

# Het effect van de looprobot op loopsnelheid en -afstand bij mensen met een incomplete dwarslaesie

---

Lisette Roosenboom  
Afstudeeropdracht voor de opleiding Fysiotherapie  
Hogeschool Utrecht  
Studentnummer: 1551885  
November 2012

**Doelstelling:** Deze literatuurstudie wil meer inzicht geven in wat de effecten zijn van robotondersteunde loopbandtraining bij mensen met een incomplete dwarslaesie op loopafstand en loopsnelheid. Daarbij wordt de robottraining vergeleken met andere vormen van looptraining.

**Methode:** Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden is literatuuronderzoek verricht in PubMed, PEDro en Cochrane Library.

**Resultaten:** Uiteindelijk zijn zeven studies opgenomen in dit literatuuronderzoek, waarvan vijf RCT's, één pilot trial en één multicenter trial. Uit de zeven opgenomen publicaties, zijn er vier RCT's waarbij de robotondersteunde loopbandtraining verbetering geeft op de loopsnelheid en de loopafstand binnen de groep, maar niet significant meer verbetering dan andere interventies. Er zijn twee publicaties waarbij verbetering is in loopsnelheid binnen de groep. Deze twee studies zijn alleen uitgevoerd zonder controlegroep. Er is één publicatie die wel significante verschillen laat zien tussen de twee groepen o.a. op de loopafstand.

**Conclusie:** Er is onvoldoende bewijs dat het oefenen met een looprobot bij mensen met een dwarslaesie in een betere loopafstand of loopsnelheid resulteert dan met andere interventies.

**Aanbeveling:** Toekomstig onderzoek zal zich moeten richten op een goed ontworpen RCT met een grotere homogene groep deelnemers in de klinische fase van de revalidatie. Het onderzoek zal zich tevens moeten richten op een langere follow-up periode.

**Trefwoorden:** Spinal cord injury, Robot-assisted, Spinal cord injury incomplete, Walking, Spinal fractures, Gait training, physical therapy, Walking speed, Gait speed, Rehabilitation, Walking distance, Gait distance, Lokomat, Bodyweight supported treadmill, Locomotor training, Conventional therapy, Robotics

## Inleiding

De laatste 10 jaar wordt het robotondersteund lopen op een loopband wereldwijd in de revalidatie gebruikt. Sinds enkele jaren gebeurt dit ook in verschillende revalidatiecentra in Nederland.

De looprobot is een combinatie van gewichtloosheidsimulator, loopband en computergestuurd exoskelet. Het exoskelet beweegt of ondersteunt de beweging van de benen van de patiënt op een manier die het fysiologisch looppatroon nabootst, precies gesynchroniseerd met de snelheid van de loopband.

Met een gewichtloosheidsimulator kan het gewicht van de patiënt (volledig of partieel) worden opgeheven, teneinde de belasting tijdens het trainen/lopen te verminderen. Dus de kracht, de mate van ondersteuning van de loopbeweging en de snelheid waarmee dit gebeurt is instelbaar. Deze vorm van looptraining wordt toegepast om de loopfunctie te verbeteren bij patiënten met een hersenbloeding, dwarslaesie, traumatisch hersenletsel, Multiple Sclerose en Parkinson en bij kinderen met een cerebrale parese. (*Biometrics, human motion technology solutions, 2012*)

Deze literatuurstudie is gericht op patiënten met een incomplete dwarslaesie.

Het aantal mensen met een dwarslaesie in Nederland is niet exact bekend. Geschat wordt dat het er tussen de 12.000 en 15.000 zijn, waarvan circa 10.000 rolstoelgebonden. De gemiddelde leeftijd waarop iemand in Nederland een dwarslaesie krijgt, is 39 jaar. Per jaar komen er 400 tot 500 personen met een dwarslaesie bij. Oorzaken van dwarslaesies zijn:

- Verkeersongevallen: 35%
- Ziekte en/of medische behandeling: 18%
- Sport: 15%
- Bedrijfsongeval: 13%
- Val van een hoogte: 9%
- Overige oorzaken: 10% (*Dwarslaesie Organisatie Nederland, 2012*)

Bij zo'n 53% van de patiënten met een traumatische dwarslaesie, is de laesie incompleet. Vaak is bij deze groep één van de hoofddoelen tijdens de revalidatie het herstel van de mogelijkheid tot lopen (*Alcobendas-Meastro et al., 2012*). Bij een complete dwarslaesie is de functionele continuïteit van het ruggenmerg op een bepaald niveau volledig onderbroken en is er geen willekeurig gecontroleerde spierfunctie en sensibiliteit meer vanaf dat punt. Er is geen herstel meer mogelijk. Bij een incomplete dwarslaesie zijn de zenuwen op een bepaald niveau gedeeltelijk doorkliefd of zijn de zenuwen licht beschadigd. Dit betekent dat bij een incomplete dwarslaesie er wel gecontroleerde spierfunctie en sensibiliteit kan zijn onder het niveau van de laesie. Neurologisch herstel kan hier wel optreden en hangt af van de mate van beschadiging van de zenuwen, maar of dit daadwerkelijk gebeurt is niet te voorspellen.

Er zijn verschillende soorten incomplete laesies. Om het soort ruggenmergletsel aan te geven wordt de Asia Impairment Scale gebruikt. Deze schaal geeft ook aan of het letsel compleet of incompleet is. AIS (Asia Impairment Scale):

**A = Compleet:** Afwezige motoriek en sensibiliteit in de sacrale segmenten S4-S5.

**B = Incompleet:** Afwezige motoriek maar aanwezige sensibiliteit onder het laesie niveau, doorlopend t/m S4-S5.

**C = Incompleet:** Aanwezige motorische activiteit onder het laesieniveau.

Meer dan de helft van de testspieren onder het laesieniveau heeft een kracht minder dan 3

**D = Incompleet:** Aanwezige motorische activiteit onder het laesieniveau.

Tenminste de helft van de testspieren onder het laesieniveau heeft een kracht 3 of meer.

**E = Normaal:** Normale motoriek en sensibiteit (*NVDG internationale standaard, 2010*)

Uit de verschenen publicaties blijkt dat revalidanten die getraind hebben met de looprobot, erg enthousiast zijn. Zij melden dat zij zich sterker voelen, dat hun benen meer onderdeel worden van hun lichaam en dat zij stabiel zitten in de rolstoel. Ten aanzien van het lopen melden patiënten dat zij door het herhaalde ritme kunnen 'voelen' welke bewegingen of correcties gemaakt moeten worden bij het dagelijks lopen. Patiënten ervaren naast deze verbeteringen in aspecten van het lopen ook verbetering in uitvoerbaarheid van transfers, de zitbalans, ADL en het algeheel welbevinden (*Langeveld et al., 2012*). In de literatuur is echter nog weinig concreet bewijs dat het robotondersteund lopen meer resultaat oplevert dan standaard looptraining. Er wordt hier momenteel nog steeds veel onderzoek naar gedaan. Bestaande literatuurstudies vergelijken verschillende artikelen die ook gericht zijn op andere aandoeningen zoals: MS, NAH, CVA en Parkinson (*Tefertiller et al., 2011*). De meest recente review die alleen gericht is op mensen met een incomplete dwarslaesie dateert uit 2010. Hier worden vier case studies en maar twee RCT's gebruikt. De RCT's zijn gepubliceerd in het jaar 1998 en 2000, deze vallen dus buiten de inclusiecriteria. (*Hedel et al., 2010; Swinnen et al., 2010*).

In deze studie wordt onder andere gebruik gemaakt van nieuwere onderzoeken vanaf 2002 die nog niet in eerdere reviews zijn opgenomen.

Het doel van deze literatuurstudie is antwoord te geven op de volgende vraagstelling:

*Wat is het effect van robotondersteund loopbandtraining op de loopsnelheid en de loopafstand van mensen met een incomplete dwarslaesie ASIA C en D ten opzichte van andere interventies?*

## Methode

Om de vraagstelling te beantwoorden is literatuuronderzoek verricht in verschillende databanken. Hiervoor zijn PubMed, PEDro en Cochrane Library geraadpleegd. In deze databanken is gezocht met verschillende zoektermen en combinaties daarvan. Er is met vrije zoektermen gezocht, om zodoende artikelen te vinden die de vraagstelling kunnen beantwoorden. De vrije zoektermen zijn gecombineerd met AND, OR en NOT. De zoektermen zijn georganiseerd volgens het "Population Intervention Comparison Outcome" (PICO) model. (tabel 1)

*Tabel 1: zoektermen en combinatie van zoektermen. De termen zijn gebruikt tussen de "P" (population), "I" (intervention) en "O" (outcome) kolommen.*

| P: Population       | I: Intervention                | C: Comparison          | O: Outcome          |
|---------------------|--------------------------------|------------------------|---------------------|
| -Spinal cord injury | -Lokomat                       | -Conventional therapy  | -Walking            |
| - incomplete        | -Locomotor training            | -Body weight supported | -Walking/gait speed |
| -Spinal fractures   | -Rehabilitation                | treadmill              | -Walking/gait       |
|                     | -Robotics                      | -Physical therapy      | distance            |
|                     | -(robot-assisted)gait training |                        |                     |

### De inclusiecriteria:

- Het betreft een randomised controlled trial (RCT), een clinical trial (CT) of een multicenter clinical trial (MCCT)
- De studie moet zijn geschreven in het Engels of in het Nederlands en moet als volledig artikel online gepubliceerd zijn
- De studie moet gepubliceerd zijn vanaf 2002 (niet langer dan 10 jaar geleden)
- De onderzoekspopulatie bestaat uit patiënten met een incomplete dwarslaesie ASIA C en D
- De onderzoekspopulatie heeft een minimale leeftijd van 16 jaar
- Training van tenminste 1 groep moet plaatsvinden door middel van robotondersteunde loopbandtraining
- De controle-interventie bestaat uit een andere vorm van looptraining

### De exclusiecriteria :

- Studies met dieren of kinderen
- Studies waarbij de personen comorbiditeiten hadden die niet direct samenhangen met de dwarslaesie.

Na het zoeken in de databanken met vrije zoektermen, is een screening gedaan op titel en samenvatting. De overgebleven publicaties zijn gescreend op in- en exclusiecriteria. Aan de hand van de hieruit overgebleven studies, is de volledige tekst gelezen en vielen er opnieuw een aantal studies af.

### Methodologische kwaliteit:

De methodologische kwaliteit van de artikelen wordt beoordeeld aan de hand van de PEDro-schaal.

De PEDro-schaal is een instrument om de methodologische kwaliteit van RCT's te beoordelen en te scoren op tien criteria. Naast één item dat de externe validiteit bepaalt worden tien items

beschreven die de interne en methodologische kwaliteit van de studie evalueren (*tabel 2*). Deze tien

criteria bepalen de somscore. RCT's met een PEDro-score van drie of minder punten werden

beoordeeld als studies van lage kwaliteit. Bij vier of vijf punten op de PEDro-schaal is de kwaliteit

redelijk. Artikelen van zes punten of hoger worden beoordeeld als goed tot zeer goed (*Peppen, van et al., 2004*).

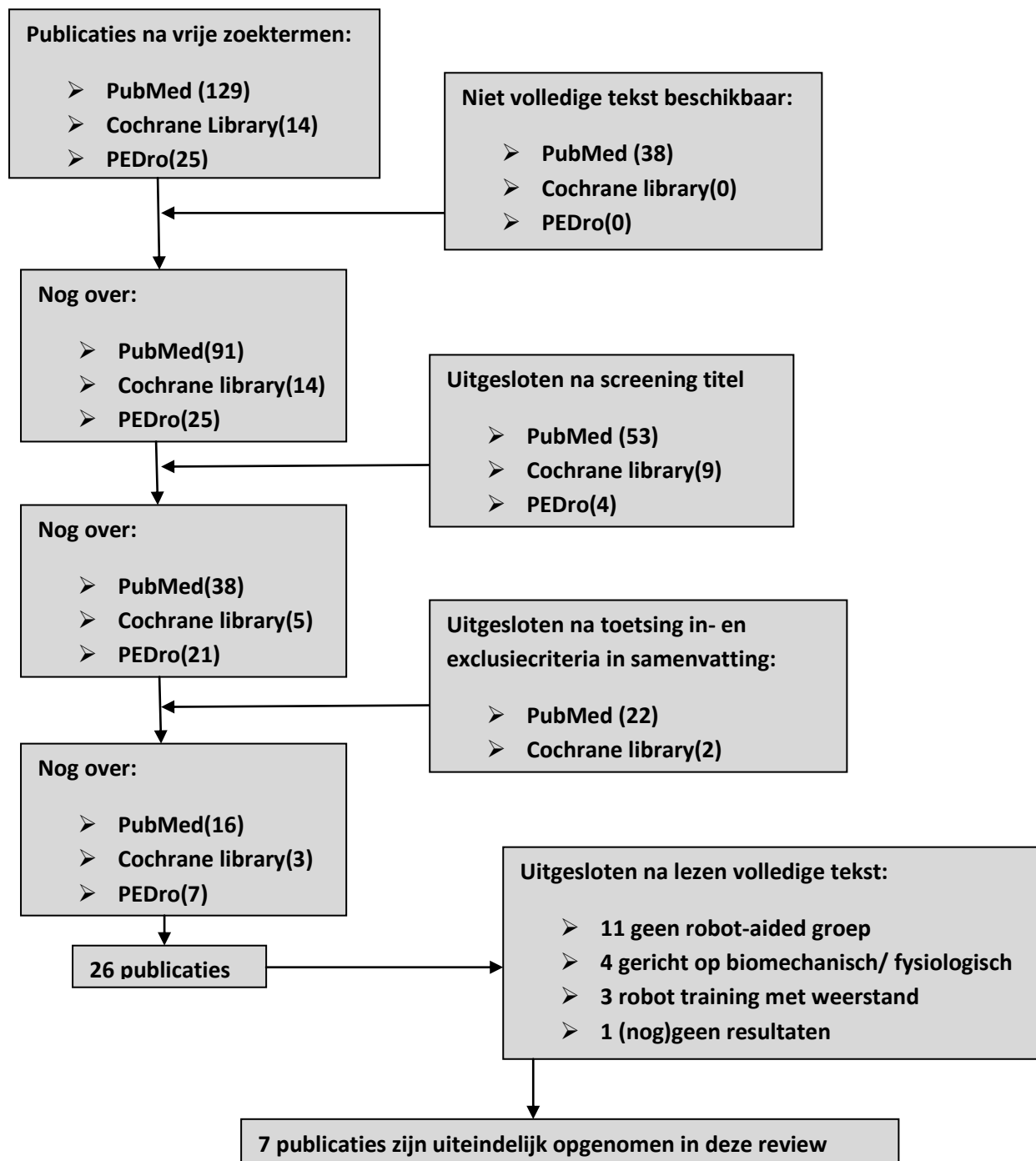
**Tabel 2. Pedro schaal**

| Item                                                                                                                              | Score  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 1 Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?                                                                           | Nee/ja |
| 2 Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?                                                                             | 0/1    |
| 3 Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd (concealed allocation)?                                                 | 0/1    |
| 4 Zijn de groepen wat betreft de belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?                                           | 0/1    |
| 5 Zijn de patiënten geblindeerd?                                                                                                  | 0/1    |
| 6 Zijn de therapeuten geblindeerd?                                                                                                | 0/1    |
| 7 Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?                                                       | 0/1    |
| 8 Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïnccludeerde patiënten?                                  | 0/1    |
| 9 Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd? | 0/1    |
| 10 Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijkbaarheid   tussen de groepen gerapporteerd?                 | 0/1    |
| 11 Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?                             | 0/1    |

## Resultaten.

Er zijn zeven studies opgenomen in dit literatuuronderzoek. Waarvan vijf RCT's, (*Alcobendas-Maestro et al., 2012; Edelle et al., 2011; Nooijen et al., 2009; Winchester et al., 2008; Edelle et al., 2005*) één pilot trial (*Schück et al., 2012*) en één multicenter trial (*Wirz et al., 2005*). In figuur 1 zijn de zoekresultaten geordend. De karakteristieken van de gevonden artikelen zijn weergegeven in tabel 3. Vijf artikelen zijn beoordeeld aan de hand van de PEDro schaal in tabel 4. De andere twee artikelen (*Schück et al., 2012* en *Wirz et al., 2005*) zijn niet gescoord met de PEDro schaal, omdat beide studies geen controlegroep hebben. Toch zijn deze twee studies opgenomen in dit literatuuronderzoek omdat de onderzochte groep exact dezelfde kenmerken heeft als de RCT's. Tevens is de interventie en de soort meting op vergelijkbare wijze gedaan. Daarbij is de pilot studie van Schück et al, erg recent, namelijk uit Mei 2012.

**Figuur 1. Zoekresultaten**



**Tabel 3. Karakteristieken van de geselecteerde artikelen**

| Artikel                                                                                                 | Auteur en datum publicatie     | Soort       | Methodologische Kwaliteit (PEDro) | Kenmerken onderzochte groep                                                                                                                            | Interventie                            | Controle interventie                                                                                                                       | Resultaat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Conclusie/Discussie                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lokomat Robotic-assisted versus overground training within 3-6 months of incomplete SCI                 | Monica Alcobendas et al., 2012 | RCT         | 8/10                              | n= 80 ASIA C en D laesie <6 mnd laesie niveau: C2-T12 leeftijd 16-70 jaar                                                                              | 8 weken, 5x p.w. 1uur Lokomat training | looptraining op grond (conventionele therapie)                                                                                             | Gemeten middels: 10MWT, WISCI    , 6MWT, FIM-L, LEMS. Er is geen verschil in loopsnelheid in beide groepen. De WISCI is beter voor de Lokomat. 6MWT laat significante verschillen zien in voordeel v.d. looprobot                                                                                                                               | Beide trainingen staan gelijk voor loopsnelheid, maar de behoefte aan steunzolen en hulpmiddelen werd verminderd, misschien als gevolg van een grotere kracht in de benen in de Lokomat groep                                                 |
| Feasibility and affect of patient-cooperative robot-aided gait training applied in a 4-week pilot trial | Schück et al., mei-2012        | pilot trial | n.v.t.                            | N=2 met incomplete dwarslaesie ASIA D dwarslaesie >1 jaar laesiehoogte: C4 en Th8 leeftijd beide 69 jr.                                                | 4 weken, 4x p.w. 45 min.               |                                                                                                                                            | Gemeten middels: 10MWT. Meting in week 2 en 4. De robot training geeft verbetering in loopsnelheid maar niet significant                                                                                                                                                                                                                        | De korte termijn testen laten zien: meer spieractiviteit in de benen is na training in de patiënt - coöperatieve Lokomat dan in de non-coöperatieve ingestelde Lokomat. In de loopsnelheid zat wel verbetering maar deze was niet significant |
| Influence of a locomotor training approach on walking speed and distance in people with SCI             | Edelle C. et al., jan-2011     | RCT         | 6/10                              | n= 74 ASIA C of D dwarslaesie > 1jaar laesie niveau T10 of hoger, mogelijkheid tot staan of 1 stap te zetten (eventueel met hulp) leeftijd: 18-60 jaar | 12 weken lang, 5 dagen p.w. trainen.   | De 3 andere groepen: -loopbandtraining met manuele ondersteuning -loopbandtraining met elektrostimulatie - alleen looptraining op de grond | Gemeten middels: 10MWT, 2MWT, LEMS Snelheid verschilt niet significant per groep maar verbeterde wel. Loopafstand was het beste verbeterd met gewone looptraining. 10 Deelnemers die verbetering toonden zijn na 6 maanden hertest. Dit keer was de loopsnelheid afgenomen t.o.v. de vorige meting. Maar wel nog sneller dan voor dit onderzoek | Loopsnelheid is verbeterd met zowel looptraining als alle loopbandtrainingen. De loopafstand is sterker toegenomen met de gewone looptraining dan de trainingen met een loopband                                                              |

|                                                                                                                         |                               |     |      |                                                                                                                                                                                                                                |                                                               |                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach                  | Nooijen C.FJ et al., okt-2009 | RCT | 3/10 | n= 51 ASIA C of D dwarslaesie >1 jaar laesie hoogte >T12, beneden T12 alleen indien er goede reflexen zijn in OE leeftijd: 21-65 jaar Mogelijkheid tot staan(evt met matige hulp 50%) en paar passen te lopen (met hulpmiddel) | 12 weken 5 x p.w. 60 minuten trainen                          | De 3 andere groepen zijn:<br>-loopband met manuele ondersteuning<br>-loopband met elektrostimulatie<br>-looptraining op de grond met elektrostimulatie                                                                        | Gemeten middels: 10MWT met camera<br>Bij alle groepen was er verbetering in loopsnelheid. Geen significante verschillen gevonden tussen de 4 groepen                                                                                                                                         | Gewicht ondersteunende locomotor training leidt tot verbetering in gang kwaliteit ongeacht de trainingsaanpak. Hypothese: De kleine verandering in de looprobot groep zijn vanwege de passieve instelling van de Robot |
| A prediction model for determining over ground walking speed after locomotor training in persons with SCI               | Winchester et al., Aug-2008   | RCT | 6/10 | n=30 ASIA C en D dwarslaesie < 5 jaar leeftijd 16-65 geen loopfunctie of moeilijk te been                                                                                                                                      | 12 weken 3x p.w. (1uur) 36 sessies robotondersteunend trainen | 36 sessies verschillend gecombineerd met robot training, loopbandtraining met manuele ondersteuning en looptraining op de grond                                                                                               | Gemeten middels: 10MWT, WISCI    , LEMS. Deze studie beschrijft tevens een model wat de resultaten voorspelt per individu. Dit model heeft kloppende resultaten voorspeld voor 78,3%. Loopsnelheid is verbeterd maar niet significant                                                        | Dit voorspelmodel onderscheidt individuen die hoogstwaarschijnlijk succes boeken bij robot ondersteunde training                                                                                                       |
| Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury: A preliminary report of walking-related outcomes | Edelle C. et al., Sept-2005   | RCT | 4/10 | n= 27 dwarslaesie >1 jaar laesiehoogte: >T10 mogelijkheid één stap te zetten met een been met minimale hulp (50%) leeftijd: 22- 64                                                                                             | 12 weken, 5x p.w. 1uur robot training.                        | Controlegroepen zijn:<br>-gewichtsondersteunde loopbandtraining met manuele hulp (TM)<br>-gewichtsondersteunde loopbandtraining met elektrostimulatie (TS)<br>-gewichtsondersteunde grond training met elektrostimulatie (OG) | Gemeten middels: 10MWT, 2MWT, LEMS<br>Alle groepen hadden een significant effect van de loopsnelheid. Geen significante verschillen tussen de groepen. Wel lijkt grotere verbetering in TS en OG Staplengte nam toe in alle groepen behalve bij LR. Stap symmetrie werd verhoogd in LR en TM | Uit de gegevens blijkt dat de verschillende benaderingen, vergelijkbare uitkomsten hebben. De individuen met de slechtere loopfuncties profiteerden het meest in deze studie                                           |



### **Resultaten van de gevonden artikelen:**

In alle zeven studies (*Alcobendas-Maestro et al., 2012; Edelle et al., 2011; Nooijen et al., 2009; Winchester et al., 2008; Edelle et al., 2005; Schück et al., 2012; Wirz et al., 2005*) hebben de proefpersonen een incomplete dwarslaesie ASIA C en/of D. De hoogte van de laesie zit bij iedereen tussen C2-L1. De leeftijd van de proefpersonen is tussen de 16 en 70 jaar.

Het totaal aan onderzochte patiënten in de zeven studies bedraagt 284. Per studie varieert het aantal deelnemers van 2 tot 80, dat geeft een gemiddelde van  $\approx 40,6$  patiënten.

Vier studies meten zowel de loopafstand als de loopsnelheid (*Alcobendas-Maestro et al., 2012; Edelle et al., 2011; Edelle et al., 2005; Wirz et al., 2005*). In drie artikelen meet men alleen de loopsnelheid (*Nooijen et al., 2009; Winchester et al., 2008; Schück et al., 2012*). In alle zeven publicaties wordt de loopsnelheid gemeten middels de 10-meter wandeltest (10MWT). In studies waar de loopafstand wordt getest, wordt deze gemeten middels de 6-minuten wandeltest (6MWT) of de 2 minuten-wandeltest (2MWT).

De zeven studies zijn ingedeeld in 3 subgroepen: 'Drie controle-interventie groepen', 'één controle-interventie groep' en 'geen controle-interventie'. De interventie bestaat vanzelfsprekend bij alle publicaties uit training met de looprobot. Echter, de controle-interventies variëren.

### **Drie controle-interventie groepen:**

Vier publicaties hebben meerdere controlegroepen bestaande uit: loopbandtraining met manuele ondersteuning, loopbandtraining met elektrostimulatie en looptraining op de grond met of zonder elektrostimulatie. (*Edelle et al., 2005; Nooijen et al., 2009; Edelle et al., 2011*)

Één publicatie combineert deze drie interventies per deelnemer (*Winchester et al., 2008*).

In de RCT van Edelle et al., (2005) worden verschillende trainingmethodes vergeleken bij mensen die langer dan één jaar een dwarslaesie hebben. De loopsnelheid, staplengte en stapssymmetrie werd gemeten aan de hand van 10MWT, 2MWT en Lower Extremity Motor Score (LEMS). De gewichtsondersteuning was bij iedere groep 30% of minder. 12 Weken lang trainden zij vijf keer per week een uur. Alle groepen lieten een significant effect zien op de loopsnelheid. De verschillen tussen de groepen waren niet statistisch significant. Deelnemers met een lagere loopsnelheid werden vergeleken met deelnemers met een hogere loopsnelheid. Na training is de loopsnelheid van de langzame groep gemiddeld 85% gestegen en in de snelle groep gemiddeld maar 9%.

Winchester et al., (2008) onderzochten 30 mensen die vijf jaar of korter een dwarslaesie hebben. Één groep trainde 36 sessies met de looprobot. De andere deelnemers ondergingen ook 36 trainingssessies maar dan van verschillende interventies. Zij kregen een verschillend aantal trainingen in verschillende volgorde van: de looprobot, gewicht ondersteunende loopbandtraining met manuele hulp en looptraining op de grond. Het onderzoek duurde drie maanden waarin de deelnemers drie keer per week een uur training kregen. In de looprobot kregen deelnemers 10-40% gewichtsondersteuning. Op de loopband met gewichtsondersteuning en manuele hulp was de ondersteuning 10-25%.

Bij alle groepen is de loopsnelheid verbeterd, maar er zijn geen significante verschillen tussen de resultaten van de diverse groepen.

In de RCT van Nooijen et al., (2009) werden ook verschillende vormen van looptraining vergeleken. Dit werd onderzocht bij mensen die meer dan één jaar een dwarslaesie hebben. 51 Deelnemers trainden vijf dagen per week 12 weken lang. Alle groepen kregen gewichtsondersteuning door middel van een harnas. Deze gaf 30% of minder ondersteuning. De looprobot was passief ingesteld. Met de 10MWT werden de resultaten gemeten. De testen werden opgenomen met een camerasysteem. Na de training was er een verbetering in loopsnelheid in alle groepen. Er werd geen significant verschil gevonden tussen de groepen.

Edelle et al., (2011) vergeleken de vier verschillende vormen van looptraining bij mensen met een dwarslaesie, langer dan een jaar. 74 Deelnemers trainden vijf dagen per week voor 12 weken lang. De volgende vormen van looptraining kwamen aan bod: loopbandtraining met manuele ondersteuning (TM), loopbandtraining met elektrostimulatie (TS), looptraining op de grond met elektrostimulatie (OG) en training met de looprobot(LR). Alle groepen kregen gewichtsondersteuning met een harnas. De gewichtsondersteuning werd bij alle groepen ingesteld op of onder de 30%. De looprobot werd ingesteld om maximale (100%) ondersteuning te geven. De uitkomsten werden gemeten door de 10MWT, 2MWT en de LEMS.

De loopsnelheid verschilde niet significant per groep maar verbeterde wel in alle groepen. De loopafstand was het beste verbeterd met gewone OG (effect size 0.40). Effect size voor snelheid waren hetzelfde voor TM en TS (d 0,28). De effect size voor de loopafstand was groter met TS (d 0,16) dan bij TM of LR waar geen effect size was. Tien deelnemers die verbetering toonden zijn na zes maanden hertest. Dit keer was de loopsnelheid afgenomen ten opzichte van de vorige meting. Maar wel nog sneller dan voor dit onderzoek.

#### **Eén controle-interventie groep:**

De studie van Alcobendas-Maestro et al., (2012) heeft als enige studie looptraining op de grond als controle-interventie. Deze studie vergeleek training met de looprobot met conventionele looptherapie, bij mensen met een dwarslaesie korter dan zes maanden. 80 Deelnemers werden gerandomiseerd verdeeld in de twee groepen. Alle deelnemers ondergingen een standaard revalidatieprogramma. Aanvullend werd acht weken lang looptherapie gegeven met één van beide interventies. De interventies bestonden uit vijf keer per week een uur trainen. Tijdens deze acht weken werd geen andere vorm van looptraining ondergaan. De looprobot werd aanvankelijk ingesteld op 60% ondersteuning van het lichaamsgewicht. Niemand eindigde met minder dan 25% ondersteuning. De belangrijkste uitkomstmaten werden gemeten door de 10MWT, 6MWT, loopindex voor dwarslaesie (WISCI),LEMS.

Er werden geen significante verschillen gevonden tussen de twee groepen in de loopsnelheid. De loopafstand verbeterde significant bij de deelnemers in de looprobot groep.

#### **Geen controle-interventie:**

Twee publicaties hebben geen controlegroep (Schück et al., 2012 en Wirz et al., 2005).

De studie van Schück et al., (2012) is een pilot studie waarin twee patiënten met een incomplete dwarslaesie deelnamen. Een trainingsprogramma met de looprobot werd op alle deelnemers toegepast. Het programma bestond uit vier keer per week 45 minuten trainen in een periode van vier weken. Na twee en vier weken werden de looptesten gemeten (10MWT). In de loopsnelheid zat wel verbetering(0.16 m/s), maar deze was niet significant.

In de studie van Wirz et al., (2005) werden 20 patiënten onderzocht met een incomplete dwarslaesie langer dan twee jaar. Zij ondergingen acht weken lang, 3-5 trainingssessies per week met de looprobot. De metingen werden gedaan met de 10MWT, 6MWT en de WISCI. De 10MWT heeft een toename van de gemiddelde loopsnelheid (0,11/ 0,10 m/s) binnen de groep na training. Bij de 6MWT was er een relatieve stijging in afstand van 53%.

## Discussie

Deze review vergelijkt zeven studies. In ieder artikel zit een groep die de interventie robotondersteunde training krijgt. Niet alle artikelen beschikken over een goede methodologische kwaliteit (*Nooijen et al., 2009; Schück et al., 2012; Wirz et al., 2011*).

De kenmerken van de onderzochte patiënten in de studies zijn nagenoeg gelijk aan elkaar. In ieder onderzoek wordt echter het dwarslaesieniveau en de leeftijd heel ruim genomen. Dat wil zeggen dat het laesieniveau L1 of hoger is en de leeftijd tussen de 16-70 jaar. Een specifiekere homogene groep zal misschien meer vergelijkbare resultaten opleveren. Daarbij is de gemiddelde populatie van de onderzochte groepen maar 40,6 patiënten. De verklaring hiervoor is dat het aantal mensen met een dwarslaesie nu eenmaal niet groot is. Een grotere en meer homogene populatie tijdens het onderzoek zal sterker bewijslast leveren. Om dit te kunnen bewerkstelligen is het van belang om wereldwijd met verschillende revalidatie centra's samen te werken in een multicenter trial.

Een aantal artikelen (*Edelle et al., 2011; Nooijen et al., 2009; Wirz et al., 2011*) geeft weer dat de instellingen van de robot passief zijn of 100% ondersteund. De artikelen van Alcobendas-Maestro et al., (2012) en Winchester et al., (2008) beschrijven als enige duidelijk dat de instellingen van de robot niet passief zijn. In de overige onderzoeken komt dit niet duidelijk naar voren. (*Edelle et al., 2005; Schück et al., 2012*). De studies waarbij de instellingen niet passief zijn hebben een grotere verbetering in de loopafstand. Het lijkt er dus op dat het zoveel mogelijk mee lopen van de patiënt in de robot, betere resultaten oplevert. Andere studies die hierop gericht zijn beschrijven dit ook (*Duschau-Wicke et al., 2010; Schück et al., 2012*).

Winchester et al., (2008) schreven een opvallende publicatie. Dit onderzoek beschrijft als enige een voorspelmodel voor patiënten die hoogstwaarschijnlijk succes boeken met de looprobot. Dat wil zeggen, de resultaten per individu worden vooraf voorspeld aan de hand van een model. Dit model is bijzonder interessant om verder te ontwikkelen. Aan de hand van dit model, zouden patiënten wel of geen indicatie kunnen krijgen voor de looprobot.

Een ander opvallend onderzoek is die van Schück et al., (2012). Deze pilot studie meet namelijk niet alleen de loopvaardigheid na twee en vier weken trainen. Zij meten als enige ook de korte termijn effecten tijdens en direct na een trainingssessie. De spieractiviteit in de benen en de hartslag wordt gemeten. Ook wordt de BORG-schaal afgenomen. Tot op heden leveren de onderzoeken voor de looprobot geen verbeteringen t.o.v. andere interventies. Om het fysiologische proces in het lichaam beter te kunnen begrijpen zou het logisch zijn om fysiologische uitkomstmaten te meten en te kijken naar relaties met loopfunctieverandering. Patiënten ervaren/voelen namelijk zelf wel verandering (*Langeveld et al., 2012*). Het zou interessant zijn om te kijken of er verschil op fysiologisch gebied meetbaar is bij de looprobot en conventionele therapie.

In het onderzoek van Alcobendas-Maestro et al., (2012) verschillen de deelnemers in tijd na het letsel met de andere publicaties. In vijf publicaties zijn patiënten opgenomen die minimaal één jaar of langer een dwarslaesie hebben. In Winchester et al., (2008) is dit niet duidelijk. De deelnemers hebben hier een incomplete dwarslaesie korter dan 5 jaar. In het onderzoek van Alcobendas-Maestro et al., (2012) worden patiënten echter in de klinische fase behandeld met de verschillende interventies. Doordat de tijd na het letsel niet is opgenomen in de vraagstelling, kon dit artikel toch opgenomen worden in het literatuuronderzoek. Opmerkelijk is dat hier als enige een significant

verschil wordt gemeten tussen de twee groepen in loopafstand en de loophulpmiddelen tijdens het lopen.

Aangezien de andere zes artikelen geen significante verbeteringen beschrijven is dit ene artikel niet voldoende om een conclusie uit te trekken. Wel is dit interessant voor vervolg onderzoek. Dit zal zich dus moeten richten op een RCT met deelnemers in de klinische fase van de revalidatie.

Kortom, er is onvoldoende bewijs dat robot ondersteund trainen betere resultaten oplevert dan andere interventies. Bij iedere studie is er wel verbetering van de loopsnelheid en loopafstand maar de verschillen met andere interventies zijn niet significant. Er is wel bewijs dat de looprobot op de loopfunctie bij patiënten met NAH en in mindere mate bij MS meer zinvol is dan andere vormen van looptraining (*Kosak et al., 2000; Tefertiller et al., 2011*).

Bij een reeds aangeschafte looprobot is de inzet tijdens de behandeling te overwegen, aangezien er geen bewijs is dat de looprobot een significant slechter resultaat heeft dan andere interventies. De aanschaf van een looprobot uitsluitend voor mensen met een dwarslaesie is na deze literatuurstudie niet aan te bevelen.

## **Conclusie**

Dit literatuuronderzoek laat zien dat training met de looprobot verbeteringen oplevert in loopafstand en loopsnelheid bij patiënten met een incomplete dwarslaesie ASIA C en D. Er is echter onvoldoende bewijs dat het trainen met een looprobot betere resultaten oplevert in loopafstand en loopsnelheid dan met andere interventies zoals: gewichtsondersteunende loopbandtraining, elektrostimulatie op een loopband/grond of conventionele therapie.

Wel lijkt het erop dat passieve instellingen van de robot, minder goede resultaten opleveren.

### **Aanbeveling:**

Toekomstig onderzoek zal zich moeten richten op een goed ontworpen RCT met een grote homogene groep deelnemers in de klinische fase van de revalidatie. De controlegroep moet behandeld worden met conventionele therapie. Daarnaast zou het onderzoek zich ook moeten richten op een langere follow-up periode om inzicht te geven in effecten op langere termijn.

Om het fysiologisch proces in het lichaam tijdens en na training beter te kunnen begrijpen, is het van belang om fysiologische uitkomstmaten te meten en te kijken naar relaties met loopfunctieverandering.

## Literatuurlijst

1. Alcobendas-Maestro,M, Esclarín-Ruz,A, Casado-López,R.M, Muñoz-González,A, Pérez-Mateos,G, González-Valdizán, E, Martín, J.L.R. (2012). *Lokomat Robotic-Assisted Versus Overground Training Within 3 to 6 Months of Incomplete Spinal Cord Injury*. *Neurorehabil Neural Repair* 31, 120-127.
2. Alexeeva, N, Sames, C, Jacobs, P.L., Hobday, L, Distasio, M.M., Mitchell, S.A., Calancie, B.(2011) *Comparison of training methods to improve walking in persons with chronic spinal cord injury: a randomized clinical trial*. *The Journal of Spinal Cord Medicine* 4, 362- 379.
3. Asbeck, F.W.A. van (2007). *Handboek dwarslaesierevalidatie*, Houten, Bohn Stafleu van Loghum.
4. Coenen,P, Werven,G van, Nunen, M.P.M. van, Stolwijk, J, Konijnenbelt, M, Janssen, T.W.J.,Gerrits, H.L. (2009) *Robot gestuurde looptherapie in Nederland: een overzicht van resultaten en ervaringen*. *Revalidatie* 150, 10-12.
5. Ditunno,J.F, Jr, Barbeau, H, Dobkin, B.H., Elashoff, R, Harkema,S, Marino,R.J., Hauck, W.W., Apple, D, Basso, D.M, Behrman, A, Deforge, D, Fugate, L, Saulino, M, Scott, M, Chung, J. (2007) *Validity of the Walking Scale for Spinal Cord Injury and Other Domains of Function in a Multicenter Clinical Trial*. *Neurorehabil Neural Repair* 23, 539-552
6. Dobkin,B.H., Apple,D, Barbeau,H, Basso, M, Behrman, A, Deforge, D, Ditunno, J, Dudley, G, Elashoff,R, Fugate, L, Harkema,S, Saulino, M, Scott, M.(2003) *Methods for a Randomized Trial of Weight-Supported Treadmill Training versus Conventional Training for Walking during Inpatient Rehabilitation after Incomplete Traumatic Spinal Cord Injury*. *Neurorehabil Neural Repair* 17, 153- 167
7. Dobkin,B, Apple,D, Barbeau,H, Basso, M, Behrman, A, Deforge, D, Ditunno, J, Dudley, G, Elashoff,R, Fugate, L., Harkema, S, Saulino, M, Scott, M.(2006) *Weight-supported treadmill vs over-ground training for walking after acute incomplete SCI*. *Neurology* 66, 484-493.
8. Dobkin,B, Barbeau, H, Deforge, D, Ditunno, J, Elashoff, R, Apple, D, Basso, M, Behrman,A, Fugate, L, Harkema, S, Saulino, M, Scott, M. (2007). *The Evolution of Walking-Related Outcomes Over the First 12 Weeks of Rehabilitation for Incomplete Traumatic Spinal Cord Injury: The Multicenter Randomized Spinal Cord Injury Locomotor Trial*. *Neurorehabil Neural Repair* 21, 25- 37
9. Dobkin, B.H., Duncan, P.W.,(2012) *Should Body Weight–Supported Treadmill Training and Robotic-Assistive Steppers for Locomotor Training Trot Back to the Starting Gate?*. *Neurorehabil Neural Repair* 26, 308- 317
10. Duschau-Wicke,A, Caprez, A, Riener, R.(2010) *Patient-cooperative control increases active participation of individuals with SCI during robot-aided gait training*. *Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation* 14, 7-43.
11. Edelle, C, Field-Fote, Kathryn, E, Roach.(2011). *Influence of a Locomotor Training Approach on Walking Speed and Distance in People With Chronic Spinal Cord Injury*. *American Physical Therapy Association*, 91, 48-60.

12. Edelle, C, Field-Fote, Stephen, D, Lindley, Sherman, A.L. (2005). *Locomotor training approaches for individuals with spinal cord injury*. Journal of Neurological Physical Therapy 3, 127-137.
13. Gorgeya, A.S, Poarcha, H, Harnisha, C, Millera, JM, Dolbowa, D, Gatera, D.R. (2011). *Acute effects of locomotor training on neuromuscular and metabolic profile after incomplete spinal cord injury*. Neuro Rehabilitation, 29, 79–83.
14. Hedel, H. J.A. van, Dietz, V. (2010). *Rehabilitation of locomotion after spinal cord injury*. Restorative Neurology and Neuroscience 28, 123–134.
15. Kosak MC, Reding MJ. (2000). *Comparison of partial body weight supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke*. Neurorehabilitation Neural Repair 14, 13-19.
16. Langeveld, S van, Rijken, H. (2012). *Implementatie en eerste ervaringen binnen twee revalidatiecentra; De Lokomat*. Nederlands Tijdschrift voor Revalidatie Geneeskunde 34, 69-72.
17. Nooijen, C.F.J., ter Hoeve, N, Field-Fote, E.C. (2009). *Gait quality is improved by locomotor training in individuals with SCI regardless of training approach*. Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation 13, 6-36.
18. Lucareli P.R, Lima M.O, Lima F.P, Almeida J.G de, Brech G.C, D'Andréa Greve JM. (2011) *Gait analysis following treadmill training with body weight support versus conventional physical therapy*. Spinal Cord 36, 1001-1008
19. Schück, A, Labruyère, R, Vallery, H, Riener, R, Duschau-Wicke, A. (2012). *Feasibility and effects of patient-cooperative robot-aided gait training applied in a 4-week pilot trial*. Journal of Neuro Engineering and Rehabilitation 67, 9-31.
20. Swinnen, E, Duerink, S, Baeyens, JP, Meeusen, R, Kerckhofs, E. (2010) *Effectiveness of robot-assisted gait training in persons with spinal cord injury: a systematic review*. Journal Rehabil Med 2010, 520-526.
21. Tefertiller, C, Pharo, B, Evans, N, Winchester, P. (2011) *Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders*. Journal of Rehabilitation Research & Development 32, 387-416
22. Winchester, P, Smith, P, Foreman, N, Mosby, J.M., Pacheco, F, Query, R, Tansey, K. (2008) *A Prediction Model for Determining Over Ground Walking Speed After Locomotor Training in Persons With Motor Incomplete Spinal Cord Injury*. Spinal Cord Med. 32(1), 63–71.
23. Wirz, M, Bastiaenen, C, Bie, R de, Dietz, V. (2011). *Effectiveness of automated locomotor training in patients with acute incomplete spinal cord injury*. BMC Neurology 2011, 11-60.