

---

# Fysiotherapeutische interventies gericht op het verbeteren van de QoL bij een non traumatische tetraplegie.

Eindexamenopdracht afdeling Fysiotherapie Hogeschool Utrecht.

Afgerond op 10-05-2008.

Gonnie Molenaar.

## Samenvatting

*Doelstelling:* onderzoeken in de literatuur welke fysiotherapeutische interventies gericht op het verbeteren op de QoL bij een non traumatische tetraplegie bekend zijn.

*Methode:* gezocht is naar artikelen die zijn gepubliceerd tussen 1995 en 2007 in de volgende databanken: pubmed (medline), CINAL, Academic Search Premier, Omega en Cochrane library. De gebruikte trefwoorden zijn: tetraplegia, quadriplegia, SCI, non traumatic, therapy, QoL en combinaties hiervan. De gebruikte artikelen sluiten zo goed mogelijk aan op de vraagstelling.

*Resultaten:* totaal zijn er 72 artikelen gevonden waarvan er uiteindelijk 13 verwerkt zijn in dit artikel. Hierin wordt gekeken naar het effect van oefentherapie (training), looptherapie, therapie volgens het NDT concept, rolstoelinterventie, ontspanningstherapie in combinatie met biofeedback, gebruik van een orthese en therapeutisch tape op personen met een plegie. De betrouwbaarheid van de artikelen was laag. Een oorzaak hiervan was dat de onderzoeken kleinschalig waren.

*Discussie:* de gevonden artikelen sluiten geen van allen precies aan bij de vraagstelling, specifiek onderzoek naar de non traumatische tetraplegie en de invloed op de QoL is niet gevonden. wel is gekeken naar de mogelijkheid van het beïnvloeden van de QoL met de genoemde therapieën.

*Conclusie:* aan de hand van de gevonden literatuur is het niet mogelijk een uitspraak te doen over het verbeteren van de QoL door middel van fysiotherapie bij patiënten met een non traumatische therapie.

*Trefwoorden:* non traumatische tetraplegie; Quality of Life; Fysiotherapeutische interventies.

---

## Inleiding

Tetraplegie is een term die verwijst naar beperking of verlies van de motorische en of sensorische functies in de cervicale segmenten van het ruggenmerg, veroorzaakt door beschadiging van de zenuwen in het ruggenmerg, met uitzondering van beschadiging van de plexus brachialis of beschadiging van de perifere zenuwen buiten het ruggenmergkanaal. Een tetraplegie uit zich in vermindering van de functie van de armen, de romp, de benen en de buikorganen.<sup>1</sup> Een tetraplegie manifesteert zich op verschillende manieren en heeft verschillende oorzaken.

De oorzaken kunnen traumatisch (door een ongeluk) en niet-traumatisch (door bijvoorbeeld een maligniteit of een aangeboren afwijking) zijn. Van alle ruggenmergletsels heeft 30-50% een non-traumatische oorzaak.<sup>2</sup>

Quality of Life (QoL) betekent in het Nederlands kwaliteit van leven. De definitie die wordt gehanteerd in dit artikel luidt: de ervaring die het leven het leven waard maakt.<sup>3</sup> Het is niet zo dat iemand met tetraplegie geen leuk leven heeft. Wel is het zo dat het door beperkingen lastiger is zelfstandig te zijn en om volledig deel te nemen aan de maatschappij. Bij verminderde functie van de benen is dit al lastig, als daarbij ook de armen en de romp minder goed functioneren, dan wordt dit nog veel moeilijker. Het is bekend dat deze factoren de QoL beïnvloeden<sup>3,4</sup>.

Fysiotherapeuten hebben vaak een aandeel in de revalidatie en de begeleiding hierna. In de therapie staat de hulpvraag van de patiënt centraal, deze zal te maken hebben met dingen die het leven het leven waard maken of wel de QoL. In dat geval is het belangrijk om te weten welke middelen een fysiotherapeut ter beschikking heeft om hier wat mee te doen. Wel is het belangrijk in het oog te houden wanneer men bezig is met aspecten die echt invloed hebben op de QoL of wanneer men het te goed wil doen.

Door middel van neuro musculaire elektrische stimulatie, een harnas en een loopband zijn mensen met tetraplegie in staat om weer te 'lopen'.<sup>5</sup> Maar heeft dit invloed op de QoL? De QoL kan bijvoorbeeld verbeterd worden, doordat iemand meer controle over zijn of haar leven heeft of mobieler is. Om de QoL te verbeteren is het noodzakelijk om te weten welke interventies uit de literatuur zinvol blijken te zijn.

In dit artikel is gezocht naar de recentste onderzoeken die zich hierop hebben gericht. De vraagstelling luidt: Wat is er in de literatuur bekend over fysiotherapeutische interventies gericht op het verbeteren van de QoL bij patiënten met een non-traumatische tetraplegie?

---

## Methode

Er is gezocht binnen de databanken pubmed (medline), CINAL, Academic Search Premier, Omega en Cochrane library.

De inclusiecriteria van de artikelen waren: publicatie tussen 1995 en 2007 in het Engels, Duits, Nederlands of Frans. De gebruikte trefwoorden zijn: tetraplegia, quadriplegia, QOL, SCI therapy, SCI quality of life, non-traumatic tetraplegia, non-traumatic quadriplegia, tetraplegia therapy, quadriplegia therapy, tetraplegia QoL, quadriplegia QoL, non-traumatic tetraplegia therapy, non-traumatic quadriplegia therapy, non-traumatic tetraplegia therapy QoL en non-traumatic paraplegia therapy QoL. Uiteindelijk is er informatie uit 13 artikelen verwerkt in dit artikel, waarvan 2 reviews, 1 prospective study, 1 meta synthese, 1 analyse, 2 single case studies, 1 multiple baseline design, 4 R- of ECT-s en 1 controlled single case studie.

Gekozen is voor de non-traumatische tetraplegie omdat daarbij wellicht nog wat te bereiken valt wat betreft verbetering van spierkracht of het functioneel gebruik van de ledematen of de romp.

De onderzoeken die gedaan zijn op het gebied van ruggenmergletsels zijn vaak niet specifiek gericht op tetraplegieën (vaak zijn de onderzoeksgroepen gemengd en bestaan uit paraplegieën en tetraplegieën) en al helemaal niet gericht op het specifiek onderzoeken van tetraplegie met een non traumatische oorzaak. Wel wordt er soms in onderzoeken aangegeven of er verschil is tussen de uitkomsten van plegieën met een non-traumatische en een traumatische oorzaak. Verder wordt er vaak wel aangenomen dat de betreffende therapie de QoL verbetert (bijvoorbeeld door het verminderen van de pijn) maar is dit niet specifiek onderzocht.

Uit kwantitatief onderzoek is bekend dat de volgende factoren een positieve correlatie hebben met de QoL:

zelf beoordeelde gezondheid, ontvangen sociale ondersteuning, sociaal functioneren of integratie, mobiliteit, toegankelijkheid van huis of gezondheidszorg, verkozen situatie van leven, adequaat inkomen, gevoel van controle over je leven hebben, huwelijkse staat, tevreden zijn met de relaties die je hebt, maatschappelijke toegankelijkheid of betrokkenheid, tevredenheid met dienstverband of arbeidsstatus.

---

De volgende factoren hebben een negatieve correlatie met de QoL:  
heropname in een ziekenhuis of het waarnemen van slechte gezondheid (inclusief ademhalingsproblemen en decubitus problematiek), pijn, spasticiteit, inadequaat inkomen, verminderde levens kansen (life opportunities), verminderde sociale interactie, eenzaamheid of verveeldheid, werkeloosheid of ontevredenheid met dienstverband, verminderde mobiliteit, leven in een verzorgingstehuis, gevoel van verminderde controle over het leven hebben.

Over de invloed van de volgende factoren zijn de onderzoekers niet eensgezind: leeftijd, tijd sinds trauma, geslacht, ras met gewaarwording van QoL, hoogte van laesie. Daarbij zijn er onderzoekers die het belang van het veranderen van waarden of herzien van het zelfbeeld hebben aangestipt als mogelijke strategieën om de QoL te beïnvloeden.<sup>4</sup>

## Afkortingenlijst

|             |                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 RM:       | 1 Repeat Maximum.                                                                      |
| ADL:        | Activiteiten van het Dagelijkse Leven.                                                 |
| ASIA:       | American Spinal Injury Association Score. <i>Zie bijlage 1.</i>                        |
| BBS:        | Berg Balance Scale.                                                                    |
| BSQ:        | Body Satisfaction Questionnaire, 9 items.                                              |
| C:          | Cervicaal                                                                              |
| CES-D:      | Centre for Epidemiological Studies Depression Scale.                                   |
| COPM:       | Canadian Occupational Performance Measure.                                             |
| CWS:        | Capability of Walking Scale.                                                           |
| ECT:        | Experimental Controlled Trail.                                                         |
| GMFM-88:    | Gross Motor Function Measure.                                                          |
| MAS:        | Modified Asworth Scale.                                                                |
| NDT:        | Neuro Developmental Treatment. Ontwikkeld door het echtpaar Bobath.                    |
| NMES:       | Neuro Muscular Electric Stimulation.                                                   |
| Paraplegie: | verlamming aan beide zijden van het lichaams, bijvoorbeeld beide armen of beide benen. |
| PQLS:       | Perceived Quality of Life Scale.                                                       |
| PSS:        | Perceived Stress Scale.                                                                |
| QoL:        | Quality of Life.                                                                       |
| RCT:        | Randomised Controlled Trail.                                                           |
| SCI:        | Spinal Cord Injury.                                                                    |
| SEIQoL:     | Schedule for the Evaluation of Individual Quality of Life.                             |
| SF-36:      | Short Form Health Survey, 36 items.                                                    |

---

## Resultaten

Hicks et al. (2003)<sup>6</sup> hebben onderzoek gedaan naar het lange termijn effect van oefentherapie op de kracht, armergometer prestatie en psychologisch welbevinden. De deelnemers hadden een laesie op niveau C4 of lager met een traumatische oorzaak en ASIA classificatie A t/m D. Deze mensen werden verdeeld in een oefengroep (n=11) en een controlegroep (n=12). Er werd gedurende 9 maanden 2 maal per week getraind. De aanvangstest met als doel het vaststellen van de baseline bestond uit fietsen op een armergometer gedurende 3 series van 5 tot 7 minuten, met een weerstad gericht op het halen van 40, 60 of 80% van de voorspelde leeftijdsafhankelijke maximale hartslag. Bij een afwijkende reactie van de hartfrequentie op inspanning werd er gebruik gemaakt van de 10 punts Borg schaal bij ervaren inspanning (score 1, 2 en 4). Het trainen en testen van de spierkracht vond plaats bij een rolstoeltoegankelijk gewichtstraining systeem of bij unilaterale muur pulleys, hierbij werd gekeken naar de 1 RM van beide ledematen bij de chest press, de elleboog flexie en de schouder flexie.

De training duurde maximaal 90 tot 120 minuten en bestond uit een warming up en rekoefeningen, daarna werd er gefietst op een armergometer gedurende 15-30 minuten op 70% van de maximale hartslag of Borg 3-4. Opbouw van 2 series van 5-10 minuten naar 2 series van 15-20 minuten. De krachttraining werd opgebouwd van 2 series op 50% van 1RM naar 3 series van 70-80% van 1RM. Per training selecteerde elke deelnemer 2 oefeningen uit het pakket. Verder werden er 2 maandelijks informatiebijeenkomsten gegeven voor beide groepen over bijvoorbeeld trainen met ruggenmergletsel, osteoporose bij ruggenmergletsel en ontspanningstechnieken.

De QoL is geëvalueerd aan de hand van de PSS, CES-D, de 9-item BSQ, de 2 gedeelten die pijn meten van de SF-36 en de PQoLS met 4 extra vragen over hoe vaak iemand uit huis komt, hoe veel iemand loopt of rolt, het niveau van seksuele activiteit of gebrek hieraan en de hoeveelheid slaap die iemand krijgt. Dit werd gescoord op een 7 punts tevredenheids schaal door middel van een interview.

De mensen uit de oefengroep waren over het algemeen meer voldaan over hun uiterlijke verschijning dan de controlegroep. ( $P=0.06$ , niet significant). Verder hadden zij minder pijn ( $P< 0.01$ ) en ondervonden zij grotere verbeteringen in hun gezondheid en hadden zij een betere QoL ( $P< 0.05$ ). De kracht steeg over het algemeen met 19 tot 34% waarbij het niveau van de laesie niet uitmaakte. Verder was er een verandering in de hartfrequentie van 13% van de tetraplegieën tegenover 16% van de paraplegieën tijdens de armergometer test.

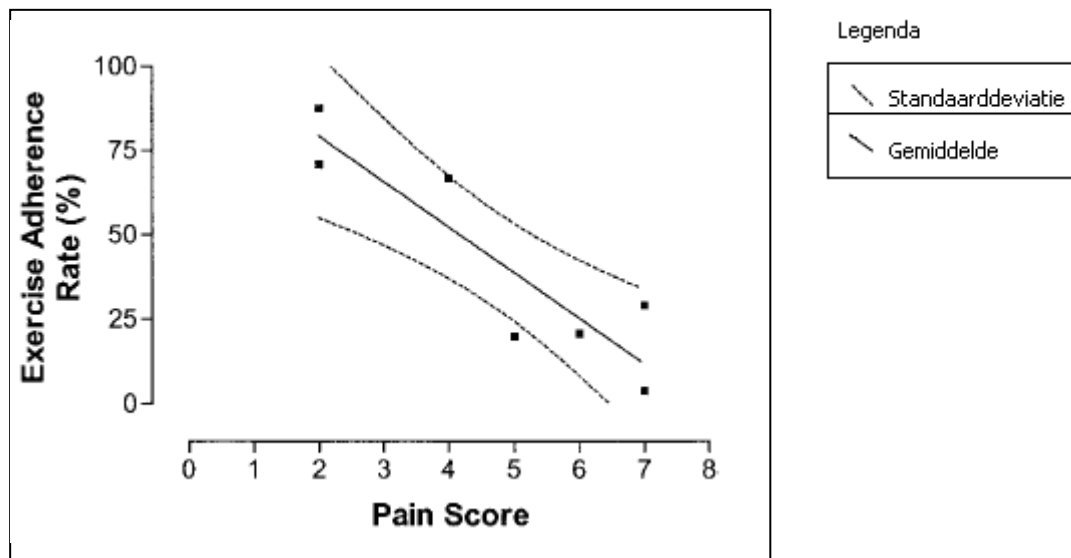
---

De conclusie van de onderzoekers was dat een 9 maandelijks programma bestaande uit 2 maal per week oefentherapie de ervaren stress, pijn en depressie kan doen afnemen en het lichaamsbeeld en algemene QoL kan doen toenemen. Door training kunnen mensen met een ruggenmergletsel hun subjectieve welzijn vergroten.

Hiervoor zijn 3 mogelijke verklaringen gegeven

1. Door trainingsgerelateerde veranderingen van de pijn verandert de QoL.
2. Door training krijgt iemand het gevoel dat hij of zij controle heeft over zijn of haar eigen leven, dit zorgt voor verandering in de QoL.
3. De sociale interactie die mensen ervaren bij de oefengroep kan leiden tot veranderingen in de QoL. De groep heeft daadwerkelijk minder pijn en een beter lichamelijk functioneren gerapporteerd. Volgens de onderzoekers zal het resultaat grotendeels komen door het trainen.<sup>6</sup>

Ditor et al. (2003)<sup>7</sup> heeft een vervolg onderzoek gedaan na beëindiging van het onderzoek van Hicks et al. (2003)<sup>6</sup>. Deze onderzoekers hebben een gedeelte van de deelnemers (n=7) gevolgd na het beëindigen van de 9 maanden onderzoek om te zien of de mensen ook na het onderzoek bleven trainen en wat de invloed daarvan is. Na 3 maanden was er een stijging van de pijn ( $P=0.07$ ) en stress ( $P=0.12$ ), waren de PQoL scores gedaald ( $P<0.05$ ) en was de aanwezigheid van 80,6% gedaald naar 42,7% ( $P<0.01$ ). De conclusie was dat voor het behouden van de trainingsgerelateerde veranderingen in het welzijn het noodzakelijk is om te blijven trainen, maar dat pijn een significante barrière is voor aanwezigheid bij de training zoals te zien in figuur 1.<sup>7</sup>



**Figuur 1, Relatie pijn en aanwezigheid bij follow up.**

De relatie tussen de ervaren pijn aan het einde van 9 maanden trainingsonderzoek en de aanwezigheid bij de trainingen gedurende de 3 maanden follow up. De correlatie was significant en negatief ( $r=-0.91$ ;  $P<0.01$ ). Dus hoe meer pijn iemand heeft aan het einde van 9 maanden trainingsonderzoek, hoe kleiner de kans dat iemand de training blijft voortzetten in de volgende drie maanden.

*Ditor et al. (2003)*

Door Effling et al. (2006)<sup>8</sup> is onderzocht wat het effect van looptraining is op de functionele gezondheid en de QoL. Dit was een kleinschalig onderzoek met 3 proefpersonen met een incomplete tetraplegie ASIA klasse C en D door een traumatische oorzaak. De QoL werd geëvalueerd aan de hand van de SEIQoL. De gezondheidsgerelateerde QoL werd geëvalueerd door middel van de COPM en een semi-gestructureerd interview met de personen en hun partners. De prestatie werd geëvalueerd aan de hand van de CWS, BBS, 7 mtr. looptest en de Get up en go test. Daarbij werd er gekeken naar het spasme (gescoord met MAS) en de spierkracht (door middel van microFet). Gedurende 12 weken werd er maximaal 5 maal per week gedurende 30 minuten op een loopband getraind, indien nodig met lichaamsgewicht ondersteuning.

| Outcome variables          | Subject 1                                                                                                                                                         |                    |       |       |           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-----------|
|                            | Overall change                                                                                                                                                    | B-I                | I-W   | B-W   | W-F       |
|                            | + / - / =                                                                                                                                                         | P-value            |       |       | + / - / = |
| QoL                        |                                                                                                                                                                   |                    |       |       |           |
| SEIQoL                     | +                                                                                                                                                                 | 0.018*             | 0.059 | 0.749 | =         |
| COPM-performance           | -                                                                                                                                                                 | 0.700              | 0.688 | 0.621 | =         |
| COPM-satisfaction          | -                                                                                                                                                                 | 0.003 <sup>†</sup> | 0.111 | 0.213 | =         |
| Activities (self-rated)    |                                                                                                                                                                   |                    |       |       |           |
| Individual COPM activities | Moving around in other people's house<br>Going to a public toilet<br>Making a transfer to the car<br>Walking from the car to the house<br>Walking on the campsite |                    |       |       |           |

| Outcome variables          | Subject 2                                                                                                                                                         |                    |                    |                    |           | Subject 3                                                                                                                                         |                    |        |                    |           |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------|--------------------|-----------|
|                            | Overall change                                                                                                                                                    | B-I                | I-W                | B-W                | W-F       | Overall change                                                                                                                                    | B-I                | I-W    | B-W                | W-F       |
|                            | + / - / =                                                                                                                                                         | P-value            |                    |                    | + / - / = | + / - / =                                                                                                                                         | P-value            |        |                    | + / - / = |
|                            |                                                                                                                                                                   |                    |                    |                    |           |                                                                                                                                                   |                    |        |                    |           |
| QoL                        |                                                                                                                                                                   |                    |                    |                    |           |                                                                                                                                                   |                    |        |                    |           |
| SEIQoL                     | -                                                                                                                                                                 | 0.640              | 0.011*             | 0.144              | +         | -                                                                                                                                                 | 0.688              | 0.602  | 0.394              | +         |
| COPM-performance           | +                                                                                                                                                                 | 0.001 <sup>†</sup> | 0.001 <sup>†</sup> | 0.001 <sup>†</sup> | =         | +                                                                                                                                                 | 0.052              | 0.894  | 0.042*             | +         |
| COPM-satisfaction          | +                                                                                                                                                                 | 0.005 <sup>†</sup> | 0.002 <sup>†</sup> | 0.004 <sup>†</sup> | -         | +                                                                                                                                                 | 0.003 <sup>†</sup> | 0.029* | 0.008 <sup>†</sup> | +         |
| Activities (self-rated)    |                                                                                                                                                                   |                    |                    |                    |           |                                                                                                                                                   |                    |        |                    |           |
| Individual COPM activities | Transfer to a toilet chair<br>Possibility to walk small distances<br>Reaching for objects higher stored<br>Standing for short moments<br>Making a transfer easily |                    |                    |                    |           | Feeling fit<br>Sitting in the wheelchair for a long time<br>Having a good body balance<br>Concentration during work<br>Starting up in the morning |                    |        |                    |           |

Tabel 1: Resultaten persoon 1,2&3 Effling et al. (2006).

Visuele weergave (waarbij verbeterd weergegeven als: '+', verminderd als: '-' en geen verandering als: '=') van statistische analyse door middel van Mann-Whitney statistiek (exacte P-waarden), significantie is aangegeven; met een \* als de  $P < 0.01$  en een <sup>†</sup> als de  $P < 0.05$ ; nm betekent niet meetbaar) over de baseline-interventiefase (B-I), de interventie- wash out fase (I\_W), de baseline- wash out fase (B-W) en de wash out- follow up fase (W-F).

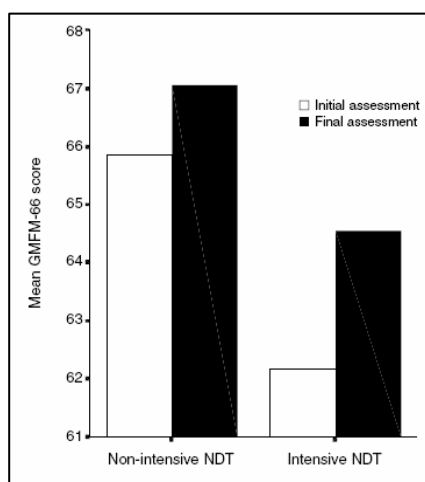
Effling et al. (2006)

---

De veranderingen in de QoL waren relatief klein en divers. Slechts 1 van de 3 gaf aan dat de QoL verhoogd was. Wel waren er verbeteringen in de loopafstand of kwaliteit van lopen, het maken van transfers en verminderen van pijn, spasme en decubitus problemen.

De conclusie van dit onderzoek is dat loopband training positieve effecten heeft op trainingsparameters en het ADL. De QoL moet volgens de onderzoekers geëvalueerd worden op een populatie niveau. Voor concrete conclusies zou er een RCT uitgevoerd moeten worden.<sup>8</sup>

Tsoralakis et al. (2004)<sup>9</sup> hebben gekeken naar het effect van een intensieve therapie volgens het NDT principe op de grove motoriek van kinderen met een cerebrale parese. Hierbij was het aantal deelnemers 34 waarvan er 12 een tetraplegie hadden. De controlegroep (n=17) kreeg 2 maal per week therapie en de experimentele groep (n=17) kreeg 5 maal per week therapie. Dit gedurende 16 weken. Beide groepen hadden na 16 weken een significante verbetering van de grove motoriek ( $P < 0.05$ ) gemeten met de GMFM-88 wat omgerekend werd naar de GMFM-66 in verband met de statistische analyse. Het ingangsniveau was in beide groepen gevarieerd van niveau 1 tot en met niveau 3 op het Gross Motor Function Classification Systeem maar was gemiddeld bij de intensieve groep lager. Wel was bij deze groep het effect van de therapie was groter ( $P = 0.018$ ).



**Tabel 2, de gemiddelde GMFM-66 waarden.**

De gemiddelde GMFM -66 waarden van de eerste en de uiteindelijke beoordelingen.  
*Tsoralakis et al. (2004)*

---

Ook zagen de onderzoekers dat er bij jonge kinderen (3 tot 5 jaar) meer verbetering was dan bij de ouderen. (10 tot 14 jaar) ( $P=0.046$ ).

De conclusie van de onderzoekers was dat beide groepen vooruitgang boekten maar de groep met intensieve therapie een grotere vooruitgang had in hun grove motoriek dan de groep met minder intensieve therapie. Van de 34 deelnemers bleven 4 deelnemers constant in hun score. De conclusie over het hele onderzoek was dat de NDT benadering effectief is bij kinderen met spastische cerebrale parese maar dat dit effect gegeneraliseerd kan worden naar alle typen van cerebrale parese. Ook zagen zij dat bij oudere kinderen met meer spasme waarbij de bewegingspatronen verder ingesleten zijn de therapie minder of niet effectief was.<sup>9</sup>

Batavia en Batavia (1999)<sup>10</sup> beschrijven een case studie van een man van 39 jaar met een tetraplegie (compleet vanaf niveau C5 met gedeeltelijke functie van de linker mm. Biceps Brachii) door een traumatische oorzaak. Na het ontvangen van zijn elektrische rolstoel had hij huidproblemen met als hoogtepunt een ernstige decubitus plek op de linker Tuber Ischiadicum. Na 3 weken bedrust was deze geheeld, maar de huid had nog een helder roze kleur. Na deze periode werd er een luchtkussen in plaats van een gel kussen in zijn rolstoel geïnstalleerd.

Na 2 maanden kwam deze man bij een fysiotherapeut om te kijken of zijn rolstoel mogelijk de oorzaak zou kunnen zijn. Hierbij bleek dat de instellingen van de rolstoel helemaal verkeerd waren en dat hij daardoor geen optimale zithouding had.

Al na 2 dagen na het opnieuw instellen van de rolstoel kon hij weer 10 uur op een dag in de rolstoel zitten. Na 3 weken was de roze kleur helemaal weg en kon hij 12 uur op een dag zitten. Na 1 jaar kon hij voor het eerst in zijn leven als persoon met een handicap (sinds zijn 16<sup>e</sup>) 13 uur achter elkaar zitten.

De conclusie van de onderzoekers was dat de interventie in combinatie met het luchtkussen voor de verbetering gezorgd heeft en dat het duidelijk van belang is om hier aandacht aan te besteden.<sup>10</sup>

---

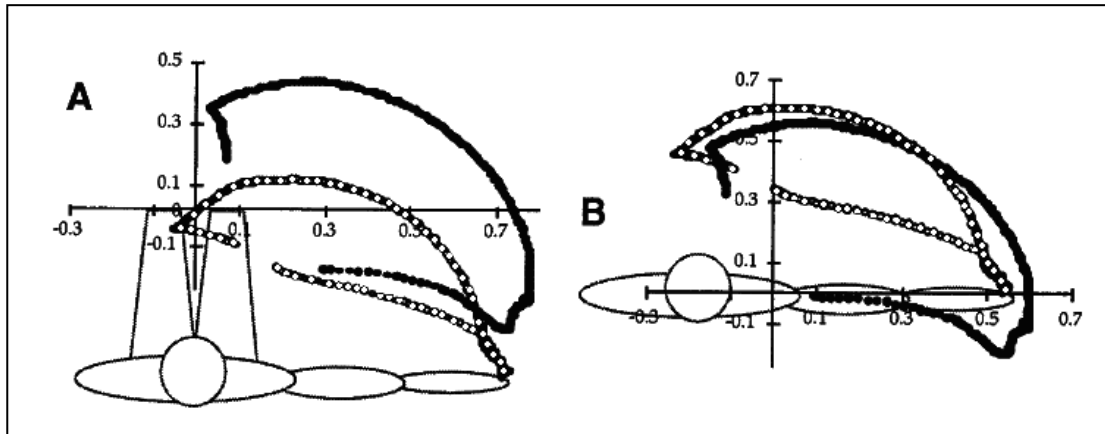
Engel et al. (2004)<sup>11</sup> hebben bij 3 volwassenen met een cerebrale parese het effect van ontspanningstherapie in combinatie met biofeedback onderzocht. Het effect van de behandeling werd geëvalueerd aan de hand van een pijndagboek met een score voor pijn en spasme van 0 tot 10 waarbij 0 helemaal geen pijn of spasme is en 10 zeer ernstige pijn of spasme. Er waren 6 of 7 sessies van 1 uur waarbij autogene ontspanningsoefeningen (volgens Luthe) gedaan werden in combinatie met biofeedback. De deelnemers kregen een cassettebandje voor thuis mee en instructie hoe zij de technieken konden toepassen. De 2 deelnemers met een spastische diplegie hadden profijt van de behandeling. De een gaf aan dat de pijn voorspelbaarder was, direct na de behandeling was er een daling van pijnintensiteit. Na het beëindigen van het onderzoek was er eerst een stijging van spasme en pijn en daarna een vermindering. De andere gaf een duidelijke daling van pijnintensiteit aan en deze bleef voortduren na de beëindiging van het onderzoek. De deelnemer met een athoide tetraplegie had een pijnscore van 10 en dit veranderde niet tijdens het onderzoek. Wel rapporteerde hij een kleine daling in het spasme.

De resultaten van alle deelnemers correspondeerden niet met EMG niveaus. In de follow up bleken de effecten aan te houden. De conclusie van de onderzoekers was dat het een zinvolle toevoeging was om biofeedback te gebruiken en dat therapie bestaande uit ontspanningsoefeningen in combinatie met biofeedback mogelijk zinvol is bij mensen met een aan cerebrale parese gerelateerde pijn.<sup>11</sup>

In een single case studie hebben Allison en Singer (1997)<sup>12</sup> bekeken wat het effect is van het gebruik van een romp orthese op het maken van een transfer door een tetrapleeg. De proefpersoon had een sensorisch incomplete laesie op niveau C5 door een traumatische oorzaak en kon ook zonder orthese de transfer maken. De analyse is gemaakt met een onderbroken tijd serie analyse ( $P = 0.05$ ). Bij het naar voren reiken was er met orthese een verbetering van 602%.

Bij het naar lateraal reiken was de verplaatsing van het lichaamszwaartepunt significant groter met orthese. Zonder was de verplaatsing gemiddeld 1.0 cm met orthese was deze gemiddeld 2.6 cm. Zoals te zien in figuur 2.

Het zijwaarts verplaatsen op hetzelfde oppervlak gaf een niet significante verandering. Wel kwam de proefpersoon met orthese verder dan zonder (19,6 cm met, 16,0 cm zonder) en kon hij zichzelf kort optillen van de ondergrond wat hij zonder orthese niet kon. De onderzoekers gaven aan dat hij wellicht te weinig tijd gehad heeft om te oefenen.



**Figuur 2, laterale reiktaak.**

Bovenaanzicht van de bewegingsbaan van de pols bij de laterale reiktaak met ● en zonder ○ orthese.

A. illustreert het absolute verschil tussen reiken met en zonder de orthese met betrekking op de knielijn.

B. illustreert de bewegingsbaan van de pols met betrekking tot het verloop van het acromion. De positie van het lichaam op het plaatje is de positie zonder orthese.

*Allison en Singer (1997)*

De conclusie is dat het waarschijnlijk is dat de orthese die gebruikt is bij dit onderzoek een tetrapleeg zou kunnen helpen om een (betere) zelfstandige transfer te maken. Het is aannemelijk dat de mogelijke modificaties naar een hybride systeem een richting is voor toekomstig onderzoek.<sup>12</sup>

Door de Carvalho en Cliquet (2005)<sup>5</sup> is het energieverbruik bij loopband training onderzocht. Hierbij zijn 21 tetraplegici in 2 groepen verdeeld. De trainingsgroep (n=11) heeft gelopen op de loopband met 30 tot 50% lichaamsgewicht ondersteuning. De controlegroep (n=10) heeft de mm. Quadriceps Femoris geoefend met NMES. Er was geen selectie aan de hand van de oorzaak van de laesie. De trainingsgroep bestond uit mensen met een complete laesie van niveau C4 tot en met niveau C8 (ASIA A). De controlegroep bestond uit mensen met een incomplete laesie tussen C4 en C8 (ASIA B).

Na 6 maanden is gekeken naar de veranderingen in  $VO_2$  (l/min)  $VCO_2$  (l/min) en energie consumptie (J/kg/s). Het energiegebruik van de loopgroep tijdens het lopen was 3,78 keer hoger dan tijdens rust. Voor het onderzoek was dit 2,34. Ook na het lopen was het energieverbruik hoger ( $P=0.0004$ ), tijdens rust veranderde het energiegebruik niet ( $P=0.25$ ). Voor de controle groep (knie extensie met NMES) was voor de training de energieconsumptie 1.42 keer hoger dan in rust en na 6 maanden was dit 1.32 ( $P<0.05$ ).

---

De energieconsumptie( $\text{J/Kg/s}$ ) is uitgerekend aan de hand van de volgende formule:  $(\text{VO}_2 \text{ ml/min} \times K)/(\text{lichaamsgewicht}^{\text{Kg}} \times 60)$  waarbij  $K = 20.91^{\text{J/ml}}$ .

Conclusie van dit onderzoek was dat elektrische stimulatie ook bij tetraplegie bruikbaar is om de  $\text{VO}_2$  en energieconsumptie te verhogen waarbij loopband training meer energie kost dan quadriceps training. Als er dagelijks 30 minuten getraind wordt draagt dit bij tot het verlagen van het risico op hart- en vaatziekten en hoge cholesterolwaarden, wat op den duur de QoL zou verbeteren.<sup>5</sup>

Door Footer (2006)<sup>13</sup> is het effect van therapeutisch taping in combinatie met fysiotherapie op de rompstabiliteit van kinderen met een cerebrale parese onderzocht. Het effect is gemeten met de GMFM- 88. De kinderen waren tussen de 3 en 13 jaar, ontvingen al voor het onderzoek minimaal 1 uur per maand fysiotherapie en konden niet in een normale schoolstoel zitten zonder lichamelijke ondersteuning. De tape werd 2 maal per week aangebracht gedurende 12 weken na de therapie. Beide groepen hadden een spastische tetraparese of een athetoïde vorm van cerebrale parese,  $n_{\text{experimenteel}} = 9$   $n_{\text{controle}} = 8$ .

Er was geen significante verandering in de GMFM-88 in de onderzoeksperiode ( $p > 0.05$ ) en de conclusie van de onderzoekers was dat de resultaten suggereerden dat therapeutisch taping niet effectief was voor kinderen met een tetraplegie door cerebrale parese maar ze gaven ook aan dat 1 kind een subjectieve verandering toonde in directe reactie op het aanbrengen van de tape. Zij vinden dat er verder onderzoek nodig is om uit te vinden welke kinderen er echt profijt van hebben.<sup>13</sup>

---

## Discussie

### *De invloed op de QoL.*

De invloed op de QoL is niet in alle gevallen onderzocht. Eerst worden de onderzoeken besproken waarbij dit wel het geval is. Daarna wordt gekeken of de therapie een van de factoren beïnvloedt<sup>4</sup> die een relatie heeft met de QoL, zoals die vermeld zijn bij de methode.

Hicks et al (2003)<sup>6</sup> geven aan dat door 9 maanden 2 maal per week oefentherapie de QoL verbetert.<sup>10</sup> De QoL is onderzocht aan de hand van de PSS, de CES-D, de BSQ een gedeelte uit de SF-36 en de PQoLS met 4 extra vragen. In het vervolgonderzoek nemen de effecten weer af.

Door Effling et al (2006)<sup>8</sup> is de QoL wel onderzocht. Bij looptraining op de loopband zorgde dit bij 1 van de 3 proefpersonen voor een hogere score op de SEIQoL. Als er gekeken wordt naar het onderzoek van Hammel (2004)<sup>4</sup>, dan zouden de verbeteringen die de proefpersonen aangeven kunnen leiden tot een verbetering van de QoL. Bij dit onderzoek werd er maximaal 5 maal per week getraind. Dit is een grote belasting voor diegene die traint. Wellicht verklaart dit dat bij 2 van de 3 proefpersonen geen verbetering van de QoL ervaren wordt.

Bovenstaande onderzoeken zijn onderling niet te vergelijken omdat zij niet dezelfde meetinstrumenten gebruiken.

Ook De Carvalho en Cliquet (2005)<sup>5</sup> hebben training op de loopband onderzocht. Zij nemen aan dat de QoL verbetert door op de lange termijn bijvoorbeeld hart en vaatziekten te voorkomen. Dit is niet onderzocht, maar mocht dit het geval zijn, dan voorkomt dit uiting van verslechterde gezondheid en verbetert dit inderdaad de QoL<sup>4</sup>. Wel is het zo dat in dat geval dagelijks getraind moet worden, wat een zware belasting is voor de patiënt en minder controle over het eigen leven geeft wat een negatieve invloed kan hebben.

---

Bij het onderzoek van Tsorlakis et al (2004)<sup>9</sup> is het aannemelijk dat de kinderen meer kunnen en dat daardoor de QoL verbetert. Doordat zij bijvoorbeeld beter kunnen lopen wordt het huis toegankelijk wat een positief effect heeft op de QoL.<sup>4</sup> Wel is de frequentie van de therapie erg hoog (5 maal per week) dit geeft een hoge belasting voor ouder en kind en daardoor minder controle over het eigen leven, wat een negatief effect heeft. Het effect op de QoL is niet onderzocht.

Ook Engel et al (2004)<sup>11</sup> hebben de QoL niet specifiek onderzocht. Maar het is aannemelijk dat door vermindering van pijn en spasme de QoL verbeterd wordt, omdat dit factoren zijn die de QoL negatief beïnvloeden<sup>4</sup>. Kanttekening is dat in het onderzoek een deelnemer een pijnscore van 10 had die niet veranderde. Dit maakt het aannemelijk dat bij zeer ernstige pijn, ontspanningstherapie in combinatie met biofeedback niet de aangewezen weg is.

Het aanpassen van de rolstoel zoals gebeurde bij de casestudy van Batavia en Batavia (1999)<sup>10</sup> zou een positief effect kunnen hebben op de QoL in de zin van het voorkomen van waarnemen van een slechte gezondheid, pijn door een slechte zithouding of een decubitus wond en verminderde mobiliteit door het niet lang kunnen zitten.<sup>4</sup> Dit is niet specifiek onderzocht maar deze interventie heeft, mits kundig uitgevoerd, geen zichtbare nadelen en kost weinig tijd en is dus zeer aan te bevelen.

Het gebruik van een orthese bij transfers zoals onderzocht door Allison en Singer (1997)<sup>12</sup> zou zinvol kunnen zijn voor het verbeteren van de QoL. Dit omdat iemand door het vergroten van de zelfstandigheid meer controle krijgt over zijn of haar eigen leven wat de QoL zou kunnen verbeteren.<sup>4</sup> Aan de andere kant is het ook voorstelbaar dat door de orthese de rompspieren minder gestimuleerd worden en iemand daardoor sneller achteruit gaat (dus uiteindelijk minder zelfstandig wordt). Bovendien zou een orthese het gevoel van gehandicapt zijn kunnen vergroten en bij onjuist gebruik de kans op decubitus en overbelasting (met daardoor pijn) kunnen vergroten, wat een negatieve invloed heeft op de QoL. Dit maakt het onmogelijk om een goede uitspraak te doen over de invloed op de QoL.

Het onderzoek van Footer (2006)<sup>13</sup> heeft geen invloed op de QoL en zal dus niet verder besproken worden.

---

## *In de praktijk.*

Voor het in de praktijk brengen van het onderzoek van Hicks et al (2003)<sup>6</sup> is een fysiotherapeut de aangewezen persoon. Zeker bij personen met een tetraplegie waarbij het risico aanwezig is op autonome dysreflexie<sup>1</sup>, wat, als er niet op tijd ingegrepen wordt, levensbedreigend kan zijn. Ook is het zo dat spieren niet (optimaal) samenwerken, waardoor het risico op overbelasting groter is.<sup>1</sup> Het mag duidelijk zijn dat iemand met deze beperkingen niet even naar een fitnesscentrum gestuurd wordt. Daarbij komt dat veel fitness apparaten voor een rolstoelgebruiker moeilijk toegankelijk zijn. Dit maakt het algemeen toepassen wat lastiger. Er kunnen veel oefeningen bij de pulley gedaan worden (die vrijwel overal gebruikt wordt), maar een armergometer zal in de meeste praktijken niet te vinden zijn. De toepasbaarheid wordt hierdoor beperkt tot revalidatiecentra of particuliere praktijken met dergelijke apparatuur. Een multidisciplinaire setting is niet noodzakelijk, wel lijkt een goede communicatie met de arts van belang in verband met de mogelijke gevolgen van de training. Zeker omdat uit het onderzoek van Ditor et al (2003)<sup>7</sup> blijkt dat hoe meer pijn iemand heeft hoe lager de aanwezigheid bij trainingen is.

Het onderzoek van Tsorlakis et al (2004)<sup>9</sup> is gericht op fysiotherapie volgens het NDT concept. Deze intensieve vorm van therapie is minder toepasbaar bij kinderen die niet in (bijvoorbeeld) een revalidatiecentrum zitten. De controle groep met 2 maal per week therapie boekte ook vooruitgang. Dit zou het beste alternatief voor alle andere kinderen zijn, die therapie krijgen in een particuliere praktijk. Multidisciplinaire aanpak lijkt niet nodig.

Het onderzoek van Batavia en Batavia (1999)<sup>10</sup> sluit aan op het adviseren over en aanpassen van de zithouding. Dit ligt binnen het competentiegebied van een fysiotherapeut, is eenvoudig en kost weinig tijd. Bovendien is dit toepasbaar in een instelling maar ook in een praktijk. Een multidisciplinaire aanpak zou zinvol kunnen zijn. Als een verzorger of hulpverlener signaleert dat er drukplekken zijn, er op tijd naar de oorzaak gekeken wordt en een goede behandeling (door meerdere disciplines) gegeven wordt, voorkomt dit een hoop ellende.

---

Wat betreft het onderzoek van Engel et al. (2004)<sup>11</sup> is een fysiotherapeut competent om deze therapie toe te passen. Biofeedback en ontspanningstherapie worden behandeld in de opleiding en er is een mogelijkheid om hierin te specialiseren. Deze therapie zou in principe toegepast kunnen worden in elke praktijk met een biofeedback apparaat maar ook in een revalidatiecentrum. Een multidisciplinaire aanpak is geen vereiste, wel lijkt het verstandig met een arts af te stemmen wat met medicatie behandeld moet worden en wat op deze manier kan.

De loopband training uit de onderzoeken van Effling et al. (2006)<sup>8</sup> en die van De Carvalho en Cliquet (2005)<sup>5</sup> is helemaal gericht op bewegen. Een fysiotherapeut zou voldoende vaardigheden moeten hebben om dit te kunnen doen. De kosten van een harnas, de hoeveelheid ruimte die het kost en de stimulatie apparatuur zijn onbekend, een loopband heeft bijna elke praktijk. Mocht deze therapie weinig complicaties opleveren, dan is deze breed toepasbaar. Anders is het meer wat voor een revalidatie centrum. Er is geen multidisciplinaire aanpak vereist.

Allison en Singer (1997)<sup>12</sup> hebben de impact van een orthese onderzocht. Het is belangrijk dat een fysiotherapeut op de hoogte is van de mogelijkheden op dit gebied (zodat hij of zij de patiënt kan attenderen op deze mogelijkheid), maar of het specifiek bij het vak fysiotherapie hoort is de vraag. Dit is meer iets voor de revalidatiearts.

---

## ***De betrouwbaarheid.***

In het onderzoek van Tsorlakis et al. (2004)<sup>9</sup> waren 34 deelnemers, waarvan 12 met een Tetraplegie. Er wordt geen onderscheid tussen de plegieën gemaakt in de resultaten maar de groep is relatief groot en de oorzaak van de plegieën non-traumatisch. Het beginniveau en de gemiddelde leeftijd van de groepen is niet gelijk terwijl in de conclusie aangegeven wordt dat dit verschil maakt. Hierdoor is het de vraag hoe betrouwbaar de conclusie is. Verder is het onderzoek alleen uitgevoerd bij kinderen met een spastische parese.

In het onderzoek van Hicks et al. (2003)<sup>6</sup> (n=23) en het vervolgonderzoek van Ditor et al (2003) (n=7) waren de oefen en controle groepen samengesteld uit para- en tetraplegien met een traumatische oorzaak. In de resultaten wat betreft de QoL wordt geen onderscheid gemaakt tussen tetra- en paraplegien. Wel is er gemeten aan de hand van een aantal vragenlijsten waarvan de uitslag eenduidig was.

Wat betreft het onderzoek van De Carvalho en Cliquet (2005).<sup>5</sup> Het aantal deelnemers was 21, waarbij de experimentele groep bestond uit personen met een complete laesie en de controle groep uit mensen met een incomplete laesie. Hierdoor is het vergelijken van de resultaten minder betrouwbaar. Er is niet vermeld welke oorzaak de laesie hadden, wel hadden alle proefpersonen een Tetraplegie.

Aan het onderzoek van Effling et al. (2006)<sup>8</sup> is door de kleinschaligheid (n=3) en het ontbreken van een controle groep geen goede conclusie te verbinden. Daarbij was de oorzaak van de plegieën traumatisch. Wel waren deze incompleet. Dit onderzoek zou aanleiding kunnen geven tot nader onderzoek.

Ook het onderzoek van Engel et al. (2004)<sup>11</sup> is kleinschalig (n=3) en had geen controlegroep. 2 proefpersonen hadden een diplegie, de derde een tetraplegie met als oorzaak een cerebrale verlamming. Deze persoon had een pijnscore van 10 en in dat geval rijst de vraag hoe betrouwbaar deze score is en of ontspanningstherapie de aangewezen behandelmethode is bij zoveel pijn.

---

De onderzoeken van Batavia & Batavia (1999)<sup>10</sup> en Allison & Singer (1997)<sup>12</sup> waren beide single case studies. Aan de resultaten kan daardoor moeilijk een conclusie verbonden worden. Beide proefpersonen hadden een tetraplegie door een traumatische oorzaak. Wel is het in deze case studys aannemelijk dat het resultaat ook zou kunnen gelden voor een Tetraplegie door een non-traumatische oorzaak. Ook deze onderzoeken geven aanleiding tot nader onderzoek.

Samenvattend kan gezegd worden dat het niet mogelijk is om het effect van de verschillende therapieën te vergelijken op basis van de gevonden informatie en hier een conclusie aan te verbinden.

## Conclusie

De vraag was: Wat is er in de literatuur bekend over fysiotherapeutische interventies gericht op het verhogen van de QoL bij patiënten met een non traumatische Tetraplegie?

Het antwoord is dat er aan de hand van de gevonden artikelen geen betrouwbare conclusie te trekken is. Het effect op de QoL is, als het al onderzocht is, met verschillende vragenlijsten gemeten, waardoor er onderling niet vergeleken kan worden. De onderzoeken die gedaan zijn naar non-traumatische ruggenmergletsels gaan meestal over kinderen of zijn kleinschalig en de opzet is niet altijd betrouwbaar. Wel lijken er aanwijzingen te bestaan dat oefentherapie en loopband training invloed zouden kunnen hebben op de QoL bij mensen met een tetraplegie. 30 tot 50% van de ruggenmergletsels heeft een non-traumatische oorzaak, aan de QoL wordt in de gezondheidszorg steeds meer aandacht besteed. Wellicht is dit in de toekomst een (vervolg) onderzoek waard.

---

## Bronnenlijst

1. Jacobs, PL, Nash, MS. Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Card Injury. Sports Med 2004;34(11):727-751.
2. Nair, KPS, Taly, AB, Maheshwarappa, BM, Kumar, J, Murali, T, Rao, S. Nontraumatic spinal cord lesions: a prospective study of medical complications during in-patient rehabilitation. Spinal Cord 2005;43;558-64.
3. Hammell, KW. Quality of life after spinal cord injury: a meta-synthesis of qualitative findings. Spinal Cord 2007;45;124-39.
4. Hammell, KW. Exploring quality of life following high spinal cord injury: a review and critique. Spinal Cord 2004;42;491-502
5. De Carvalho , DCL, Cliquet Jr, A. Energy expenditure during rest and treadmill gait training in quadriplegic subjects. Spinal Cord 2005;43;658-63.
6. Hicks, AL, Martin, KA, Ditor, DS, Latimer, AE, Craven, C, Bugaresti, J, et all. Long-term exercise training in persons with spinal cord injury: effects on strength, arm ergometry performance and psychological well-being. Spinal Cord 2003;41;34-43.
7. Ditor, DS, Latimer, AE, Martin Ginis, KA, Arbour, KP, Mc Cartney, N, Hicks, AL. Maintenance of exercise participation in individuals with spinal cord injury: effects on quality of life, stress and pain. Spinal Cord 2003;41;446-50.
8. Effling, TW, Van Meeteren, NLU, Van Asbeck, FWA, Prevo, AJH. Body weight-supported Treadmill training in chronic incomplete spinal cord injury: a pilot study evaluating functional health status and quality of life. Spinal Cord 2006;44;287-96.
9. Tsorlakis, N, Evaggelinou, C, Grouios, G, Tsorbatzoudis, C. Effect of intensive neurodevelopmental treatment in gross motor function of children with cerebral palsy. Developmental Medicine& Child Neurologie 2004;46;740-45.
10. Batavia, M, Batavia, AI. Pressure ulcer in a man with tetraplegia and a poorly fitting wheelchair: a case report with clinical and policy implications. Spinal Cord 1999;37;140-41.
11. Engel, JM, Jensen, MP, Schwartz, L. Outcome of Biofeedback-Assisted Relaxation for Pain in Adults With Cerebral Palsy: Preliminary Findings. Applied Psychophysiology and Biofeedback 2004;29;135-40.
12. Allison, GT, Singer, KP. Assisted reach and transfers in individuals with tetraplegia: towards a solution. Spinal Cord 1997;35;217-22.
13. Burditt Footer, C, The Effects of Therapeutic Taping on Gross Motor Function in Children with Cerebral Palsy. Pediatric Physical Therapy 2006;18;245-52.

## Bijlage 1.

| Motor key muscles |   | Light touch |   | Pin prick |   | Sensory key sensory points |   |
|-------------------|---|-------------|---|-----------|---|----------------------------|---|
| R                 | L | R           | L | R         | L | R                          | L |
| C2                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C3                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C4                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C5                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C6                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C7                |   |             |   |           |   |                            |   |
| C8                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T1                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T2                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T3                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T4                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T5                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T6                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T7                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T8                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T9                |   |             |   |           |   |                            |   |
| T10               |   |             |   |           |   |                            |   |
| T11               |   |             |   |           |   |                            |   |
| T12               |   |             |   |           |   |                            |   |
| L1                |   |             |   |           |   |                            |   |
| L2                |   |             |   |           |   |                            |   |
| L3                |   |             |   |           |   |                            |   |
| L4                |   |             |   |           |   |                            |   |
| L5                |   |             |   |           |   |                            |   |
| S1                |   |             |   |           |   |                            |   |
| S2                |   |             |   |           |   |                            |   |
| S3                |   |             |   |           |   |                            |   |
| S4-5              |   |             |   |           |   |                            |   |

Elbow flexors  
 Wrist extensors  
 Elbow extensors  
 Finger flexors (distal phalanx of middle finger)  
 Finger abductors (little finger)

Hip flexors  
 Knee extensors  
 Ankle dorsiflexors  
 Long toe extensors  
 Ankle plantar flexors

0 = total paralysis  
 1 = palpable or visible contraction  
 2 = active movement, gravity eliminated  
 3 = active movement, against gravity  
 4 = active movement, against some resistance  
 5 = active movement, against full resistance  
 NT = not testable

Voluntary anal contraction (yes/no) ☐

TOTALS  +  =  Motor score  
 (maximum) (50) (50) (100)

TOTALS  +  =  Pin prick score (max: 112)  
 (maximum) (56) (56) (58) (58)

TOTALS  +  =  Light touch score (max: 112)  
 (maximum) (56) (56) (58) (58)

Any anal sensation (yes/no) ☐

Neurological level: Sensory   Motor

Complete or Incomplete?

ASIA Impairment scale

Zone of partial preservation: Sensory   Motor

Het meest caudale segment met normale functie

Incompleet = enige sensorische of motorische functie in S4-S5.

De naar caudaal uitgestrekte gedeeltelijk geïnnerveerde segmenten

### ASIA impairment scale

- ☐ A = **Complete:** No motor or sensory function is preserved in the sacral segments S4-S5
- ☐ B = **Incomplete:** Sensory but not motor function is preserved below the neurological level and includes the sacral segments S4-S5
- ☐ C = **Incomplete:** Motor function is preserved below the neurological level, and more than half of key muscles below the neurological level have a muscle grade less than 3
- ☐ D = **Incomplete:** Motor function is preserved below the neurological level, and at least half of key muscles below the neurological level have a muscle grade of 3 or more
- ☐ E = **Normal:** motor and sensory function are normal

### Clinical syndromes

- ☐ Central cord  
☐ Brown-Sequard  
☐ Anterior cord  
☐ Conus medullaris  
☐ Cauda equina

Figuur 3, ASIA scale.

Jacobs en Nash (2004).