

Cerebrale Parese; het effect van functionele krachttraining op het looppatroon.

Eindexamenopdracht afdeling Fysiotherapie Hogeschool Utrecht, Evelien Janssen, Juni 2007

Opzet: In dit artikel wordt gekeken naar het effect van functionele krachttraining van de onderste extremiteit op het looppatroon bij kinderen met spastische cerebrale parese. Door middel van literatuuronderzoek wordt gekeken naar dit effect, hiervoor wordt gebruik gemaakt van de volgende uitkomstmaten: veranderingen op de scores van de Gross Motor Function Measure domeinen D (activiteiten in stand) en E (lopen, rennen en springen), de loopsnelheid, loopafstand en het energieverbruik tijdens het lopen.

Resultaten: Onderzoek toont aan dat er een direct verband bestaat tussen het verbeteren van spierkracht en verbeterde functionele mogelijkheden, voornamelijk tijdens het lopen. Domein E van de Gross Motor Function Measure geeft een significante toename ($p < 0.05$) aan van de score. Ook de loopsnelheid, loopafstand en het energieverbruik laten een significante toename ($p = 0.05$) zien ten opzichte van de baselinemeting na het volgen van een krachttrainingsprogramma.

Conclusie: Krachttraining heeft een positief effect op verschillende aspecten van het looppatroon bij kinderen met cerebrale parese.

Aanleiding

Cerebrale parese is de naam van een groep bewegingsstoornissen die ontstaan door schade aan die delen van de hersenen die de spieren sturen.⁵ Deze centrale bewegingsstoornis wordt onder andere gekenmerkt door spierzwakte, spasticiteit en ongecoördineerde bewegingen. Deze verschijnselen zorgen er vaak voor dat mensen met cerebrale parese moeite hebben met dagelijkse activiteiten zoals lopen, traplopen en rennen. (Dodd, 2002). Onderzoek van Dietz (1999) geeft aan dat het specifiek trainen van bewegingen een verbetering laat zien van de bewegingsactiviteiten. Uit onderzoek van Eagleton (2004) blijkt dat spierzwakte een groot aandeel heeft in afwijkingen in het looppatroon en inefficiëntie tijdens het voortbewegen. Dit geeft aanleiding tot het stellen van de volgende vraag:

Welk effect heeft functionele krachttraining van de onderste extremiteit op het looppatroon bij kinderen met spastische cerebrale parese?

Het looppatroon is een heel breed begrip en is moeilijk in één term te beschrijven. In dit artikel wordt in navolging van onder andere Damiano (1998) gekeken welk effect krachttraining heeft op activiteiten in stand. Dit wordt gemeten met behulp van de Gross Motor Function Measure (GMFM) domein D (Staan) en Domein E (lopen, rennen en springen). Damiano (1998) geeft aan dat er een significante correlatie ($p = 0.05$) bestaat tussen een verandering in kracht en een verandering in de GMFM-score.

Daarnaast wordt gekeken welke invloed krachttraining heeft op het lopen. Dit wordt bekeken aan de hand van de snelheid van het lopen, gemeten door een 10 meter wandeltest. Er wordt gekeken naar de afstand die binnen een bepaalde tijd kan worden gelopen, gemeten door de 3 minuten wandeltest en er wordt gekeken naar het energieverbruik tijdens het lopen, gemeten door Energy Expenditure Index (EEI) of de Physiological Cost Index (PCI).

Methode

Voor dit artikel is gebruik gemaakt van verschillende databases om literatuur te vinden. Er is gezocht via Google geavanceerd, zoektermen GMFCS en cerebrale parese. PubMed, zoektermen “cerebral palsy”, “strength training”, strengthening, “gait patterns”, spasticity, en locomotion. PEDro en Science Direct zoektermen “cerebral palsy” en “strength training”. Via de mediatheek van de Medische

Bibliotheek Utrecht is gezocht via de zoektermen “cerebral palsy” en “gait patterns”. De gevonden artikelen zijn geselecteerd op bruikbaarheid door het toepassen van de volgende inclusiecriteria; GMFCS niveau I-III, alleen kinderen met een vorm van spastische hemiplegie of spastische diplegie, kinderen in de leeftijd van 6-12 jaar en adolescenten 13-18 jaar. Artikelen over krachttraining zijn gepubliceerd tussen 2000-2007. Elk onderzoek gaat over een functioneel krachttrainingsprogramma van minimaal 6 weken. Exclusiecriteria voor dit artikel zijn kinderen die een krachttrainingsprogramma hebben gevolgd na operaties en/of injecties en kinderen die gelijktijdig naast het volgen van een krachttrainingsprogramma meedoen aan een andere interventie. De gevonden literatuur is beoordeeld aan de hand van de PEDro rating scales (1999). Aan de hand van de criteriapunten is elk artikel gescreend op bruikbaarheid. Artikelen met scores <3 zijn niet gebruikt.

Cerebrale parese

Uitingsvormen van cerebrale parese

Het grootste deel van de kinderen met cerebrale parese wordt met de hersenschade geboren. Cerebrale parese gaat nooit over en komt bij één tot twee gevallen per duizend geboorten voor.⁵ Het kan zich op veel verschillende manieren uiten, waarbij er ook combinaties van uitingsvormen mogelijk zijn. Grofweg is de volgende indeling te maken;

spastisch; een krampachtige verhoging van de spierspanning. 80 procent van de kinderen met spastische cerebrale parese heeft deze vorm unilateraal (hemiplegie). Bij deze unilaterale vorm zijn vaak de arm en de hand aan één zijde aangedaan, maar het been kan ook aangedaan zijn. De overige 20 procent is bilateraal (diplegie of tetraparese). Hierbij is de spierspanning dominant verhoogd in de beide benen en in mindere mate in de armen. De meest ernstige vorm van spastische cerebrale parese is quadriplegie. Deze kinderen hebben last van ernstige stijfheid in de ledematen, maar een zwakke nek.

dyskinetisch; deze vorm wordt gekenmerkt door langzame en ongecontroleerde bewegingen van handen, voeten, armen of benen.

atactisch; onzekere gang, veroorzaakt door gebrekkige samenwerking van de spieren, het evenwicht is vaak aangedaan en de diepte perceptie is verminderd.³

Mijlpalen in de ontwikkeling

Een kind met cerebrale parese maakt, net zoals een kind zonder centrale bewegingsstoornis, een bepaalde ontwikkeling door. De ontwikkeling wordt gemeten aan de hand van verschillende mijlpalen. Dit zijn activiteiten die een kind in bepaalde chronologische volgorde bereikt. Het bereiken van deze mijlpalen is bij kinderen met cerebrale parese afhankelijk van het type en de ernst van de cerebrale parese. In de eerste jaren is het mogelijk om een prognose te geven over de ernst van de cerebrale parese, rond het vijfde levensjaar is er sprake van een stabiele ontwikkelingsleeftijd en is er met meer zekerheid te spreken over de prognose.

Hemiplegische kinderen leren, in vergelijking met hun leeftijdsgenootjes, pas laat te zitten. Als ze zelfstandig zitten hebben ze moeite met het behouden van het evenwicht. Door de moeite met het behouden van het evenwicht is staan zonder steun pas laat mogelijk. Een kind zonder bewegingsstoornis is rond 12-18 maanden in staat om zelfstandig zonder steun zijn evenwicht te bewaren in stand (Leonard, 1991). Daarnaast heeft een kind met hemiplegie geen of verminderde opvangreactie aan de aangedane zijde. Om zichzelf toch te beschermen tijdens activiteiten in staande positie richt het kind zich voornamelijk op de niet aangedane zijde. Hierdoor kan de evenwichtsreactie voor de aangedane zijde zich niet normaal ontwikkelen. Normaal gesproken ontwikkelt een kind de opvangreactie in het tweede levensjaar.

Een kind zonder bewegingsstoornis is na ongeveer 24 maanden in staat om het evenwicht zonder steun te bewaren op één been. Een hemiplegisch kind heeft moeite om in stand gewicht te nemen op het aangedane been en zal al hierdoor het volledige gewicht op het gezonde been plaatsen.

Een kind met diplegie kan in stand, zonder zich vast te houden, niet blijven staan. Het behouden van het evenwicht is niet mogelijk. Alleen als de spasticiteit in de benen gering is en de beweging in de bovenste extremiteit en romp bijna normaal kan het kind eventueel leren het evenwicht te bewaren zonder steun (Bobath, 1998). Over het algemeen bereiken kinderen met diplegie rond het 5-8^e levensjaar een maximum waarna verbetering in het lopen niet meer zonder behandeling is te behalen. Het kind zal geen vooruitgang meer laten zien en operatie zal moeten worden overwogen.

Ongeveer de helft van de kinderen met cerebrale parese kunnen bij een leeftijd van zes jaar nog niet lopen (Dietz, 1999).

Het looppatroon bij kinderen met cerebrale parese

Het looppatroon is te zien als een zich steeds herhalende cyclus van een standfase en een zwaai fase. In beide fases zijn er verschillende bewegingen noodzakelijk om tot de voorwaartse beweging te komen.

Standfase

De standfase neemt ongeveer 60 procent van de tijd in beslag tijdens de cyclus. De standfase is de fase waarin de voet contact maakt met de ondergrond. De voornaamste functie is het dragen van het lichaamsgewicht op één been en het is de basis voor propulsie (plotselinge versnelling van een voorwaartse beweging). De standfase is in drie fases te verdelen.

1: Heelstrike; begint met hielcontact en wordt gevolgd door plantairflexie van de enkel om de voet plat op de grond te gaan zetten. In deze fase wordt stabiliteit in been en voet verkregen. Kinderen met cerebrale parese hebben problemen om de voet zo te positioneren dat de hiel de grond eerst raakt voor de tenen dit doen (toe strike). De meest voorkomende oorzaak voor toe strike is een equinus of een gebrek aan knie-extensie tijdens voetcontact.

2: Midstance; deze begint als de voet in contact is met de vloer en de tibia naar ventraal glijdt om in de enkel dorsaalflexie te krijgen. Tijdens deze fase heeft een kind met cerebrale parese moeite om de voet plat op de grond te positioneren. Dit kan komen door te weinig heupextensie en een verminderde overdracht van de kracht. De verminderde krachtoverdracht kan komen door deformiteiten aan de voet waardoor deze niet in een rechte lijn staat met de knie. Een andere mogelijkheid is een hyperextensie van de knie. Welke vaak het gevolg is van een disbalans tussen de hamstrings en de gastrocnemicus. Hyperextensie kan echter ook het gevolg zijn van spierzwakte van de onderste extremiteit en een gebrek aan controle over deze spieren.

3; Push off begint als de voet naar plantairflexie gaat. Tijdens deze fase oefenen de gastrocnemicus en de soleus een grote propulsiekracht uit op de grond om het lichaam naar voren te bewegen. Vroegtijdige plantairflexie veroorzaakt door equinus, gebrek aan mogelijkheid tot dorsaalflexie of toegenomen knieflexie zorgt ervoor dat deze propulsiekracht niet efficiënt gebruikt kan worden.

Zwaai fase

Tijdens de eerste fase van de zwaai fase moet het been korter worden gemaakt door een combinatie van heupflexie, knieflexie en enkel dorsaalflexie. Dit gebeurt door de afzet van de grond en de combinatie van actieve heupflexie met dorsaalflexie van de enkel. Om heupflexie te krijgen zal de m.rectus femoris energie overbrengen van knieflexie naar heupflexie. Bij kinderen met cerebrale parese heeft de m.rectus femoris een slechte timing om deze actie uit te voeren (Santi & Abel, 1990 in Miller, 2000). Dit draagt ertoe bij dat de tenen over de grond slepen en dat er wordt gelopen met een stijf been omdat het been niet voldoende korter gemaakt kan worden.

De tweede fase/mid-swing fase is de periode dat het been naar voren gebracht moet worden. Door het niet voldoende kunnen verkorten van het been in de eerste fase wordt het naar voren brengen van het been in deze fase bemoeilijkt. Dit gebeurt dan niet zuiver door snelle heupflexie, knie-extensie en het voorover kantelen van het bekken, maar door circumductie of het optillen van het bekken aan één zijde.

De derde fase is het pre-positioneren van het been voor de heelstrike. In deze fase moet de knie bijna helemaal gestrekt zijn en de voet in neutrale positie (lichte neiging naar dorsaalflexie). Het meest voorkomende probleem in deze fase is insufficiëntie van de knie-extensoren. Als de knie-extensoren niet in staat zijn om te verlengen leidt dit tot een verkorte paslengte. De insufficiëntie is te wijten aan contracturen in de m.quadriceps of te vroege initiatie van de hamstringcontractie waardoor de knie niet helemaal gestrekt kan worden.

In een opname van het looppatroon van kinderen rond de tien jaar met cerebrale parese is hoofdzakelijk een co-activatie van antagonistische spieren tijdens de standfase te zien. Deze co-activatie is te verklaren uit zowel een abnormale corticospinale input als uit een onvoldoende modulatie van spinale interneuronale circuits met gebrek aan reciproque inhibitie. (Dietz, 1999). Eagleton (2004) geeft in onderzoek aan dat co-activatie van de antagonisten tijdens het lopen zorgt voor inefficiënter energieverbruik.

Bij het behandelen van kinderen met cerebrale parese moet er vanuit worden gegaan dat het looppatroon niet veranderd kan worden. Het doel om wel met de problemen betreffende het lopen aan de slag te gaan is erop gericht om de efficiëntie van het lopen te optimaliseren. Het gaat erom om een kind zo optimaal mogelijk te leren omgaan met de controle die ze hebben op dat moment (Miller, 2000). Omdat het nog wel eens voorkomt dat het looppatroon verandert als kinderen ouder worden is het niet aan te raden om het looppatroon aan te passen aan de situatie. Het is dan namelijk noodzakelijk om bij elke verandering in het looppatroon die komt door normale ontwikkeling en groei, een nieuwe methode aan te leren. De meest voorkomende verandering is die van 'toe walking' (de gastrocnemius is dominant) naar 'crouch gait' (toegenomen heup- en knieflexie en enkel dorsaalflexie). Voornamelijk bij kinderen met ernstige spastische diplegie of spastische quadriplegie wordt dit gezien als een normale voortgang. (Rodda, 2001).

De meest voorkomende karakteristieken tijdens het looppatroon bij mensen met cerebrale parese is verminderde heelstrike, verminderde loopsnelheid, verminderde mogelijkheid om snelheid te maken, verminderde paslengte en cadans. Kramer (1994) in Eagleton (2004) heeft aangetoond dat er een onderling verband bestaat tussen algemene spierzwakte en de inefficiënte en verminderde paslengte bij mensen met cerebrale parese.

Resultaten

Er zijn in eerste instantie twintig artikelen gevonden betreffende het onderwerp krachttraining bij kinderen met cerebrale parese. Na het beoordelen van de artikelen op inclusie- en exclusiecriteria zijn er 14 artikelen bruikbaar gebleken. Helaas is gebleken dat de gevonden literatuur van matige kwaliteit is gemeten aan de hand van de PEDro Scale.⁴

Damiano (1998) geeft in onderzoek aan dat er een direct verband bestaat tussen het verbeteren van spierkracht en verbeterde functionele mogelijkheden, voornamelijk tijdens het lopen. Zowel isotonische als isokinetische krachttrainingsprogramma's laten verbetering zien. Uit onderzoek van Engsborg (2006) blijkt dat mensen met cerebrale parese zwakker zijn in de spieren rond de enkel. Ze bezitten maar 50% van de dorsaalflexoren kracht en maar 35% van de kracht in de plantairflexoren ten opzichte van gezonde mensen. Een ander onderzoek benadrukt de belangrijke onderlinge samenwerking van de m.quadriceps en de hamstrings bij controle van het kniegewricht bij mensen met cerebrale parese. Deze is bij mensen met cerebrale parese vaak verstoord. (Morton, 2007).

Effect van krachttraining op de spierkracht

Onderzoek van Damiano (1998) geeft een significant verschil aan in krachttoename, 69% van de getrainde spieren (heupflexoren, heupextensoren en heupabductoren, knieflexoren en knie-extensoren en enkel plantairflexoren en enkel dorsaalflexoren) bij kinderen met diplegie. De kracht van de

antagonisten laat een afname van 9% zien, dit is geen significant verschil. Morton (2007) geeft aan dat training een krachttoename laat zien van zowel de m.quadriceps als de hamstrings. De verhouding van m.quadriceps kracht tot de hamstrings verschuift naar meer normale waarde (60:40). Meting voor het volgen van het krachttrainingsprogramma laat een verhouding zien van 74:26, terwijl de meting na het krachttrainingsprogramma 67:33 laat zien.

Dodd (2003) heeft in haar onderzoek een significante krachtstoename gevonden van de gecombineerde enkel plantairflexoren en de knie-extensoren zowel na 6 weken ($p = 0.046$) als na 18 weken ($p = 0.041$).

Een systematische review van Dodd in 2002 geeft aan dat krachttrainingsprogramma's spierkracht doet toenemen bij kinderen en adolescenten met cerebrale parese. De m.quadriceps en de hamstrings zijn isometrisch getraind in onderzoek van Morton (2007) en blijken significant in kracht te zijn toegenomen.

Het effect van krachttraining op het looppatroon

Eagleton (2004) heeft onderzoek gedaan naar het effect van een zes weken durend krachttrainingsprogramma op het lopen. Hierbij is gekeken naar loopsnelheid, cadans, paslengte en energieverbruik tijdens het lopen bij adolescenten met cerebrale parese. Het krachtprogramma is gericht op het trainen van de rompspieren, heupabductoren en zowel de flexoren en extensoren van heup, knie en enkel. Uit dit onderzoek blijkt dat versterken van de knie-extensoren de knieflexie doet verminderen tijdens de standfase en de paslengte doet toenemen. Deze vooruitgang wordt verklaard door een betere balans tussen de agonisten en de antagonisten rond de knie.

Onderzoek van zowel Eagleton (2004) als Damiano (1998) laten een significante ($p = 0.05$) toename zien van de zelfgekozen loopsnelheid als gevolg van een significante toename van cadans ($p = 0.05$). Eagleton wijt in tegenstelling tot Damiano deze toename ook aan een toename van de paslengte. De toename in paslengte komt door verbeterde activatie van de m.quadriceps en toegenomen inhibitie van de hamstrings. De inhibitie van de hamstrings tijdens de zwaai fase zorgt voor meer heupflexie en vergroot daarmee de paslengte.

Er is een lineair verband aan te geven tussen een toename in paslengte en cadans in relatie tot de snelheid van het lopen. Ook de significante toename ($p = 0.05$) in de loopafstand (gemeten met behulp van een 3-minuten wandeltest) is te verklaren door de toename in wandelsnelheid, paslengte en cadans. (Eagleton, 2004)

Engsberg (2006) heeft geen significante toename gevonden in de trainingsgroep voor loopsnelheid, cadans en paslengte. In het onderzoek zijn de plantairflexoren en de dorsaalflexoren van de enkel getraind.

Zelfgekozen loopsnelheid, gemeten met de 10 meter wandeltest, en de mogelijkheid om de loop te versnellen blijkt na het trainen van de m.quadriceps en hamstrings verbeterd. Ook de zelfgekozen cadans tijdens lopen blijkt significant ($p = 0.007$) te zijn verbeterd na training. De paslengte is alleen toegenomen tijdens de zelfgekozen wandelsnelheid, maar is hetzelfde gebleven bij sneller lopen (Morton, 2007).

Liao (2007) zegt dat het effect van krachttraining op de loopsnelheid bij kinderen met cerebrale parese afhankelijk is van de doelgroep. Alleen bij de kinderen waarbij de spieren zwak zijn en daardoor moeite hebben om de 10 meter wandeltest uit te kunnen voeren hebben baat bij het trainingsprogramma.

Activiteiten

Het niveau van de activiteiten is gemeten aan de hand van de GMFM dimensies D (staan) en E (lopen, rennen en springen). De GMFM is een betrouwbaar meetinstrument gebleken bij kinderen met cerebrale parese (Nordmark, 1997). Er is gekozen voor deze twee dimensies omdat deze activiteiten testen in staande positie. Dit zijn de activiteiten waar jonge mensen met cerebrale parese voornamelijk problemen in ondervinden. Ook zijn het activiteiten waarbij verandering in kracht direct invloed zal hebben op de activiteiten (Dodd, 2003). Damiano (1998) geeft aan dat er een significante correlatie ($p = 0.05$) bestaat tussen een verandering in kracht en een verandering in de GMFM-score.

Dodd (2003) heeft in een randomized clinical trial (RCT) gekeken naar het effect van een 6 weken durend functioneel krachttrainingsprogramma op de activiteiten van kinderen ($n = 11$) met spastische cerebrale parese. De spieren die hierbij getraind zijn, zijn de enkel plantairflexoren, knie-extensoren en de heupextensoren. Voor dimensie E is er na 6 weken nog geen significante toename ($p = 0.07$) te zien. Er bestaat 80% kans dat de toename wel significant wordt als het deelnemersveld groter is ($n = 26$).

Onderzoek van Engsborg (2006) geeft een significante toename ($p = 0.041$) van dimensie E van de GMFM aan na een 12 wekelijks krachttrainingsprogramma van de getrainde spieren rond de enkel. MacPhail en Kramer (1995) in Dodd (2002) geven een significante toename aan van dimensie D en E na een krachttrainingsprogramma. Ook Morton (2007) vindt een verbetering van beide dimensies na training. Alleen dimensie E bleek significant ($p = 0.020$) te zijn verbeterd. Liao (2007) vindt na het trainen van “loaded sit-to-stand” oefeningen een significant verschil ($p < 0.05$) in de score van de GMFM. Er wordt hier echter geen specificatie gegeven om welk domein het gaat. Het enige dat naar voren komt in het artikel is dat de activiteiten gerelateerd aan het springen de meeste vooruitgang laten zien. Aannemelijk is dan dus dat het onder andere om domein E gaat.

Er is in geen van de onderzoeken een significant verschil gevonden in de totaal score van de GMFM (domein A-E). Het lijkt aannemelijk dat een verbetering van kracht in de onderste extremiteiten geen effect heeft op het presteren bij andere activiteiten zoals zitten, kruipen en rollen.

Energieverbruik

Er is een direct verband tussen energieverbruik en de andere parameters tijdens het lopen. Adolescenten met cerebrale parese verbruiken 1,5-3 keer zoveel energie tijdens het lopen dan gezonde adolescenten. Energieverbruik kan worden teruggedrongen door het verminderen van de co-spasticiteit, het slepen van de voet en het verbeteren van de stabiliteit in de standfase. Deze factoren zijn te beïnvloeden door het verbeteren van de spierkracht in romp en de onderste extremiteit. Na het voltooien van het krachttrainingsprogramma van Eagleton (2004) bleek een significante afname ($p = 0.05$) van de EEI tijdens het lopen.

Onderzoek van Kramer en MacPhail (in Eagleton, 2004) wijst uit dat er een directe relatie bestaat tussen de kracht van de knie-extensoren en de loopefficiëntie, gemeten in de EEI. De kracht van de knie en de snelheid van bewegen zijn belangrijke componenten voor het efficiënter gebruiken van energie tijdens het lopen.

Liao (2007) maakt gebruik van een ander meetinstrument, de Physiological Cost Index (PCI) om het energieverbruik tijdens lopen te meten. Hierin wordt na 6 weken krachttraining een significante afname ($p < 0.05$) gevonden in de trainingsgroep.

Kinderen die hun loopsnelheid hebben verbeterd na het doen van krachttraining lijken minder efficiënt te lopen dan voorheen. Waarschijnlijk komt dit doordat de hartslag zich nog niet heeft aangepast aan het nieuwe niveau van inspanning (Damiano, 1998).

Discussie

In dit artikel is gekeken naar het effect van functionele spierkrachttraining op het looppatroon bij kinderen en adolescenten met spastische cerebrale parese. Ondanks dat eigenlijk uit alle onderzoeken blijkt dat krachttraining een positief effect heeft op de uitkomstmaten is krachttraining lange tijd vermeden binnen de behandeling van kinderen met cerebrale parese. Een van de redenen hiervoor is de angst op toename van spasticiteit na het doen van krachttraining.

Uit onderzoek van Fowler (2001), Dodd (2002) en Engsberg (2006) blijkt dat krachttraining geen ongunstig effect heeft op de spasticiteit.

De verbeterde paslengte en cadans worden in dit artikel toegeschreven aan een toename in spierkrachten en een verbeterde onderlinge samenwerking. Interessant zou zijn om de bijdrage van de Range Of Motion (ROM) te bekijken. Als een gewricht meer bewegingsvrijheid heeft is ook een grotere bewegingsuitslag te verwachten.

Naast dat de uitkomstmaten binnen de onderzoeken uiteenliepen, bleek ook de duur van de onderzoeken van elkaar te verschillen. Zo geeft Eagleton (2004) aan dat minimaal zes weken de noodzakelijke tijd gebleken is om veranderingen in kracht en spierhypertonie bij adolescenten te verkrijgen (Eagleton, 2004). Engsberg (2006) daarentegen geeft aan dat minimaal 12 weken noodzakelijk zijn om een krachttoename door zenuw- en spierhypertrofie te verkrijgen. Sale (1988) in Engsberg (2006) zegt dat aanvankelijke krachttoename het resultaat is van veranderingen in geleiding van de zenuw en niet door spierhypertrofie.

De leeftijdsgrens voor kinderen die aan de onderzoeken hebben meegedaan varieerden van 5 tot en met 20 jaar. De ondergrens van 5 jaar is door Miller (2002) gekozen omdat een kind van 5-7 jaar zijn of haar plateauwaarde van neurologische ontwikkeling heeft bereikt. Pas op dit moment kunnen de definitieve pathologische patronen worden vastgesteld. Damiano (1998) geeft aan dat kinderen onder de 5 jaar nog niet in staat zijn om consequent een maximaal resultaat te boeken. Kinderen ouder dan 13 jaar zullen door grotere spiermassa waarschijnlijk meer kracht kunnen produceren dan de hand-held dynamometer kan meten. Liao (2007) geeft aan dat er meer onderzoek gedaan moet worden met kinderen van verschillende leeftijden en met verschillende gradaties van cerebrale parese om een uitspraak te kunnen doen over het effect van krachttraining.

De verandering in activiteitsniveau wordt in de meeste onderzoeken alleen bekeken op het niveau van beperking in lichaamsfuncties. In de bio-psychosociale opvatting van de fysiotherapie tegenwoordig is dit effect waarschijnlijk niet alleen toe te schrijven aan veranderingen in beperkingen. McBurney (2003) en Dodd (2004) hebben onderzoek gedaan naar het effect van krachttrainingsprogramma's op het zelfbeeld van kinderen. Aan de hand van het ICF formulier is een uitkomst gegeven over de invloed van krachttraining op de verschillende aspecten (functies, activiteiten en participatie, contextuele- en persoonlijke factoren). Alleen in de contextuele factoren werd negatief commentaar geleverd. De overige onderdelen scoorden allemaal positief. In onderzoek van Dodd (2004) komt naar voren dat er een remming was van het zelfbeeld van kinderen. Kinderen geven aan dat ze door de trainingen minder tijd hebben voor schoolwerk en andere sociale verplichtingen. Het zelfbeeld bleef wel positief, maar is ten opzichte van de baselinemeting gedaald. Ondanks dat Dodd (2004) en McBurney (2003) onderzoek hebben gedaan naar de invloed van krachttraining op participatie en het zelfbeeld van kinderen, is dit nog te weinig om te kunnen zeggen wat het effect van krachttraining op activiteiten en participatie op langere termijn zal zijn.

Er zijn weinig artikelen te vinden die een grote groep kinderen ($n > 50$) tegelijk test. De gevonden onderzoeken hebben een onderzoekspopulatie van $n = 7 - 24$. Door het beperkte aantal deelnemers is het niet mogelijk een generaliserende uitspraak te doen over het effect van krachttraining voor deze doelgroep. Meer onderzoek moet gedaan worden met grotere groepen kinderen en adolescenten om een wetenschappelijk meer verantwoorde uitspraak te kunnen doen over het gevonden effect. Ook moet er meer onderzoek gedaan worden naar de geschikte duur van een krachttrainingsprogramma voor adolescenten om spierkracht te doen toenemen. Liao (2007) geeft aan dat het directe effect van de training positief was, maar dat het interessant zou zijn om te onderzoeken wat het effect op lange termijn is.

Conclusie

Spierzwakte heeft een groot aandeel in afwijkingen in het looppatroon bij kinderen met spastische cerebrale parese. Krachttraining doet de spierkracht in de getrainde extremiteiten toenemen. Deze krachttoename kan leiden tot een verbetering van functies waaronder het looppatroon. De snelheid van lopen is direct gerelateerd aan spierkracht. Toename in kracht doet de stabiliteit in het been toenemen. Hierdoor is er meer tijd om het andere been naar voren te brengen.

Kracht is gecorreleerd aan een algemene Gross Motor Function, door de beperking van de training op de onderste extremiteit is er een significant verschil gevonden in dimensie E (lopen, rennen en springen) van de Gross Motor Function Measure.

Kinderen waren na het volgen van het trainingsprogramma in staat om hun maximale loopsnelheid te vergroten. Training van de knie-extensoren liet enerzijds de bijdrage van de knieflexie tijdens de standfase afnemen, anderzijds de heupflexie tijdens de zwaai fase toenemen. Dit komt door een verbeterde samenwerking van de hamstrings en de m.quadriceps.

De loopafstand is toegenomen tijdens de 3 minuten wandeltest. Deze toename hangt samen met de significante toename in snelheid, paslengte en cadans.

Tot slot is er gekeken naar het energieverbruik tijdens het lopen. Het blijkt dat er een direct verband bestaat tussen het energieverbruik en de andere parameters tijdens het lopen. De EEI is niet in alle onderzoeken significant verbeterd. Er is zelfs bij kinderen met een toegenomen loopsnelheid een verhoogde EEI gevonden.

Literatuurlijst

Bobath B, Bobath K. pagina's 11-17, 34-38, 44-48. *Die motorische Entwicklung bei Zerebralparesen*. 1998. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. In: *Arc Phys Med Rehabil*. 1998; 79: 119-125.

Dietz V. Supraspinal pathways and the development of muscle-tone dysregulation. In: *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1999; 41: 708-715.

Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. In: *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2003; 45:652-657.

Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. Strength training can have unexpected effects on the self-concept of children with cerebral palsy. In: *Pediatric Physical Therapy*. 2004; 16: 99-105.

Dodd KJ, Taylor NF, Damiano DL. A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. In: *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83:1157-1164.

Eagleton M, Iams A, McDowell J, Morrison R, Evans CL. The effects of strength training on gait in adolescents with cerebral palsy. In: *Pediatric Physical Therapy*. 2004; 16: 22-30.

Engsberg JR, Ross SA, Collins DR. Increasing ankle strength to improve gait and function in children with cerebral palsy : a pilot study. In: *Pediatric Physical Therapy*. 2006; 18: 266-275.

Fowler EG, Ho TW, Nwigwe AI, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. In: *Physical Therapy*. 2001; 81: 1215-1223.

Leonard CT, Hirschfeld H, Forssberg H. The development of independent walking in children with cerebral palsy. In: *Developmental Medicine & Child Neurology*. 1991; 33: 567-577.

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. In: *Arch Phys Med Rehabil*. 2007; 88: 25-31.

McBurney H, Taylor NF, Dodd KJ, Graham HK. A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. In: *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2003; 45: 658-663.

Miller F. Chapter 8: Gait analysis in cerebral palsy. In: *Caring for children with cerebral palsy. A team approach*. Dormans JP, Pellegrino MD. 2000. Paul H. Brookes Publishing Co.

Morton JF, Brownlee M, McFayden A. The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. In: *Clinical rehabilitation*. 2005;19:283-289.

Nordmark E, Haglund G, Jarnlo GB. Reliability of the gross motor function measure in cerebral palsy. In: *Scand J Rehabil Med*. 1997 ;29 (1):25-28.

Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegie and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. In: *European Journal of Neurology*. 2001; 8: 98-108.

Internetbronnen

- 1: vra.artsennet.nl/uri/?uri=AMGATE_6059_535_TICH_R178006688576411: Nederlandse Vereniging van Revalidatieartsen. pagina 65-71. Conceptrichtlijn diagnostiek en behandeling van kinderen met spastische cerebrale parese. 2006.
- 2: www.netchild.nl: Informatie over meetinstrumenten (GMFCS, GMFM en looppatroon) bij kinderen. 3p.
- 3: www.ninds.nih.gov: Algemene informatie over cerebrale parese, oorzaak/uitingsvormen. 17 p.
- 4: www.pedro.fhs.usyd.edu.au/scale_item.html: rating scale for RCT's, non RCT's and Case Series, Maart 1999.
- 5: www.phelps-stichting.nl: Incidentie en algemene informatie over cerebrale parese. 4 p.

