

Handboek dwarslaesierevalidatie

Redactie

Ilse van Nes

Janneke Stolwijk-Swüste

Vierde herziene druk

© 2026

Uitgeverij Van Gorcum BV, Assen

>g uitgeverij
van gorcum

Alle rechten voorbehouden. Tekst- en datamining zijn niet toegestaan.

All rights reserved. No text & datamining.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, geluidsband, elektronisch of op welke wijze dan ook, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever.

NUR 863

ISBN folio 9789465070087

ISBN ebook 9789465070728

Eerste druk 1998

Tweede, herziene druk 2007

Derde, herziene druk 2016

Vierde, herziene druk 2026

De literatuurlijsten corresponderend met de verwijzingen in deze uitgave zijn online beschikbaar. Voor toegang tot de literatuur kunt u inloggen of een account aanmaken op www.vangorcumstudie.nl en vervolgens zoeken op de titel *Handboek dwarslaesierevalidatie*.



De samenstellers en uitgever zijn zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor onjuistheden die eventueel in deze uitgave voorkomen. Het toepassen van de informatie in een bepaalde situatie blijft de professionele verantwoordelijkheid van de beroepsbeoefenaar.

Ofschoon iedere poging is ondernomen volgens de auteurswet rechthebbenden van het in dit boek opgenomen illustratiemateriaal te traceren, is dit in enkele gevallen niet mogelijk gebleken. In het onderhavige geval verzoekt de uitgever rechthebbenden contact met hem op te nemen.

Uitgave: Uitgeverij Van Gorcum, Assen

Grafische verzorging en epub: LINE UP boek en media bv, Groningen

Omslagontwerp: Viesrood grafisch en interactief ontwerp, Zwolle

Druk: Drukkerij Van Gorcum, Meppel

Voorwoord bij de vierde, geheel herziene druk

Sinds de eerste druk van het *Handboek dwarslaesierevalidatie* in 1998 is dit boek de standaard geworden voor de revalidatie van mensen met een dwarslaesie in Nederland en Vlaanderen. In 2007 verscheen de tweede druk en in 2016 de derde druk.

Deze vierde druk behandelt de medische, functionele, maatschappelijke en psychologische diagnostiek en interventies die nodig zijn om een persoon met een dwarslaesie zo gezond en zo lang mogelijk op een zo hoog mogelijk niveau te laten participeren in de maatschappij. Nieuw in deze editie is het hoofdstuk dat is geschreven door mensen met een dwarslaesie, namens de Dwarslaesie Organisatie Nederland, over ervaringsdeskundigheid.

De volledige tekst van deze editie wordt, in tegenstelling tot de vorige (derde) editie, in zijn geheel op papier uitgegeven, waardoor u hierbij de volledige integrale tekst in handen heeft. De literatuurlijsten zijn online te raadplegen.

Hoewel de auteurs primair de revalidatiearts (in opleiding) voor ogen stond, is dit handboek zo geschreven dat het ook onmisbaar is voor huisartsen, medische specialisten, verpleegkundigen, paramedici, psychologen, maatschappelijk werkenden en technici die met mensen met een dwarslaesie te maken hebben.

Dit handboek is geschreven door medici, verpleegkundigen, fysiotherapeuten, ergotherapeuten, maatschappelijk werkenden, psychologen, ervaringsdeskundigen en technici uit de acht Nederlandse en drie Vlaamse dwarslaesiecentra, die allen specialist zijn op hun eigen vakgebied. Daarnaast hebben medisch specialisten en onderzoekers met een bijzondere ervaring met dwarslaesiepatiënten binnen hun specialisme hun bijdrage geleverd.

Woord van dank

Deze vierde editie bouwt voort op de drie voorgaande edities en zou zonder dat fundament niet tot stand zijn gekomen. Wij zijn daarom dr. F.W.A. van Asbeck, eindredacteur van de eerste drie edities van dit handboek, bijzonder erkentelijk voor zijn jarenlange toewijding en inzet. Met grote waardering dragen wij deze editie aan hem op.

Ook een bijzonder woord van dank voor de auteurs van de eerste drie edities. Hun werk en expertise hebben de basis gevormd waarop wij hebben mogen voortbouwen.

Wij danken tevens de auteurs van deze vierde editie voor hun betrokkenheid, deskundigheid en zorgvuldige bijdrage aan de totstandkoming van deze herziene uitgave. Met verdriet memoreren wij dat ons tijdens het schrijfproces twee auteurs zijn ontvallen. Daarom een speciaal woord van dank voor Tebbe Sluis (hoofdstuk 13) en Martha Pol (hoofdstuk 28).

Tot slot gaat onze dank uit naar alle mensen met een dwarslaesie voor wie wij dagelijks zorg mogen dragen. Hun veerkracht en ervaringen vormen een bron van inspiratie voor ons werk en dit boek.

Ilse van Nes
Janneke Stolwijk-Swüste
Voorjaar 2026

Redactie

Dr. I.J.W. (Ilse) van Nes (1976) werkt sinds 2008 als revalidatiearts op de dwarslaesieafdeling van revalidatiecentrum de Sint Maartenskliniek in Nijmegen. In 2009 promoveerde zij op balansherstel bij CVA-patienten. Vanaf haar aanstelling op de dwarslaesieafdeling is zij actief betrokken bij het dwarslaesieonderzoek en is zij (co)auteur van diverse publicaties op dit gebied in nationale en internationale tijdschriften. Ook is zij lid van de Richtlijncommissie van het Nederlands-Vlaams Dwarslaesiegenootschap. In 2016 was zij eindredacteur van de derde editie van het *Handboek dwarslaesierevalidatie*. Sinds twee jaar is zij voor haar wetenschappelijke activiteiten ook een dag per week werkzaam in het Radboudumc in Nijmegen.

Dr. J.M. (Janneke) Stolwijk-Swüste (1973) werkt als revalidatiearts gespecialiseerd in dwarslaesie en trauma in het UMC Utrecht en heeft een kleine onderzoeksaanstelling in De Hoogstraat Revalidatie. In 2009 promoveerde zij op een cohortstudie naar late gevolgen van poliomyelitis. Zij werkte zes jaar op de dwarslaesieafdeling van Reade, waarbij zij naast klinische en poliklinische werkzaamheden haar tijd besteedde aan wetenschappelijk onderzoek en managementtaken. Van 2016 tot 2025 werkte zij op de dwarslaesieafdeling van De Hoogstraat Revalidatie, waar zij klinische en poliklinische werkzaamheden combineerde met zorgverbeteringsprojecten en wetenschappelijk onderzoek gericht op dwarslaesie en spina bifida. In 2024 is zij benoemd tot Associate Professor in het UMC Utrecht.

Inhoud

	Voorwoord bij de vierde, geheel herziene druk	V
Hoofdstuk 1	Inleiding	1
	1.1 Wat is een dwarslaesie, caudalaesie en spina bifida?	2
	1.2 Historie	2
	1.3 Classificaties van revalidatieactiviteiten	3
	1.4 Organisatie	4
	1.5 Epidemiologie	5
Deel 1	De primaire stoornis	11
Hoofdstuk 2	Anatomie van wervelkolom en ruggenmerg	13
	2.1 Anatomie van de wervelkolom	14
	2.2 Anatomie van ruggenmerg en vliezen	16
Hoofdstuk 3	Dwarslaesie door wervelfracturen	23
	3.1 Classificatie van wervelletsels	24
	3.2 Cervicale wervelletsels met neurologische uitval	26
	3.3 Thoracale en lumbale wervelletsels met neurologische uitval	36
Hoofdstuk 4	Pathofysiologie en (experimentele) behandeling van de traumatische ruggenmerglaesie	39
	4.1 Pathofysiologie	40
	4.2 Experimentele behandeling van de traumatische ruggenmerglaesie	44
Hoofdstuk 5	Ruggenmerglaesies door vasculaire stoornissen	51
	5.1 Inleiding	52
	5.2 Vasculaire anatomie van het ruggenmerg	53
	5.3 Selectie van ziektebeelden	54
Hoofdstuk 6	Dwarslaesies door ontstekingen: infectie en inflammatie	59
	6.1 Inleiding	60
	6.2 Infectie	62
	6.3 Inflammatie	64
Hoofdstuk 7	Ruggenmerglaesie door tumoren	69
	7.1 Pathologie van spinale tumoren en metastasen	70
	7.2 Symptomatologie	72
	7.3 Diagnostiek	72
	7.4 Behandeling en prognose	73
	7.5 Revalidatie en functionele prognose	76

Hoofdstuk 8	Spina bifida bij volwassenen	79
8.1	Inleiding	80
8.2	Epidemiologie	80
8.3	Embryologie en aanleg van het myelum	80
8.4	Ontstaan van spina bifida	81
8.5	Pathologie van spina bifida	82
8.6	Secundaire gevolgen van spina bifida bij volwassenen	83

Hoofdstuk 9	Onderzoek en classificatie van de ruggenmerglaesie	91
9.1	Inleiding	92
9.2	Stap 1: vastleggen van sensibel niveau	93
9.3	Stap 2: vastleggen van motorisch niveau	94
9.4	Stap 3: vastleggen van het neurologisch niveau	95
9.5	Stap 4: vaststellen of het letsel compleet of incompleet is	95
9.6	Stap 5: bepaal de zones van partiële preservatie	96
9.7	Stap 6: bepaal de ASIA Impairment Scale (AIS)	96
9.8	Notitie van de dwarslaesiediagnose	97
9.9	Betrouwbaarheid	97
9.10	Klinische syndromen	97

Deel 2 Secundaire stoornissen 99

Hoofdstuk 10	Urologische stoornissen	101
10.1	Anatomie en fysiologie van de centrale controle van de urinewegen	102
10.2	Pathologie ten gevolge van een ruggenmerglaesie	103
10.3	Diagnostiek van de functiestoornissen in de lage urinewegen	104
10.4	Behandeling	105
10.5	Hogere urinewegen	107
10.6	Urineweginfecties	107
10.7	Steenvorming	107
10.8	Hulp en hulpmiddelen bij blaasmanagement	108

Hoofdstuk 11	Gastro-intestinale stoornissen	111
11.1	Anatomie en fysiologie van de neurogene besturing van het maagdarmkanaal	112
11.2	De normale continentie en defecatie	114
11.3	Pathologie ten gevolge van een ruggenmerglaesie	116
11.4	Symptomatologie	118
11.5	Preventie en behandeling van constipatie en fecale incontinentie	120
11.6	Conclusie	126

Hoofdstuk 12	Genitale stoornissen	127
12.1	Genitale stoornissen bij de man	128
12.2	Genitale stoornissen bij de vrouw	139

Hoofdstuk 13	Decubitus	145
	13.1 Inleiding	146
	13.2 Pathofysiologie	146
	13.3 Preventie	148
	13.4 Behandeling van decubitus	153
Hoofdstuk 14	Spasticiteit	159
	14.1 Inleiding	160
	14.2 Definitie	160
	14.3 Pathofysiologie	160
	14.4 Symptomatologie	163
	14.5 Meten van spasticiteit	164
	14.6 Behandeling	166
	14.7 Basismaatregelen	166
	14.8 Aanvullende behandeling	168
Hoofdstuk 15	Slappe verlamming en contractuurvorming	175
	15.1 Inleiding	176
	15.2 Slappe verlamming	176
	15.3 Contractuurvorming	177
Hoofdstuk 16	Pijn	183
	16.1 Inleiding	184
	16.2 Definitie van pijn	184
	16.3 Soorten en classificatie van pijn	185
	16.4 Prevalentie	190
	16.5 Systematische benadering van pijn na dwarslaesie	190
	16.6 Behandeling	192
	16.7 Ontwikkelingen	199
Hoofdstuk 17	Posttraumatische syringomyelie	201
	17.1 Inleiding	202
	17.2 Pathologie	204
	17.3 Klinische presentatie en symptomatologie	204
	17.4 Aanvullende diagnostiek	206
	17.5 Behandeling	207
Hoofdstuk 18	Heterotopie ossificatie	211
	18.1 Inleiding	212
	18.2 Incidentie HO	212
	18.3 Pathofysiologie	212
	18.4 Etiologie	212
	18.5 Klinische verschijnselen	213
	18.6 Diagnostiek	213
	18.7 Profylaxe	215
	18.8 Behandeling	216
	18.9 Conclusie	217

Hoofdstuk 19	Osteoporose, fracturen en neuropathische spinale artropathie	219
19.1	Osteoporose	220
19.2	Fracturen	224
19.3	Neuropathische spinale artropathie	225
Hoofdstuk 20	Circulatie- en temperatuurstoornissen	227
20.1	Bloeddrukregulatie	228
20.2	Autonome dysreflexie	232
20.3	Stollingsstoornissen	236
20.4	Temperatuurontregeling	240
Hoofdstuk 21	Respiratoire stoornissen	243
21.1	Anatomie en fysiologie	244
21.2	Pathofysiologie of Invloed van een dwarslaesie op de ademhaling	245
21.3	Pathofysiologie	245
21.4	Anamnese, lichamelijk onderzoek en evaluatie	246
21.5	Respiratoire complicaties	247
21.6	Preventie en behandeling	249
21.7	Chronische beademing	250
21.8	Slaapapneu	252
Hoofdstuk 22	Arm- en handfunctiestoornissen	253
22.1	Inleiding	254
22.2	Functie van de bovenste extremiteit	254
22.3	Uitval van de bovenste extremiteit bij een cervicale dwarslaesie en daaraan gerelateerd functioneel perspectief	255
22.4	Behandelprincipes van de bovenste extremiteit bij een tetraplegische patiënt	255
22.5	Behandeling in de acute en subacute fase	256
22.6	(Re)constructieve arm-handchirurgie	266
Deel 3 Activiteiten		283
Hoofdstuk 23	Zitten	285
23.1	Biomechanische achtergronden van het zitten	286
23.2	Rolstoelen: technologie, optimalisatie en individuele afstemming	297
Hoofdstuk 24	Staan en lopen	309
24.1	Staan en stavoorzieningen	310
24.2	Lopen en loophulpmiddelen	311
Hoofdstuk 25	Transfers	325
25.1	Inleiding	326
25.2	Factoren die de transfers beïnvloeden	326
25.3	Aanleren van transfers	327
25.4	Aandachtspunten bij specifieke transfers	330
25.5	Hulpmiddelen voor transfers	332

Hoofdstuk 1

Inleiding

§ 1.1-1.4 F.W.A. van Asbeck, J.M. Stolwijk-Swüste, § 1.5 R. Osterthun

1.1	Wat is een dwarslaesie, caudalaesie en spina bifida?	2
1.2	Historie	2
1.3	Classificaties van revalidatieactiviteiten	3
1.4	Organisatie	4
1.5	Epidemiologie	5
1.5.1	Inleiding	5
1.5.2	Internationale incidentie- en prevalentiegegevens	5
1.5.3	Incidentie en prevalentie van dwarslaesies in Nederland	6
1.5.4	Oorzaken van dwarslaesies	8
1.5.5	Geslachts- en leeftijdsverdeling	8
1.5.6	Dwarslaesiekenmerken	9
1.5.7	Levensverwachting en doodsoorzaken	9

1.1 Wat is een dwarslaesie, caudalaesie en spina bifida?

Een dwarslaesie (Engels: *spinal cord injury*, SCI) is een onderbreking van de zenuwbanen in het ruggenmerg (myelum), die vanuit de hersenen naar de organen in het lichaam lopen en die van vanuit de organen naar de hersenen lopen. Dit geeft uitval van spierkracht, gevoel en autonome functies in de ledematen en de organen onder het niveau van de laesie. De mate van beschadiging bepaalt hoeveel uitval er is onder het dwarslaesieniveau en of een dwarslaesie compleet of incompleet is (zie hoofdstuk 8).

Een dwarslaesie kan traumatisch of niet-traumatisch zijn. Een niet-traumatische dwarslaesie kan veroorzaakt worden door een bloeding, infarct, ontsteking, tumor of compressie door degeneratieve afwijkingen van de wervelkolom. In dit laatste geval spreekt men ook wel van een myelopathie (Engels: *myelopathy*), wat letterlijk 'ruggenmergziekte' betekent. Dit komt vooral in de cervicale wervelkolom voor.^{1,2}

Een caudalaesie (Engels: *caudal lesion*) is een onderbreking van de zenuwen in de cauda equina onder het ruggenmerg. Het is dus een onderbreking in het perifere zenuwstelsel. Afhankelijk van het niveau geeft dit uitval van spierkracht, gevoel en autonome functies in de benen, bekken, blaas, darm en geslachtsorganen. Een caudalaesie is compleet wanneer alle zenuwen in de cauda equina op een bepaald niveau onderbroken zijn. De caudalaesie is incompleet wanneer een gedeelte van deze zenuwen onderbroken is. Wanneer het onderste gedeelte van het ruggenmerg, de conus, tezamen met de cauda equina beschadigd is, spreekt men van een conus-caudalaesie. De meest voorkomende oorzaken van een caudalaesie zijn een hernia, bloeding, tumor of beknelling door degeneratie van de wervelkolom.

Een spina bifida (Eng. *spina bifida*, SB) betekent letterlijk een 'gespleten ruggengraat' en is het gevolg van een onvolledige sluiting tijdens de zwangerschap van de primitieve neurale buis en de daarboven gelegen wervelbogen en huid. Een SB kan in ernst variëren van een spina bifida occulta, een meningocele of een myelomeningocele. Het klinisch beeld van deze ruggenmerg/cauda-problematiek komt overeen met een aangeboren dwarslaesie of (conus-)caudalaesie.

1.2 Historie

De vroegste vermelding van een dwarslaesie is te vinden in een papyrusrol uit Luxor, Egypte, van ongeveer 1500 voor Christus. Hierin wordt een beschrijving gegeven van een man met een traumatische tetraplegie waarbij de conclusie is dat dit een afwijking is die niet behandeld kan worden.^{3,4} Dit defaitisme was waarschijnlijk gebaseerd op de toenmalige hoge mortaliteit bij deze aandoeningen door nierfunctiestoornissen of sepsis ten gevolge van decubituswonden.

Deze situatie is niet essentieel veranderd tot de jaren 40 van de 20ste eeuw. In de Eerste Wereldoorlog bedroeg de mortaliteit in de eerste weken tot maanden na het ontstaan van de laesie 47 tot 65% en de mortaliteit na 3 jaar werd op 80% geschat.⁵ Bij het begin van de 20ste eeuw was de behandeling van een dwarslaesie nog steeds gericht op het (onmogelijke) herstel van het letsel. Nieuwere medische technieken werden wel ingezet om de gevolgen van een dwarslaesie te beperken, bijvoorbeeld ter regelmatige lediging van blaas of darm, maar de totale behandeling bleef fragmentarisch.

De grote verandering werd bewerkstelligd door Donald Munro (neurochirurg in het Boston City Hospital, Verenigde Staten) en Sir Ludwig Guttmann (neurochirurg in het Verenigd Koninkrijk). Guttmann richtte in februari 1944, in opdracht van het Engelse leger, in Stoke Mandeville, Aylesbury een gespecialiseerde dwarslaesieafdeling in om de gewonden met een dwarslaesie na de landing in Normandië op te vangen. Hij introduceerde een intensieve samengestelde behandeling die zich richtte op het systematisch nemen van maatregelen om secundaire stoornissen te voorkomen of zo nodig te behandelen. Daarnaast legde hij de focus ook op fysieke training en sportbeoefening om ondanks bestaande beperkingen de patiënt optimaal te laten functioneren en hierdoor de handicap te verkleinen. Het is hiermee de eerste uitvoering van revalidatie in de huidige zin. Guttmann was met deze methode succesvol want hij zorgde ervoor dat het bijna zekere doodsvonnis van een dwarslaesiepatiënt veranderde in overleving met een slechts minimaal verkorte levensverwachting.

Omdat Guttmann de grote fysieke, psychische en sociale voordelen van sport voor mensen met een dwarslaesie zag, organiseerde hij vanaf 1948 de

ationale Stoke Mandeville Games. Deze werden in 1952 internationaal en staan vanaf 1960 bekend als de Paralympics.

Na de Tweede Wereldoorlog verbreidde deze methode van dwarslaesierevalidatie zich over Europa en de rest van de wereld. Om het contact tussen de artsen die zich bezighielden met dwarslaesierevalidatie te bevorderen, werd in 1961 de International Medical Society of Paraplegia (IMSoP) opgericht. In 2001 werd de naam veranderd in International Spinal Cord Society (ISCoS). Het lidmaatschap van ISCoS staat open voor (para)medici die werken met dwarslaesiepatiënten en leden van aanverwante beroepen die werkzaam zijn op het gebied van de dwarslaesierevalidatie of die onderzoek doen naar een onderwerp dat met dwarslaesies te maken heeft. In 1963 gaf de IMSoP het eerste nummer uit van het wetenschappelijk tijdschrift *Paraplegia*, waarvan de naam in 1996 veranderd werd in *Spinal Cord*.

Voor een uitgebreid overzicht van de internationale historie van de dwarslaesierevalidatie wordt verwezen naar Ohry et al. (2015).⁶

Ook in Nederland ontstonden in de jaren 50 en 60 van de vorige eeuw gespecialiseerde afdelingen die zich toegedien op dwarslaesierevalidatie. Bij de Paralympische Spelen in 1980 in Arnhem richtten drie revalidatieartsen die gespecialiseerd waren in dwarslaesierevalidatie, de Werkgroep Dwarslaesie Nederland (WDN) op als eerste diagnose-gebonden werkgroep binnen de Nederlandse revalidatie. Na een aantal congressen van deze werkgroep waaraan ook collega's uit Vlaanderen deelnamen, werd in 1993 het multidisciplinaire Nederlands-Vlaams Dwarslaesie Genootschap (NVDG) opgericht, waarin de WDN opging. Het NVDG werd in 1995 erkend als 'regional society' van de IMSoP. In 1998, 2007 en 2016 leidde de samenwerking binnen het NVDG tot de eerste, respectievelijk tweede en derde druk van het *Handboek Dwarslaesierevalidatie*. Vanaf 1998 startte op basis van deze samenwerking verschillende grote 'multicenter'-onderzoeksprojecten.

In 1976 werd de belangenvereniging voor mensen met een dwarslaesie opgericht met als naam De Schakel en met het tijdschrift *De Ketting*. In 2002 werd de naam van de vereniging veranderd in Dwarslaesie Organisatie Nederland (DON). Het tijdschrift heet tegenwoordig *Dwarslaesie Magazine*.

De DON is in 2013 gefuseerd met de Werkgroep Cauda Equina Syndroom en vertegenwoordigt ook de belangen van mensen met een caudalaesie.

Sinds 1958 verenigen ouders van kinderen met spina bifida zich binnen de Bond van Ouders van Spastische Kinderen (BOSK). Later werd er een Werkgroep Spina Bifida en Hydrocephalus voor kinderen en volwassenen binnen de BOSK opgericht die de belangen van kinderen en volwassenen met een spina bifida behartigt. In 2018 besloten de leden van de BOSK om zich op te splitsen in vier diagnose-gebonden patiëntenverenigingen en in 2019 werd dan ook SBH Nederland (Spina Bifida en Hydrocephalus Nederland) opgericht.

1.3 Classificaties van revalidatieactiviteiten

De revalidatie trok tijdens haar ontwikkeling naast artsen steeds meer andere beroepsbeoefenaren aan, zoals gespecialiseerde verpleegkundigen, fysiotherapeuten, ergotherapeuten, maatschappelijk werkers, psychologen en technici. Een systeem waarin de samenwerking van deze disciplines rationeel was vastgelegd werd noodzakelijk. Bangma publiceerde in 1978 een methode die hij in 1984 verder uitwerkte en door de toenmalige Vereniging van Artsen voor Revalidatie en Fysische Geneeskunde (VRA) als de methode van revalidatie werd geaccepteerd.^{7,8}

De methode bestond uit een op disciplines gebaseerde checklist van de aandachtsgebieden 'somatiek', 'activiteiten van het dagelijks leven', 'maatschappelijk functioneren', 'psychisch functioneren' en 'communicatie'. De fysiotherapeut hield zich voornamelijk bezig met de somatiek, de ergotherapeut met de activiteiten van het dagelijks leven, de maatschappelijk werker met het maatschappelijk functioneren, de psycholoog met het psychisch functioneren en de logopedist met de communicatie. De revalidatiearts was coördinator van deze activiteiten. Dit zogenoemde SAMPC-model verwierf grote populariteit binnen de revalidatie in Nederland, hoewel de toepassing per gebruiker kon wisselen en een verband met internationale systemen en praktijk ontbrak.

In 1980 publiceerde de World Health Organisation de International Classification of Impairments, Disabilities and Handicaps (ICIDH), in het

van de patiënten met kanker met een dwarslaesie is de dwarslaesie de eerste manifestatie van de ziekte.³⁰

Over de *prevalentie* van dwarslaesies zijn voor Nederland geen betrouwbare gegevens beschikbaar.³¹ In de literatuur zijn evenmin gegevens beschikbaar over de epidemiologie van dwarslaesies in Vlaanderen. Een schatting op basis van de getallen van Wyndaele et al. (2006) zou, uitgaande van 500 per miljoen inwoners, voor Nederland uitkomen op 9000 en voor Vlaanderen op 3400 personen met een dwarslaesie.¹⁸

1.5.4 Oorzaken van dwarslaesies

De meest voorkomende traumatische oorzaken zijn verkeersongevallen, vallen, sport, geweld en werkgerelateerde ongevallen. Hoe vaak bepaalde oorzaken voorkomen verschilt van land tot land. Natuurrampen zoals aardbevingen kunnen een plotselinge oorzaak zijn van een toename van de incidentie. In de Verenigde Staten is relatief vaak sprake van geweld als oorzaak. Een studie uit 2022 beschreef dat 14,0% van de traumatische dwarslaesies door geweld zoals schotverwondingen veroorzaakt waren.³² Verder beschreef een systematische review dat 0 tot 6,8% van de dwarslaesies in verschillende landen veroorzaakt werd door een zelfmoordpoging.³³

De oorzaken van traumatische dwarslaesies in Nederland zijn weergegeven in tabel 1.2.

Hierbij valt op dat vallen de meest voorkomende oorzaak is in recente studies en dat er een geleide-

Tabel 1.3 Oorzaken van niet-traumatische dwarslaesies in Nederland

Auteur	Schönherr et al. (1996)	Osterthun et al. (2009)	Post et al. (2018)
Periode	1982-1993	2002-2007	2015
Oorsprong	1 revalidatie-centrum	8 revalidatie-centra	8 revalidatie-centra
Vasculair	36%	27,9%	18,4%
Degeneratief	29,1%	26,1%	22,1%
Inflammatie		17,2%	11,8%
Oncologisch	32,5%	28%	24,6%
Anders		0,8%	22,8%
Aantal	151	501	275

lijke daling is van verkeersongelukken als oorzaak van een dwarslaesie.

De oorzaken van niet-traumatische dwarslaesies in Nederland zijn weergegeven in tabel 1.3.

Bij een dwarslaesie door een wervelmetastase zijn de carcinomen van de long, de mamma en de prostaat de belangrijkste primaire tumoren (50%). Andere tumoren die tot wervelmetastasen kunnen leiden zijn het melanoom, gastro-intestinale tumoren en het niercelcarcinoom. Zie verder hoofdstuk 7.

1.5.5 Geslachts- en leeftijdsverdeling

Traditioneel wordt de traumatische dwarslaesie gezien als een aandoening die vooral jonge mannen treft. In vrijwel alle onderzoeken die handelen over de traumatische dwarslaesie, wordt een piek gezien in de incidentie in de leeftijdsgroep tussen 15 en 30 jaar.³⁴ Vaak wordt ook een bimodale leeftijdsdistributie gevonden, met een piek bij de jongvolwassenen tussen 15 en 29 jaar en een tweede piek bij de categorie 60 jaar en ouder.

Voor Nederland zijn de gevonden percentages weergegeven in tabel 1.4. De mediane leeftijd steeg van 43,6 jaar in 1994 naar 62 jaar in 2010.

Tabel 1.4 Verschuiving van de leeftijdsverdeling van patiënten met een traumatische dwarslaesie tussen 1994 en 2010

Leeftijd	Van Asbeck et al. (2000)	Nijendijk et al. (2014)
Jaar	1994	2010
0-10	1,8%	0%
11-20	11,5%	10,3%
21-30	24,8%	7,0%
31-40	14,1%	9,2%
41-50	10,6%	9,7%
51-60	7,1%	11,4%
61-70	9,7%	23,8%
71-80	15,9%	14,6%
>81	4,4%	14,1%
Totaal	113	185

In deze tabel zien we dat het percentage van 24,8% dat in 1994 nog voor de leeftijdsgroep van 21 tot

30 jaar gevonden werd, in 2010 gedaald is naar 7%. Als men de percentages voor de leeftijdsgroepen ouder dan 60 jaar optelt, stijgen die van 30% in 1994 naar 53% in 2010.

Het feit dat veel meer mannen dan vrouwen worden getroffen door een traumatische dwarslaesie wordt steeds bevestigd. Er wordt meestal een verhouding gevonden die rond de 3:1 ligt.^{22,32,35} Data uit Nederlands onderzoek lieten zien dat de man-vrouwverhouding niet essentieel veranderde (77% man in 1994 en 74% in 2010).^{21,22}

De toename van traumatische dwarslaesies op oudere leeftijd wordt met name veroorzaakt door vergrijzing van de algemene bevolking, waarbij vallen de meest voorkomende oorzaak is. Van Asbeck et al. (2000) vonden een toename van het percentage traumatische dwarslaesies tot 16% in de leeftijdscategorie van 71 tot 80 jaar, veelal veroorzaakt door een val niet van grote hoogte.²¹ In deze groep was vaak sprake van een myelopathie bij een wervelkanaalvernauwing door cervicale spondylarthropathie, die bij een relatief klein trauma predisponeerde voor het ontstaan van een dwarslaesie. Nijendijk et al. (2014) maakten onderscheid tussen een val van hoogte en een val op gelijke hoogte.²² Zij vonden dat 22,7% van alle patiënten met een traumatische laesie ouder dan 50 jaar was en een dwarslaesie opliep door een val op gelijke hoogte. Het groeiend aantal oudere mensen met recent verkregen dwarslaesie brengt nieuwe uitdagingen voor de revalidatie met zich mee. Oudere mensen hebben over het algemeen meer comorbiditeit en minder fysieke reserves om aan de intensieve revalidatieprogramma's te voldoen. Tevens zal men andere doelstellingen ten aanzien van zelfstandigheid en terugkeer naar werk beogen.

Het beeld van de dwarslaesie als een aandoening van de jonge man verdwijnt ook wanneer gekeken wordt naar niet-traumatische dwarslaesies. Studies over populaties in Nederlandse revalidatiecentra

rapporteerden gemiddelde leeftijden bij patiënten met niet-traumatische dwarslaesies van 54,6 tot 59,4 jaar. De man-vrouwverhouding in deze studies varieerden van 1,5:1 tot 1,1:1.^{26,27}

Hacking et al. (1993) bestudeerden patiënten met een dwarslaesie ten gevolge van een maligniteit. De gemiddelde leeftijd in hun groep was 57 jaar en de man-vrouwverhouding ongeveer 2:1.²⁸

1.5.6 Dwarslaesiekenmerken

Ook de verdeling van de hoogte van de laesies en de mate van compleetheid verschilt van onderzoek tot onderzoek en van land tot land. Lu et al. (2024) vonden in hun overzicht van de internationale literatuur vanaf 2000 tot 2021 voor traumatische dwarslaesies dat 47% van de patiënten een cervicale en 37% een complete laesie had. Bij niet-traumatische dwarslaesies had 29% een cervicale en 26% een complete laesie.¹⁵

In Nederland zien we bij traumatische dwarslaesies op basis van studies in 1994 en 2010 een toename van cervicale laesies van 57,5% naar bijna 70%, en van incomplete laesies van 51,3% naar 62%.^{21,22}

1.5.7 Levensverwachting en doodsoorzaken

De levensverwachting van mensen met een dwarslaesie is in de laatste eeuwen sterk verbeterd. Tussen 1864 en 1903 was de acute mortaliteit bij tetraplegische patiënten ongeveer 85%. Gedurende de Eerste Wereldoorlog was het sterftecijfer bij tetraplegie ongeveer 80%.³⁶ Vanaf de Tweede Wereldoorlog is de acute mortaliteit van de dwarslaesie dramatisch gedaald. In de jaren 60 bedroeg deze nog 30%, in de jaren 70 15% en in de jaren 80 daalde deze tot 6%.³⁷ De toegenomen levensverwachting na de Tweede Wereldoorlog was onder andere gerelateerd aan de ontwikkeling van de intermitterende katheterisatie, waardoor de voorheen fatale urologische complicaties grotendeels te voorko-

Tabel 1.5 Levensverwachting in jaren bij het ontstaan van een dwarslaesie bij patiënten die 1 jaar overleven³⁸

	Geen dwarslaesie	Paraplegie	C5-C8	C1-C4	Ventilatorafhankelijk
20 jaar	59,3	45,5	40,6	36,9	25,3
40 jaar	40,4	28,0	23,9	20,9	12,4
60 jaar	23,0	13,3	10,5	8,6	3,9

omvang van de bewegingen. De buigstijfheid en de bewegingsomvang van de wervelkolom worden dus bepaald door het voorste en het achterste complex, waarbij het laatste het eerste modificeert.

2.1.6 Innervatie van de wervelkolom en gerelateerde structuren

Bijna elke structuur in of rond de wervelkolom is van zenuwen voorzien en kan een bron van pijn zijn: van rug- en nekspieren tot de ligamenten, van de dura tot het gewrichtskapsel, van de fasciën tot het botweefsel, met uitzondering misschien van de ligamenta flava en de plexus venosus internus.

Alle zenuwen in de epidurale ruimte zijn takjes van de zogenoemde sinu-vertebrale zenuwen (Luschka), meningeale takken van de spinale zenuwen die teruglopen naar de epidurale ruimte, ventraal van de zenuwwortels. Zij vormen daar uitgebreide netwerken van waaruit het achterste longitudinale ligament, de wervellichamen en tussenwervelschijven, maar ook de ventrale dura sensibel worden geïnnerveerd. De dorsale dura wordt spaarzaam voorzien van zenuwen, wat kan verklaren dat een lumbaalpunctie geen of nauwelijks pijn oproept.

Elke (nociceptieve) pijn afkomstig van deze structuren wordt verwerkt als diepe somatische gerefereerde pijn, vergelijkbaar met viscerale gerefereerde pijn: de nociceptieve impulsen worden segmentaal verwerkt en ervaren in de erbij horende dermatoomgebieden. Aangezien veel van de structuren multi-segmentaal worden geïnnerveerd met veel onderlinge overlap, geldt voor wervelkolom-gerelateerde pijn: veel overlap in pijnprojectie en veel overlap in pijnbronnen. Dus de pijnplek is niet dezelfde als de pijnbron en dat maakt een specifieke diagnosestelling lastig.

2.1.7 De veneuze plexus van de wervelkolom

Voor een goed begrip van een aantal ziektebeelden van het ruggenmerg is vooral het veneuze systeem van de wervelkolom van belang. Dit wordt gevormd door twee veneuze netwerken met onderling talrijke anastomosen: de plexus venosus vertebralis internus (Batson) en externus. Beide hebben een longitudinale ventrale en dorsale component. De ventrale interne veneuze plexus bevindt zich tussen het achterste longitudinale ligament en de corpora,

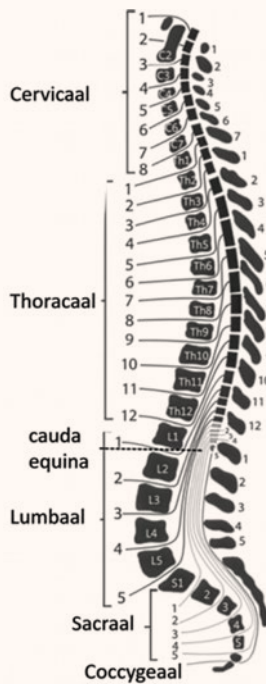
de dorsale plexus ligt vrij in de dorsale epidurale ruimte (zie figuur 2.2). In de lumbosacrale wervelkolom is de ventrale veneuze plexus in het algemeen fors ontwikkeld dan de dorsale plexus. Vanaf hoog lumbaal-laag thoracaal neemt de dorsale plexus in omvang toe. Dit zou mede verklaren waarom de complicatie van epidurale bloedingen bij katheters meer voorkomt in thoracale gebieden.

De venen zijn dunwandig en bezitten geen kleppen. Caudaal communiceert de plexus met bekkenvenen, craniaal met de veneuze sinussen in de schedel en naar lateraal via de foramina intervertebralia met de segmentale venen (vv lumbales, vv intercostales). Vanwege deze uitgebreide verbindingen vormen zij een collaterale circulatieweg bij obstructie van de v. cava inferior en kunnen zij dienen als route voor metastases van onder andere borst- en longtumoren, maar ook van bekkentumoren (prostaatacarcinoom) naar de wervelkolom, de romp en zelfs naar de hersenen. Ook ontstekingsprocessen kunnen via deze veneuze plexus worden getransporteerd. Zo is osteomyelitis van de wervelkolom als gevolg van een ontsteking in het urogenitale apparaat berucht.

2.2 Anatomie van ruggenmerg en vliezen

In de vroege embryonale ontwikkeling vult de neurale buis als voorloper van het ruggenmerg het kanaal over de gehele lengte op. In de tweede helft van de zwangerschap groeit de wervelkolom sneller, waardoor die dus 'weg groeit' van de onderzijde van het myelum. Dit fenomeen heet *ascensus medullae* (zie figuur 2.1).

Het ruggenmerg is een ongeveer vingerdikke weefselstreng van nog geen 0,5 meter lang die in het wervelkanaal ligt, met twee verbredingen (intumescenties) ten behoeve van de innervatie van armen en benen. Het ondereinde bevindt zich ongeveer ter hoogte van discus L1-L2. Het spits toelopende onderste deel is de conus medullaris. Van hieruit ontspringen zenuwwortels, die samen de cauda equina vormen. Vanaf de onderste punt van de conus loopt het filum terminale (internum) naar de punt van de duraalzak, die ook weer verankerd is, nu aan de eerste coccygeale wervel. Vlak boven de conus is het ruggenmerg groter in doorsnede voor de innervatie

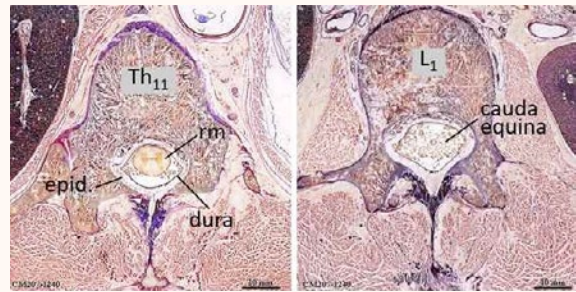


Figuur 2.1 Overzicht van de relatie tussen de spinale zenuwen, ruggenmergsegmenten en wervelkolom per regio. Onder L1 ziet men de ascensus medullae (epomedicine.com).

van het been en in de hals treffen we dat ook aan ten behoeve van de innervatie van de arm. Deze verdikkingen heten intumescenties. De lumbale intumescentie omvat de ruggenmergsegmenten L2-S2 en ligt ter hoogte van de wervels Th11-12, de cervicale intumescentie omvat de ruggenmergsegmenten C5-Th1 en bevindt zich ter hoogte van de wervels C5-7.

In totaal zijn er 31 paar ruggenmergszenuwen (8 cervicale, 12 thoracale, 5 lumbale, 5 sacrale en 1 tot 2 coccygeale spinale zenuwen) die uit opeenvolgende ruggenmergsegmenten ontspringen en in de richting van de intervertebrale foramina verlopen. Het eerste cervicale wortelpaar verlaat het wervelkanaal tussen de atlas en het os occipitale, n. C2 via foramen C1-C2, et cetera tot n. C7 uit foramen C6-7. Zenuw C8 gaat via het foramen C7-Th1 naar buiten. De cervicale wortels C1 tot en met C7 lopen dus boven de gelijknamige wervel terwijl de thoracale, lumbale en sacrale wortels onder de gelijknamige wervel naar buiten lopen.

Het ruggenmerg is omgeven door vliezen, waarvan de binnenste, de pia mater, alleen het ruggen-



Figuur 2.2 Histologische doorsneden van de wervelkolom ter hoogte van T11 (waar het ruggenmerg nog aanwezig is) en L1 met de gevormde cauda equina. De epidurale ruimte bevat onder andere de veneuze plexus.

merg bekleedt. De buitenste, de dura mater, volgt ongeveer de begrenzing van het benige wervelkanaal, maar zit er niet aan vast. De middelste, de arachnoidea, is een dun vlies dat als het ware tegen de binnenzijde van de dura is geplakt. Functioneel onderscheiden we de *epidurale* ruimte (de ruimte buiten de dura, gevuld met vetweefsel en een veneuze plexus), de *subdurale* ruimte (een virtuele ruimte tussen dura en arachnoidea) en de ruimte tussen pia en arachnoidea die is gevuld met liquor. Aangezien de duraalzak (en arachnoidea) eindigt ter hoogte van wervel S2 en de pia mater op de conus zit, is er dus een grote ruimte met liquor rondom de cauda equina, de cisterna terminalis.

Het ruggenmerg moet ten opzichte van de wervelkolom kunnen verschuiven tijdens flexie- en extensiebewegingen aangezien er tussen de maximale uitersten ruim 6 cm lengteverschil bestaat. Dit kan door de vele elastische vezels die het ruggenmerg bezit, maar ook door het golvende en spiraliserende verloop van de zenuwvezels. Een lengtetoeename van 10% kan door het merg al opgebracht worden zonder noemenswaardige trekspanning (circa 0,1 N).

Ook de dura bezit veel elastine vezels. Bij flexie verschuift het ruggenmerg ten opzichte van de dura naar caudaal. De dura verschuift ten opzichte van de wervelkolom naar caudaal bij cervicale flexie, maar naar craniaal bij lumbale flexie. Ook de eigen innervatie van de dura is toegerust op dit soort verschuivingen door spiraliserende zenuwtakjes tussen de sinu-vertebrale zenuwen en de dura.