

Masterprojekt

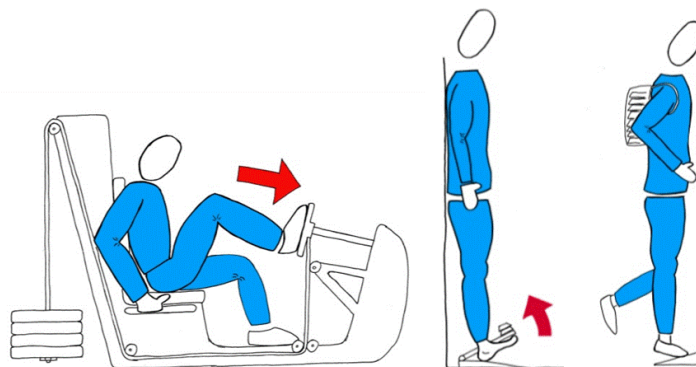
Helle Mätzke Rasmussen

---

# Implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese

Afleveret 3. august 2009

Vejleder: Studielektor Morten Zacho



Master i Fitness og Træning  
Institut for Idræt og Biomekanik  
Syddansk Universitet  
Campusvej 55  
DK-5230 Odense M

## Forord

Børn med cerebral parese vil ofte have behov for fysioterapeutisk behandling gennem hele deres opvækst. I Region Hovedstaden modtager de fleste børn deres fysioterapeutiske behandling i kommunalt regi; i specialbørnehaver og på specialskoler. Mens cirka 60 enkeltintegrerede børn med cerebral parese modtager deres fysioterapeutiske behandling på Børneneurologisk Behandlingsklinik, som er en del af Center for Cerebral Parese på Hvidovre Hospital.

På Hvidovre Hospitals Center for Cerebral Parese samarbejder de forskellige faggrupper omkring behandlingstilbuddene til børn med cerebral parese. Det tværfaglige team består blandt andet af børnelæger, ortopædkirurger, fysioterapeuter, ergoterapeuter, bandagister og idrætsfysiologer. Gennem længere tid har idrætsfysiologerne Thomas Bandholm og Jesper Bencke fra Ganganalyse Laboratoriet, arbejdet på at styrketræning blev implementeret i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese. Men selvom der var interesse for og lyst til at anvende træningsformen, fik blandt andet traditioner, manglende udstyr og viden om træningsformen skylden for, at styrketræning kun blev anvendt i et meget begrænset omfang.

Derfor var det naturligt for Børneneurologisk Behandlingsklinik at indlede et samarbejde med Thomas Bandholm, da han i foråret 2006 startede planlægningen af projektet *"Effects of Botulinum Toxin Type A and Physical Therapy on Gait, Sensory-Motor Control, Maximal Muscle Strength and Postural Sway in Children Suffering from Cerebral Palsy"*. Hvor et delprojekt skulle undersøge betydningen af implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese.

Samarbejdet har betydet, at fjorten børn med spastisk unilateral cerebral parese har deltaget i et klinisk randomiseret studie med to grene, fysioterapi med styrketræning og fysioterapi uden styrketræning, efter medicinsk behandling med botulinum neurotoxin type A (Herefter BoNT-A).

Børneneurologisk Behandlingsklinik har været ansvarlig for deltagernes fysioterapeutiske behandling, ligesom projektet har givet mulighed for at lave dataindsamling til masterprojektet og erfaringer med planlægning og gennemførelse af et forskningsprojekt. Alle deltagerne i studiet er rekrutteret,

inkluderet og undersøgt på Ganglaboratoriet ved baseline, samt 4 og 12 uger efter behandlingen. De er undersøgt med følgende målemetoder: postural sway analyse, 3-D biomekanisk ganganalyse og måling af sensomotorisk kontrol i ankelleddet, herunder maksimal selektiv muskelstyrke. De samlede resultater fra projektet er 30.06.09 afleveret som en Ph.D. afhandling med titlen "Lower-leg muscle size and function in children with cerebral palsy – Effects of botulinum toxin type A and physical rehabilitation" ved Graduate School of Neuroscience, Faculty of Health Science ved Københavns Universitet.

Jeg vil gerne takke mine kollegaer på Børneneurologisk Behandlingsklinik for opbakningen omkring min masteruddannelse og en særlig tak til fysioterapeut Lone Nielsen, som har været en fantastisk støtte og samarbejdspartner i forbindelse med gennemførelsen og udarbejdelse af masterprojektet. Desuden tak til fysioterapeut, M.Sc. Derek Curtis og fysioterapeut Malene Mølholm Johansen for hjælp med træning af projektdeltagerne.

Afslutningsvis vil jeg takke Thomas Bandholm, for at give os mulighed for at være en del af hans spændende projekt.

Helle Mätzke Rasmussen, Fysioterapeut  
Kontakt: helle.rasmussen@mail.dk

Børneneurologisk Behandlingsklinik  
Center for Cerebral Parese  
Børneafdelingen, Hvidovre Hospital

## Forkortelser

CP	Cerebral parese
BoNT-A	Botulinum Neurotoxin type A, se side 19
FYS	Anvendes om kontrolgruppen
GMFCS	Gross Motor Function Classification System, se side 11
GMFM	Gross motor function measure, se side 16
ICF	World Health Organisation's International Classification of Function, Disability, and Health
MST	Maksimal selektiv torque, se side 46
PRT	Anvendes om interventionsgruppen (PRT – Progressiv resistance training)
RM	Repetition maximum, se side 26
SD	Standard deviation
SEM	Standard error of measure

## Resume

### Implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese.

*Helle Mätzke Rasmussen*

#### Baggrund

Børn med spastisk unilateral cerebral parese har ofte et equinus gangmønster, med svage ankel dorsal fleksorer og spastiske ankel plantarfleksorer. De spastiske muskler kan behandles med botulinum neurotoxin type A (BoNT-A). Man ved ikke hvilken form for fysioterapi efter behandling med BoNT-A, der er mest effektiv.

Normalt foregår den fysioterapeutiske behandling to gange pr. uge. Hver behandling varer ca. 45 min og inkluderer gangfunktionstræning (25 min), udspænding (5 min) og balance træning (10 min).

#### Formål

Formålet er at beskrive, om styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling, af børn med spastisk unilateral cerebral parese, behandlet med BoNT-A i lægmusklen og hvilken betydning implementeringen af styrketræning, har på deltagerens grovmotorisk funktionsniveau og muskelstyrke.

#### Materiale og metode

Fjorten børn med spastisk unilateral cerebral parese, mellem 6 og 15 år, GMFCS niveau I og II deltog.

Deltagerne blev randomiseret til fysioterapi med og uden progressiv styrketræning, to gange om ugen efter behandling med BoNT-A. I styrketræningsgruppen blev 15 min gangfunktionstræning erstattet med progressiv styrketræning. Øvelserne var benpres, ankel dorsal fleksion og hælløft med modstand svarende til 10RM (uge 1-4), 8RM (uge 5-8) og 6RM (uge 9-12).

Deltagerens træningsprogression blev fulgt med en træningsdagbog og træningsmodstanden svarende til 1RM blev beregnet med Brzycki's formel. Deltagerne grovmotoriske funktionsniveau blev undersøgt med Gross motor

function measure (GMFM) dimension D og E og muskelstyrken omkring ankelleddet med et isometrisk dynamometer.

### **Resultater**

Deltagerne i styrketræningsgruppen havde alle en signifikant forøgelse i træningsbelastningen.

GMFM testen viste en ceiling effekt for flere af deltagerne. Ingen af grupperne havde statistisk signifikant forbedring i GMFM score.

Styrketræningsgruppen havde statistisk signifikant forbedring i total ankel dorsal- og plantar fleksions styrke. Ingen af grupperne havde statistisk signifikante ændringer i separat ankel dorsal- eller plantar fleksions styrke.

### **Konklusion**

Studiet viser at progressiv styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk unilateral cerebral parese, efter behandling med BoNT-A. Studiet kunne ikke afdække nogen betydelige forskelle mellem fysioterapi med og uden progressiv styrketræning

Yderligere kontrollerede studier er nødvendige for at bestemme de mulige fordele ved implementering af progressiv styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk unilateral cerebral parese efter behandling med BoNT-A.

## Summary

### Implementing progressive resistance training in the physical therapy rehabilitation of children with cerebral palsy.

*Helle Mätzke Rasmussen*

#### Background

Children with spastic unilateral cerebral palsy often have an equinus gait pattern, with weak dorsal flexors and spastic plantar flexors. The spastic muscles can be treated with Botulinum neurotoxin type A (BoNT-A). It is not known which type of rehabilitation, following treatment with BoNT-A is the most efficient.

The children usually receive physical therapy rehabilitation twice weekly. Each session lasts 45 min, and includes gait training (25 min), stretching (5 min), and balance training (10 min).

#### Objective

The purpose of this study were to describe if progressive resistance training can be implemented in the physical therapy rehabilitation of children with spastic unilateral cerebral palsy and its effects on gross motor function and ankle muscle strength.

#### Materials and methods

Fourteen children with spastic unilateral cerebral palsy, ranging in age from 6 to 15 years, GMFCS level I and II, participated.

The children were randomised to physical therapy with or without progressive resistance training (PRT) two times pr. week for 12 weeks after treatment with BoNT-A. In the PRT group we replaced 15 minutes of gait training with PRT. The exercises were resisted ankle dorsal flexions, heel raises, and leg extensions with loads of 10RM (weeks 1-4), 8RM (weeks 5-8) and 6RM (weeks 9-12).

The child's progresses were documented in a training journal and the 1RM training load were estimation using Brzycki's equation. Gross motor function were assessed using dimension D and E of the Gross motor function measure

(GMFM) and ankle muscle strength were measured with an isometric dynamometer.

### **Results**

The children in the PRT group all had significant changes in estimated 1RM training load.

GMFM revealed a ceiling effect for several of the participants. There were no statistically significant changes in GMFM score in any of the groups.

The PRT group made statistically significant changes in the total ankle dorsal- and plantar flexion strength. There were no statistically significant changes in separated ankle dorsal- or plantar flexion strength in any of the groups.

### **Conclusion**

Our study demonstrated that PRT can be implemented in the physical therapy rehabilitation of children with unilateral cerebral palsy, following treatment with BoNT-A. The study did not reveal any significant differences between physical therapy with or without progressive resistance training.

Further controlled studies are needed to determine the specific benefits of implementing PRT in the rehabilitation of children with spastic unilateral cerebral palsy following BoNT-A treatment.



---

## Indhold

Forord.....	2
Forkortelser .....	4
Resume .....	5
Summary .....	7
Baggrund.....	11
Spastisk unilateral cerebral parese .....	15
Grovmotorisk funktion .....	16
Behandling med botulinum neurotoxin type A .....	19
Fysioterapeutisk behandling.....	20
Styrketræning .....	24
Styrketræning til børn med spastisk cerebral parese.....	27
Projekt præsentation og metode .....	31
Forsøgsdesign .....	31
Projektforløb.....	32
Deltagerne .....	33
Fysioterapeutisk behandling.....	34
Målemetoder .....	37
Statistik .....	41
Etiske overvejelser .....	42
Resultater .....	44
Træningsdagbog .....	44
Gross Motor Function Measure .....	45
Maksimal selektiv torque .....	46
Diskussion .....	49
Projektdesign .....	49
Målemetoder og resultater .....	49
Konklusion.....	54
Perspektivering.....	55
Referenceliste.....	56
Bilag I Træningsdagbog.....	I

## Figur oversigt

Figur 1 Gross Motor Function Classification System.....	12
Figur 2 Illustration af gangcyklus .....	17
Figur 3 Generelle retningslinjer for styrketræning af børn .....	25
Figur 4 Styrketræningsprogrammer .....	30
Figur 5 Oversigt over projektperioden.....	33
Figur 6 Udspænding .....	35
Figur 7 Styrketræningsøvelser.....	36
Figur 8 Eksempel på Gross motor function measure opgaver.....	39
Figur 9 Maksimal selektiv muskelkontraktion .....	41
Figur 10 Udvikling i beregnet 1RM i interventionsgruppen .....	44
Figur 11 Deltagernes GMFM-66 score.....	45
Figur 12 Maksimal selektiv torque i dorsal fleksion. ....	47
Figur 13 Maksimal selektiv torque i plantar fleksion. ....	47
Figur 14 Total maksimal selektiv torque i dorsal og plantar fleksion.....	48

## Tabel oversigt

Tabel 1 Præsentation af deltagerne.....	34
Tabel 2 GMFM score præ- og postprojekt undersøgelsen .....	46
Tabel 3 Maksimal selektiv torque.....	46

I alt 87.117 tegn uden mellemrum.

## Baggrund

Cerebral parese er den hyppigste årsag til motoriske funktionsnedsættelser hos danske børn. I Danmark og andre vestlige lande er forekomsten af cerebral parese 1,5-3 pr. 1000 fødte. Det skønnes, at ca. 10.000 mennesker i Danmark har cerebral parese (12).

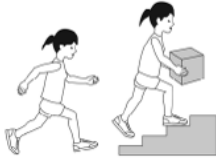
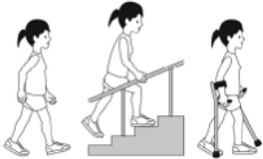
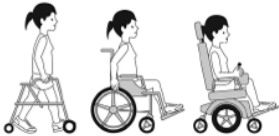


Cerebral parese skyldes en hjerneskade opstået i den umodne hjerne hos fostret eller det lille barn. Hjerneskaden påvirker barnets evne til at styre muskler og bevægelser. Dette betyder, at barnets motoriske udvikling, kan være forsinket og/eller begrænset, så barnet når motoriske milepæle, som trille, sidde, kravle og gå, senere end jævnaldrende børn eller slet ikke (33). Desuden kan hjerneskaden påvirke barnets sansemotoriske, biologiske og psykosociale udvikling, ligesom mange børn med cerebral parese har specifikke kognitive problemer (57).

Der er stor forskel på hvordan cerebral parese påvirker det enkelte barns funktionsniveau. Nogle børn er svært fysisk handicappede, mens andre børn kun er påvirket i begrænset omfang. Graden af grovmotoriske funktionsnedsættelse kan beskrives med Gross Motor Function Classification System (herefter GMFCS) (46). GMFCS inddeler gruppen af børn med cerebral parese i fem niveauer, fra niveau I til V., hvor den bedst fungerende gruppe betegnes niveau I. Overskrifter og illustration af de fem niveauer i aldersgruppen 12-18 år, kan ses i *Figur 1*.

GMFCS bygger på WHO's internationale ICF klassifikation og bruges til at beskrive hvad barnet gør, med de miljømæssige og personlige faktorer, som påvirker barnets funktionsniveau. GMFCS beskriver ikke, hvad barnet kan gøre under optimale forhold. GMFCS er oversat til dansk i 2009 (46).

Der findes tre hovedtyper af cerebral parese: spastisk, dyskinetisk og ataktisk. De fleste børn med cerebral parese (ca. 85 %), har spastisk cerebral parese, som er karakteriseret ved spasticitet, muskelsvækkelse og nedsat selektiv muskelkontrol. Spastisk cerebral parese kan påvirke enten en eller begge kropshalvdele, kaldet uni- og bilateral spastisk cerebral parese (12).

**Figur 1 Gross Motor Function Classification System**

<p>GMFCS niveau I Går uden begrænsninger</p>	
<p>GMFCS niveau II Går med begrænsninger</p>	
<p>GMFCS niveau III Går ved hjælp af håndholdt gangredskab</p>	
<p>GMFCS niveau IV Kommer selvstændigt omkring med begrænsninger. Bruger evt. elektrisk køretøj</p>	
<p>GMFCS niveau V Transporteres i manuel kørestol</p>	

www.canchild.ca (11)

Behandling af børn med cerebral parese bør varetages af mange forskellige faggrupper. Der tilbydes ikke nogen form for behandling, som kan udbedre eller fjerne hjerneskaden. Behandlingen sigter i stedet mod at hjælpe barnet med at overvinde flest mulige af sine funktionsvanskeligheder samt at forebygge og/eller behandle sekundære følger af cerebral parese. Behandlingen sigter efter mål, som opstilles i samarbejde med barn og forældre. Målet med den fysioterapeutiske behandling vil ofte være at forbedre barnets grovmotoriske funktionsniveau samt at forebygge sekundære følger på muskler, knogler og led (57).

Hos børn på GMFCS niveau I-IV vil træning af barnets grovmotoriske funktionsniveau ofte fokusere på gangfunktionen. Gang kræver samtidigt

involvering af alle led i benene i et komplekst mønster, som ligner andre grovmotoriske funktioner, som cykling, løb og hop (60). For mange forældre vil det vigtigste mål med behandlingen være, at barnet opnår gangfunktion (51).

Børn med spastisk unilateral cerebral parese har ofte et equinus gang mønster, med svage ankel dorsal fleksorer og spastiske ankel plantarfleksorer. De spastiske muskler kan behandles med BoNT-A, hvorved der sker en midlertidig paralysse af de behandlede muskelfibre i 3-4 måneder (41). Perioden benyttes ofte til at intensivere det fysioterapeutiske tilbud, men man ved ikke hvilken form for fysioterapi, der er mest effektiv (34).

Styrketræning karakteriseres ved at være træning, som medfører adaptationer i selv muskulaturen og/eller i nervesystemskontrol af musklerne, hvorved der sker en forøgelse i musklernes evne til kraftudvikling. Tidligere var man tilbageholdende med at anvende styrketræning til børn, da styrketræning blev beskyldt for at hæmme børnenes vækst, skade knoglerne og for at give for høje og ensidige belastninger af kroppen. I dag ved man, at styrketræning er sikkert for børn, hvis træningen planlægges og gennemføres af veluddannede instruktører (1;22).

I den fysioterapeutiske behandling af patienter med cerebral parese, har der tidligere været almindelig praksis, at undgå aktiviteter, der kræver maksimal anstrengelse. Man mente, at maksimal anstrengelse kunne føre til øget spasticitet og hæmme selektiv motorisk kontrol (14).

Der findes i dag evidens for, at styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk cerebral parese uden betydelige bivirkninger (43;62).

Der er ikke publiceret nogen randomiserede studier, som har undersøgt om styrketræning med fordel kan implementeres, i den fysioterapeutiske behandling, efter behandling med botulinum neurotoxin type A.

Formålet med masterprojektet er, at beskrive om styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling, af børn med spastisk unilateral cerebral parese, behandlet med BoNT-A i lægmusklen og hvilken betydning implementeringen af styrketræning har på deltagernes grovmotorisk funktionsniveau og muskelstyrke.

### **Begrebsafklaring**

Styrketræning, anvendes om styrketræningsformer, hvor der sker en gradvis progression i træningsbelastningen, efterhånden som deltagerne forøger deres muskelstyrke.

Børn, anvendes om aldersgruppen fra 5 til ca. 16 år. Normalt vil børn dække for aldersgruppen mellem 2 og 12 år, mens unge dækker aldersgruppen mellem 13-18 år. Der er inkluderet engelsksproget litteratur om aldersgrupperne child, som normalt dækker fra 2-13 år og adolescents fra 13-21 år.

### **Indhold i opgaven**

Masterprojektet vil bestå af en to dele; en teoretisk del, som beskriver den teoretiske baggrund og overvejelserne, som ligger forud for implementering af styrketræning til børn med cerebral parese. Samt en projektdel, som beskriver det klinisk randomiserede studie, hvor styrketræning blev implementeret i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese, behandlet med botulinum neurotoxin type A.

## Spastisk unilateral cerebral parese

Børn med spastisk unilateral cerebral parese udgør 18-36 % af alle børn med cerebral parese (12). Børnene vil have en skade i hjernens ene side og en motoriske påvirkning i kroppens kontralaterale side. Den motoriske påvirkning vil bestå af en eller flere spastiske muskler, ofte ledsaget af en mild grad af dystoni (29).

Spasticitet er en betegnelse, som anvendes ved beskadigelse af den normale styring af musklerne fra hjernen, som betyder at musklerne reagerer kraftigt på en pludselig ændring i deres længde.

Spastiske muskler har en reduceret tærskel i musklens strækrefleks og et forøget reflekssvar. Desuden er der i spastiske muskler øget tendens til klonus, som er muskel sammentrækninger udløst af musklens senerefleks. Spasticitet er ikke påviselig ved langsomme stræk af musklen, da dette ikke vil udløse strækrefleksen. Spasticiteten vil kunne påvises ved hurtige bevægelser, hvor den spastiske muskel strækkes. Desuden vil spasticiteten kunne påvises, hvis barnet udfører hurtige bevægelser, der strækker musklen. Det kan f.eks. være i m. triceps surae under sidste del af standfasen i gang eller i m. fleksor pollicis, når hånden åbnes (28;42).

Muskel dystoni er kendetegnet ved vekslende muskelaktivitet, hvor der kan være øget muskel tonus, selv når barnet er i hvile (29).

Studier af spastiske muskler har vist strukturelle ændringer i form af mindre muskelfibre, ændret muskelfibertype sammensætning, øget mængde intramuskulært bindevæv samt øget stivhed i spastiske muskelfibre (23). Spasticiteten og de strukturelle forandringer i musklerne kan føre til sekundære følger af cerebral parese. Der forekommer muskel og/eller sene kontraktur, som fører til nedsat ledbevægelighed. Hos børn kan trækkes fra muskler og sener føre til knogle deformiteter, som equinovarus og torsion af de lange rørknogler, femur og tibia. Dette skyldes at børns knogler er bløde og de vil derfor tilpasse sig trækkes fra muskler og sener. Desuden ses nedsat knoglevækst i de lange rørknogler, som følge af manglende belastning (28;29).

For børn med spastisk cerebral parese, kan spasticiteten have en positiv såvel som en negativ indflydelse på barnets funktionsniveau. I nogle bevægelser eller funktioner, vil barnet kunne udnytte spasticiteten til f.eks. at stå eller gå, mens spasticiteten kan forhindre andre bevægelser eller funktioner, som f.eks. cykling (29).

I Danmark behandles spasticitet hos børn med cerebral parese farmakologisk med forskellige antispastiske medikamenter. Baclofen anvendes ved generaliseret spasticitet og lokal spasticitet i enkelte muskler eller muskelgrupper, behandles ved indsprøjtning med en neuromuskulær blokade, ofte BoNT-A, direkte i den spastiske muskel (57).

## **Grovmotorisk funktion**

Børn med spastisk unilateral cerebral parese, vil ofte være forsinket i deres grovmotoriske udvikling, så barnet når motoriske milepæle senere end jævnaldrende børn eller slet ikke (33). Data fra det svenske opfølgingsprogram for cerebral parese, CPUP viser, at børn med spastisk unilateral cerebral parese oftest vil være klassificeret på GMFCS niveau I (81 %) eller II (14 %), mens kun få er klassificeret på niveau III (2 %) og IV (3 %) (6).

Barnets grovmotoriske udvikling kan følges med Gross motor function measure (herefter GMFM), som er en standardiseret funktionstest, udviklet specielt til børn med cerebral parese. Testen består af en række standardiserede opgaver (items), som barnet skal udføre (54;56).

Studier har vist at GMFM testen har en god reliabilitet og validitet til børn med cerebral parese (46;47;55;56).

Testen har gjort det muligt, at følge den grovmotoriske udvikling hos børn med cerebral parese. Studier af den grovmotoriske udvikling hos børn med cerebral parese har gjort det muligt at forudsige barnets fremtidige funktionsniveau i GMFCS niveau ud fra barnets funktionsniveau i 2-års alderen. Desuden har studier vist, at børn med cerebral parese ved 5-års alderen har opnået omkring 90 % af deres grovmotoriske funktionsniveau, målt med GMFM, og at udviklingen af nye grovmotoriske funktioner stopper omkring 7 års alderen (6;52)

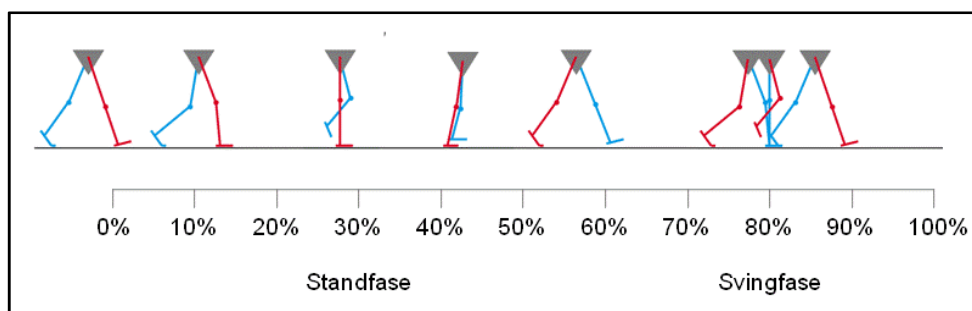


Studier, der har fulgt ændringer i grovmotorisk funktionsniveau hos unge og voksne med cerebral parese, har vist at der er risiko for, at unge og voksne på GMFCS niveau III-IV, mister allerede opnåede grovmotoriske funktioner (30).

Gang er den bevægelsesform, som mennesket oftest anvender til egen befording og dermed den vigtigste grovmotoriske funktion. Gang er en rytmisk bevægelse af benene, hvor den ene fod altid er i kontakt med underfladen. Bevægelsesmønstret og delelementer fra gang indgår i andre vigtige bevægelsesformer som løb, hop og hink (60).

Ved beskrivelse af gangfunktion anvendes begrebet, en gangcyklus. En gangcyklus består af to skridt og regnes fra hæl anslag til hæl anslag, med samme fod. En gangcyklus inddeles i en standfase og en svingfase. Hvert bens standfase varer ca. 60 % af tiden mens svingfasen varer ca. 40 % af tiden i en gangcyklus. Der er således dobbelt støttefase i ca. 20 % af tiden (60). Faserne i en gangcyklus er illustreret i *Figur 2 Illustration af gangcyklus*.

**Figur 2 Illustration af gangcyklus**



Standfasen indledes med hælens kontakt med underlaget. Hvorefter stødet ved fodens anslag dæmpes, ved at musklerne på underbenets forside kontrollere fodsålens anslag mod underlaget og udspænder fascie plantaris på fodens underside.

Dernæst foretages en let knæbøjning og endeligt kippes bækkenet mod modsatte side. Efter støddæmpningen strækkes knæet, og benet fungerer som en passiv støttende søjle for kroppen, der bevæger sig fremad i et kontrolleret fald, fremkaldt af det modsatte bens afsæt. I denne del af standfasen, har fodsålen fuldkontakt med underlaget, og underbenet glider

frem, hvorved der sker en passiv dorsal fleksion af foden, som forlænger og spænder m. triceps surae, som bliver klar til at indlede afsættet (60).

Standfasen afsluttes med afsættet, hvor lægmusklerne plantarflekterer ankelleddet og tæerne dorsal flekteres. I afslutningen af afsættet, sker der en aktiv plantar fleksion af tæerne. Benet føres nu frem i svingfasen, som er fremkaldt af hoftens bøjemuskel, ledsaget af en passiv fleksion i knæet, som kontrolleres af hasemusklene. Underbenet bringes frem ved en knæ ekstension. Inden fodens anslag opbremses underbenets fremsving og fodens positioneres så hæl anslag kan opnås (60).

I beskrivelse af udvikling af gangfunktion hos børn med cerebral parese, beskrives fem forudsætninger (27):

- Stabilitet i standfasen
- At foden kommer tilstrækkeligt fri af gulvet i svingfasen
- At foden positioneres forud for gulvkontakt
- Tilstrækkelig skridtlængde
- Energibevarende bevægelse

Børn uden handicaps lærer at gå og udvikler deres gang stort set uden instruktioner. Den modne gang, der ses hos børn uden handicaps, er ret ens og bygger på samme bevægemønster. Dette kan betyde, at udvikling af moden gang skyldes instinkt og er afhængig af den modning, der sker i centralnervesystemet (26).

Studier af udvikling af gangfunktion har vist, at børn med cerebral parese, ligesom jævnaldrende børn uden handicaps, har en vis grad af co-kontraktion i den initiale fase af gang uden støtte. Denne co-kontraktion forsvinder gradvist hos børn uden cerebral parese, efterhånden som de udvikler et mere flydende gangmønster med asymmetrisk led aktivitet. Hos børn med cerebral parese bibeholdes et gangmønster med en stor grad af co-kontraktion (48).

Hos børn med spastisk unilateral cerebral parese er equinus fejlstilling den mest almindelige hindring for udviklingen af et normalt gangmønster. Equinus gangmønstret er et resultat af spasticitet og evt. kontraktur i m. triceps surae og svage ankel plantarfleksorer, primært m. tibialis anterior. Desuden spiller nedsat selektiv kontrol over de distale muskler omkring ankelleddet, en rolle i

forhold til udvikling af dynamiske fejlstillinger. Hos børn med equinus gangmønster ses følgende problemstillinger omkring ankel og fod: manglende stabilitet i standfasen, at foden ikke kommer tilstrækkeligt fri af gulvet i svingfasen og at foden ikke positioneres forud for gulvkontakt (27).

Behandling af en spastisk equinus fejlstilling hos børn med unilateral cerebral parese vil ofte bestå af injektion af BoNT-A i den spastiske m. triceps surae og fysioterapeutiske behandling (57).

I den begyndende fase er fejlstillingen dynamisk, men med tiden vil en ubehandlet spastisk equinus fod, udvikle stramhed i triceps surae og fascie plantaris, evt. ledsaget af knogle deformiteter i forfoden og mellemfoden, kaldet en statisk equinus fod (27). En statisk equinus fod kan behandles ortopædkirurgisk, med forlængelse af stramme muskler og sener samt evt. knogle operationer (57).

## **Behandling med botulinum neurotoxin type A**

Botulinum neurotoxin type A er et neurotoxin produceret af bakterien *Clostridium botulinum*. BoNT-A anvendes til intramuskulær behandling af spasticitet og dystoni. BoNT-A virker ved at afbryde forbindelsen i den motoriske endeplade mellem den motoriske neuron og muskelfiberen. BoNT-A binder sig til receptorer i den præsynaptiske membran, hvor det ødelægger de forbindelses proteiner, som normalt sørger for frigivelse af transmitterstoffet acetylcholin fra den præsynaptiske membran.

BoNT-A påvirker overførslen fra de motoriske  $\alpha$ - og  $\gamma$ -neuroner til musklen. Dette betyder, at aktiviteten i muskelfiberens ekstrafusale fibre, og dermed musklens reaktion, på en udløst strækrefleks nedsættes. Desuden nedsættes aktiviteten i de intrafusalefibres tværstribede endepartier (muskeltenen). Hvilket betyder at den intrafusalefiber afslappes, hvorved musklens følsomhed for stræk mindskes og dermed nedsættes spasticiteten yderligere.

Når forbindelsen mellem motorneuron og muskelfiberen afbrydes degenerer de motoriske endeplader. Den motoriske neuron vil genetablere forbindelsen til musklen, ved at danne nye motoriske endeplader og i mindre grad ved genopbygning, af de ødelagte motoriske endeplader. BoNT-A virker lokalt i en

radius af ca. 3 cm fra injektionsstedet. Den maksimale effekt af BoNT-A sker 48-72 timer efter injektionen og aftager i løbet af 3-4 måneder (32;41).

Effekten af behandling, af spastisk equinus hos børn med cerebral parese, med BoNT-A er undersøgt i flere internationale studier. En meta-analyse fra 2006 sammenholder resultaterne fra seks dobbelt blindede randomiserede kontrollerede studier, som evaluerede sikkerheden og effekten af behandlingen. Forfatterne konkluderer, at behandlingen kan resultere i statistisk signifikant forbedring i gang, med få mindre betydelige bivirkninger, som lokal ømhed og muskelsvaghed i den behandlede muskel (13).

Et nyere klinisk randomiseret dobbelt blindet studie, anvendte blandt andet GMFM-66 til at vurdere forbedringer i grovmotorisk funktion efter behandling med BoNT-A. Deltagerne var børn med spastisk bilateral cerebral parese, med en gennemsnitsalder på 5,5 år. Deltagerne i interventions og kontrolgruppen, blev undersøgt ved baseline, samt 12 og 24 uger efter behandlingen. Ved 12 ugers undersøgelsen havde deltagerne forbedret deres GMFM-66 score med henholdsvis 2,0 (BoNT-A gruppen) og 1,3 (kontrol gruppen), hvilket ikke var statistisk signifikant. Først ved 24 ugers undersøgelsen var fremgangen i GMFM-66 statistisk signifikant, med en fremgang på 3,1 (BoNT-A gruppen) og 1,2 (kontrol gruppen) (8).

Effekten af BoNT-A, i behandlingen af spasticitet hos børn med cerebral parese, er velundersøgt. De fleste studier undersøger effekten af BoNT-A som en del af et samlet behandlingstilbud, som ofte ikke er nærmere beskrevet (13). Der kun findes få studier, som beskæftiger sig med betydningen af den fysioterapeutiske behandling i perioden, hvor spasticiteten er nedsat. Desuden er interventionsformerne ikke velbeskrevet. Den opfølgende fysioterapeutiske behandling bygger derfor på erfaringsbaserede retningslinjer (34).

## **Fysioterapeutisk behandling**

Evidensen for fysioterapeutisk behandling efter behandling af spastisk equinus med BoNT-A er mangelfuld. En amerikansk forskergruppe har i et studie forsøgt, at skabe ekspert konsensus om hvilken fysioterapeutiske behandling, der bør tilbydes.

Undersøgelsen viste, at der var væsentlige individuelle forskelle på, hvilken form for behandling fysioterapeuterne mente, der burde tilbydes. Der var dog enighed om tre interventions strategier: koordinering og kommunikation, patient relateret instruktion og direkte interventioner, i form af funktionstræning, træning af dagligdags færdigheder og vejledning i ortoser og hjælpemidler (45).

Der findes ingen nationale retningslinjer for den fysioterapeutiske behandling. Derfor bygger beskrivelsen af det eksisterende tilbud på det som i dag tilbydes på Børneneurologisk Behandlingsklinik, der er en del af Center for Cerebral Parese på Hvidovre Hospital. Desuden er relevant faglig litteratur på området forsøgt beskrevet.

For at beskrive den fysioterapeutiske behandling, nedsatte vi en gruppe bestående af fire fysioterapeuter, som alle har erfaring med eller kendskab til fysioterapi til børn med cerebral parese. Det eksisterende tilbud består af 45 minutters behandling, en til to gange om ugen. Børnene træner, så vidt muligt, på små hold af 2-3 deltagere, hvor der er tilknyttet to fysioterapeuter.

Det eksisterende behandlingstilbud kan inddeles i tre hovedkategorier:

- Gangfunktionstræning
- Udspænding
- Balance træning

Desuden gives råd og vejledning til forældre, støttepersoner og andre omkring barnet i aktiviteter og øvelser, som kan støtte barnets grovmotoriske udvikling.

Den fysioterapeutiske behandling tager udgangspunkt i det enkelte barns behov. Ofte vil der i behandlingen være ekstra fokus på funktionen over ankelleddet og særligt funktionen i de behandlede muskler, oftest m. triceps surae, og de antagonistiske muskler.

### **Gangfunktionstræning**

Træningen tager udgangspunkt i de afvigelser barnet har, i forhold til normal gang, som den er beskrevet i forrige afsnit. For børn med spastisk unilateral cerebral parese, vil det typisk være nedsat stabilitet i standfasen, manglende positionering af foden inden gulvkontakt og/eller at foden ikke kommer tilstrækkeligt fri af gulvet i svingfasen. Træningen kan foregå som funktionel

gangfunktionstræning, hvor barnet træner i selve funktionen eller som formel gangfunktionstræning, hvor barnet træner delelementer, med henblik på at forbedre gangfunktionen.

Funktionel gangfunktionstræning vil typisk gennemføres ved, at barnet går på løbebånd eller ved at lade barnet gå på forskellige underlag som grus, græs eller brosten. Aktiviteterne som anvendes, kan være:

- Gang opad, med fokus på at foden kommer tilstrækkeligt fri i svingfasen
- Stå på et ben, for at øve stabilitet i standfasen
- Gang over forhindringer, med fokus på at foden kommer tilstrækkeligt fri i svingfasen og stabilitet i standfasen på modsatte ben
- Gå på tæer eller med høje knæløft med fokus på at træne afsættet
- Gå på hæle, for at træne positionering af foden forud for gulv kontakt og at foden kommer tilstrækkeligt fri i svingfasen
- Stepmaskine og "Pedalo", med fokus på muskelkoordinering og stabilitet i standfasen
- Gang på markeringer, med fokus på stabilitet i standfasen og skridtlængde.

### **Udspænding**

Muskel kontraktur og nedsat ledbevægelighed er en almindelig sekundær følge af cerebral parese, som kan påvirke barnets funktionsniveau.

Udspændings regimer har i mange år været en integreret del af den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk cerebral parese.

Baggrunden for anvendelse af udspænding, har været at stræk af musklerne vil øge musklernes fleksibilitet, bevare ledbevægeligheden og forebygge eller udsætte behovet for ortopædkirurgiske operationer. Forskellige strategier har været anvendt, bl.a. passiv udspænding, aktiv udspænding og længerevarende positionering i form af lejrning, ortoser og ståstøtte-stativer. Der findes meget få videnskabelige studier om de mekanismer, som er årsagen til muskel kontraktur og om effekten af udspænding af spastiske muskler (63).

Børn med spastisk unilateral cerebral parese vil typisk lave udspænding af m. triceps surae. Strækket på musklerne udføres som aktiv udspænding. Hvor

barnet selv initierer bevægelsen og hvor strækket påføres og holdes med barnets egen kropsvægt. Strækket holdes i 2 gange 30 sekunder med strakt knæ, for m. gastrocnemius og 2 gange 30 sekunder med flekteret knæ, for m. soleus.

Formålet med udspænding af de spastiske muskler, kan være at forberede muskler og led til anden træning, at vedligeholde ledbevægeligheden eller en umiddelbart nedsættelse af muskelspændingen.

### **Balancetræning**

Børn med cerebral parese vil ofte have balance problemer, da hjerneskaden påvirker deres evne til sansebearbejdning og muskelkontrol. Desuden vil deres udvikling af balance være forsinket og patologisk, således at de anvender andre balance strategier end børn uden handicap (35).

Balance kan udtrykkes som evnen til at holde kroppens ligevægt i forhold til tyngdekraften, egne bevægelser eller udefra kommende stimuli. I træningen udfordres barnets balance, ved at ændre på understøttelsesfladen eller aktiviteten, som skal laves mens balancen opretholdes. Understøttelsesfladen kan være på et eller to ben og med forskelligt underlag, som for eksempel skumpuder, vippebræt eller en smal bænk. Aktiviteterne kan være at kaste og gribe en bold eller finmotoriske aktiviteter. Desuden anvendes lukkede øjne til yderligere progression af balance øvelserne.

## Styrketræning

Styrketræning kan bredt defineres som træning, der medfører fysiologiske adaptationer, som øger musklernes evne til at genere kraft. I praksis anvendes styrketrænings begrebet meget bredt og om mange forskellige interventionsformer. Hos meget utrænede udøvere vil selv små direkte belastninger af musklerne, medføre adaptationer i musklerne (31).

Progressiv resistance training, er en metode til styrketræning, som oprindeligt er beskrevet af DeLorme og Watkins i 1948. Principperne er at styrketræningen foregår ved, at der udføres et lille antal repetitioner indtil udtrætning, at der tillades tilstrækkelig hvile mellem hvert sæt af øvelser og at modstanden øges efterhånden som udøveren bliver stærkere. Modstanden vil oftest påføres med frie vægte eller træningsmaskiner, hvor det er muligt at regulere modstanden med f.eks. vægte eller hydraulik. Desuden kan træningselastikker eller udøverens kropsvægt anvendes. Traditionelt har progressiv resistance training været brugt af raske unge til at forbedre sports præstationer, men træningsprincipperne anvendes i stigende grad også i sundhedsfremme, forebyggelse og behandling (59). Herefter vil begrebet styrketræning blive anvendt om træning, som bygger på principperne bag progressive resistance training.

Hos voksne ses fysiologiske adaptationer ved styrketræning i form af ændring i nervesystems aktivering af musklerne, kvalitative og kvantitative ændringer i musklen, primært hypertrofi samt ændringer i kroppes kraftbærende strukturer, som for eksempel knogler, sener og ligamenter (31).

Hos voksne har studier vist, at styrketræning medfører neurologiske adaptationer i form af øget neural drive fra centralnervesystemet til musklerne, øget følsomhed i de motoriske neuroner, ændret neural aktivitet i starten af muskelkontraktionerne og en bedre koordinering af muskelaktiviteten mellem muskler, muskelgrupper og motoriske enheder (22).

Tidligere har styrketræning af børn været udsat for voldsom kritik, som blandt andet har været rettet imod risikoen for skader, særligt i form af frakturer gennem knoglernes epifyse område. Desuden troede man, at børn ikke kunne opnå styrkeforøgelser ved styrketræning, på grund af deres umodne hormon system (66). Der er i dag bred enighed om, at styrketræning til børn er sikkert,



hvis træningen foregår efter nogle simple retningslinjer, se Figur 3, og at styrketræning kan medføre adaptationer, som forøger den muskulære styrke (1;7;9;22). Dette har betydet, at der først indenfor de seneste 5 år er kommet kommercielle tilbud om styrketræning til børn i Danmark (66).

### Figur 3 Generelle retningslinjer for styrketræning af børn

- Lav opvarmning inden styrketræning
- Deltagerne bør lære den rigtige teknik, inden der trænes med træningsbelastning
- Træning bør startes med let modstand, højt antal gentagelser (< 15 reps) og få sæt og progredier gradvist til tungere vægt, færre repetitioner (6-8 reps) og moderat antal sæt (3-4)
- Træningen bør planlægges individuelt efter den enkelte udøvers behov
- Alle store muskelgrupper bør trænes, og såvel fleksorer som ekstensorer omkring led
- Der bør planlægges mindst en hvile dag mellem træningssessionerne
- Træningsudstyr bør kunne tilpasses det enkelte barn
- Træningen bør planlægges og gennemføres af veluddannet personale

Hos børn er de fysiologiske adaptationer, som medfører fremgang i muskelstyrken, primært knyttet til neurale adaptationer i form af øget neural aktivering og forbedret muskelkoordinering (7;9). Direkte og indirekte metoder er blevet anvendt til, at påvise neurologiske adaptationer, blandt andet har Ramsay et al. (1990), som anvendte elektrisk stimulation (interpolated twitch teknikken) til at påvise en øget, men ikke statistisk signifikant, aktiveringsgrad af musklerne (50).

Flere studier har vist at træningen kan medføre øget muskelstyrke og muskulær udholdenhed uden signifikant muskulær hypertrofi. Mens enkelte studier har påvist muskulær hypertrofi (19;25) via (7). Det er fortsat uklart om og i hvilket grad muskulær hypertrofi finder sted efter styrketræning af børn.

Eventuel manglende muskulær hypertrofi kan skyldes børns umodne hormonelle system (7). Desuden er der fortsat usikkerhed om hvorvidt strukturelle ændringer i muskelopbygningen, for eksempel i form af ændring i musklens kontraktile egenskaber, myofibril tætheden og muskelfibertype sammensætning, finder sted (7;20).

Effekten af styrketræning hos børn er på mellem 14 % og 30 % over den styrkeudvikling, som kan forventes gennem normal udvikling og vækst (21). Effekten af træningen er, som hos voksne, afhængig af træningsintensitet og volumen (9;37). Det nyeste review på området, Behm et al 2008, beskriver at der ikke findes ét optimalt træningsprogram, men at man bør starte med en træningsfrekvens på mindst 2 træningssessioner pr. uge med 8 til 12 øvelser, som trænes 1 til 2 sæt af 8-15 gentagelser med modstand på 30-60 % af 1 Repetition Maksimum<sup>1</sup> (herefter RM). Efter en tilvænningsperiode kan træningen progredieres, til 3 sæt af 8-10 gentagelsen med en modstand på 8-10RM. Når barnet er bekendt med styrketræning, kan træningsprogrammet sammensættes af mere komplicerede øvelser (7).

Et andet review fra 2006 beskriver store forskelle i træningsprogrammerne i de inkluderede studier. De fleste studier består af 8-12 ugers træning med træningsmaskiner eller frie vægte, fra 2-3 træningssessioner pr. uge. Træningssessionerne bestod af 1-10 øvelser, hvor deltagerne lavede 3-12 repetitioner i 1-5 sæt med en belastning på 50-85 % af 1 repetition maksimum. Det var ikke muligt at sammenligne de forskellige træningsprogrammer, på grund af store forskelle i træningsprogrammer og målemetoder (37).

Generelt anbefales det, at træningsøvelserne gøres så funktionelle som muligt, da de neurologiske adaptationer er specifikke i forhold til det bevægelsesmønster som trænes og af bevægelseshastigheden, kontraktionstypen og kraftniveauet. Træningsøvelserne kan være et-leds og/eller flere-leds øvelser, afhængig af om formålet er at forbedre aktiveringen af en enkelt muskelgruppe eller at forbedre koordineringen mellem muskelgrupper (7;20).

---

<sup>1</sup> Repetition Maksimum (RM) angiver den vægt man præcist kan løfte det beskrevne antal gange. 1RM svarer til den belastning, som kun kan løftes en gang, mens 6RM svarer til den belastning, som kan løftes præcist 6 gange.

Udover de beskrevne effekter af styrketræning diskuteres styrketræningens positive effekter på knogle mineral tæthed, kropskomposition, motorisk – og idrætslig præstation samt sundhedsrelaterede mål, som for eksempel blodlipid profilen fortsat (7).

Det er vanskeligt, at undersøge effekter af trænings frie perioder hos børn, da børn på grund af deres naturlige udvikling, vil øget deres muskelstyrke. Men studier har vist, at selv relative korte trænings frie perioder vil føre til tab af muskelstyrke til niveauet for ikke trænede. Et studie har vist, signifikante forbedringer i muskelstyrke efter 20 ugers træning. En efterfølgende 8 ugers trænings fri periode viste, at muskelstyrke forbedringerne blev udlignet. En træningssession pr. uge kan vedligeholde muskelstyrken i kortere ”trænings frie” perioder (22).

### **Styrketræning til børn med spastisk cerebral parese**

I litteraturen beskrives nedsat muskelstyrke hos børn med cerebral parese, sammenlignet med alders matchede børn uden handicap (15;41). Det beskrives at muskelstyrken er mest udtalt distalt i underekstremiteterne, svarende til ankelledet (64). Den nedsatte muskelstyrke skyldes blandt andet reduceret muskelstørrelse og reduceret neural aktivering af agonist muskler og øget neural aktivering af antagonistiske muskler (co-aktivering) (39)

Den nedsatte muskelsvaghed og manglende selektiv motorisk kontrol er mest udtalt hos børn med svære handicaps, GMFCS niveau IV og V. Men er også påvist i ankel plantar og dorsal fleksion, hos børn med unilateral cerebral parese, GMFCS niveau I-II (4).

I den fysioterapeutiske behandling af patienter med muskuloskeletale lidelser, har principperne bag progressiv resistance training, været brugt i gennem mange år. Alligevel har principperne kun i begrænset omfang været anvendt til patienter med neurologiske lidelser (59). Dette skyldes primært en tradition for at anvende Neurodevelopmental Therapy, som blev udviklet af Karl og Bertha Bobath i 1940'erne. Oprindeligt fokuserede konceptet på, at nedsætte den abnorme muskel tonus og anbefalede at patienter undgik aktiviteter, som kræver maksimal anstrengelse, da man mente at det kunne føre til øget spasticitet og hæmme selektiv motoriske kontrol. Med baggrund i dette, har

fysioterapeuter i mange år, undgået styrketræning til børn med spastisk cerebral parese fordi de mente at;

- træningen kunne føre til forøgelse af spasticiteten og derved skabe øget muskel kontraktur og nedsat ledbevægelighed
- manglende selektiv muskelkontrol hos børn med cerebral parese, vil gøre det umuligt, at øge muskelstyrken i de ønskede muskler
- spasticitet, og ikke muskelsvaghed, var den primære årsag til begrænsninger i det motoriske funktionsniveau (14;43).

Der findes i dag evidens for, at styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk cerebral parese uden betydelige bivirkninger (43;62). De rapporterede bivirkninger var blandt andet, lokal muskelømhed og utilpashed, som blev reduceret ved at tilpasse de enkelte øvelser og træningsudstyret (59).

Studier der har undersøgt effekten af styrketræning til børn med cerebral parese, har ikke fundet øget spasticitet efter træningsperioden. To studier fandt en nedsættelse af spasticiteten efter henholdsvis 6 og 12 ugers styrketræning (18;44). Et enkelt studie har undersøgt spasticiteten umiddelbart efter en træningssession og fandt ingen ændring i spasticiteten (24).

Det er muligt at lave styrketræning, med børn med cerebral parese, selv med begrænset selektiv kontrol over en muskel eller muskelgruppe. Dette kan gøres ved at forbedre barnets selektive motoriske kontrol, i en muskel med funktionel eller neuromuskulær el-stimulering eller ved at styrketræne muskler indenfor samme bevægelsessynergi (16;57).

Et studie har undersøgt sammenhængen mellem spasticitet, muskelstyrke, gangfunktion og grovmotoriske funktion, målt med GMFM, hos børn med spastisk bilateral cerebral parese, GMFCS I-III. Studiet fandt en lille eller ingen signifikant sammenhæng mellem spasticitet og funktion, mens de fandt en signifikant sammenhæng mellem muskelstyrke og funktion i hovedparten af variablerne. Dette kan indikere, at muskelstyrken kan være vigtig, i forhold til at forbedre funktionsniveauet hos børn med spastisk cerebral parese (53).

Styrketræning af børn med cerebral parese kan forgå efter principperne i progressive resistance training, nemlig at belastningen skal være tilstrækkelig høj, så der kun kan udføres et lille antal repetitioner, at der skal være tilstrækkeligt hvile mellem hvert sæt af øvelser og at modstanden skal øges efterhånden som udøveren bliver stærkere (16;59).

Studier har vist at mange forskellige styrketræningsformer og programmer, kan give signifikant øget muskelstyrke og funktion hos børn med cerebral parese (43;62). Interventionerne består af isotonisk eller isokinetisk styrketræning, 1-5 gange pr. uge, i 4 til 12 uger. Modstanden består af frie vægte, kropsvægt, vægtveste, træningselastikker, styrketræningsmaskiner eller isokinetiske maskiner (43). Fem klinisk randomiserede studier har undersøgt effekten af styrketræning på børn med cerebral parese, GMFCS niveau I-III. Alle studier fandt statistisk signifikant fremgang i muskelstyrken og/eller grovmotorisk funktionsniveau (17;18;36;49;61) samt (49) via (43). De anvendte træningsformer og programmer kan ses i *Figur 4 Styrketræningsprogrammer*, på næste side.

Der findes ikke tilstrækkelig forskning til at anbefale bestemte former for træning eller bestemte træningsprogrammer. Men træningen bør tilrettelægges ud fra lokale forhold og det enkelte barns behov (16;43). De fysiologiske adaptationer, som ligger bag ændringer i muskelstyrke og funktionsniveau hos børn med cerebral parese, er ikke velbeskrevet. De primære adaptationer menes at være neurologisk adaptationer, som hos børn uden handicaps. Et studie har undersøgt muskulære adaptationer hos børn med spastisk cerebral parese, GMFCS niveau I-III. Ti ugers styrketræning førte til statistisk signifikant øget muskelvolumen i m. gastrocnemius laterale og m. gastrocnemius mediale, målt med ultralyd (39).

Det er uvist, hvilke konsekvenser trænings frie perioder har på børn med cerebral parese, men et randomiseret kontrolleret studie har vist, at den øgede muskelstyrke efter et 6 ugers træningsprogram blev bibeholdt efter en trænings fri periode på 12 uger (17).

Figur 4 Styrketræningsprogrammer

Deltagere	Intervention	Ref.
N/n = 21/11 8-18 år	6 uger, 3 x pr. uge, Isotonisk, 3 sæt a 8-10 reps (8-10RM) 3 øvelser: Bilateral hælløft, halv-squat, step-up.	Dodd et al. (2003) (17)
N/n = 12/3,4,2,3 6-13 år	12 uger, 3 x pr. uge, Isokinetisk 3 sæt a 5 reps ved 30%/sek og 90%/sek, ekscentrisk og koncentrisk. Modstand 80 % af 1RM. Øvelser: Plantar fleksion, dorsifleksion eller plantar- og dorsifleksion.	Engsberg et al. (2006) (18)
N/n=20/10 4,5-9,7 år	12 uger, step-up, løbebånd og Neurodevelopmental therapy (NDT) vs. NDT	Jiang et al. (2006) (49)
N/n=24/12 7 år 1 mdr.	6 uger, 3 x pr. uge, 3 x pr. dag, Sit to stand med vægtvest. Gentagelser og modstand: 10 reps, 20% af 1RM, Reps til udtrætning med 50% af 1RM og 10 reps, 20% af 1RM.	Liao et al. (2007) (36)
N/n=31/21 13-18 år	8 uger, 1-3 x pr. uge, Isotonisk. Individuelt program 8-12 øvelser, valgt fra 28 øvelser. Modstand med kropsvægt, elastikker, frie vægte, svt. 8-12RM.	Unger et al. (2006) (61)

Ref. = Reference, (49) kun via (43).

## Projekt præsentation og metode

I studiet "Betydning af styrketræning i den fysioterapeutiske rehabilitering efter antispastisk behandling med botulinum neurotoxin type A", har fjorten børn med spastisk unilateral cerebral parese deltaget i et klinisk randomiseret studie med to grene, fysioterapi uden styrketræning og fysioterapi med styrketræning, efter medicinsk behandling med BoNT-A.

### Forsøgsdesign

Forsøgsdesignet i studiet er eksperimentelt. Studiet er designet som et klinisk randomiseret studie, som gør det muligt at bestemme, hvilken betydning implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk unilateral cerebral parese, behandlet med BoNT-A, har på grovmotorisk funktionsniveau og musklernes evne til isometrisk kraftudvikling.

Randomiseringen i studiet er foretaget via blokrandomisering, således at der for hver fire inkluderede patienter, blev to randomiseret til kontrolgruppen og to til interventionsgruppen. Ved blokrandomisering sikres en ligelig fordeling mellem projektgrupperne, hvilket er en fordel, når stikprøve størrelsen er lille. Randomiseringen blev foretaget af den projektansvarlige overlæge fra Ganganalyaselaboratoriet, Ortopædkirurgisk Afdeling på Hvidovre Hospital. Formålet var at sikre, at der ikke er nogen eller noget, der har indflydelse på, om en given forsøgsperson kommer i den ene eller den anden gruppe.

Både kontrolgruppen og interventionsgruppen modtog den samme mængde fysioterapeutisk behandling, nemlig 2 gange a 45 min. pr. uge i 12 uger. Kontrolgruppens fysioterapeutiske behandling består af 25 min gangfunktionstræning, 5 min udspænding og 10 min balancetræning. I interventionsgruppen blev 15 min gangfunktionstræning erstattet af styrketræning, i form af progressiv resistance training, således at behandlingen indeholdt 10 min gangfunktionstræning, 5 min udspænding, 15 min styrketræning og 10 min balancetræning.

De sidste 5 min behandlingstid blev i begge grupper brugt til leg, pause eller opfølgning i forhold til barnets forældre, støtteperson eller andre.

Alle deltagerne blev instrueret i ikke at ændre deres fysiske aktivitetsniveau under projektet.

## Projektforløb

Dataindsamling til projektet er foregået i perioden august 2007 til marts 2009.

Efter inklusion i projektet, blev deltagerne undersøgt på Ganganalyse Laboratoriet på Hvidovre Hospital med følgende målemetoder: postural sway analyse, 3-D biomekanisk ganganalyse og måling af sensomotorisk kontrol i ankelleddet, herunder maksimal selektiv muskelkontraktion (GL I). Desuden blev behandlingen med BoNT-A planlagt.

Efter inklusion og præundersøgelse blev deltagerne randomiseret til enten kontrolgruppen eller interventionsgruppen.

Herefter blev deltagerne henvist til fysioterapeutisk behandling på Børneneurologisk Behandlingsklinik. Alle deltagerne blev testet med Gross motor function measure inden behandling med BoNT-A (GMFM I).

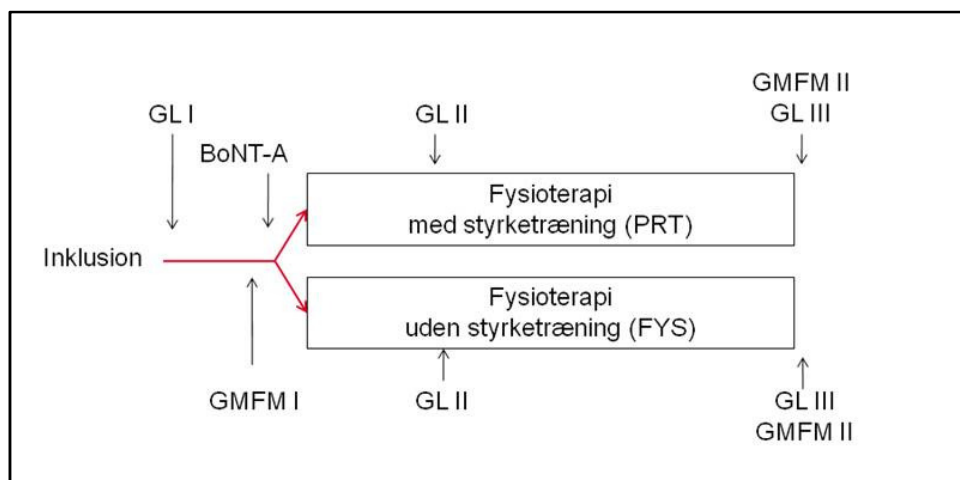
Alle deltagerne blev behandlet med BoNT-A i lægmusklerne. Deltagerne er behandlet med mellem 135 og 330 enheder botulinum neurotoxin, fordelt med 2 enheder pr. kg kropsvægt i henholdsvis m. soleus, m. gastrocnemius laterale og m. gastrocnemius mediale. Behandling med BoNT-A foregik på torsdage og den følgende uge startede den fysioterapeutiske behandling. Alle deltagerne, på nær en, modtog den fysioterapeutiske behandling på Børneneurologiske Behandlingsklinik. Den sidste deltager modtog den fysioterapeutiske behandling på en specialscole. Den pågældende deltagerens lokale fysioterapeut blev instrueret i træningsprotokollen og træningsdagbogen.

Der blev planlagt 24 gange fysioterapeutisk behandling. Herefter blev deltagerne testet igen med Gross motor function measure (GMFM II).

Undersøgelserne på Ganganalyse Laboratoriet blev gentaget efter 4 og 12 ugers træning (GL II og GL III). En samlet oversigt over projektforløbet kan ses i *Figur 5 Oversigt over projektperioden*.



Figur 5 Oversigt over projektperioden



## Deltagerne

Deltagerne i projektet blev rekrutteret via Børneafdelingen på Hvidovre Hospital og via annoncer i Spastikerforeningens blad, Spastikeren. Alle deltagere opfyldte kriterierne for behandling med BoNT-A på Børneafdelingen på Hvidovre Hospital.

Desuden var der følgende kriterier for deltagelse i projektet:

Inklusionskriterier:

- Børn mellem 6 og 17 år med spastisk unilateral cerebral parese og som har spastisk equinus gangmønster.

Eksklusionskriterier:

- Statisk equinus gangmønster med betydelig nedsat bevægelighed omkring ankelleddet.
- Ortopædkirurgiske operationer i underekstremiteterne indenfor de sidste 24 måneder og behandling med botulinum neurotoxin indenfor de sidste 6 måneder.
- Manglende compliance i forhold til træningsprogrammet eller de omfattende undersøgelser på Ganganalyse Laboratoriet.

## Beskrivelse af deltagerne

I alt 6 piger og 8 drenge blev inkluderet i studiet. Ved inklusion i studiet var deltagerens gennemsnits alder 10,0 år (range 6,0-15,1 år), højde 141 cm

(range 124-161 cm) og vægt 35,2 kg (range 21,8-57,5 kg). Deltagernes alder, højde, vægt og køn ved inklusion i de to interventionsgrupper kan ses i *Tabel 1 Præsentation af deltagerne*.

Ved inklusion i studiet havde otte deltagere et tilbud om kontinuerlig fysioterapeutisk behandling, mens seks deltagere ikke havde noget tilbud om fysioterapeutisk behandling. De deltagere som ikke havde noget tilbud om kontinuerlig fysioterapeutisk behandling inden projektet, havde tidligere haft et forløb på Børneneurologisk Behandlingsklinik (2 deltagere), eller boede udenfor klinikkens normale optageområde (4 deltagere).

Der var ved inklusion ingen signifikant forskel mellem projektgrupperne.

**Tabel 1 Præsentation af deltagerne**

	PRT		FYS	
Alder, år	9,9	(6,1-12,6)	10,2	(6,8-15,1)
Højde, cm	141	(124-161)	142	(127-155)
Vægt, kg	36,6	(21,8-57,5)	33,8	(24,4-44,0)
Køn, pige/dreng	3/4		3/4	
Fys. ja/nej	4/3		4/3	

Fys. Ja/nej, angiver om deltagerne havde et eksisterende tilbud om fysioterapeutisk behandling.

## Fysioterapeutisk behandling

Den fysioterapeutiske behandling blev gennemført af fire fysioterapeuter, med erfaring i fysioterapi til børn med cerebral parese. Behandlingen foregik som individuel træning eller træning på små hold med to eller tre deltagere og to fysioterapeuter.

Både kontrolgruppen og interventionsgruppen modtog gangfunktionstræning, udspænding og balance træning.

For både kontrolgruppen og interventionsgruppen blev der udarbejdet en træningsdagbog og træningsmanual, som beskriver de forskellige aktiviteter, som deltagerne kan lave. Den enkelte fysioterapeut planlægger selv hvilke aktiviteter deltagerne laver i gangfunktionstræning og balancetræning. De

valgte aktiviteter afkrydses, så det er muligt, at følge hvilke aktiviteter den enkelte deltager har lavet. I interventionsgruppen anvendes træningsdagbogen til at følge progressionen i træningsbelastningen.

Træningsdagbogen kan ses på *Bilag I Træningsdagbog*.

### **Gangfunktionstræning**

Gangfunktionstræning foregik som beskrevet i afsnittet *Gangfunktionstræning* i kapitlet *Fysioterapeutisk behandling*. Deltagerne i kontrolgruppen gennemførte 25 min. gangfunktionstræning, mens deltagerne i interventionsgruppen gennemførte 10 min. gangfunktionstræning.

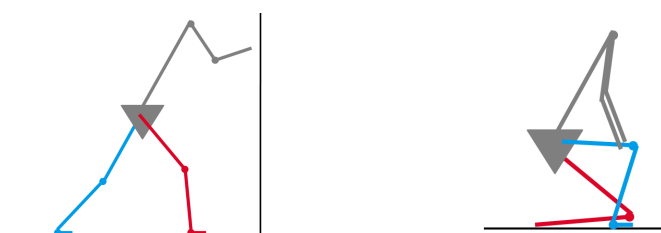
De behandlende fysioterapeuter kunne vælge mellem følgende aktiviteter: gang op ad bakke (på løbebånd), høje knæløft, stå på et ben (øget standfase), gang over forhindreder, gå på tæer, gå på hæle, samle ting op fra gulvet, stepmaskine, gang på vippebræt, gang på ujævnt underlag og gang på markeringer.

### **Udspænding**

Udspænding foregik som beskrevet i afsnittet *Udspænding* i kapitlet *Fysioterapeutisk behandling*.

I deltagerens træningsdagbog noterede fysioterapeuten om deltagerne have gennemført aktiviteten. Illustration af øvelserne kan ses i *Figur 6 Udspænding*.

**Figur 6 Udspænding**



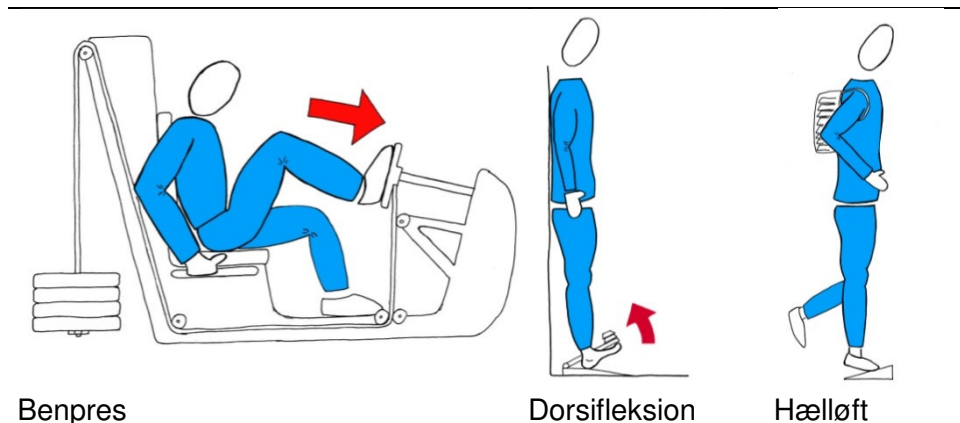
Udspænding af m. gastrocnemius    Udspænding af m. soleus

## Styrketræning

Deltagerne i interventionsgruppen gennemførte 15 min. styrketræning.

Styrketræningen blev gennemført som unilateral træning for deltagerens afficerede ben. Styrketræningen bestod af 3 øvelser: benpres, ankel dorsal fleksion og hælløft. Benpres øvelsen er valgt som flere leds øvelse for at forbedre koordineringen mellem musklerne i benet, samtidigt med at øvelser ikke sætter krav til deltagerens evne til at balancere på et ben. Mens ankel dorsal fleksion og hælløft er et leds øvelser, hvor formålet er at forbedre aktiveringen af den enkelte muskelgruppe. Øvelserne er illustreret i *Figur 7 Styrketræningsøvelser*.

**Figur 7 Styrketræningsøvelser**



Benpres foregik fra hhv. 120° og 90° fleksion i hofte og knæ samt og ca. 5° dorsal fleksion i ankelleddet til ca. 80° og 0° fleksion i hofte og knæ og 5° plantar fleksion i ankelleddet. Dorsal fleksion foregik fra ca. 10° plantar fleksion til ca. 5° dorsal fleksion i ankelleddet. Hælløft foregik fra ca. 10° dorsal fleksion til ca. 5° plantar fleksion.

De tre styrketræningsøvelser blev i perioden trænet i 3 sæt a hhv. 10 gentagelser med belastning svarende til 10RM (uge 1-4), 8 gentagelser med belastning svarende til 8RM (uge 5-8) og 6 gentagelser med belastning svarende til 6RM (uge 9-12). Efter hvert sæt havde deltagerne pause ca. 1 min. I de sidste 4 ugers træning, blev deltagerne opfordret til at udføre øvelsen eksplosivt, dvs. så hurtigt som muligt, uden at miste kontrollen over bevægelsen.

Dorsal fleksion og hælløft blev gennemført med 1 sæt med let fleksion (5-10 °) i knæleddet og 2 sæt med strakt knæ. Dette blev gjort for at træne så funktionelt som muligt, da såvel dorsal fleksion som plantar fleksion i gangen anvendes på let flekteret og med strakt knæ.

Efter hver træning blev træningsbelastningen noteret i træningsdagbogen, som kan ses på *Bilag I Træningsdagbog*.

### **Balancetræning**

Balancetræning foregik som beskrevet i afsnittet *Balancetræning* i kapitlet *Fysioterapeutisk behandling*.

I deltagernes træningsdagbog noterede fysioterapeuten hvilket underlag og hvilken aktivitet deltageren havde gennemført.

### **Målemetoder**

Til beskrivelse af implementeringen af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk cerebral parese, anvendes træningsdagbøgerne for deltagerne i interventionsgruppen.

Betydningen af implementeringen på grovmotoriske funktionsniveau måles med GMFM og betydningen på muskelstyrke måles med maksimal selektiv muskelkontraktion over ankelleddet.

### **Træningsdagbog**

Progressionen i deltagernes træningsbelastning er angivet i kg. Da træningsbelastning svarer til hhv. 10RM, 8RM og 6RM, kan data fra de tre forskellige perioder i træningsdagbogen ikke umiddelbart sammenlignes. Der er en sammenhæng mellem træningsbelastningen og antallet af repetitioner, som deltageres kan gennemføre, så jo højere træningsbelastning, des færre repetitioner. Sammenhængen er ikke lineær, men der findes formler, som kan anvendes til at estimere 1RM ud fra træningsbelastninger på f.eks. 10RM (58). Her anvendes Brzyckis formel til estimering af 1RM (10). Den estimerede 1RM anvendes som en indikator for deltagernes fremgang i træningsbelastning.

Den estimerede 1RM beregnes for hver af de tre øvelser. For alle øvelserne beregnes først en gennemsnitlig værdi for træningsbelastningen, herefter

anvendes formlen:  $1RM = \text{belastning i kg} / (1,0278 - (0,0278 \times \text{antal af repetitioner}))$ .

Desuden bruges træningsdagbøgerne til at følge alle deltagernes fremmøde til træningen og til at beregne den enkelte deltagers projektperiode.

### **Gross motor function measure**

Gross motor function measure (herefter GMFM) er en standardiseret funktionstest, udviklet til at evaluere kvantitative ændringer i grovmotoriske færdigheder hos børn med cerebral parese. GMFM er udarbejdet i forhold til de motoriske milepæle som indgår i børns normale motoriske udvikling. Børn uden handicap forventes at kunne klare alle opgaverne i GMFM med en samlet score på 100 ved 5 års alderen (54). Testen består af en række standardiserede opgaver indenfor 5 dimensioner (Dimension A, B, C, D og E), som barnet skal udføre. Testen findes i en original version med 88 opgaver og i en nyere udgave med kun 66 opgaver, som er fundet efter en Raschs analyse. De 22 opgaver som ikke er med i GMFM-66 versionen er opgaver fra Dimension A, B og C (54). Dele af GMFM testen er oversat til dansk (40).

I GMFM-88 versionen beregnes en % score for hver dimension og en total score. Her antages at sværhedsgraden i de enkelte opgaver er ens. Ikke testede opgaver score med 0 i GMFM-88.

I GMFM-66 versionen beregnes en samlet score med et computerprogram, Gross Motor Ability Estimator (herefter GMAE). GMAE giver en samlet score, som tager højde for sværhedsgraden i de enkelte opgaver, således at en score på 3 i 2 forskellige opgaver påvirker den samlede score forskelligt. Desuden kan GMAE beregne score for ikke testede opgaver. (55).

I dette projekt anvendes de opgaver som er indeholdt i dimension D Stående og E gående, løbende og springende.

Dimension D indeholder 13 opgaver (fra opgave 52-64), mens dimension E indeholder 24 opgaver (fra opgave 65-88).

Hver opgave i testen scores på en 4-point Likert skala, hvor

- 0 barnets påbegynder ikke opgaven
- 1 barnet påbegynder
- 2 barnets gennemfører delvist
- 3 barnet gennemfører

Et eksempel på opgaverne for hver af dimensionerne D og E kan ses i *Figur 8 Eksempel på Gross motor function measure opgaver*.

GMFM har været anvendt til at måle effekten af så forskellige behandlingstiltag, som Selektiv Dorsal Rhizotomi, behandling med BoNT-A, ortopædkirurgiske operationer og styrketræning (42).

#### **Figur 8 Eksempel på Gross motor function measure opgaver**

##### **Dimension D, opgave 57**

Løfter venstre fod i 10 sek., uden støtte fra armene

- 0 Løfter ikke venstre fod
- 1 Løfter venstre fod < 3 sek
- 2 Løfter venstre fod i 3-9 sek.
- 3 Løfter venstre fod i 10 sek.

##### **Dimension E, opgave 80**

Stående: Hopper 30 cm op i luften, med begge fødder samtidigt

- 0 Påbegynder ikke at hoppe
- 1 Hopper < 5 cm op i luften
- 2 Hopper 5-28 cm op i luften
- 3 Hopper 30 cm op i luften

Studier har vist, at GMFM er følsom over for kvantitative ændringer i grovmotorisk funktion og er reliabel og valid til børn med cerebral parese (46;47;55;56). Deltagerne i projektet testes af to af de behandlende fysioterapeuter. Testen optages på video og scores efterfølgende.

Deltagerne scores med såvel GMFM-88 (Dimension E og D) som GMFM-66 udgaven. Dette gøres for at kunne sammenligne resultater med internationale studier, hvor både GMFM-88 og GMFM-66 anvendes.

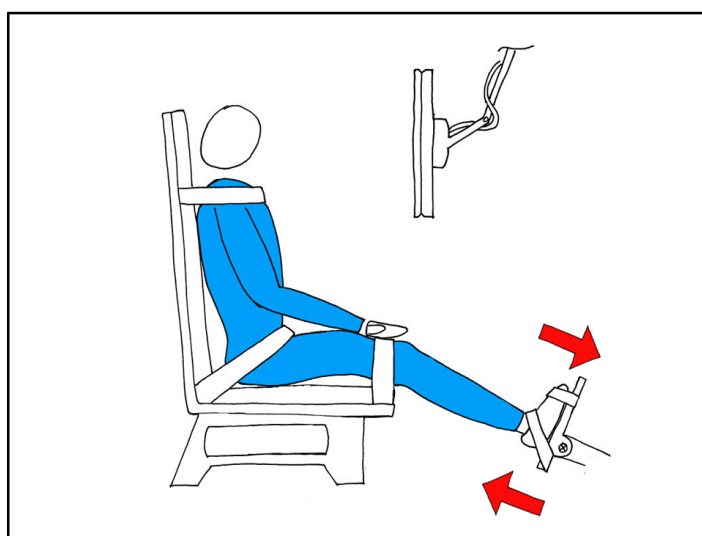
### **Maksimal selektiv muskelkontraktion**

I klinisk praksis anvendes ofte en simpel muskelstyrketest, hvor deltagerens muskelstyrke vurderes på en skala fra 1 til 5, hvor 5 svarer til normal muskelstyrke. Til børn med cerebral parese anvendes ofte måling af isometrisk muskelkontraktion, da denne kontraktionsform ikke provokerer strækrefleksen og dermed udløser spasticitet. Isometrisk muskelstyrke er et mål for musklens styrke, på et udvalgt sted i bevægebanen og ved en given muskellængde. Den målte muskelstyrke er ikke nødvendigvis til stede i hele bevægebanen og ved alle muskellængder. Isometriske og isokinetiske dynamometer test, særlig ved lave led vinkel hastigheder er pålidelige til børn med cerebral parese (15).

Måling af maksimal selektiv muskelkontraktion over ankelleddet blev foretaget på Ganganalyse Laboratoriet af personale, som var blindet for om deltagerne var i kontrol eller interventionsgruppen. Undersøgelsen blev foretaget samtidigt med måling af sensomotorisk kontrol i ankelleddet.

Til måling af maksimal selektiv isometrisk muskelkontraktion, blev et strain-gauge dynamometer anvendt. Deltagerne sad i en fast stol og var fastspændte omkring skulder, hofte og lår, med henholdsvis 90°, 150° og 110° fleksion i hofte, knæ og ankelled. Deltagerne kunne følge kraftudviklingen på en computerskærm, placeret ca. 1 m. foran dem i øjenhøjde. Det afficerede ben var placeret i en Darcus strain-gauge dynamometer og fastspændt til fod pladen med to velcro stropper. Den ene var placeret lige foran ankelleddet og den anden over storetåens metatarsal knogle. Forsøgsopstillingen kan ses i *Figur 9 Maksimal selektiv muskelkontraktion*. Dynamometers rotationsakse blev visuelt placeret ud for rotationsaksen for dorsal- og plantar fleksion, med malleolerne som reference punkt. Deltagernes hænder var placeret på lårene med håndfladerne op, for at undgå medbevægelse i kroppen.



**Figur 9 Maksimal selektiv muskelkontraktion**

Efter opvarmning og tilvænning til udstyret og proceduren, udførte deltagerne isometrisk dorsal fleksion og plantar fleksion i tilfældig rækkefølge. Deltagerne blev instrueret i kun, at forsøge at bevæge anklen og i at trykke så kraftfuldt som muligt, med en gradvis øgning i kraften. Under testen blev deltageren motiveret med kraftig verbal opfordring. Deltagerne udførte tre muskelkontraktioner i hver bevægelsesretning, med 60 sek. pause imellem.

Bearbejdning af data fra dynamometret foregik ved, at signalet blev forstærket, kørt gennem et low-pass filter, samlet med 1 kHz og gemt på en computer. Værdierne for maksimal torque (drejningsmoment) blev kalkuleret som middelværdien for et 1 sek. vindue. De målte data angives som maksimal selektiv torque, i Nm/kg, da dynamometret måler rotationsmomentet i anklen.

Den eksperimentelle model og målemetodens test – retest reliabilitet er undersøgt hos børn uden handicap og hos børn med cerebral parese, med en relativ reliabilitet (ICC) > 72 og publiceret (4;5).

## Statistik

Data er præsenteret som middelværdier med angivelse af standard error of mean, SEM. Standard error of mean beregnes som  $SEM = SD / \sqrt{n}$ . Data blev testet for normalfordeling med Kolmogorov-Smirnov.

Til vurdering af forskelle mellem interventions- og kontrol gruppen ved inklusion i studiet blev normal fordelte data vurderet med uparrede t-test. Mens ikke normal fordelte data blev vurderet med Mann-Whitney test.

Forbedringer i GMFM scoren i interventions- og kontrolgruppen blev vurderet med Wilcoxon sign test (parrede data).

One way repeated measure ANOVA blev anvendt til at undersøge forskelle på middelværdien ved præprojekt, 4 ugers og 12 ugers undersøgelserne af maksimal selektiv kraft.

Et signifikansniveau på  $P < 0,05$  blev anvendt i alle test.

De Statistiske beregninger er foretaget i Microsoft Excel 2007 og SPSS 16.0 (Statistical Package for the Social Sciences) til Windows. De grafiske fremstillinger er udarbejdet i SigmaPlot 10.0 til Windows.

## **Etiske overvejelser**

Forældre og børn modtog skriftlig og mundtlig information om projektet. Forældrene har givet stedfortrædende samtykke til deltagelse i forskningsprojektet "Betydningen af styrketræning i den fysioterapeutiske rehabilitering efter spasticitets-reducerende behandling hos børn med cerebral parese". Projektet udgår fra Hvidovre Hospital, Ganganalyse-laboratoriet, Ortopædkirurgisk Afdeling og Børneafdelingen og udføres i forbindelse med et ph.d. projekt på Københavns Universitet. Forskningsprojektet er godkendt af De Videnskabetiske Komitéer for Københavns og Frederiksberg Kommuner (KF 02323948) samt Datatilsynet.

I den skriftlige information om projektet gives information om mulige ulemper, risici og fordele ved at deltage i projektet. I forhold til masterprojektet drejer det sig om følgende:

At behandlingen med BoNT-A kan medføre milde og forbigående bivirkninger som let nedsat muskelkraft i de indsprøjtede muskler, milde influenzasymptomer og kortvarig lokal rødmen og ømhed på stederne, hvor barnet er blevet stukket. Den medicinske behandling med BoNT-A er identisk med den, som normalt anvendes på Børneafdelingen, hvorfor de mulige bivirkninger er de samme.

At deltagerne i forbindelse med starten på den fysioterapeutiske behandling kan blive lidt ømme i de muskler, som bliver trænet.

De detaljerede undersøgelser på Ganganalyse Laboratoriet og GMFM vil give deltagerne et meget konkret mål for hvordan behandlingen med BoNT-A og den fysioterapeutiske behandling virker.

Selvom det er uvist om implementering af styrketræning, i den fysioterapeutiske behandlingstilbud er vigtig, har mange forældre ønsket, at deres børn deltog i interventionsgruppen. Alle deltagere i kontrolgruppen er derfor efterfølgende blevet tilbudt deltagelse i et fysioterapeutisk behandlingsforløb svarende til det i interventionsgruppen. De seks projektdeltagere, der ikke havde noget tilbud om kontinuerlig fysioterapeutisk behandling inden deltagelse i projektet, er alle blevet tilbudt vejledning og hjælp fra de behandlende fysioterapeuter til, at finde egnede lokale fysioterapeutiske behandlingstilbud efter projektdeltagelsen.

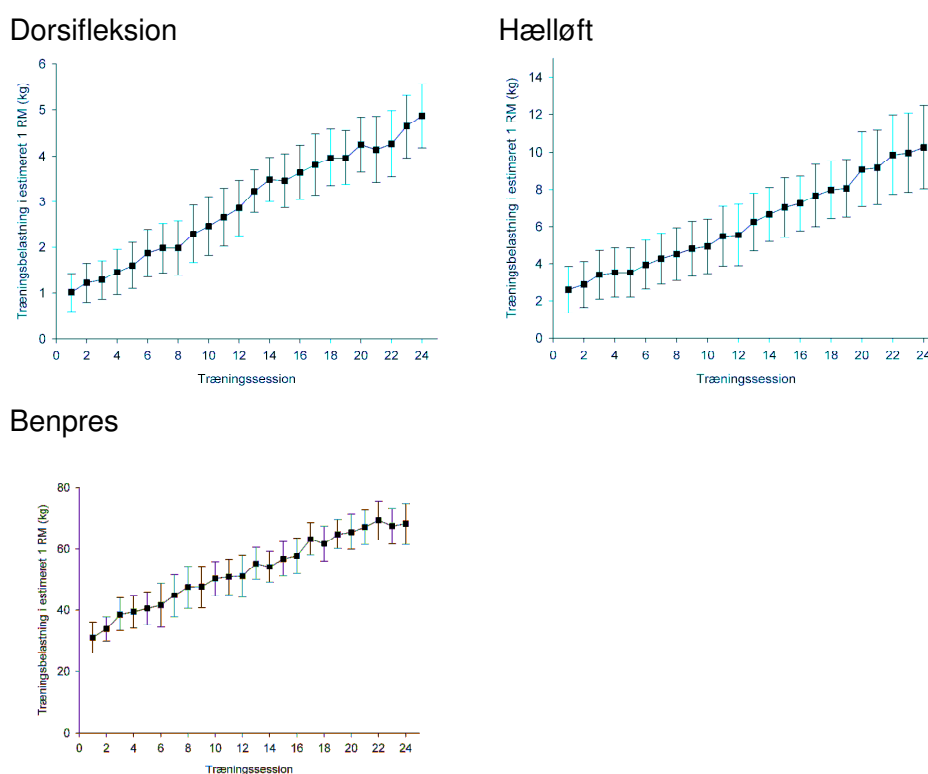
## Resultater

Projekresultaterne gennemgås i tre afsnit: Træningsdagbog, Gross motor function measure og Maksimal selektiv torque.

### Træningsdagbog

Alle inkluderede deltagere gennemførte den 12 ugers træningsperiode. Deltagerne trænede i gennemsnit 22,5 træningssessioner (range 21-24) i løbet af en periode på 12 uger og 5 dage (range 11 uger og 2 dage - 15 uger og 4 dage). Der var ikke signifikant forskel på gruppernes fremmøde eller perioden, hvor træningen blev gennemført. Aflysning af træning skyldes ferie, helligdage og i enkelte tilfælde sygdom hos projektdeltageren.

**Figur 10** Udvikling i beregnet 1RM i interventionsgruppen



Data i middelværdier, error bars angiver SEM.

Deltagerne i interventionsgruppen gennemførte i gennemsnit 204 af de planlagte 216 sæt (range 198-207 sæt) af træningsøvelserne.

Træningsdagbøgerne viser at alle deltagernes træningsbelastning i beregnet

1RM øges betydeligt efter interventionsperiode. Alle træningsdata er angivet i beregnet 1RM. I Dorsal fleksion øvelsen øges den gennemsnitlige belastning fra 1,0-4,8 kg. I Hælløft øvelsen øges den gennemsnitlige belastning fra 2,6-10,3 kg og i Benpres øvelsen øges den gennemsnitlige belastningen fra 30,9-68,2 kg. Den beregnede 1RM fremgang for de tre øvelser kan ses i *Figur 10 Udvikling i beregnet 1RM i interventionsgruppen.*

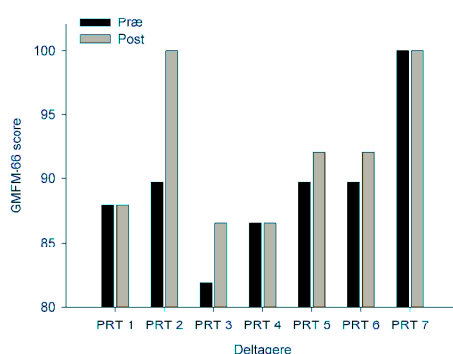
## Gross Motor Function Measure

Der var ingen statistisk signifikant forskel mellem interventions- og kontrolgruppen i GMFM testen ved præprojekt undersøgelsen.

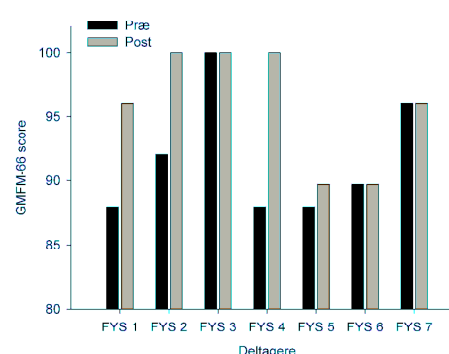
Ved præprojekt undersøgelsen scorede en deltager i henholdsvis interventions- og kontrolgruppen 100 i GMFM testen. Hundrede er den maksimale score, hvilket betyder at de pågældende deltagere, ikke havde mulighed for at forbedre deres score. Ved postprojekt undersøgelsen scorede henholdsvis 2 deltagere i interventionsgruppen og 3 deltagere i kontrolgruppen 100 i GMFM testen. En grafisk fremstilling af deltagernes score kan ses i *Figur 11 Deltagernes GMFM-66 score.*

**Figur 11 Deltagernes GMFM-66 score**

### Interventionsgruppen



### Kontrolgruppen



I *Tabel 2 GMFM score præ- og postprojekt*, kan deltagerens gennemsnitlige score ved præ- og postprojekt undersøgelsen ses. Fire deltagere i hver projektgruppe, otte i alt, forbedrede deres GMFM score efter projektperioden. De resterende seks deltagere ændrede ikke deres score efter projektperioden.

Der var ingen signifikant ændring i GMFM-88 dimension D, E eller Total score eller i GMFM-66 scoren efter interventionsperioden.

Deltagernes forbedring i GMFM scoren skyldes forbedringer i opgave 57, 58 fra dimension D og i opgave 80, 82 og 83 fra dimension E. I opgave 57 og 58 skal deltageren stå på et ben i 10 sek. uden støtte fra arme. I opgave 82 og 83 skal deltagerne stå på et ben og hinke 10 gange indenfor en cirkel på 60 cm i diameter. I opgave 80 skal deltagerne hoppe 30 cm op i luften med begge fødder samtidigt (54).

**Tabel 2 GMFM score præ- og postprojekt undersøgelsen**

	Interventionsgruppen			Kontrolgruppen		
	Præ	Post	Diff.	Præ	Post	Diff.
GMFM-88 D	96,0 (0,8)	97,8 (0,9)	1,8	96,7 (0,7)	98,2 (0,7)	1,5
GMFM-88 E	96,0 (1,1)	97,4 (0,8)	1,4	98,2 (0,8)	99,2 (0,5)	1,0
GMFM-88 T	96,0 (0,8)	97,6 (0,8)	1,6	97,5 (0,6)	98,7 (0,6)	1,2
GMFM-66	89,4 (2,1)	92,2 (2,2)	2,8	91,7 (1,8)	95,9 (1,7)	4,2

## Maksimal selektiv torque

Der var ingen statistisk signifikant forskel ( $P > 0,05$ ) mellem FYS- og PRT gruppen i maksimal selektiv torque (MST) ved præprojekt undersøgelsen. Data på MST undersøgelserne kan ses i *Tabel 3 Maksimal selektiv torque*.

**Tabel 3 Maksimal selektiv torque**

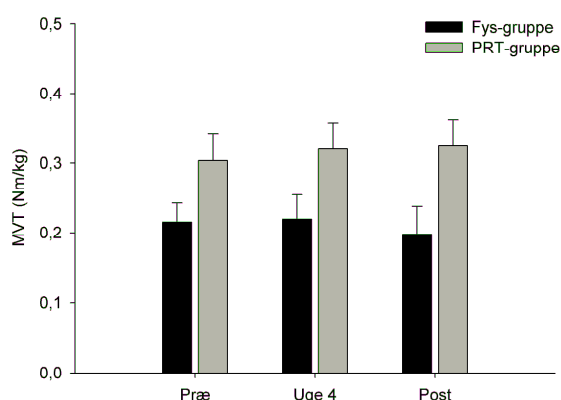
	Kontrolgruppe			Interventionsgruppe		
	Præ	Uge 4	Uge 12	Præ	Uge 4	Uge 12
<b>Dorsi (Nm/kg)</b>	<b>0,216</b>	<b>0,220</b>	<b>0,198</b>	<b>0,304</b>	<b>0,320</b>	<b>0,324</b>
Dorsi (SEM)	(0,03)	(0,30)	(0,04)	(0,04)	(0,04)	(0,04)
<b>Plantar (Nm/kg)</b>	<b>0,872</b>	<b>0,810</b>	<b>0,773</b>	<b>0,790</b>	<b>0,745</b>	<b>0,808</b>
Plantar (SEM)	(0,14)	(0,14)	(0,13)	(0,08)	(0,09)	(0,08)
<b>Total (Nm/kg)</b>	<b>1,087</b>	<b>1,030</b>	<b>0,971</b>	<b>1,032</b>	<b>1,065</b>	<b>1,113 *</b>
Total (SEM)	(0,14)	(0,13)	(0,14)	(0,11)	(0,12)	(0,11)

\* Forskel mellem præ- og postprojekt undersøgelsen er statistisk signifikant, med  $P < 0,05$ .

### Maksimal selektiv torque i dorsal fleksjon

En One way repeated measure ANOVA blev anvendt for at undersøge MST i dorsal fleksjon over tid (præprojekt, uge 4 og postprojekt). Der var ingen statistisk signifikant forskel ( $P > 0,05$ ) på deltagernes MST over tid, for hverken FYS- eller PRT-gruppen. Se desuden illustration i *Figur 12 Maksimal selektiv torque i dorsal fleksjon*.

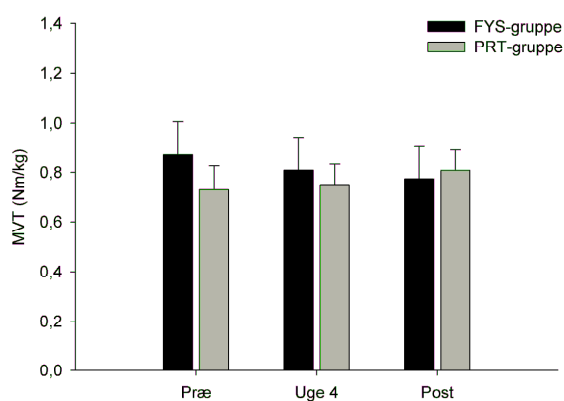
**Figur 12 Maksimal selektiv torque i dorsal fleksjon.**



### Maksimal selektiv torque i plantar fleksjon

En One Way repeated measure ANOVA blev anvendt for at undersøge MST i plantar fleksjon over tid (præ-, uge 4 og postprojekt). Der var ingen statistisk signifikant forskel ( $P > 0,05$ ) på deltagernes MST over tid, for hverken FYS- eller PRT-gruppen. Se desuden illustration i *Figur 13 Maksimal selektiv torque i plantar fleksjon*.

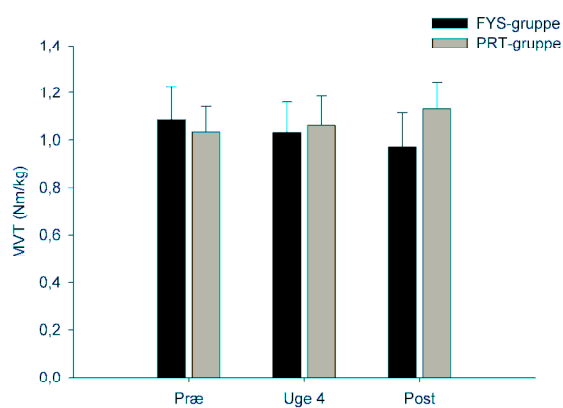
**Figur 13 Maksimal selektiv torque i plantar fleksjon.**



### Total maksimal selektiv torque for Dorsal fleksion og plantar fleksion

Total MST for dorsal- og plantar fleksion er beregnet for både FYS- og PRT-gruppen. En One Way repeated measure ANOVA blev anvendt for at undersøge MST over tid (præprojekt, uge 4 og postprojekt). Der var statistisk signifikant forskel ( $P < 0,05$ ) på deltagernes MST mellem præ- og postprojekt undersøgelsen for deltagerne i PRT-gruppen. Der var ingen statistisk signifikant forskel ( $P > 0,05$ ) på de øvrige undersøgelser i hverken FYS- eller PRT-gruppen. Se illustration i *Figur 14 Total maksimal selektiv torque i dorsal og plantar fleksion*.

**Figur 14 Total maksimal selektiv torque i dorsal og plantar fleksion**





## Diskussion

I de følgende to afsnit diskuteres først projektdesignet og efterfølgende de valgte målemetoder og projektets resultater.

### Projektdesign

Projektet er designet som et randomiseret klinisk forsøg. Deltagerne blev fordelt tilfældigt mellem interventionsgruppen og kontrolgruppen, herved sikres at den eneste væsentlige forskel, mellem de to grupper af deltagere er behandlingen. Pålideligheden, af de indsamlede data, er forsøgt sikret ved at undersøgelserne på Ganganalyse Laboratoriet var blindet for deltagerens randomisering. Det var ikke muligt at gennemføre GMFM testene med blinde undersøgere, i stedet blev testenes pålidelighed forsøgt sikret ved at optage testningen på video og efterfølgende score testene. Alle test er videofilmet af en eller to erfarne børnefysioterapeuter. Efterfølgende er testene scoret af de samme to børnefysioterapeuter.

Studiedesignet gør det ikke muligt at blinde forsøgsdeltagerne for om de er i gruppen, som modtager fysioterapi med eller uden styrketræning. De tre valgte styrketræningsøvelser vurderes at være vigtige i opfølgningen af behandling med BoNT-A i lægmusklerne. Flere øvelser, som inddragede flere af musklerne i underekstremiteterne og evt. mave og rygmuskler, kunne føre til større forbedringer i grovmotorisk funktionsniveau.

Alle deltagere gennemførte projektperioden. Store frafald, kan betyde at deltagerne ikke har oplevet den forventede effekt af behandlingen eller har haft væsentlige bivirkninger, hvilket ikke syntes at være tilfældes i dette studie.

Antallet af deltagere i projektet var moderat. Dette betyder at studiets muligheder for at påvise ændringer i grupperne og mellem grupperne er reduceret. Et eksempel er deltagerens fremgang i beregnet 1RM i dorsal fleksion og hælløft, som ikke afspejles i resultaterne fra måling af deltagerens maksimal selektiv torque. Derfor må resultaterne fra projektet anvendes med forsigtighed, indtil yderligere undersøgelser på området publiceres.

### Målemetoder og resultater

Her følger en diskussion af målemetoder og resultater, en beskrivelse af de nævnte RCT studier kan ses i *Figur 4 Styrketræningsprogrammer*.

### **Træningsdagbog**

I beskrivelsen af implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling er beregning af 1RM ud fra deltagernes træningsdagbøger anvendt. Metoden giver en kvantitativ beskrivelse af, at det er muligt at øge deltagernes træningsbelastning som følge af udviklingen i deltagernes muskelstyrke. Andre RCT studier har rapporteret om lignende fremgange i træningsbelastningen til at kvantificere fremgang i muskelstyrke. Dodd et al (2003) rapporterede om fremgang i 8-10RM på 3,6 kg til 8,2 kg i halv-squat, 3,6 til 8,3 kg i hælløft og fra 3,6 til 8,1 kg i step-up (17). Mens Liao et al (2007) rapporterede fremgang i 50 % af 1RM belastning fra 4,8 til 6,3 kg (36).

Alle deltagerne i interventionsgruppen var glade for deltagelse i projektet. Flere deltagere gav udtryk for, at de var glade for at opleve at de selv kunne påvirke funktionen i det afficerede ben. Enkelte af deltagerne oplevede at de ikke kunne klare træningsbelastningen med det ikke afficerede ben. Dette skyldes formentlig, at det afficerede ben har lært bevægelsen. Men deltageren oplevede det som et udtryk for at det afficerede ben, var blevet "bedre" end det ikke afficerede ben og omdøbte derfor benet til "det stærke ben" i stedet for "drille benet" som det hidtil havde heddet.

En mere kvalitativ beskrivelse af deltagerne og deres forældres oplevelse af implementeringen af styrketræning kunne have været anvendt. Herved kunne positive og negative påvirkninger af implementeringen være blevet afdækket. Ved gennemgang af litteraturen på området, er der fundet et studie, som har anvendt dybdegående interview af deltagere og deres forældre, til at beskrive de kvalitative aspekter ved implementering af styrketræning (38). Studiet viste, at såvel deltagere som deres forældre primært beskrev positive effekter, i form af en oplevelse af, at styrketræningen havde forbedret deres muskelstyrke og bevægelighed samt evnen til gang og trappegang. Desuden rapporterede deltagerne om forbedret velvære og deltagelse i skole og fritidsaktiviteter.

### **Grovmotorisk funktion**

Til vurdering af ændringer i deltagernes grovmotoriske funktionsniveau blev GMFM anvendt. Testen vurderer kvantitative ændringer i standardiserede grovmotoriske opgaver. Ved inklusion i projektet scorede de fleste deltagere maksimal point i de fleste af de 37 testede items. Hvilket betyder, at det med testen er vanskeligt at måle ændringer, da testen er for let til deltagerne. De

målte ændringer efter projektperioden begrænsede sig derfor til 5 ud af 37 opgaver i dimension D og E.

Fremgangen i GMFM testen skete primært hos de 6 projektdeltagere, 3 i henholdsvis interventions- og kontrolgruppen, som ikke havde noget tilbud om kontinuerlig fysioterapeutisk behandling inden inklusion i projektet.

Andre RCT studier har anvendt GMFM testen til at påvise ændringer i deltagernes grovmotoriske funktion. I studiet af Dodd et al (2003) viste interventionsgruppen større fremskridt i GMFM-88 total for dimension D og E, end kontrolgruppen, forskellen var dog ikke statistisk signifikant (17). Engsberg et al (2006) viste ingen statistisk signifikant ændring i GMFM-66, mens der var statistisk signifikant fremgang i GMFM-88 dimension E for alle 3 interventionsgrupper sammenlignet med kontrolgruppen (18). Jiang et al. (2006) viste statistisk signifikant fremgang i GMFM-88 dimension C, D og E i interventionsgruppen sammenlignet med kontrolgruppen (49) via (43). Liao et al (2007) viste statistisk signifikant fremgang for GMFM-88 total for dimension D og E i interventionsgruppen sammenlignet med kontrolgruppen (36).

Selvom der i vores projekt ikke kunne påvises statistisk signifikant fremgang i GMFM testen, kan fremgangen godt have stor klinisk betydning. En af deltagerne i interventionsgruppen (PRT 3 i Figur 11 Deltagernes GMFM-66 score) ændrede hendes score i opgave 82 og 83 (hink) fra hhv. 1 til 3 og fra 0 til 1, hvilket betød en ændring i GMFM-88 dimension E på 5,6 og GMFM-66 på 2,47. For hendes funktionsniveau og mulighed for aktivitetsdeltagelse, betød den relativt lille fremgang, at hun kunne lave hopskud på hendes afficerede ben til håndbold.

Normalt vil børn med cerebral parese ikke forbedre deres GMFM score efter 7 års alderen (6;52). Men 8 ud af 14 deltagere i projektet udviklede nye grovmotoriske færdigheder. Det var primært de deltagere, som ikke havde noget tilbud om kontinuerlig fysioterapeutisk behandling inden projektet, der forbedrede deres grovmotoriske funktionsniveau.

Der findes ikke umiddelbart noget alternativ til GMFM testen, da det er den eneste funktionstest, som er udviklet specielt til børn med cerebral parese. I stedet kunne man have valgt en generel funktionstest. Andre studier har udover GMFM testen anvendt Timed stair test, 10-m timed walking og

semistrukturerede interviews til at vurdere ændringer i deltagernes funktions- og aktivitets niveau (62). Desuden er der udviklet engelsksprogede spørgeskemaer, som Paediatric Orthopaedic Data Collection Instruments (PODCI) til vurdering af grovmotorisk funktionsniveau (3).

Forfatterne bag GMFM testen og GMFCS, har i mange år arbejdet på at udvikle en test, som kan vurdere kvalitative ændringer i grovmotorisk funktion hos børn med cerebral parese. De har publiceret testen Gross Motor Performance Measure (GMPM), men de har haft vanskeligt ved at opnå en tilfredsstillende reliabilitet (65). Til "The Third International Cerebral Palsy Conference", 18.-21. februar 2009, Sydney, Australien, præsenterede de en ny test, Quality FM, som afløser for GMPM testen. Forfatterne forventer at en endelig udgave er klar til klinisk brug i 2010 (2). Forbedringer i kvaliteten i grovmotoriske funktioner, kan have særlig stor betydning for børn med GMFCS niveau I og II, hvor den grovmotoriske udvikling ikke afviger væsentligt fra den motoriske udvikling, som ses hos børn uden handicap (6).

### **Maksimal selektiv torque**

Deltagernes maksimale isometriske muskelstyrke, blev vurderet med måling af maksimal selektiv torque med strain-gauge dynamometer, i en forsøgsopstilling udviklet til formålet. I samme opstilling fik deltagerne målt selektiv motorisk kontrol, i form af måling af submaksimal kraft-steadiness omkring ankelleddet. Der blev påvist en statistisk signifikant fremgang i samlet muskelstyrke for ankel dorsal fleksion og plantar fleksion i interventionsgruppen, mens muskelstyrkemålinger i de enkelte bevægelsesretninger ikke var statistisk signifikant. Dette kan skyldes det lave antal deltagere i projektet.

Andre RCT studier har beskrevet fremgang i muskelstyrke med måling af isometrisk muskelstyrke (43). Dodd et al (2003) fandt statistisk signifikant fremgang i samlet ankel plantar fleksor og knæ ekstensor muskelstyrke målt med håndholdt dynamometer. De fandt ingen statistisk signifikant fremgang i hverken ankel plantar fleksor, knæ ekstensor eller hofte ekstensor muskelstyrke, målt hver for sig (17). Mens Liao et al (2007) ikke fandt statistisk signifikant forskel i knæ ekstensor styrke målt med en "Nicholas manual muscle tester" (36).

Andre studier, der har undersøgt effekten af muskelstyrketræning til børn med cerebral parese, har anvendt isokinetisk dynamometer (KinCon) og mere funktionelle test, som "Lateral step-up test", "Motor Assessment Scale" (Sit-to-stand) og "Minimum chair height" til måling af maksimal muskelstyrke (62).

Anvendelse af en mere funktionel test kunne muligvis have påvist signifikante ændringer i deltagernes maksimale muskelstyrke for henholdsvis dorsal- og plantar fleksion.

## Konklusion

Studiet viser at styrketræning kan implementeres i den fysioterapeutiske behandling af børn med spastisk unilateral cerebral parese, behandlet med botulinum toxin type A. Deltagerne i interventionen gennemførte gennemsnitligt 204 ud af 216 planlagte trænings sæt. Aflyste sæt skyldes ferie, helligdage og sygdom hos projektdeltagerne.

Styrketræningen medførte betydelige ændringer i træningsbelastningen for alle deltagerne i interventionsgruppen. Alle deltagerne i interventionsgruppen var glade for at opleve at de selv, via træningen kunne påvirke deres afficerede ben.

Studiet kunne ikke afdække nogen betydelige forskelle i ændring i grovmotorisk funktionsniveau eller muskelstyrke mellem de to projektgrupper; fysioterapi med og uden styrketræning.

Der er således behov for yderligere randomiserede kontrollerede studier, der undersøger de mulige fordele ved at implementere styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med unilateral cerebral parese, efter behandling med botulinum neurotoxin type A.

## Perspektivering

Masterprojektet har vist, at det er muligt at implementere styrketræning i den fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese. Det er fortsat uvist hvilke børn, hvornår, og hvordan styrketræning med fordel kan implementeres i fysioterapeutiske behandling af børn med cerebral parese. Der er således fortsat behov for studier, som undersøger effekterne af implementering af styrketræning i den fysioterapeutiske behandling, både alene og i forbindelse med andre behandlingsformer, som behandling med BoNT-A.

Studierne vil med fordel kunne planlægges som multicenter studier, således at det er muligt at øge antallet af deltagere. Desuden bør der arbejdes på at udvikle målemetoder, så det er muligt at kvantificere ændringer i grovmotorisk funktion såvel kvalitativt som kvantitativt.

Der har de senere år været en øget fokus på fysisk aktivitet i sundhedsfremme, forebyggelse og behandling af livsstilssygdomme. De dele af befolkningen, som har kroniske sygdomme og handicaps, som for eksempel cerebral parese, har ofte været oversete i debatten og kampagnerne. Dette på trods af, at der ligger et enormt potentiale i at fremme sund livsstil samt forebygge livsstilssygdomme og sekundære følger af deres handicaps.

Internationalt er der en begyndende fokus på emnet og der arbejdes flere steder på at udvikle metoder til at kvantificere fysisk aktivitet hos mennesker med cerebral parese, samt på at finde idrætsaktiviteter, som tiltaler netop denne gruppe. Studier har vist, at børn med cerebral parese er mindre fysisk aktive og tager signifikant færre skridt pr. dag end jævnaldrende uden handicap. De kan ofte ikke deltage i den formelle idrætsundervisning i folkeskolen eller deltage på sportshold i idrætsforeninger.

Styrketræning som en del af et samlet tilbud om fitness aktiviteter i kommercielle fitnesscentre kan muligvis motivere denne gruppe til at være mere fysisk aktive. Foreløbige erfaringer viser, at børn med cerebral parese (GMFCS niveau I-III), vil kunne deltage i træningen i de kommercielle centre på hold med børn uden handicaps, hvis træningen planlægges ud fra den enkeltes forudsætninger.

## Referenceliste

- (1) American Academy of Pediatrics Committee on Sports Medicine: Strength training, weight and power lifting, and body building by children and adolescents. *Pediatrics* 1990 Nov;86(5):801-3.
- (2) Abstracts of the Third International Cerebral Palsy Conference. February 18-21, 2009. Sidney, Australia. *Dev Med Child Neurol* 2009 Feb;51 Suppl 2:1-90.
- (3) American Association of Ortopaedic Surgeons. Pediatric outcomes data collection instrument. 1994. 10-7-2009.  
Ref Type: Internet Communication
- (4) Bandholm T, Rose M.H., Sløk R., Sonne-Holm S, Jensen BR. Ankle torque steadiness is related to muscle activation variability and coactivation in children with cerebral palsy. *Muscle Nerve* 2009.
- (5) Bandholm T, Rose MH, Sonne-Holm S, Jensen BR. Assessment of torque-steadiness reliability at the ankle level in healthy young subjects: implications for cerebral palsy. *Eur J Appl Physiol* 2008 Nov;104(4):609-15.
- (6) Beckung E, Carlsson G, Carlsdotter S, Uvebrant P. The natural history of gross motor development in children with cerebral palsy aged 1 to 15 years. *Dev Med Child Neurol* 2007 Oct;49(10):751-6.
- (7) Behm DG, Faigenbaum AD, Falk B, Klentrou P. Canadian Society for Exercise Physiology position paper: resistance training in children and adolescents. *Appl Physiol Nutr Metab* 2008 Jun;33(3):547-61.
- (8) Bjornson K, Hays R, Graubert C, Price R, Won F, McLaughlin JF, et al. Botulinum toxin for spasticity in children with cerebral palsy: a comprehensive evaluation. *Pediatrics* 2007 Jul;120(1):49-58.
- (9) Blimkie CJ. Resistance training during preadolescence. Issues and controversies. *Sports Med* 1993 Jun;15(6):389-407.
- (10) Brzycki M. Strength testing: Predicting a one-rep max from a reps-to-fatigue. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance* 1993;64((1)):88-90.
- (11) Canchild.ca. Gross Motor Function Classification system. [www.canchild.ca](http://www.canchild.ca) . 2-7-2009. 2-7-2009.  
Ref Type: Internet Communication
- (12) Cans C. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Dev Med Child Neurol* 2000 Dec;42(12):816-24.
- (13) Cardoso ES, Rodrigues BM, Barroso M, Menezes CJ, Lucena RS, Nora DB, et al. Botulinum toxin type A for the treatment of the spastic equinus foot in cerebral palsy. *Pediatr Neurol* 2006 Feb;34(2):106-9.



- (14) Damiano D. Pass the torch, please! *Dev Med Child Neurol* 2007 Oct;49(10):723.
- (15) Damiano DL, Dodd K, Taylor NF. Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol* 2002 Jan;44(1):68-72.
- (16) Damiano D. Strengthening Exercises. In: Freeman Miller, editor. *Physical Therapy of Cerebral Palsy*. 1 ed. Wilmington: Springer; 2007. p. 346-7.
- (17) Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003 Oct;45(10):652-7.
- (18) Engsberg JR, Ross SA, Collins DR. Increasing ankle strength to improve gait and function in children with cerebral palsy: a pilot study. *Pediatr Phys Ther* 2006;18(4):266-75.
- (19) F.Mersch, H.Stoboy. Strength training and muscle hypertrophy in children. In: S.Oseeid, K.H.Carlson, editors. *International series on sports sciences*. III ed. Human Kinetics; 1989. p. 165-92.
- (20) Faigenbaum AD. Strength training for children and adolescents. *Clin Sports Med* 2000 Oct;19(4):593-619.
- (21) Falk B, Tenenbaum G. The effectiveness of resistance training in children. A meta-analysis. *Sports Med* 1996 Sep;22(3):176-86.
- (22) Fleck SJ, Kraemer William J. *Children and Resistance Training* 2. *Designing Resistance Training Programs*. 3. ed. 2004. p. 287-302.
- (23) Foran JR, Steinman S, Barash I, Chambers HG, Lieber RL. Structural and mechanical alterations in spastic skeletal muscle. *Dev Med Child Neurol* 2005 Oct;47(10):713-7.
- (24) Fowler EG, Ho TW, Nwigwe AI, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. *Phys Ther* 2001 Jun;81(6):1215-23.
- (25) Fukunaga T, Funato K, Ikegawa S. The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. *Ann Physiol Anthropol* 1992 May;11(3):357-64.
- (26) Gage JR. A qualitative description of normal gait. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. 1 ed. London: Mac Keith Press; 2004. p. 42-70.
- (27) Gage JR. Specific problems of the hips, knees and ankles. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. 1 ed. London: Mac Keith Press; 2004. p. 205-16.

- 
- (28) Giuliani CA. Dorsal rhizotomy for children with cerebral palsy: support for concepts of motor control. *Phys Ther* 1991 Mar;71(3):248-59.
- (29) Gormley ME, Jr. Treatment of neuromuscular and musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Pediatr Rehabil* 2001 Jan;4(1):5-16.
- (30) Hanna SE, Rosenbaum PL, Bartlett DJ, Palisano RJ, Walter SD, Avery L, et al. Stability and decline in gross motor function among children and youth with cerebral palsy aged 2 to 21 years. *Dev Med Child Neurol* 2009 Apr;51(4):295-302.
- (31) Jens Bojsen-Møller, Per Aagaard. Styrketræning. In: Nina Beyer HLKK, editor. *Træning i forebyggelse, behandling og rehabilitering*. 1 ed. København: Munksgaard; 2008. p. 117-38.
- (32) Jeppesen LL, Dalager T, Meden P. [A new possibility for focal treatment of spasticity with botulinum neurotoxin. The Danish Society of Neurology]. *Ugeskr Læger* 2004 Mar 15;166(12):1117.
- (33) L Andrew Komann, Beth Paterson Smith, Jeffrey S Shilt. Cerebral Palsy. *Lancet* 2004;363:1619-31.
- (34) Lannin N, Scheinberg A, Clark K. AACPD systematic review of the effectiveness of therapy for children with cerebral palsy after botulinum toxin A injections. *Dev Med Child Neurol* 2006 Jun;48(6):533-9.
- (35) Ledebt A, Becher J, Kapper J, Rozendaal RM, Bakker R, Leenders IC, et al. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. *Motor Control* 2005 Oct;9(4):459-68.
- (36) Liao HF, Liu YC, Liu WY, Lin YT. Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007 Jan;88(1):25-31.
- (37) Malina RM. Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clin J Sport Med* 2006 Nov;16(6):478-87.
- (38) McBurney H, Taylor NF, Dodd KJ, Graham HK. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003 Oct;45(10):658-63.
- (39) McNee AE, Gough M, Morrissey MC, Shortland AP. Increases in muscle volume after plantarflexor strength training in children with spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2009 Jan 20.
- (40) Mette Gry Tind, Lise Vestergaard Larsen, Jette Poulsen. Gross Motor Function Measure - Oversættelse, validering og undersøgelse af danske fysioterapeuters oplevelse af måleredskabet Fysioterapeutuddannelsen, CVU Nordjylland; 2007.

- 
- (41) Miller F. Neurologic Control of the Musculoskeletal System. In: Miller F, editor. *Physical Therapy of Cerebral Palsy*. New York: Springer; 2007. p. 51-106.
- (42) Miller F. *Physical Therapy of Cerebral Palsy*. New York: Springer; 2007.
- (43) Mockford M, Caulton JM. Systematic review of progressive strength training in children and adolescents with cerebral palsy who are ambulatory. *Pediatr Phys Ther* 2008;20(4):318-33.
- (44) Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 2005 May;19(3):283-9.
- (45) O'Neil ME, Fragala MA, Dumas HM. Physical therapy intervention for children with cerebral palsy who receive botulinum toxin a injections. *Pediatr Phys Ther* 2003;15(4):204-15.
- (46) Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1997 Apr;39(4):214-23.
- (47) Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, Russell DJ, Walter SD, Wood EP, et al. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther* 2000 Oct;80(10):974-85.
- (48) Peacock WJ. The pathophysiology of spasticity. In: Gage JR, editor. *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. 1 ed. Mac Keith Press; 2004. p. 32-41.
- (49) Q Jiang, P Liu, C Wang. The effects of functional strength training in spastic cerebral palsy. *Chin J Rehabil Med* 2006;21:896-8, 943.
- (50) Ramsay JA, Blimkie CJ, Smith K, Garner S, MacDougall JD, Sale DG. Strength training effects in prepubescent boys. *Med Sci Sports Exerc* 1990 Oct;22(5):605-14.
- (51) Rosenbaum P. Cerebral palsy: what parents and doctors want to know. *BMJ* 2003 May 3;326(7396):970-4.
- (52) Rosenbaum PL, Walter SD, Hanna SE, Palisano RJ, Russell DJ, Raina P, et al. Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *JAMA* 2002 Sep 18;288(11):1357-63.
- (53) Ross SA, Engsberg JR. Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2007 Sep;88(9):1114-20.

- 
- (54) Russel DJ, Rosenbaum PL, Arery LM, Lane M. Gross Motor Function Measure (GMFM-66 and GMFM-88) User's manual  
25. 1 ed. Mac Keith Press; 2002.
- (55) Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ. Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther* 2000 Sep;80(9):873-85.
- (56) Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, Gowland C, Hardy S, Jarvis S. The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol* 1989 Jun;31(3):341-52.
- (57) Sonne-Holm S, Taudorf K, Bencke J, Rasmussen H. Cerebral Parese Behandlingsmuligheder og regimer. Hvidovre Hospital; 2007.
- (58) Steven J.Fleck, William J.Kramer. Developing the individualized resistance training workout. *Designing Resistance Training Programs*. 3 ed. Human Kinetics; 2004. p. 151-86.
- (59) Taylor NF, Dodd KJ, Damiano DL. Progressive resistance exercise in physical therapy: a summary of systematic reviews. *Phys Ther* 2005 Nov;85(11):1208-23.
- (60) Trew M. Function of the lower limb. In: Marion Trew, Tony Everett, editors. *Human Movement*. Third Edition ed. London: Churchill Livingstone; 1997. p. 155-70.
- (61) Unger M, Faure M, Frieg A. Strength training in adolescent learners with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2006 Jun;20(6):469-77.
- (62) Verschuren O, Ketelaar M, Takken T, Helders PJ, Gorter JW. Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Am J Phys Med Rehabil* 2008 May;87(5):404-17.
- (63) Wiart L, Darrah J, Kembhavi G. Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going? *Pediatr Phys Ther* 2008;20(2):173-8.
- (64) Wiley ME, Damiano DL. Lower-extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1998 Feb;40(2):100-7.
- (65) William Boyce, Carolyn Gowland, Peter Rosenbaum, Susan Hardy, Mary Lane, Nancy Plews, et al. *GMPM Gross Motor Performance Measure Manual*  
4. Ontario: 1999.
- (66) Zacho M. Fitness centre for børn. motion-online.dk. 19-3-2006. 10-7-2009.

## Bilag I Træningsdagbog

Træningsdagbog for \_\_\_\_\_

### Gangfunktionstræning (25/10 min)

Aktivitet	Uge 1	Uge 2	Uge 3	Uge 4
Gang opad				
Høje knæløft				
Øget standfase				
Gang over forhindringer				
Gå på tæer				
Gå på hæle				
Samle ting op fra gulvet				
Stepmaskine				
Pedalo				
Gang på vippebræt				
Gang på ujævnt underlag				
Gang på markeringer				

### Udspænding (5 min)

Aktivitet	Uge 1	Uge 2	Uge 3	Uge 4
Strakt knæ				
Bøjet knæ				

### Styrketræning (0/15 min)

	Uge 1	Uge 2	Uge 3	Uge 4
Dorsifleks. (flekteret knæ) 1 x 10				
Dorsifleks. (strakt knæ) 2 x 10				
Hælløft (flekteret knæ) 1 x 10				
Hælløft (strakt knæ) 2 x 10				
Benpres 3 x 10				

### Balance (10 min)

Underlag	Uge 1	Uge 2	Uge 3	Uge 4
Plant underlag				
Skumplader				
Skumpuder				
Bænk				
Balance beam				
Vippebræt				

Aktivitet	Uge 1	Uge 2	Uge 3	Uge 4
Op og ned fra/til hug.				
Kaste/gribe (dart)				
Badminton				
Finmotoriske aktiviteter				
Samle ærteposer op				
Stå/hoppe på et ben				
Fodbold				
M. lukkede øjne				
Gadedrenge løb				
Trampolin				

Træningsdagbog for \_\_\_\_\_

**Gangfunktionstræning (25/10 min)**

Aktivitet	Uge 5		Uge 6		Uge 7		Uge 8	
Gang opad								
Høje knæløft								
Øget standfase								
Gang over forhindringer								
Gå på tæer								
Gå på hæle								
Samle ting op fra gulvet								
Stepmaskine								
Pedalo								
Gang på vippebræt								
Gang på ujævnt underlag								
Gang på markeringer								

**Udspænding (5 min)**

Aktivitet	Uge 5		Uge 6		Uge 7		Uge 8	
Strakt knæ								
Bøjet knæ								

**Styrketræning (0/15 min)**

	Uge 5		Uge 6		Uge 7		Uge 8	
Dorsifleks. (flekteret knæ) 1 x 8								
Dorsifleks. (strakt knæ) 2 x 8								
Hælløft (flekteret knæ) 1 x 8								
Hælløft (strakt knæ) 2 x 8								
Benpres 3 x 8								

**Balance (10 min)**

	Uge 5		Uge 6		Uge 7		Uge 8	
Underlag								
Plant underlag								
Skumplader								
Skumpuder								
Bænk								
Balance beam								
Vippebræt								

Aktivitet	Uge 5		Uge 6		Uge 7		Uge 8	
Op og ned fra/til hug.								
Kaste/gribe (dart)								
Badminton								
Finmotoriske aktiviteter								
Samle ærteposer op								
Stå/hoppe på et ben								
Fodbold								
M. lukkede øjne								
Gadedrenge løb								
Trampolin								

Træningsdagbog for \_\_\_\_\_

**Gangfunktionstræning (25/10 min)**

Aktivitet	Uge 9		Uge 10		Uge 11		Uge 12	
Gang opad								
Høje knæløft								
Øget standfase								
Gang over forhindringer								
Gå på tæer								
Gå på hæle								
Samle ting op fra gulvet								
Stepmaskine								
Pedalo								
Gang på vippebræt								
Gang på ujævnt underlag								
Gang på markeringer								

**Udspænding (5 min)**

Aktivitet	Uge 9		Uge 10		Uge 11		Uge 12	
Strakt knæ								
Bøjet knæ								

**Styrketræning (0/15 min)**

	Uge 9		Uge 10		Uge 11		Uge 12	
Dorsifleks. (flekteret knæ) 1 x 6								
Dorsifleks. (strakt knæ) 2 x 6								
Hælløft (flekteret knæ) 1 x 6								
Hælløft (strakt knæ) 2 x 6								
Benpres 3 x 6								

**Balance (10 min)**

Underlag	Uge 9		Uge 10		Uge 11		Uge 12	
Plant underlag								
Skumplader								
Skumpuder								
Bænk								
Balance beam								
Vippebræt								

Aktivitet	Uge 9		Uge 10		Uge 11		Uge 12	
Op og ned fra/til hug.								
Kaste/gribe (dart)								
Badminton								
Finmotoriske aktiviteter								
Samle ærteposer op								
Stå/hoppe på et ben								
Fodbold								
M. lukkede øjne								
Gadedrenge løb								
Trampolin								