BIJLAGE 3: NEUROLOGISCH ONDERZOEK VAN DE TRAUMAPATIENT, GERICHT OP LETSEL VAN HET RUGGENMERG

Traumatisch ruggenmergletsel kan gedefinieerd worden als iedere door geweldsinwerking op de wervelkolom veroorzaakte beschadiging, die resulteert in compleet of incompleet functieverlies van het ruggenmerg en/of de cauda equina (motorisch, sensorisch, autonoom, reflexen).

Pathofysiologie

Primaire neurologische schade omvat de structurele schade die ontstaat door botsing, versnelling en mechanische geweldsinwerking op het ruggenmerg en/of cauda equina op het moment van het ongeval. Primaire neurologische schade kan niet worden voorkomen. Verdere primaire neurologische schade kan echter wel optreden bij inadequate stabilisering van de beschadigde wervelkolom. Secundaire neurologische schade omvat de pathofysiologische cascade van reacties (biochemisch, immunologisch) die plaatsvinden in de uren tot dagen na het ongeval. Met betrekking tot de primaire neurologische schade zijn vier mechanismen te onderscheiden (van Asbeck 1998):

- *Impact met persisterende compressie*. Dit is bijvoorbeeld het gevolg van burstfracturen met botfragmenten in het spinale kanaal met compressie van ruggenmergstructuren, fractuurdislocaties of een acute discusruptuur.
- *Impact met tijdelijke compressie*. Ten gevolge van tijdelijke compressie zonder fracturen, bijvoorbeeld door een hyperextensieletsel bij een pre-existent nauw spinaal kanaal kan kortdurende compressie van het ruggenmerg optreden.
- *Distractie*. Rek van het ruggenmerg door krachten in het axiale vlak van de wervelkolom, bijvoorbeeld door flexie, extensie, rotatie of dislocatie, die resulteren in shearing krachten op het ruggenmerg en bloedvaten. Predisponerende factoren hierbij zijn ligamentlaxiteit, onvoldoende musculaire bescherming, onvolgroeide en/of onvoldoende (kraak)benige bescherming.
- *Laceratie/transectie*. Dit is het gevolg van scherpe doorsnijding van ruggenmergstructuren door kogels, scherpe botfragmenten of ernstige distractie.

Er is dierexperimenteel bewijs dat ten gevolge van de primaire schade grijze stof binnen één uur irreversibel beschadigd raakt en witte stof binnen 72 uur na ontstaan van het letsel (van Asbeck 1998, Austin 1972).

Secundaire schade omvat de processen die in de uren/dagen na het ongeval plaatsvinden. Dit betreft neurogene shock, vasculaire schade (bloeding, ischemie-reperfusie), excitotoxiciteit neuronale calciuminstroomschade, immunologische processen, apoptosis, verstoring van de mitochondriële functies.

Onderzoek en classificatie van ruggenmerglaesies

Bij clinici, die over patiënten met een dwarslaesie willen communiceren, en bij onderzoekers, die hun resultaten willen evalueren, bestaat de behoefte om het neurologisch beeld van een dwarslaesiepatiënt eenduidig te beschrijven.

Een commissie van de American Spinal Injury Association (ASIA) stelde daarom de 'International Standards for neurological and functional Classification of Spinal Cord Injury' (ISCSCI) op. De 6e revisie verscheen in 2000 in een zakboekje (Marino 2000, herdruk 2006). In 1994 verschenen de 'standards' ook als artikel (Ditunno 1994). Deze 'standards' zijn op CD verkrijgbaar via www.asia-spinalinjury.org/Publications/ASIA store/Publications. De ISCSCI wordt als de internationale standaard aanbevolen door de International Spinal Cord Society (ISCSCI). De werkgroep Artsen van het Nederlands-Vlaams Dwarslaesie Genootschap (NVDG) ondersteunt het gebruik en de kritische evaluatie in haar werkgebied.

De ISCSCI willen een vergelijkbaar neurologisch onderzoek uitvoeren in de acute, de revalidatie- en de controlefase. Het gehele onderzoek wordt uitgevoerd met de patiënt in rugligging. Het onderzoek beperkt zich tot de spierkrachtmeting van tien kernspieren (vijf voor de bovenste en vijf voor de onderste extremiteit) aan beide zijden en tot 28 punten aan beide zijden waar de sensibiliteit wordt gemeten (zie figuur 3.1). Deze spieren en punten zijn voldoende om het neurologisch beeld en de veranderingen daarin eenduidig te scoren en te classificeren. Andere neurologische symptomen kunnen natuurlijk altijd worden toegevoegd, maar dragen niet bij aan de score of de classificatie van de dwarslaesie.

Sensibiliteit

De 28 sensibiliteitspunten zijn door de commissie geselecteerd uit verschillende dermatoomkaarten. Daarnaast kon elk punt betrouwbaar worden gerelateerd aan benige of andere anatomische herkenningspunten. Th4 ligt bijvoorbeeld op de tepellijn, Th6 ter hoogte van de processus xiphoideus, Th10 ter hoogte van de navel en Th12 op het midden van de inguïnale lijn (figuur 3.1).

Als een sensibiliteitspunt door gips, verband, amputatie of verwonding niet beschikbaar is voor onderzoek, kan elk ander punt in het betreffende dermatoom worden gebruikt zolang dit apart vermeld wordt. Als dit niet mogelijk is kan men NT (niet te testen) invullen.

Na een korte uitleg van het onderzoek, test de onderzoeker de wang van de patiënt met de scherpe en de stompe kant van een veiligheidsspeld. Als de patiënt dit verschil kan aangeven begint men met het testen van de sensibiliteitspunten met de scherpe en de stompe kant van de speld. Met gesloten ogen moet de patiënt aangeven of hij iets voelt. Waar hij iets voelt, test men het verschil tussen scherp en stomp. Als dit correct wordt aangegeven vergelijkt men scherp op de locatie met scherp op de wang.

Het resultaat van de pijnsensatie wordt per punt als volgt geregistreerd:

0 *Afwezig*: de patiënt voelt niet dat hij aangeraakt wordt noch met de scherpe noch met de stompe kant van de speld of kan niet betrouwbaar onderscheid maken tussen de scherpe en stompe kant van de speld.

1 *Verminderd*: de patiënt kan betrouwbaar onderscheid maken tussen de scherpe en de stompe kant van de speld maar geeft aan dat de intensiteit van de scherpte anders is (groter of kleiner) op de onderzochte plaats in vergelijking met de scherpte in het gezicht.

2 *Normaal*: de patiënt kan betrouwbaar onderscheid maken tussen de scherpe en stompe kant van de speld en geeft aan dat de intensiteit dezelfde is op de onderzochte plaats als in het gezicht.

NT *Niet te testen*: de patiënt is niet in staat betrouwbaar onderscheid te maken tussen de scherpe en de stompe kant van de speld wanneer hij op het gezicht getest wordt, of het

sensorische punt (of een ander punt in het betreffende dermatoom) is niet beschikbaar voor testen wegens gips, wonden, verbrandingen, verband of een amputatie.

Naast de pijnsensatie wordt de fijne tast gemeten met een watje waarmee over een afstand van maximaal 1 cm over het sensibiliteitspunt gestreken wordt. Het effect wordt weer vergeleken met het strijken over de wang en het resultaat wordt op dezelfde wijze als de pijnsensatie genoteerd.
De aanwezigheid van diepe anale sensatie kan soms de enige aanwijzing zijn dat er van een incomplete laesie sprake is. Rectaal toucher met druk op de anale wand kan nodig zijn als er twijfel is of in de dermatomen S4-5 scherp-stompdiscriminatie of fijne tastsensatie aanwezig is. Als alle sensibiliteitspunten getest zijn, kan een sensibiliteitsscore berekend worden.
Het sensibiliteitsonderzoek dient voor het scoren en de classificatie van de dwarslaesie-patiënt. Voor andere doeleinden, zoals bijvoorbeeld het stellen van de indicatie voor operatieve reconstructie van de tetraplegische hand, kan ander sensibiliteitsonderzoek als bijvoorbeeld de tweepunts-discriminatietest aangewezen zijn.

Motoriek
Anders dan voor het sensibiliteitsonderzoek zijn er voor motorische tests slechts tien niveaus toegankelijk. De sleutelspieren voor de niveaus C5-Th1 en L2-S1 zijn weergegeven in figuur 1. De meeste van deze spieren hebben innervatie uit verschillende segmenten. Aan elke sleutelspier werd het meest cefale segment toebedeeld. De m.biceps wordt bijvoorbeeld geïnnerveerd door de segmenten C5 en C6, maar is sleutelspier voor C5. De spierkracht wordt gegradeerd in hele getallen volgens de MRC-schaal zoals weergegeven in figuur 1. Als alle sleutelspieren getest zijn kan een motorscore berekend worden.
De positie waarin de spieren getest worden is zodanig gekozen dat het gehele onderzoek met de patiënt in rugligging uitgevoerd kan worden. Voor een beschrijving van de posities zie Handboek Dwarslaesierevalidatie (van Asbeck, 1998, pagina 70-79).

Niveaubepaling
Het sensibel niveau wordt per lichaamshelft genoemd naar het meest caudaal geïnnerveerde dermatoom met ongestoorde pijn- en fijne tastsensatie, dus naar het laagste intacte segment. Een dwarslaesie sensibel C5 betekent bijvoorbeeld dat het segment C5 beiderzijds sensibel intact is en dat onder C5 de uitval begint.
Het motorisch niveau wordt per lichaamshelft genoemd naar het meest caudaal geïnnerveerde myotoom waarvan de sleutelspier minimaal graad 3 heeft, terwijl de sleutelspier daarboven graad 5 heeft. Hiermee wil men tot uitdrukking brengen dat deze sleutelspier zowel door het eigen als door het uitgevallen segment eronder wordt geïnnerveerd. Een dwarslaesie, waarbij bijvoorbeeld de elleboogflexie graad 5, de polsdorsoflexie graad 3 en de elleboogextensie graad 0 heeft, is C6 motorisch compleet.
Voor de myotomen C1-4, Th2-L1 en S2-5, die niet te testen zijn door een sleutelspier, geldt dat het motorisch niveau gelijk is aan het sensibel niveau.

Compleetheid
Een dwarslaesie is compleet wanneer er geen sensibiliteit of willekeurige motoriek aanwezig is in het laagste sacrale segment. Elke dwarslaesie, waarbij dit wel gevonden wordt, is incompleet.

Bij complete dwarslaesies kunnen er gedeeltelijk geïnnerveerde dermatomen en myotomen zijn onder het niveau van de laesie, maar boven het niveau van volledige uitval. Dit gebied wordt de ‘zone of partial preservation’ (ZPP) genoemd. Deze zone wordt per lichaamshelft genoemd naar het meest caudale segment met gedeeltelijke innervatie voor zowel motoriek als sensibiliteit.

Het verdient aanbeveling het woord partieel te reserveren voor de zone van partiële preservatie bij een complete dwarslaesie en het woord incompleet voor een dwarslaesie met sacrale sensibiliteit en/of willekeurige motoriek.
Indien er dus willekeurige motoriek en/of sensibiliteit aanwezig is in de sacrale segmenten S4-S5, is de dwarslaesie incompleet. De mate van incompleetheid wordt aangegeven door de ‘ASIA-impairment scale’.
De ‘ASIA Impairment Scale’ is de opvolger van de ‘Frankel Scale’, die in 1969 werd gepubliceerd (zie tabel 1). In de praktijk bleek dat de termen ‘motorisch praktisch bruikbaar’ en ‘motorisch praktisch onbruikbaar’ (destijds voor het lopen) onduidelijk waren. Het leek in 1992 ook niet meer logisch beperkingen in een stoornissenschaal op te nemen. Om die reden ontwikkelde de ASIA-commissie een gemodificeerde Frankel-schaal onder de naam ASIA Impairment Scale (zie tabel 2). Hierin is het begrip ‘motorisch praktisch bruikbaar’ vervangen door ‘spierkracht meer of minder dan 3 van de meerderheid van de spieren onder het niveau van de laesie’.

Tabel 1: Frankel-scale

A	compleet	geen sensibele of motorische functie onder het niveau van de laesie
B	alleen sensibel	sensibel incompleet tot in het sacrale gebied, motorisch compleet
C	motorisch onbruikbaar	motorische functie aanwezig maar praktisch niet bruikbaar
D	motorisch bruikbaar	motorische functie aanwezig en praktisch bruikbaar
E	hersteld	normale motorische en sensibele functies

Tabel 2: ASIA Impairment scale

A	compleet	geen sensibele of motorische functie is behouden in de sacrale segmenten S4-S5
B	incompleet	sensibele maar geen motorfunctie is behouden onder het neurologisch niveau en omvat de sacrale segmenten S4-S5.
C	incompleet	motorfunctie is behouden onder het neurologisch niveau en meer dan de helft van de sleutelspieren onder het neurologisch niveau hebben een spierkracht minder dan graad 3
D	incompleet	motorfunctie is behouden onder het neurologisch niveau en ten minste de helft van de sleutelspieren onder het neurologisch niveau hebben een spierkracht groter of gelijk aan graad 3
E	normaal	sensibele en motorfuncties is normaal

Neurologische syndromen

Spinale shockfase
Een traumatische dwarslaesie geeft in het acute stadium de zogenaamde ‘spinal shock’-fase. Deze moet onderscheiden worden van een systemische shock (bijvoorbeeld ten gevolge van bloedverlies). Bij spinale shock is er verlies van motorische en sensorische autonome functies ten gevolge van letsel van het ruggenmerg. Deze fase kan enkele weken duren. De verschijnselen zijn:

- Totale hypotone verlamming onder het niveau van de laesie.
- Totale areflexie (spierrekkingsreflexen en cutane reflexen).
- Totale uitval van sensibiliteit (alle modaliteiten) onder het niveau van de laesie.
- Autonome stoornissen: systemische hypotensie, anhidrosis (onvermogen tot zweten), hetgeen door de gestoorde warmteafgifte soms tot koorts aanleiding kan geven, hyperemie en warmte van de huid, bradycardie en vasodilatatie ten gevolge van verlamming van de sympathische innervatie; de duur van de somatisch motorische en sensorische fase is uren tot dagen, de autonome dysfunctie ten gevolge van ‘spinal shock’ kan dagen tot maanden blijven bestaan.
- Blaasfunctiestoornissen met urineretentie.
- Dysfunctie van het rectum.
- Paralytische ileus bij dwarslaesie boven Th12 (ook bij letsels van de lagere wervelkolom kan zich echter een ileus voordoen ten gevolge van de aanwezigheid van een retroperitoneaal hematoom).
- Stoornissen van de seksuele functies; vooral bij cervicale dwarslaesies treedt in de acute fase bij mannen vaak priapisme op.

Wanneer de fase van spinale shock voorbij is, keren de reflexen onder het niveau van de laesie terug. Doordat de remmende prikkels van bovenaf echter onderbroken zijn, zijn de reflexen sterk verhoogd en treedt een hypertonie op. In de chronische fase is er dan ook sprake van een hypertone verlamming met verhoogde reflexen. Ook de blaas wordt vaak hypertoon, waarbij een spastische reflexblaas ontstaat. De anhidrose en vasodilatatie verdwijnen eveneens en kunnen zelfs veranderen in vasoconstrictie en hyperhidrose.

Central cord syndrome
Acute centrale ruggenmerglaesie is de meest voorkomende incomplete ruggenmerglaesie. Hierbij is er mid- of laagcervicaal een laesie centraal in het ruggenmerg, ter plaatse van de voorhoorns en/of de tractus corticospinalis. Kenmerkend is een meer uitgesproken zwakte van de armen dan van de benen. De sacrale (perianale) sensibiliteit is altijd intact. Een dubbelzijdig piramidaal syndroom (vooral van de armen) kan aanwezig zijn. Vaak is er spontaan herstel. Verondersteld wordt dat dit syndroom vooral voorkomt op hogere leeftijd en bij pre-existente afwijkingen zoals cervicale spondylosis.

Anterior cord syndrome
Motorische uitval en vitale sensibiliteitsstoornis onder het niveau van de laesie zonder stoornissen van de gnostische sensibiliteit. Treedt vooral op bij discusruptuur en bij

aanwezigheid van benige fragmenten in het spinale kanaal, meestal door compressie van de arteria spinalis anterior.

Posterior cord syndrome
Contusio medullae. Zeldzaam. Treedt op bij beschadiging van het posterieure gedeelte van het ruggenmerg met name de achterstrengen en de tr.corticospinalis. Er is uitval van gnostische sensibiliteit (positie en bewegingszin en vibratiezin) met behoud van spinothalame functies (pijnzin).

Syndroom van Brown-Sequard
Ten gevolge van eenzijdige (laterale) beschadiging van het ruggenmerg. Hierbij bestaat een ipsilaterale parese onder het niveau van de laesie en ipsilaterale gnostische sensibiliteitsstoornis (bewegings- en positiezin) en is er contralateraal één niveau onder de laesie een vitale sensibiliteitsstoornis (uitval van temperatuur- en pijnzin en of hyperpathie). Dit syndroom ontstaat ten gevolge van hyperextensieletsel, hyperflexie, facetblokkade, compressiefracturen of discushernia. De prognose is goed: meer dan 90% van de patiënten is in staat te lopen.

Conus medullaris syndroom
Ontstaat meestal ten gevolge van letsel op wervelniveau Th11-Th12 of Th12-L1 met een laesie ter plaatse van de conus en beschadiging van de laagste (sacrale) segmenten van het ruggenmerg. Er bestaat meestal een combinatie van uitval van het perifeer motorisch neuron en de piramidebaan met aanvankelijk een slappe verlamming van de benen (vooral de hamstrings en de voetbuigers) en sfincterparalyse, gevolgd door atrofie van beenspieren (ten gevolge van uitval van het perifeer motorisch neuron). Sensibele uitval in het rijbroekgebied is meestal symmetrisch met vaak een gedissocieerde stoornis met pijn/temperatuurzin meer aangedaan dan aanrakingszin. Pijn staat niet op de voorgrond. Sfincterstoornissen treden vaak en snel op (zowel van blaas als van het rectum). Mannelijke seksuele functies zijn meestal gestoord.

Cauda equina syndroom
Ontstaat ten gevolge van letsel ter plaatse van of onder wervelniveau L1-L2. Uitval onder het ruggenmerg met compressie/beschadiging van lumbosacrale vezels waardoor stoornissen van blaas- en rectumfunctie en perianale sensibiliteitsstoornissen en zwakte van beenspieren. Het betreft geen letsel van het ruggenmerg maar van de uittredende lumbale en sacrale wortels die de cauda equina vormen. Het letsel kan compleet zijn. Ontstaat meestal geleidelijk. Vaak is er uitval van alle sensibele kwaliteiten. Kniepees- en achillepeesreflexen vaak beide afwezig. Sfincterstoornissen zijn een laat verschijnsel en niet zo uitgesproken als bij de conus-medullarislaesie.

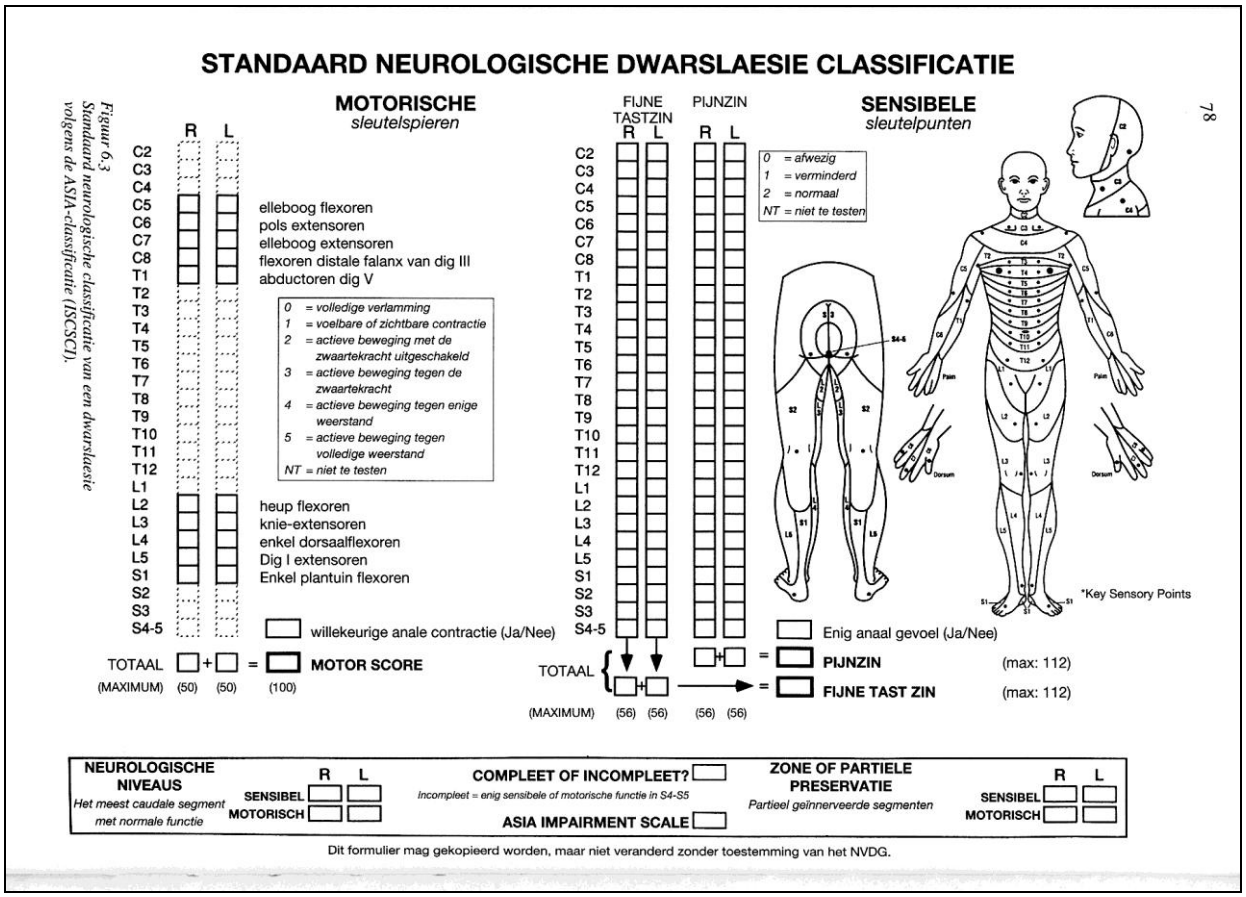

Fig. 3.1

Literatuur

- Asbeck FWA van. Handboek Dwarslaesierevalidatie. Houten: Bohn Stafleu Van Loghum, 1998.
- Blight AR, Young W. Central axons in injured cat spinal cord recover electrophysiological function following remyelination by Schwann cells. J Neurol Sci 1989; 91(1-2): 15-34.
- Burns AS, Ditunno JF. Establishing prognosis and maximizing functional outcomes after spinal cord injury: a review of current and future directions in rehabilitation management. Spine 2001; 26(24 Suppl): S137-145.
- Delamarter RB, Sherman J, Carr JB. Pathophysiology of spinal cord injury. Recovery after immediate and delayed decompression. J Bone Joint Surg Am 1995; 77(7): 1042-9.
- Delamarter RB, Sherman JE, Carr JB. 1991 Volvo Award in experimental studies. Cauda equina syndrome: neurologic recovery following immediate, early, or late decompression. Spine 1991; 16(9): 1022-9.
- Ditunno JF, Young W, Donovan WH, Creasey G. The International Standards Booklet for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association, Paraplegia, 1994; 32; 70-80.
- Ditunno JF, Jr. The John Stanley Coulter Lecture. Predicting recovery after spinal cord injury: a rehabilitation imperative. Arch Phys Med Rehabil 1999; 80(4): 361-4.
- Dumont RJ, Okonkwo DO, Verma S, Hurlbert RJ, Boulos PT, Ellegala DB et al. Acute spinal cord injury, part I: pathophysiologic mechanisms. Clin Neuropharmacol 2001; 24(5): 254-64.
- Marino RJ. International Standards for Neurological Classification of Spinal cord Injury; 5th ed. American Spinal Injury Association, Chicago 2000.
- Maynard FM Jr, Bracken MB, Creasey G, Ditunno JF Jr., Donovan WH, Ducker TB, et al. International Standards for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. American Spinal Injury Association. Spinal Cord 1997; 35(5): 266-74.
- Waters RL, Adkins RH, Yakura JS, Sie I. Motor and sensory recovery following complete tetraplegia. Arch Phys Med Rehabil 1993; 74(3): 242-7.

- Waters RL, Yakura JS, Adkins RH, Sie I. Recovery following complete paraplegia. Arch Phys Med Rehabil 1992; 73(9): 784-9.