

“Herleren van lopen “

Inleiding

Mijn deel zal zich vooral concentreren op het trainen van patiënten na een beroerte om te komen tot effectieve manier van zelfstandig lopen.

Juist bij deze aandoening is herleren een must en een van de belangrijkste is het herleren van lopen.

Het mag u dan ook niet verbazen dat basaal in mijn verhaal het N.D.T.- concept staat waarbij **de praktijk** vanuit dit concept als fundament dient.

Of zoals Karl Bobath (1) het uitdrukte;

“ Het maakt me niet uit hoe je het doet als het maar werkt”.

Want om herstel te onderbouwen met theorieën hoe de hersenen werken en welke vermogens er nog zijn na een beroerte is zoveel geschreven en tochzei

Prof.L.Cools; “ We weten al 10% van wat er allemaal in die hersenen gebeurt.”

Basaal staat dat lopen niet geleerd en dus ook niet herleerd kan worden als er niet gelopen wordt.

Dat staat voor iedereen buiten kijf en is dan ook essentieel om alle vormen van lopen onder de loop te nemen en te kijken of er elementen bij zitten die bruikbaar zijn om daardoor het herleren te versnellen en het lopen te verbeteren.

Er moet nl. ook kwaliteit worden geboden.

- Als het lopen zo verschrikkelijk zwaar is dan zal het niet worden toegepast.
- Als het lopen zo verschrikkelijk gevaarlijk is zal het niet worden toegepast.
- Als het lopen zo instabiel is zal de bruikbaarheid minimaal zijn.
- Als het lopen zo afhankelijk is van anderen is de bruikbaarheid minimaal
- Als het lopen alle concentratie vraagt is de bruikbaarheid ook niet groot.

Dus we moeten het lopen zodanig herleren dat het weer een stuk van onszelf wordt (automatisme) en dat er controle ontstaat omtrent de grenzen van het vermogen. Dat vermogen zou een deel van onszelf moeten zijn en niet afhankelijk moeten zijn van allerlei hulpmiddelen omdat die de afhankelijkheid in principe vergroten.

Natuurlijk zijn er grenzen aan ons vermogen en zijn hulpmiddelen helaas vaak nodig om een goed niveau te bereiken en vast te houden.

Wat hebben we nodig om het lopen te herleren na een beroerte.

Oftewel;

- Welke vermogens moeten in de hersenen opnieuw “herleerd” worden om weer tot een zo optimaal mogelijk loopvermogen te komen ?
- Welke “motorische” vermogens zijn er nog aanwezig na de beschadiging van de hersenen ?
- En wat heeft het een met het andere te maken ?

Concreet;

1. Welke informatie van het lichaam en de omgeving moet het “brein” verwerken om effectief te kunnen zijn bij het lopen met in acht neming van de al opgeslagen kennis en kunde.
2. Welke tonuscontrole moet er zijn om een beweging zoals lopen te continueren en te controleren

3. Welke power / kracht moet er zijn om het lichaam te bewegen en te controleren.

Scheiding van deze drie is eigenlijk onmogelijk omdat dit in zijn totaliteit het vermogen is van het beschadigd centraal zenuwstelsel.

Deze scheiding is er om accenten te kunnen leggen bij het herleren van lopen en de strategie te kunnen begrijpen die patiënten gebruiken om het bewegen te controleren.

Daarbij is inputverwerking, dus het omgaan met de input vanuit het lichaam en de omgeving, met het vermogen dat al aanwezig is en bruikbaar is de hoeksteen voor het herleren van lopen.

Misschien mogen we zelfs zover gaan dat de motorische uitkomst van het bewegen bepaald wordt door de vermogens die nog aanwezig zijn en de input die verwerkt kan worden.

Zoals Hugling Jackson het bijna twee eeuwen vertaalde;

‘The brains knows nothing about muscles’ hetgeen zoveel betekent als dat het brein zich niet bezig houdt met het aanspannen van spieren maar de bepalende factor is van hoe er wordt bewogen.

Hieruit voortvloeiend dus ook de “weezin” van veel therapeuten die neurologische patiënten trainen om het woord spierversterking in de mond te nemen.

Toch kan verlies van selectiviteit, en dat is wel een functie van het centraal zenuwstelsel, leiden tot atrofie dus minder kracht en kan het daardoor ook een behandelbare grootheid zijn.

Selectiviteit is echter gebonden aan een context.

Lopen op een loopband vereist minder “Brein” dan lopen over straat daarom zal er weldegelijk een plaats zijn voor loopbandtraining zoals die er ook is voor krachtraining.

De vraag is echter of dat nu het hoofdprobleem is.

Als dit krachtverlies zou zijn, zou alleen krachtraining en/of alleen loopbandtraining genoeg zijn om het lopen te herleren.

Ik denk dat het bij veel neurologische patiënten een van de problemen zijn maar vaak niet het hoofdprobleem, maar kan wel een positieve bijdrage hebben in de behandeling.

Dat hoofdprobleem nu ligt meer in het verwerken van de input vanuit het lichaam en de omgeving en de mogelijkheden die dat brein nog heeft.

Bernstein introduceerde het concept van vrijheidsgraden van bewegen.

Verbetering van coordinatie betekende dat het aantal vrijheidsgraden waarin bewogen kon worden, toenam.

Bij een beschadiging zien we juist een afname van die vrijheidsgraden als een methode van het beschadigde “Brein” om nog te controleren.

Input –inputverwerking

Uit publicaties van Kaas. Recanzone, Merzenick (13,14) is duidelijk geworden hoe belangrijk input en dus inputverwerking is.

Onze hersenen hebben een stroom van input nodig om optimaal te kunnen blijven werken. Het is zelfs zo dat als een gebied om wat voor reden dan ook onvoldoende input ontvangt, er in de hersenen een reorganisatie plaats vindt waarbij aangrenzende hersengebieden deze delen overnemen en zich daardoor qua inputverwerken verbeteren.

Letterlijk ; “Use or Lose it “

Veel input heeft ook in de projecties in de hersenen consequenties zo gaf Recanzone aan dat meer prikkelen van de vingertoppen weldegelijk een verandering (in dit geval een vergroting) geeft van de projecties.

Deze verhoogde input heeft dus ook weer consequenties voor al die netwerken die daaraan aansluiten , er komt nu een andere prikkelstroom op gang.

Wil ik nu met een CVA –patiënt gaan werken aan een herleren van lopen dan is het essentieel te weten welke informatie er in de hersenen nog kan worden verwerkt en welke input van distaal daar een verbetering in kan aan brengen en welke niet.

De stoornis bij een CVA is niet zo zeer;

- het niet kunnen geven van input maar....
- het kunnen verwerken van deze input met de netwerken die nog werken.

Of te wel de gevoelsstoornissen (vooral deze input) “komt niet in de hersenen aan?”, **juist wel** , maar de verwerking is problematisch en dat is weer te zien aan datgene wat eruit komt.

Er kan dus ;

- proprioceptieve informatie gegeven worden en deze informatie gaat ook naar centraal ,alleen wat kan het inputverwerkende systeem daarmee. Is het in staat om de input uit de voet betreffende de stand ook om te zetten in een beeld in de hersenen en daarop te reageren met de juist spanning in de musculatuur waardoor de stand van de voet juist is.
- Dat geldt ook voor extero-ceptieve prikkels (bv.voelen waar je op staat)en de input uit de spieren (vooral de tonus) alles gaat naar centraal maar de verwerking is problematisch.

Dat betekent dat daardoor een lichaamsbeeld ontstaat dat veel minder/anders is als normaal en dat nu eist meer inzet van andere systemen waarbij het visuele systeem het meest gebruikte is.

Het beeld van het lichaam Prosiegel /Karnath (2,3) gaven dat aan (bij CVA – patiënten met een pusherbeeld-) is gestoord waarbij het bij de pusher een stoornis is die te maken schijnt te hebben met zijn lichaamstand in de ruimte t.o.v. de zwaartekracht. De uitkomst is dan dat deze patiënt uit het lood staat en het gevoel heeft correct te staan.

Dus;

De stoornis in het inputverwerkend systeem is de reden dat de output (Upper Motor Neuron) gevoed wordt met reacties die op dat moment de top van het kunnen van systeem vertegenwoordigen.

Dat betekent;

- Spasticiteit om daardoor de vrijheidsgraden van het lichaam te controleren is vanuit de inputverwerkend kant een positieve bijdrage aan het stabiliseren van het lichaam. Dat betekent vastzetten van de gewrichten met een hoge tonus.
- Pathologische synergieën zijn dan zeer beperkte en vaak a-functionele bewegingsvormen waar het inputverwerkend systeem wel iets over te "zeggen" heeft. Het "brein" is in staat deze te initiëren maar de afloop is steeds hetzelfde en daardoor helaas vaak a-functioneel. Deze synergieën vertegenwoordigen op dat moment de top van het inputverwerkend systeem.
- Incomplete synergieën geven dus aan het inputverwerkend systeem meer over heeft en nu zijn er differentiaties mogelijk en dus meer functionaliteit.

Gaan we testen voor zo ver dat gaat dan zien we;

- Dat extreem lage tonus die laag blijft correleert met weinig inputverwerkend vermogen in de hersenen omtrent dat deel van het lichaam.
- Dat een extreem hoge tonus (spasticiteit en pathologische synergieën) wijzen op een zeer beperkt werkende inputverwerking maar dat het "contact" beter is als bij een extreem lage tonus
- Op het moment dat er meer differentiatie komt blijkt de inputverwerking steeds een beter beeld te hebben van dat deel van het lichaam of van het geheel.

Met deze testen bepalen we wat de patiënt in die situatie waarneemt.

Dat is een beeld van de werking van het inputverwerkend systeem. Natuurlijk zal een inputverwerkend systeem zich gaan aanpassen aan zijn mogelijkheden en aan de input die hij nog ontvangt.

Deze input blijft een behandelbare grootte en kan dus altijd bijdragen aan verbeteren van de inputverwerkende mogelijkheden.

Dan moeten we wel weten welke input wel kan en welke niet!!

Output

Spiegel van het inputverwerkend systeem .

Output betekent controle over alle spieren . De mate van controle wordt bepaald door het inputverwerkend systeem en dat systeem wordt via het vele inputkanalen waaronder bv. het 'spiergevoel " (6,7,8) weer gevoed en kan zo controleren of deze controle optimaal is .

Iedere stoornis van het inputverwerkend systeem heeft direct een weerslag op de controle van de musculatuur.

Dat kan door;

- Minder controle over de basistonus nodig voor optimale houdingen en bewegingen.

- Niet in staat zijn om alle vrijheidsgraden te controleren en dus kiezen voor een oplossing van vastzetten van deze vrijheidsgraden vaak met een veel te hoge tonus.
- Kiezen voor een bepaalde structuur bv. de posturaal musculatuur meer vermogen te geven dan de fasische musculatuur Lieber(18) met als gevolg meer houding en minder bewegingsvermogen.

Deze aanpassing heeft direct gevolgen voor het optimaal functioneren van spieren en er zullen dus spieren minder kunnen presteren of zelfs spieren die eigenlijk voor snelle bewegingen zijn, zullen worden op den duur zelfs omgevormd tot langzame, dragende spier.

Dus vermindering van het inputverwerkende vermogen heeft ;

1. Zijn weerslag op de tonus.
2. Zijn weerslag op spieren en hun vermogen
3. Zijn weerslag op het vermogen van bewegen en in het kader van deze dag op het vermogen van opstaan en lopen.
4. Zijn weerslag van het controleren van het lichaam m.a.w. op het evenwichtvermogen.

Vooraf 4 is belangrijk omdat ;

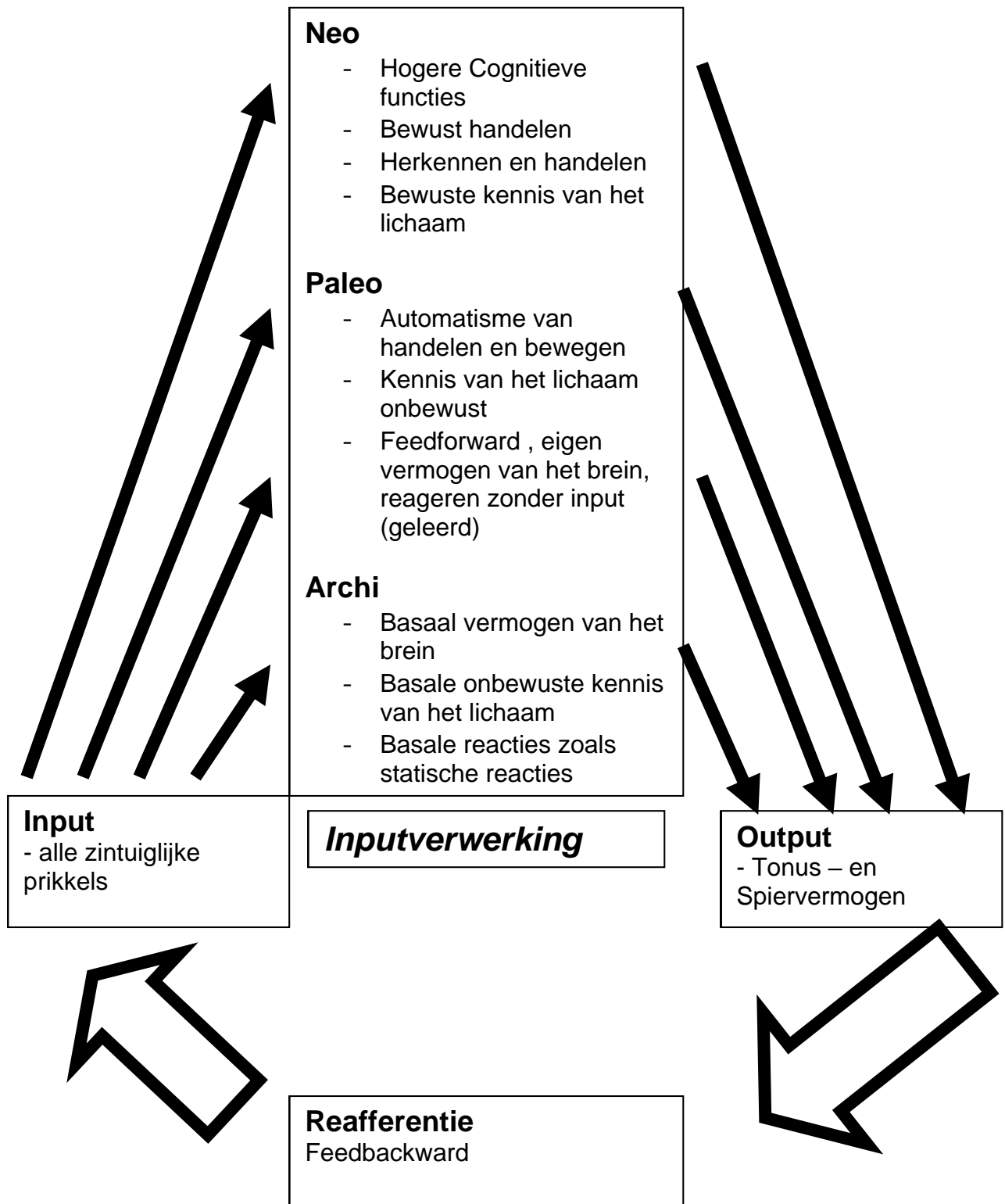
- Naast de aspecten direct gerelateerd met de spiercontrole
- Ook aspecten mee spelen van controle van het lichaam in zijn totaliteit als het steunvlak zo klein en beweeglijk is als het voortbewegen over een voet en naar de andere.

De totaliteit van het systeem zal steeds in het achterhoofd moeten worden gehouden om te komen tot een herleren van lopen.

- De input die binnen komt ,is die van dat niveau dat het inputverwerkende systeem niet meteen op til gaat en dat dus de tonus zodanige vormen aanneemt dat bewegen onmogelijk is.
- Het vermogen van het output systeem is aangetast wat kan dat systeem nog leveren en op welk niveau.
- Moeten we het output systeem extra behandelen om gevolgen van de aanpassingen die door het verlies aan vermogen van het inputverwerkend systeem zijn opgetreden te nivelleren.
 - Te denken valt aan , spierverskortingen kunnen op den duur leiden tot verkorte spieren.
 - Te denken valt aan , minder bewegen geeft meer stijfheid van de gewrichten
 - Te denken valt aan; verlies van bewegen heeft een negatieve invloed op het bewegingsvermogen van allerlei structuren waaronder bv., het zenuwweefsel.
- Kennis hebben van normaal bewegen en wat waarom zo zwaar en/of zo moeilijk is en hoe optimaal gebruikt gemaakt kan worden van datgene wat nog aanwezig is en dus vandaaruit uit te breiden.

Figuur 1

Aangepast Jackson schema, waarbij de hiërarchie eigenlijk blijft omdat fylogenetisch jongere systemen toch kwetsbaarder zijn, maar met heterarchische systemen erin opgenomen.



Uitleg Figuur 1:

- Hiërarchisch systeem is de opbouw van Neo – over paleo naar - archi waarbij de inhiberende functie wordt aangegeven van de hogere systemen t.o.v. de lagere.
- Heterarchische systemen spelen bij het herleren een belangrijke rol , want eenmaal geleerd is de hoeveelheid input niet nodig om een adequate reactie te verkrijgen. Zo zal het controleren van het evenwicht gereguleerd worden via dat systeem bv. feedforward.
- Allerlei input systemen worden continu gebruikt om bij het lopen controle te houden over het lichaam t.o.v. de omgeving. Bv. de ogen hebben naast de visuele functies “het verkennen van de weg” ook een functie door middel van de “optic flow”.
- Al deze input heeft effecten in het inputverwerkend systeem en zal dus daarmee invloed hebben op de output die op zich weer invloed heeft op de input.
- Bv. bij de ziekte van Parkinson zal de stoornis vooral het paleo- niveau treffen waardoor of door bewuste inspanning (Neo- niveau) of door cue's van buiten (input) bewogen moet worden. (Dus de pijlen vanuit het paleo niveau zijn minder)
- Echter ook in de diverse systemen kan men een onderverdeling maken. Het aansturen van de houdingsmusculatuur (posturaal) heeft een “lagere” hiërarchische locatie als het controleren van de bewegingsmusculatuur (fasisch). Dat houdt in dat bij een letsel van de hersenen de kans bestaat dat de houdingsmusculatuur het eerst terug is maar ook kan gaan overheersen. Door de reciproke inhibitie kan hierdoor een situatie ontstaan dat de fasische musculatuur niet meer optimaal kan functioneren.
- De informatie vanuit het inputverwerkend systeem: U.M.N. (Upper Motor Neuron) wordt eenzijdig en dat zal door het lichaam vertaald worden in spinale en neuromusculaire veranderingen. Een spier die niet meer gevraagd wordt snel te zijn maar waar wel een beroep op gedaan wordt om “mee” te houden zal op den duur veranderen van een fasische spier naar een posturale spier.

Al deze veranderingen hebben direct een effect op het herleren van lopen en moeten dus in het trainingstraject worden opgenomen.

Lopen is balanceren binnen het steunvlak, maar het blijft balanceren , als van het systeem dan nooit gevraagd wordt om de houding te snel te controleren, zal de veranderingen in het systeem ook zodanig zijn dat deze correctie van de houding ook niet meer snel kan.

Evenwichtreacties of reageren op verstoringen van de balans eisen snelle correcties als dat op den duur niet meer mogelijk is, zal het grote consequenties hebben voor het kunnen / durven lopen.

Informatie uit het lichaam die niet optimaal wordt waargenomen zal een verandering geven in het inputverwerkend systeem dus ook in de motoriek.

Als we tijdens de training geen aandacht besteden aan deze inputkanalen zal het vermogen van het inputverwerkende systeem alleen maar verschromelen.

Juist bij neurologische aandoeningen is de input op zich intact betreffende de tactiele/proprioceptieve input maar is de waarneming van deze input gestoord. De weg naar de hersenen is open maar het ligt aan de plasticiteit van de hersenen of deze input weer die plaats krijgt, kan krijgen, die eigenlijk noodzakelijk is.

Aan de andere kant blijft het fenomeen "Use or Lose it" overeind, dus geen gebruik maken van deze input hoe minimaal ook zal weer leiden tot een verschromeling.

Beperkingen van de vrijheidsgraden zal het looppatroon ook aanzienlijk veranderen. Als het inputverwerkend systeem "kiest" voor een hoge tonus en daarmee het aantal bewegingsmogelijkheden in de gewrichten minimaliseert zal het looppatroon veranderen maar secundair zal er ook veranderingen optreden in het been waardoor de soepelheid van het systeem sterk verminderd.

Sinkjaar gaf aan dat de mobiliteit van de aangedane enkel bij CVA – patiënten t.o.v. de niet –aangedane zijde met 94 % verminderde, vergeleken met een persoon van gelijke leeftijd zonder CVA was dat 278 %.

Ergo.

Om herleren van lopen optimaal te kunnen laten verlopen moet we kennis hebben van ;

1. Input en vooral de vertaling van deze input door het inputverwerkend systeem (hersenen)
2. De output geeft ons een beeld welke vertaalslag het inputverwerkend systeem maakt of liever gezegd kan maken.
3. De output zelf geeft ons een beeld van hoeveel tonus (spasme) nodig is en hoeveel vermogen er nog over is om de snelle musculatuur aan te sturen.
4. Door evenwichtsreacties krijgen we een beeld van wat er in die situatie mogelijk is en wanneer er duidelijk sprake is van overvragen.

Dan komen we op een "**Key- Question**"; "Hoe kunnen we zien dat het systeem overvraagd wordt!"

Als we hier een antwoord op kunnen geven kunnen we niveau bepalen en beginnen met het herleren van lopen.

Overvraagd, te zien aan;

1. Tonus, deze gaat dan snel omhoog en als de centrale inhibitie mager is, zien we stereotiepe bewegingssynergieën.
2. Gedrag, een patiënt die overvraagd wordt is vaak angstig en dat is aan het bijpassende gedrag te zien.
3. Statische reacties, basale reacties die manifest zijn (zie tabel 1) en daarna gehinibeerd worden, bij neurologische aandoeningen zien we ze vooral als we moeilijk of zelfs te moeilijk bezig zijn.

Tabel 1

Houdingsreflexen volgens Barnes(1978) in maanden

O	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	→		ATNR									
STNR				- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	▶
	→						TLR					

Statische reacties zijn onder te verdelen in;

1. Lokaal (positieve en negatieve steunreactie)
2. Segmentaal (Gekruist-strek-reflex)
3. Algemeen (S.T.N.R. – A.T.N.R. – T.L.R.)
4. Totaal (geassocieerde reacties)

Overvraagd omdat men weet hoe zwaar/ moeilijk het is en dus weet heeft van:

- De senso-motorische mogelijkheden
- Het neuropsychologische vermogen direct gericht op het lichaam en de omgeving
- Het romp vermogen vooral van de onderste romp
- De reciproke inhibitie
- De kracht van de spieren, vooral de “snelle” en de vraag die aan hen gesteld worden
- De bewegingsmogelijkheden in de gewrichten en welke structuren daar een negatieve invloed in hebben
- De conditie
- De.....

Echter om tot lopen te komen , moeten we wel kunnen “gaan staan” en dat is moeilijker / zwaarder en kan daardoor de start van het lopen zeer negatief beïnvloeden , daarom eerst.....

Het gaan staan

Inleiding

Gaan staan is een noodzakelijkheid om tot lopen te kunnen komen en het lijkt in de praktijk van alle dag niet belangrijk te zijn.

Toch zien we dat in verzorgingshuizen de zorgvraag vaak de grens van de mogelijkheden aldaar overschrijdt als de patiënt niet meer met enige hulp kan gaan staan.

Eigenlijk is dit daar nog belangrijker dan het niet meer kunnen lopen.

Enkele citaten;

- “Lopen eist het vermogen om te gaan staan en te gaan zitten “. (Carr & Shepherd 1989,1990.
- “Gaan staan en zitten is een van de meest zware ‘iedere dagtaak’ die we dagelijks doen” Berger en al,1988
- “Verlies van het gaan staan is een van de meest hospitaliserende factoren die er zijn”. Branch & Meyers 1987

- “Ongeveer 1000 maal opstaan is nodig om van niveau 2 naar 4,5,6 te komen .MAS (Motor Assessment Scale)“Canning 1999

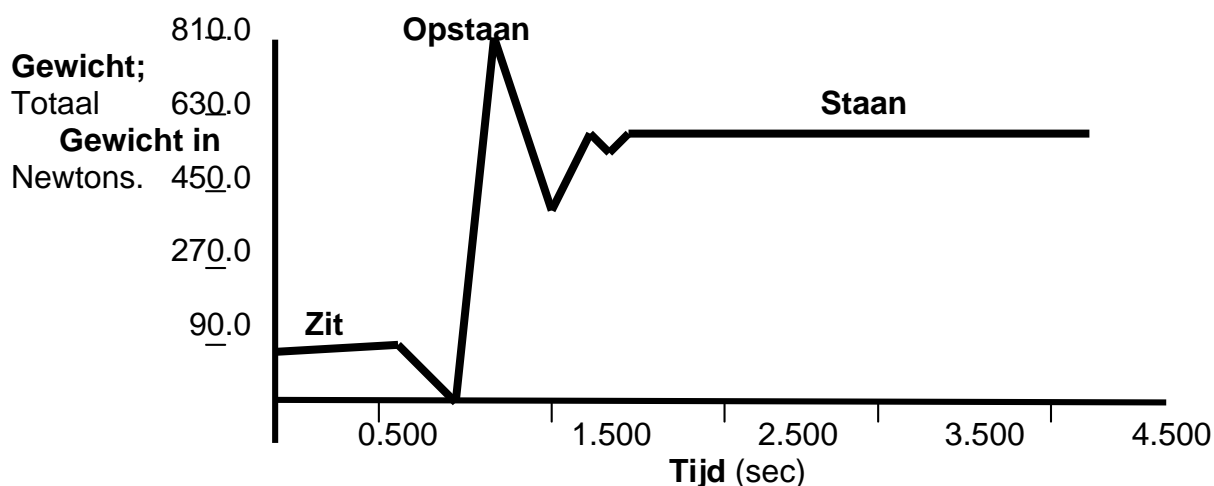
Uit een onderzoek door Gentile en Shepherd bleek ;

1. Hoe zwaar het was.
2. Dat vooral het moment van “met de billen los” een krachtexplosie vraagt van de gluteaal musculatuur en deze zijn vooral fasisch.
3. Dat de gewichtsverdeling (Vorlage) boven de voeten een zeer delicate evenwichtrelaterende houding is met in alle gewrichten middenstanden dus veel musculaire activiteit.
4. Dat een beperking in een enkel al een houdingverandering geeft asymmetrisch naar de andere kant.
5. Dat de kracht nodig om te gaan staan , geleverd moet worden door twee ‘billen”. Is een niet in staat optimaal mee te doen dan moet iemand een andere strategie ontwikkelen, zoals meer met steunen van de armen of asymmetrisch een been en een hand.
6. Dat een patiënt na Cva met onvoldoende power niet zonder facilitatie symmetrisch kan gaan staan.
7. Dat het gaan staan een beweging is met de basis de voeten en de vraag is of dat gedurende de beweging steeds een statische stabiliteit is.

Opstaan behoort tot de zwaarste alledaagse beweging die wij maken.

Figuur 2

Shepherd & Gentile



Dat betekent dat gaan staan ;

- een veelvoud aan kracht vraagt dan staan
- dat deze kracht opgebracht moet worden in een zeer korte tijd dus moet hij explosief van karakter zijn
- dat er op het gebied van controle van het steunvlak ineens immens veel verandert

Dit ons achterhoofd gaan we het gaan staan bekijken vanuit de mogelijkheden van de CVA – patiënt.

- Verlies van inputverwerking geeft hem weinig mogelijkheden om “te weten” hoe zijn been staat en wat deze kan.
- Verlies van controle van de output maakt dat vooral de posturale – de langzame spieren- in een synergie worden geactiveerd en dat de explosieve spieren – fasisch – geïnhibeerd worden.
- Verlies van de inputverwerking houdt hem niet op de hoogte hoe het proces verloopt en hoe hij tot stand komt dus zonder hulp oriënteert hij zich op zijn niet-aangedane kant waar die informatie wel binnen komt.
- Door deze asymmetrie zal de pathologische synergie alleen maar meer geactiveerd worden en de beweging alleen maar bemoeilijken

Dus; Zonder facilitatie van input en output , waarbij de output door inhibitie op een zo normaal mogelijk tonus gehouden moet worden , willen de fasische spieren een mogelijkheid hebben om hun functie uit te voeren, is gaan staan symmetrisch niet mogelijk.

De kracht die van de spieren gevraagd wordt op het moment dat de billen los komen is immens en tegelijkertijd moet het coördinatief vermogen groeien omdat het steunvlak verandert of liever gezegd dreigt te veranderen van een statische stabiliteit naar een dynamische stabiliteit.

Dat geldt voor een patiënt met een Cva nog extremer want op het moment dat hij op zijn niet aangedane been staat met de handen los is de statische stabiliteit afhankelijk van het aangedane been.

Statische stabiliteit;

- **Een steunvlak van minimaal 3 punten.**
- **De voet bestaat in principe uit twee punten nl. de voorvoet en de hak**

Dynamische stabiliteit;

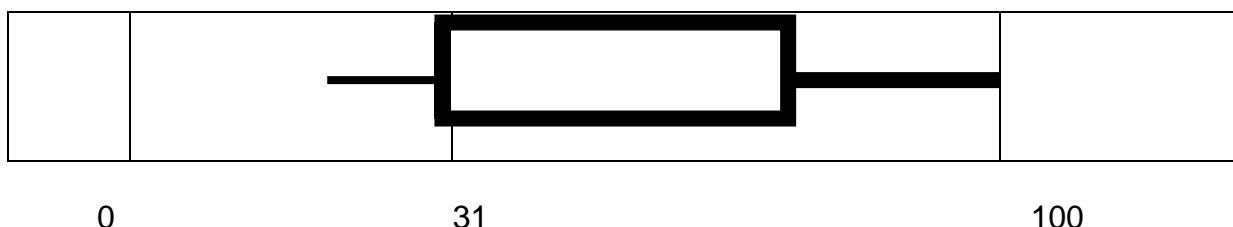
- **Het steunvlak bestaat uit minder dan 3 punten**

Bij een CVA patiënt die gaat staan over de niet-aangedane kant met “minimale” belasting van de aangedane kant, is dat moment bereikt als de steun van de hand wegvalt.

Kijken we naar de belangrijkste spieren op het moment dat de billen loskomen dan zien we;

Actie van de m.gluteus max. (Rozendal)

Figuur 3



Grote inspanning gedurende (31) billen omhoog en voor het bewegingseinde (staan 100) is het grootste gedeelte al gedaan.

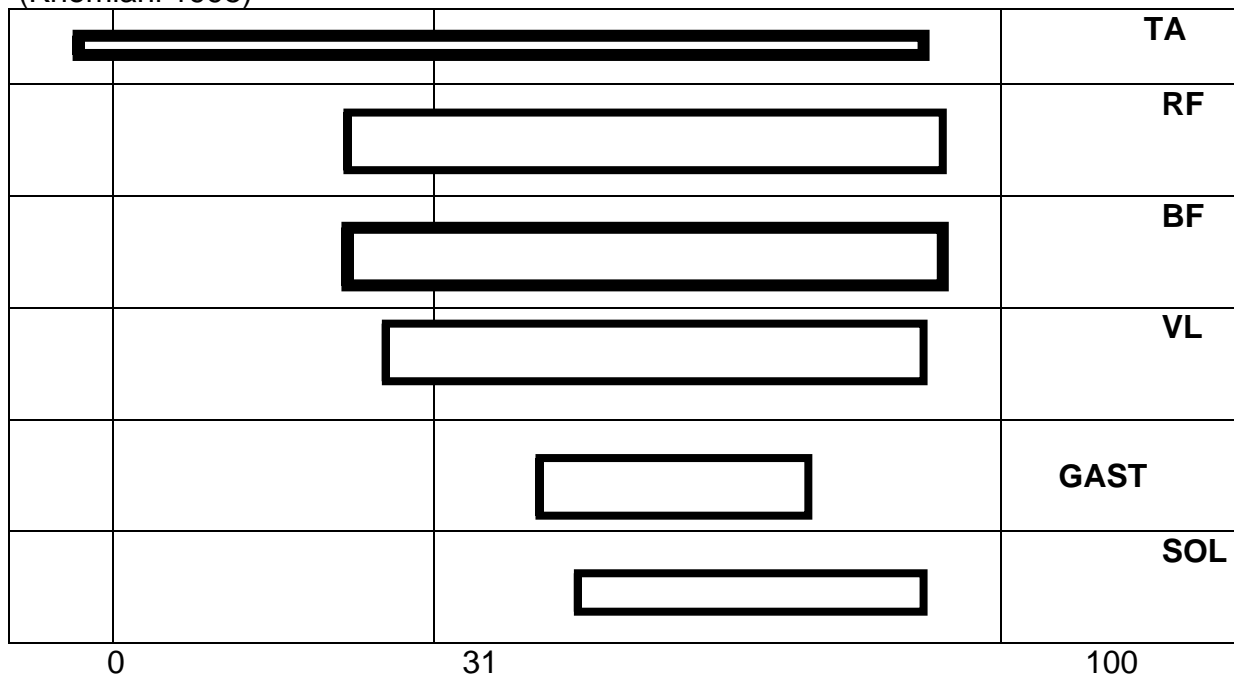
Gaan we in de praktijk kijken wat grote problemen geeft bij het gaan staan of zelfs het naar voren komen vanuit de onderste romp, hetgeen ook een belangrijke actie is van de gluteaal musculatuur, dan begrijpen we beter waarom de CVA – patiënt daar zoveel moeilijkheden mee heeft.

Nl.;

- de coordinate is niet “up to date”
- de beweging uit de onderste romp vereist een inhibitie van de streksynergieen
- de patiënt neemt zijn been niet of onvoldoende waar
- en daardoor komt de musculatuur niet of onvoldoende zonder hulp uit de verf.

Overzicht van andere spieractiviteit bij het gaan staan.

Figuur 4
(Khemlani 1995)



TA = m.tibialis anterior

RF = m.rectus femoris

BF = m.biceps femoris

VL = m.vastus lateralis

GAST = m.gastronemicus

SOL = m.soleus.

0.= begin van de beweging gaan staan

31.= billen omhoog

100.= einde van de beweging ,staan.

Bv. Een overmatig actieve plantair flexie ,onderdeel van de streksynergie, zal de tibialis anterior remmen en daardoor wordt het moeilijker om het gewicht goed over de voeten voor en achter te verdelen.

Dus **moet** de patiënt wel uitwijken.

In een onderzoek van Seelen en anderen werd goed in beeld gebracht hoe moeilijk het is voor een patiënt met een CVA om die aangedane kant zonder hulp er optimaal bij te betrekken.

Ter vergelijking de zelfde technieken bij patiënten zonder een CVA waaruit blijkt hoe "symmetrisch" wij gaan staan.

Techniek 1;

Patiënt mag opstaan naar eigen keuze echter zonder steun van de handen op de zijleuningen

Techniek 2;

De patiënt wordt gevraagd de handen te vouwen en ze gestrekt naar voren te brengen bij het opstaan

Techniek 3;

De patiënt wordt gevraagd op te gaan staan met de aangedane voet achter de niet-aangedane voet geplaatst.

Onderzoek van Seelen(20)en anderen :

Tabel 2

Van zit tot stand

		Techniek 1	Techniek 2	Techniek 3
C.V.A.	Niet-paret. Been	73,6%	76.6%	70.6%
	Paretisch Been	38.0%	37.3%	42.2%
Geen C.V.A	Links	59.3%	57.1%	56.8%
	Rechts	58.7%	57.7%	61.4%

Opvallend in het onderzoek zijn ;

1. Gedaan in een revalidatie kliniek bij patiënten die zelf konden opstaan.
2. De asymmetrie bij de CVA patiënt is in alle 3 de technieken heel duidelijk.
3. Dat het geheel boven de 100% uit komt.
4. Laten we de patiënt vrij dan kiest hij voor techniek 1 meestal kan techniek 3 niet omdat hij niet in staat zelf zijn aangedane been verder naar achteren te plaatsen.
5. Techniek 2 geeft meer asymmetrie. Dus is het naar voren brengen van de armen verzwarend.
6. Aangedane voet achter de niet-aangedane voet geeft meer activiteit van de aangedane kant .
7. Om symmetrisch te leren gaan staan moet er dus zeker steeds voor 20% gefaciliteerd worden aan de onderste romp
8. De meest symmetrische manier van opstaan bij patiënten zonder een CVA is techniek 2.

Opstaan is een activiteit die het uiterste vraagt van een patiënt met een CVA en als deze niet optimaal wordt gefaciliteerd, moet de patiënt wel asymmetrisch op gaan staan.

Dat betekent dat hij ook moet starten met het lopen asymmetrisch.

Het verlies van selectiviteit van met name de onderste romp heeft verstrekken gevolgen voor het gaan staan, maar natuurlijk ook voor het gaan.

Juist de onderste romp moet een dubbele functie realiseren nl;

1. Stabiliteit, het gewicht moet tijdens het gaan, gedragen worden
2. Dynamiek, de controle van dat gewicht moet nagenoeg perfect zijn met zo'n klein steunvlak en tegelijkertijd moet het ander been naar voren geplaatst worden.

Inzicht in het functioneren van de onderste romp is dus essentieel om een effectieve manier te vinden voor het opstaan maar ook voor het gaan.

Het centraal zenuwstelsel probeert na het CVA zich te reorganiseren en een van de symptomen is de spasticiteit. Juist deze spasticiteit is een teken van het inputverwerkend systeem hoe het probeert om te gaan met zijn restvermogen.

Bernstein gaf al aan dat een van de opmerkelijkste veranderingen waren niet alleen de ontremde tonus maar ook het optreden van synergieën waarbij het systeem zocht naar een minimum van vrijheidsgraden.

Hoe moeilijker het systeem het krijgt hoe meer gewrichten er op slot gezet worden, te veel op slot maakt bewegen nagenoeg niet meer adequaat mogelijk dus moeten we achterhalen wat te veel is en wat nog net kan.

De leidraad daarbij is de tonus.

Extreme tonus met statische reacties zegt ons dat we te veel vragen en dat het beschadigde centraal zenuwstelsel zoveel vrijheidsgraden niet aan kan en dus de boel op slot moet zetten.

Gaan we dan naar de regels kijken opgesteld door Levitt en Ryerson (16) dan zien we dat overheersing van de extensoren van de romp een negatief gevolg hebben op het opstaan en het lopen.

Tabel 3

Onderste rompbewegingen - normaal

(bewegingen zoals we die maken in zit waarbij we uit het steunvlak komen.)

	Wervelkolom	Scapula	Heupen	Knieen
Voorwaarts	Extensie	o.a. Adductie	Flexie	Flexie
Achterwaarts	Flexie	o.a. Abductie	Extensie	Extensie
Zijwaarts	Wervelkolom	Scapula	Heup	
Gewichtdragende zijde	Verlenging	o.a. Abductie	Exorotatie	
Geen gewichtdragende zijde	Verkorting	o.a. Adductie	Endorotatie	

Vertalen we dit naar stand dan hebben we een extensie in de wervelkolom nodig om verlenging en verkorting (dus rotaties) mogelijk te maken.

Dat nu is weer noodzakelijk om te komen tot een goede gewichtsverplaatsing. Deze gewichtverplaatsing vereist een stabiel en tegelijkertijd een dynamische heupgewricht waarop de wervelkolom anticipeert met een verlenging en een verkorting in meer of mindere mate.

Als we de bewegingen van de onderste romp – normaal – vergelijken met de mogelijkheden die de onderste romp nog heeft na een CVA dan valt op dat juist de fasische musculatuur niet of onvoldoende uit de verf komt.

Hetzij door inhibitie van de posturaal musculatuur hetzij door te weinig kracht hetzij door beiden.

Dat betekent dat dragen en zich tijdens de standfase over het been naar voren bewegen te zwaar wordt.

We zien dan bij het begin van de standfase en aan het eind van de zwaafase hielstrike – terminal sway ;

1. Te veel extensie door het landen van de bal van de voet (statische reactie Positieve steun reactie)
2. Te veel extensie zien we al voor de hielstrike als het been door de “lucht” zwaait en naar voren wordt “gegooid “ door het andere been vaak door een kanteling van het bekken achterover door de niet-aangedane kant.
 - Onderste romp achterwaarts geeft meer extensie in het been.
 - Verlies van input –inputverwerking geeft vastzetten van de gewrichten in een extensie synergie
3. De belasting van het aangedane been op het eind van de zwaafase is veel te laat en te weinig, er treedt wat verplaatsing naar de aangedane kant naar te laat en te weinig – Schunkel reactie zal de extensie versterken-
4. De tonus van het aangedane been is door al die redenen al veel te hoog en voornamelijk extensie. Juist in zwaafase is input en inputverwerking minimaal omdat er geen extra input is en zal de tonus afhankelijk van de beschadiging heel hoog zijn en zullen ook de statische reacties hier een zeer essentiële rol in spelen.

Het landen op de bal van de voet en het “verlies” van gevoel maakt dat de tonus nu zodanig hoog is dat er heel veel belast moet worden om deze weer te normaliseren. Probleem is nu vaak, dat daar extra input voor nodig is die de patiënt zelf niet kan genereren , dus wordt hij gedongen als het ware om zijn been te lopen.

We kunnen dit verstrekken door de input dus stabiliteit te geven aan de niet-aangedane kant in de vorm van een 4 –poot. Dan zijn er aan de niet-aangedane zijde 4 vaste punten en aan de aangedane zijde 1, de uitkomst lijkt mij duidelijk.

De standfase blijft bij hielstrike hangen en we zien dus;

1. Geen beweging over de heup heen, meestal blijft het been in een extensie /adductie /endorotatie – streksynergie hangen. Dat betekent dat het heupgewricht nagenoeg vast staat en ook geen beweging verder kan toelaten.
2. Geen verlenging in de romp,
3. Geen armzwaai omdat de romp verkort blijft en het schouderblad in adductie.

4. Dus moet er een beweging om de heup gemaakt worden om het niet aangedane been naar voren te krijgen
5. Dat kan dus nooit meer zo ver als vroeger
6. Dus moet de paslengte ook zonder visuele controle wordt verkleind.

We zien dus een hielstrike die tot de midstands misschien komt.
En we zien dat tijdens deze standfase alleen maar posturaal musculatuur werkt.

Natuurlijk moeten we verder kijken dan alleen lopen. We moeten te allen tijde bij lopende patiënten ook rekening houden met verlies van evenwicht.

Dat betekent dat er een beschermmechanisme moet zijn en dat kan alleen door;

- 1^{Ste} verdedigingslinie - evenwichtsreacties
- 2^{de} verdedigingslinie - opvangreacties

Essentieel van evenwichtsreacties zijn ;

- input en inputverwerking moet passen bij het lichaamsschema en het vermogen.
- Om adequaat te kunnen reageren moet er een normale tonus zijn . In ieder geval zal een extensie synergie tijdens een probleem moment alleen maar toenemen in tonus en niet bij dragen aan een goed evenwichtgevoel c.q. reactie
- Er moet nog een vermogen zijn om snel te zijn. Snel zijn hoort thuis bij de fasische musculatuur en juist door de pathologische hoge tonus zal allereerst de fasische musculatuur reciproke geïnhibeerd worden maar "op den duur" zullen veranderingen in het supraspinale/spinale maar zeer zeker ook in het neuromusculair systeem het nagenoeg onmogelijk maken om de fasische musculatuur nog in te zetten.

Opvangreacties is ons antwoord op evenwichtsproblematiek

- Opvangreactie ook wel beschermpassen genoemd ,zijn zeer snelle antwoorden op een evenwichtsvermindering waarbij door het verzetten van vaak maar een voet een nieuw steunvlak wordt gevormd, waarbij het lichaam weer binnen het steunvlak is.
- Dat betekent dus snel zijn en dat nu weer lukt niet als we trainen met een te hoge tonus

De basale vraag bij het herleren van lopen bij CVA – patiënten is dus;

Hoe kunnen we leren bewegen zonder dat deze tonus zo hoog is dat verder ontwikkeling nauwelijks mogelijk is en dat veranderingen (noem het aanpassingen van het systeem)niet zo dominant worden dat het behaalde eerder verloren wordt dan uitgebreid.

Het moge duidelijk zijn dat de tonus daarbij een sleutelrol vervult!

We moeten dus iets vinden dat;

- De tonus positief beïnvloed
- Toch lopen mogelijk maakt want “ **lopen leer je alleen door het lopen**”
- Toepasbaar is in allerlei contexten en dus gebruikt kan worden op allerlei plaatsen en door de dag waardoor het functionele aspect veel beter tot zijn recht komt.- generalisatie.

Hoofdprobleem is perceptie.

Het controleren van alle vrijheidsgraden in het lichaam en dan ook nog in staat zijn te bewegen in een omgeving met allerlei 'obstakels' en bochten eist ongelooflijk veel voor een gestoord inputverwerkend systeem.

Dat geeft dat systeem aan door een abnormaal hoge tonus en eventueel met de inzet van statische reacties waarmee het systeem aangeeft tegen de top aan te zitten of zelfs er over heen is.

Dus onze behandeling moet zijn dat lopen mogelijk is maar dat de tonus beheersbaar blijft en er geen statische reacties nodig zijn om te kunnen lopen. Zijn we hierin in staat dan bouwen we het lopen op een manier dat het echt herleren heet en laten we steeds afhankelijk van de mogelijkheden iets meer toe hetzij met betrekking tot het steunvlak hetzij met betrekking van de steun hetzij met betrekking van meer vrijheidsgraden.

Opbouw begint dus al bij het opstaan. Als dan te veel gevraagd wordt of onvoldoende juist gefaciliteerd wordt is de tonus zodanig verandert dat van een goede start al geen sprake meer kan zijn.

Het opstaan geeft ook een indicatie wat het systeem nog kan. Welke hulp hetzij door een hulpverlener hetzij door een verbetering van het steunvlak hetzij door beide, moet er gegeven worden.

Om lopen te herleren ontkomen we er niet aan om iets te doen aan steunvlak-vergroting dat kan door de hulpverlener en dat kan door een hulpmiddel maar het steunvlak moet groter om voldoende stabiliteit te creëren van waaruit bewogen kan worden.

Nu willen we herleren van lopen met als doel een zo groot mogelijke zelfstandigheid en dus met een groot arsenaal aan snelle correcties en opvangmogelijkheden. Dat betekent dat basaal er een controle moet zijn van de abnormale tonus zeker als die ook nog elementen in zich heeft van statische reacties.

Welke hulpmiddelen?

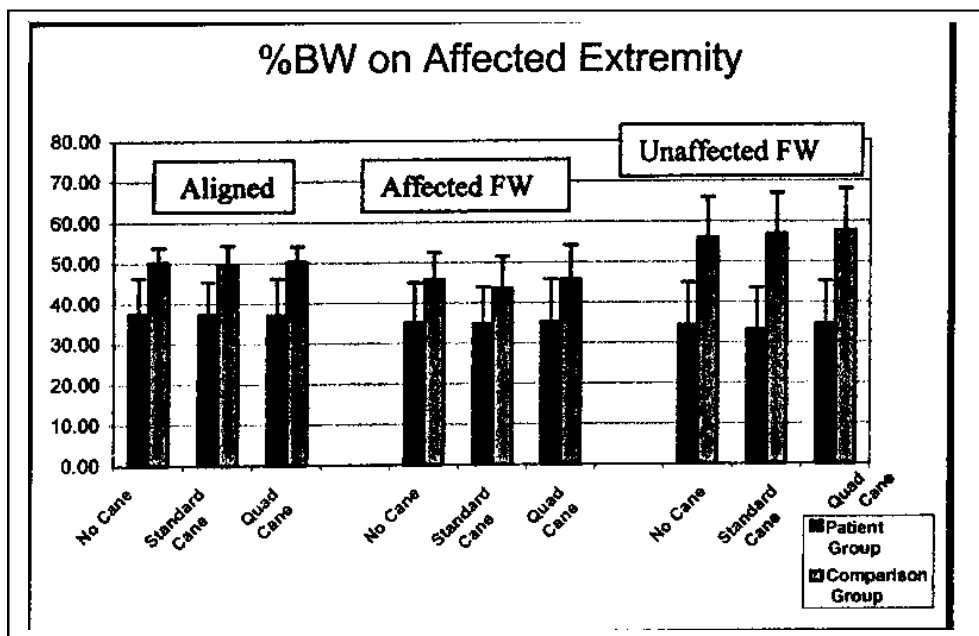
Bij hulpmiddelen moeten we zoeken naar steunvlak vergroters die het looppatroon aanvullen.

Daar bedoel ik mee dat de basale beweging van symmetrische gewichtverplaatsing van het ene been naar het andere been behouden blijft en dat er toch veilig gelopen kan worden.

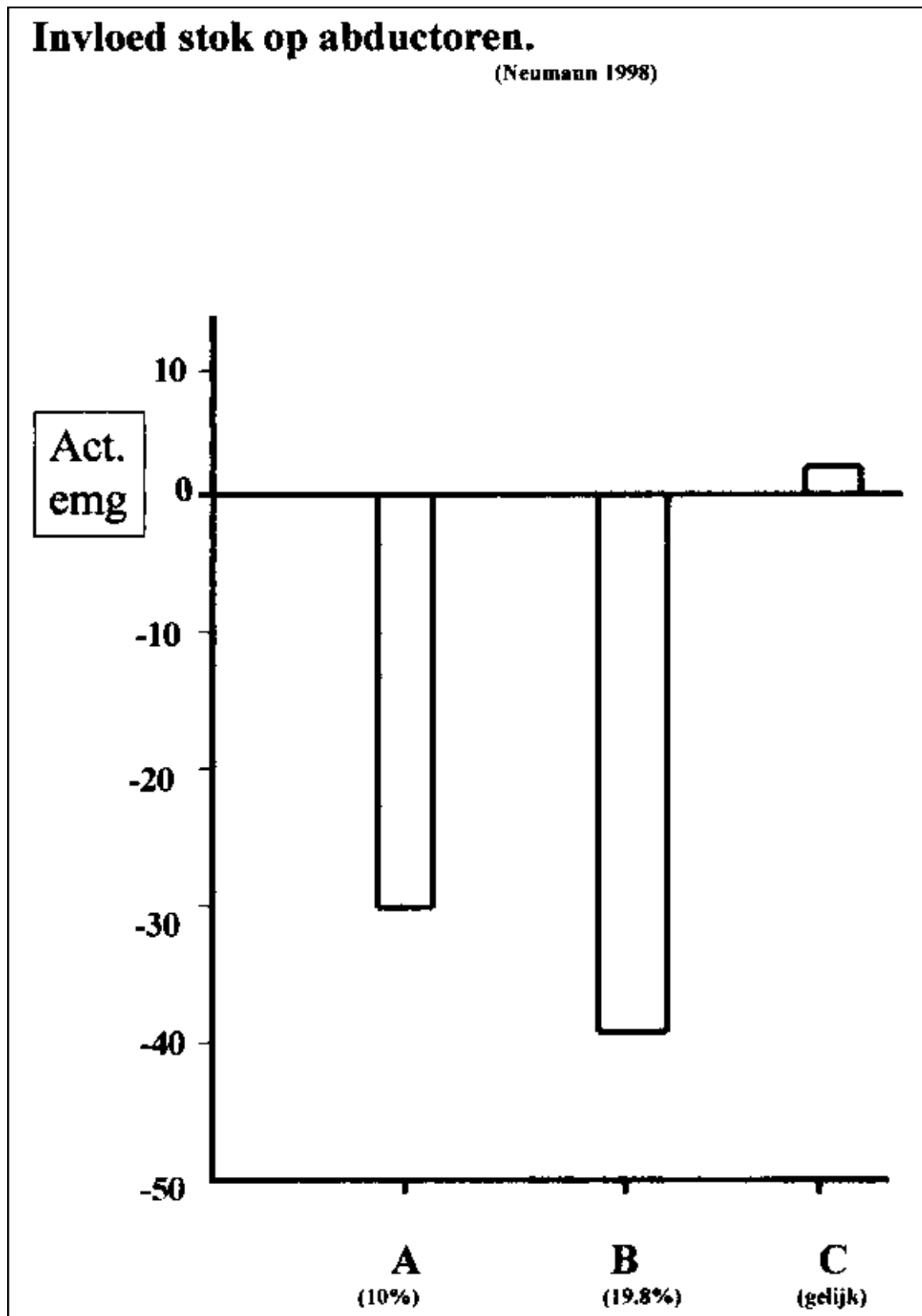
Het eerste hulpmiddel waar ik dus **niet** aan denk is de 4-poot.

Zoals Laufer(18) in zijn onderzoek terecht aangaf werd ;

- de posturale zwaai aanzienlijk minder
- de belasting van het aangedane been ook



Figuur 5 De belasting van het aangedane been was minder dan 40% als de benen naast elkaar stonden, 35% poistie aangedane been en stok op een lijn en onder de 35% als het aangedane been achter stond. Hetgeen geldt zonder, een gewone stok en 4 –poot. (Laufer 15)



Figuur 6.
Stok aan de andere kant met 10% belasting gaf een daling van de EMG activiteit van rond de 30% van normaal. (19)

Dus blijkt uit onderzoek dat de activiteit van de musculatuur die het heupgewricht tijdens de standfase moet stabiliseren juist bij het gebruik van een stok / 4-poot “negatief” actief is.

Uit EMG metingen blijkt dat de musculatuur ver onder zijn gewenste peil actief is.

En we willen juist proberen om bij het herleren van lopen **het accent zo hoog mogelijk op de aangedane zijde te leggen zonder door te schieten.**

Naar mijn gevoel is dat mogelijk waarbij we vaak een grote steunvlak gebruiken als de 4 –poot.

Door de patiënt een stoel te geven met de rugleuning naar hem toe en door deze weg te duwen creëert hij een steunvlak dat;

1. Groter is dan een 4-poot
2. Voor hem staat, dus weggeduwd moet worden, hetgeen activiteit eist van de ventrale musculatuur
3. Niet opgetild hoeft te worden dus de dynamisch gesloten keten blijft steeds intact.
4. De beweging lateraal blijven intact zodat er geleerd wordt gewicht te nemen op het aangedane been en er een goede gewichtverplaatsing ontstaat.
5. Door deze gewichtsverplaatsing zien we ook dat de zwaafase meer in het geheel past en dat de circumductie en het kantelen van het bekken (achterover) afneemt.
6. De toepasbaarheid op de afdeling is erg groot. Overal zijn stoelen en stoelen kunnen overal binnen worden geduwd er kan dus veel sneller begonnen worden met automatiseren en generalisatie van het lopen.
7. De musculatuur vooral de abductoren worden intenser gestimuleerd als bij het gebruik van een stok of 4-poot, hetgeen in het proces heel belangrijk is om te komen tot een stabiel heupgewricht tijdens de standfase.
8. Het duwen van een stoel vraagt niet alleen activiteit van de romp voor maar ook van de benen en vaak zien we dus dat de extensiesynergie open gebroken wordt en er dus meer selectiviteit mogelijk is.
9. Manoeuvreren met een stoel eist meer vermogen , zeker als het op de afdeling in de A.D.L. gebruikt wordt en dat is dan meteen een training naar minder steun voor en meer creativiteit .

Vanuit het lopen met een stoel eventueel in het begin noch met hulp is er een prima basis om het herleren verder te ontwikkelen

Welke hulp?

De hulp die patiënten nodig hebben kan eigenlijk maar dienen om twee problemen op te lossen.

1. Te weinig kracht/vermogen om het gewicht op het been te dragen
2. Te weinig selectiviteit om juist op het been te gaan staan en een optimale stand en/of zwaafase te maken.

Ad.1 Nu heeft iemand extra steun nodig alleen waar?

Zien we onze ouderen rond lopen dan is hun antwoord bijna altijd dat de kracht die ontbreekt overgenomen wordt door de kracht/draagvermogen van de armen.

Natuurlijk tot op zekere hoogte prima maar betekent dat aan het probleem van het verminderd vermogen van de benen niet veel meer wordt gedaan en dat is geen "herleren van lopen"

Dus we zullen naar "hulp" moeten die daar faciliteert waar het nodig is en dat is meestal de onderste romp en als we handen te kort komen dan desnoods maar met een vast gezette knie en dus zo te komen tot een opbouw van kracht .

Ad.2 Ook hier geldt dat het grootste euvel in de onderste romp zit en dat daar onze handen moeten zijn om te helpen.

Natuurlijk kan het vaak niet facilitatie alleen en moeten we het steunvlak groter maken en dan proberen de selectiviteit op te bouwen.

Basaal kunnen we dus stellen ;

Om lopen te herleren moeten we proberen de onderste romp optimaal te trainen en daarvoor hebben we twee mogelijkheden die we perfect kunnen combineren.

Dat betekent dat we beginnen met;

- Gewicht leren dragen dus een tonus opbouwen die straks nodig is om te dragen maar ook de beweging uit te voeren en hier zijn alle wegen open.
- Als we genoeg vermogen hebben(vermogen heeft betrekking op input,inputverwerking,tonus, motoriek) gaan we proberen een situatie creëren waar we de oefensituatie kunnen verlaten en het toepasbaar maken voor de A.D.L. Daar hoort dus basaal gaan staan bij anders kunnen we het lopen vergeten en mijn keuze is dan lopen met een stoel met/of zonder facilitatie
- Op het moment dat het steunvlak minder noodzakelijk wordt af bouwen door;
 - - ander steunvlak waar niet "zo" op gesteund kan worden –het liefst voor.
 - - facilitatie (hands on) meer gericht op bewegen
 - - facilitatie afbouwen (hands off – Gentile)meer gericht op opbouw van eigen balans

Hands on of hands off is een heel moeilijk maar wel essentieel moment.

De patiënt die zonder steun , durft en kan lopen heeft een forse stap gezet op het traject dus hands-off hoort erbij en moet er ook altijd bij horen, echter soms lijkt het nooit haalbaar dan

- Langer -hands off- met hulpmiddel voor laten lopen.
- Hydrotherapie (Halliwick) lopen in water ,geeft meer input ,geeft instabiliteit er moet dus bewogen worden, eist minder draagvermogen maar geeft ook meer mogelijkheden om te corrigeren en is dus een perfecte manier om evenwicht en beschermassen te trainen en zo een hogere zelfstandigheid op te bouwen die op land weer verder te ontwikkelen is. Balanstraining in water is een perfecte manier om te komen tot hands off op land.

Vanaf het begin van het proces moet er ook aandacht zijn voor;

1. Achteruit lopen, moeilijk qua selectiviteit maar qua input gemakkelijker omdat de voeten niet van de grond af hoeven en uiterst nuttig in het ADL-gebeuren.
2. Zijwaarts lopen en dat uitwerken tot overstappen hetgeen op den duur met een snelheid moet gebeuren waardoor de tweede verdedigingslinie getraind/geautomatiseerd wordt hetgeen tot meer controle leidt dus eerder hands off mogelijk maakt.

3. Extra input training door op allerlei ondergronden te lopen maar ook de beslotenheid van ruimte als begin te kiezen en vandaaruit werken naar meer open ruimte, De optic flow blijkt toch essentieel te zijn om het lopen te kunnen controleren.

Hoe het lopen zich ontwikkelt, moeten we vooral bij neurologische patiënten letten op de gevaren van een Upper Motor Neuron lijden.

Vaak willen we te snel en zijn we geneigd een aantal vrijheidsgraden te snel en te definitief af te gredelen en dat geeft op den duur neuro-musculaire veranderingen die het lopen op den langere duur ernstig kunnen bedreigen.

Beroemd is bv. bij CVA-patiënten de overstrekte knie tijdens de standfase.

Maar wat veroorzaakt die overstrekking ?

- Onvoldoende beweging van de onderste romp /heup tijdens de standfase (midstands naar push off)naar voren,het gewicht van het lichaam komt niet boven de heup maar blijft er achter,
- Onvoldoende kracht van de kuit om het gewicht ook goed naar voren te duwen (Push-off)
- Onvoldoende bewegingsmogelijkheden meestal vooral in het enkelgewricht om die beweging naar voren te maken.

Het staan op het been vanaf de hielstrike eist dat die "helpt" van het lichaam een optimaal "alignment" heeft en als ergens in die keten een beperking is zal de gehele keten zich moet aanpassen.

BV. onvoldoende kracht van de kuit geeft een verminderde push off maar we zien dat ook de bewegingen van de knie , heup ,romp en schouder-arm bewegingen anders zijn.

BV. een beperking in de enkel zal meteen gevolgen hebben in de knie,heup,romp en schouder - arm .

BV. Een orthese in de schoen die de bewegingen van de enkel beperkt zal kunnen als de patiënt alleen maar in midstance loopt maar maakt verder evolutie onmogelijk en zal het alignment ernstig aan tasten.

Juist de laatste tijd blijkt dat bij Upper Motor Neuron stoornissen dat de veranderingen spinaal (langzamer en minder selectief) maar vooral de veranderingen neuro-musculair de grootste bedreigingen zijn om het "Leren van Lopen" uit te breiden en/of om het hands off zonder hulpmiddelen te behouden.

Samenvatting

Herleren van lopen is een niet-op zich zelf staand- onderdeel van de revalidatie van patiënten met een CVA. Wil het kans van slagen hebben moet het opgenomen worden in het ADL-gebeuren.

Toch moeten we in die opbouw oog blijven houden voor de mogelijkheden van het systeem en niet de lat zo hoog leggen dat leren niet meer creatief en bouwen aan iets is.

Lopen na een CVA is niet meteen mogelijk, het inputverwerkend systeem zal moeten zoeken naar zijn mogelijkheden en wij – therapeuten- moeten oog hebben voor dat zoeken.

Heel essentieel is oog te hebben voor o.a. de statische reacties want die geven aan wat dat systeem aan kan en wat niet. Een van die uitingen zijn forse toename van spasme en/of synergieën en in mijn optiek is het dan fout om deze uitingen- vooral in het begin - te blokkeren door hulpmiddelen of injecties.

We moeten dan juist gaan zoeken welke maatregelen we moeten nemen om het systeem de juiste input te geven waardoor deze spasticiteit/statische reacties geremd worden en vandaaruit gaan werken aan een nieuwe selectiviteit.

Juist normalisatie van tonus is de beste garantie dat er een mogelijkheden ontstaan die de balans kunnen corrigeren want dan is snelheid en dus tonus normalisatie essentieel.

Omdat het een onderdeel van het ADL-gebeuren is moet er vanaf het begin aandacht zijn voor het gaan staan. Juist deze beweging blijkt in het ADL gebeuren de zwaarste te zijn en zonder gaan staan, geen lopen.

Het inschatten van de mogelijkheden juist bij het gaan staan moet leiden tot een betere start waardoor het lopen beter controleerbaar wordt en verder kan groeien.

De 4-poot wordt helaas te snel geïntroduceerd in de revalidatie van de CVA –patiënt maar zou in de revalidatie een ondergeschikte rol moeten spelen.

Het leren / herleren wordt door de 4-poot eigenlijk nooit optimaal.

Wel besef ik dat er situaties zijn dat er gelopen moet worden en dat het een niet zonder het ander kan, maar revalideren betekent herleren en dan zou juist de 4-poot helemaal achteraan op het lijstje moeten staan als laatste mogelijkheid om te lopen.

Jan van de Rakt
Fysiotherapeut NDT –docent IBITA
Stichting De Hostert -Verpleeghuis Waelwick
Schoolpad 1
6644 CP Ewijk

Literatuur

1. Davies P.M. , Steps to follow 2000 ,Right in the Middle1990, Staring Again 1994, Springer verlag
2. Prosiegel M., Neuropsychologische Störungen und ihre Rehabilitation, Pflaum verlag , 1998.
3. Karnath H.O.,The origin of contraversive pushing,Neurology, Nov.2000 1298-1304
4. Smits-Engelsman B.C.M. en Halfens J.H.G.,Bewegingsprogramma's bij mensen met centraal neurologische aandoeningen,Jaarboek fysiotherapie 2000 , 97-137
5. Barnes M.P.& Johnson G.R. , Upper Motor Neurone Syndrome 2001 Cambrigde University Press.
6. Verschueren S.M.P. , Spiervibratie 2002 Jaarboek Fysiotherapie blz.14-44
7. Kwakkel G. De CVA –patient in evenwicht jaarboek Fysiotherapie 2002 blz.45-58
8. Brumagne S. Het sensomotorische systeem Jaarboek Fysiotherapie 2002 Blz.108-143
9. Affolter F.D. Perception,Interaction and language 1991 Springer Verlag
10. Shunway-Cook A. & Woollacott M. Motor Control 1995 Williams & Wilkins
11. Rakt v.d. J.M.G.J. Het “rakt” concept Fysio &Ouderenzorg 2001 /2
12. Carr J. & Shepherd R. Neurological Rehabilitation 1998 Butterworth & Heineman.
13. Kaas J.H. The reorganization of sensory and motor maps after injury in adult mammals .1999 The New Cognitive neurosciences 2 ed. Bla.223-236
14. Recanzone G.H. Cerebral Cortical Plasticity ; Perception and Skill Acquisition 1999 The new Cognitive Neurosciences 2ed. Blz.237-247
15. Laufer Y. The effect of Walking aids on balance and Weight-Bearing patterns of patients with hemiparesis in various stance positions 2003 /2 Physical Therapy Volume 83 blz.112-122
16. Ryerson S. & Levit K. Functional Movement reeducation 1997, Churchill Livingstone
17. Hettinger T. Isometrische Muskeltraining 1983 Georg Thieme Verlag
18. Lieber R.L. Skeletal Muscle Adaptability 1986 Medicine & Child Neurology vol.28 blz.390-397
19. Neumann D.A. Proefpersonen met een heupprothese die op verschillende manieren lopen met een stok; Spieractiviteit van de heupabductoren.1999 Stimulus nr.4 Blz.387-394
20. Seelen H.A.M & Wiggen van K.L.& Halfens J.H.G. & Kurvers J.J.G.M. Lower limb postural responses during sit-to-stand transfer in stroke patients during neurorehabilitation 2001 Fysio &Ouderenzorg n2. 2 blz. 14-16.
21. Lambeck J. Hydrotherapie 2001 NPI Blz 88-105