Med.Children Neurol.* 16, 729-741.
- Engel, L., Rønholt, H., Svendler – Nielsen, C., Winther, H. (2006). *Bevægelsens poetik*. København: Museum Tusulanum (in print).
- Jensen, B. (2002). *Kompetence og pædagogisk design*. København: Gyldendal Uddannelse
- Larsson, H.(2006). Den levda kroppen och fysisk aktivitet som social erfarenhet. In Redelius, K. & Larsson, H. (red.), *Leve idrottspedagogiken. En vänbok tillägnad Lars- Magnus Engström*. Stockholm: HLS Förlag
- Payne, G.V og Isaacs, L.D. (2002). *Human motor development. A lifespan approach*. Fifth Edition. McGraw Hill.
- Rønholt, H. & Peitersen, B. (1991). *Idrætsdidaktik – og pædagogisk praksis*. København: DHL' Forlag.
- Rønholt, H. & Peitersen, B. (2000). *Idrætsundervisning – en grundbog i idrætsdidaktik*. København: Institut for Idræt/Forlaget Hovedland
- Sommer, H. (1985), The influence of exercise and training on the locomotor system in children: a longitudinal of adolescent tennis players. In Binkhorst, R.A., Kemper, H.C.G and Saris W.H.M (eds). *Children and exercise XI*, Human Kinetics Publishers, Inc. Champaign Illinois.
- Undervisningsministeriet (2002). *Nøglekompetencer - forskerbidrag til Det Nationale Kompetenceregnskab*.  
<http://pub.uvm.dk/2002/nkr/dokumentationsrapport/index.html>
- Undervisningsministeriet (2004) *Læseplan for faget idræt*. København:UVM
- Wenger, E. (1998, 2004). *Praksisfællesskaber*. København: Hans Reitzels Forlag