

VU Research Portal

Electrical stimulation in spinal cord injury

Smit, C.A.J.

2017

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Smit, C. A. J. (2017). *Electrical stimulation in spinal cord injury: Development of a pressure ulcer prevention method.*

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Samenvatting (Summary in Dutch)

Hoofdstuk 1, de algemene inleiding beschrijft de achtergrond, het doel en de opzet van de studies van dit project. Er leven op de wereld ongeveer 2,5 miljoen mensen met een dwarslaesie. In Nederland zijn dat er ongeveer 12.500. Als iemand een dwarslaesie krijgt is dat vreselijk en verandert het leven voor die persoon dramatisch op zowel fysiek, mentaal als op sociaal-maatschappelijk vlak. Decubitus is de daarbij meest voorkomende secundaire complicatie. De prevalentie tijdens zowel de acute zorg of revalidatie, als in de chronische fase is onaanvaardbaar hoog. Er zijn studies die beschrijven dat 85% van de mensen met een dwarslaesie gedurende het leven decubitus krijgen. McKinley et al (1999), heeft bovendien aangetoond dat de prevalentie toeneemt met het verstrijken van de tijd na het krijgen van de dwarslaesie ('de leeftijd van de dwarslaesie').

Decubitus is een wond veroorzaakt door druk- en schuifkrachten, met schade aan de huid, vet, fascia, spieren en vaak ook bot. Rolstoelgebruikers zoals mensen met een dwarslaesie, hebben een verhoogd risico op het krijgen van zo'n wond omdat ze voortdurend zitten, en niet in staat zijn om (even) op te staan of een stuk te lopen. Decubitus ontstaat meestal in het weefsel op benige uitsteeksels zoals de tubera ischiadica (zitbeenknobbels), de trochanters van de femurs, of het sacrum. De behandeling van deze wonden kan zowel conservatief of operatief zijn, en bestaat vaak uit verplichte bedrust om de druk van de wond(en) te ontlasten. Dit heeft begrijpelijk een enorme invloed op de individuele fysieke en psychische conditie, en daarnaast ingrijpende gevolgen voor het zelfstandig functioneren. Denk aan de gevolgen als de verminderde mobiliteit en afhankelijkheid in de persoonlijke verzorging, de vertraagde revalidatie, en uitsluiting van het werk en sociale activiteiten. Deze gevolgen en de behandeling ervan leidt bovendien tot hoge kosten in de gezondheidszorg en dus voor de gemeenschap.

De huidige preventieve maatregelen blijken ontoereikend want decubitus komt nog veel voor. Goede zitkussens, op maat gemaakte rolstoelen, drukontlastende bewegingen en meer: het zijn allemaal preventieve, maar extrinsieke methoden (van buiten het lichaam), met als doel het reduceren van zitdruk en verminderen van schuifkrachten. Het probleem hiervan is dat het passieve maatregelen zijn, die de spieren niet activeren, en dus geen verbetering van intrinsieke risicofactoren (van binnen in het lichaam) geven. Denk hierbij aan bijvoorbeeld spieratrofie en verminderde bloedcirculatie. Elektrische stimulatie (ES) kan verlamde spieren activeren, als het ware de functie van het centrale zenuwstelsel over nemen en zo een actieve methode zijn om deze wonden te voorkomen. Deze geïnduceerde spiercontracties kunnen uiteraard gegeven worden naast (dus aanvullend op), en niet in plaats van de andere (passieve) preventieve maatregelen om decubitus te voorkomen.

De combinatie van de intensiteit en duur van de druk op de weke delen bepaalt de totale belasting en de vervorming ervan. Weefseltolerantie voor vervorming bepaalt of de totale belasting tot schade leidt, en er decubitus ontstaat. De gezondheid van het weefsel en de tolerantie voor vervorming is daarom belangrijk. ES-geïnduceerde spiercontracties kunnen helpen om de gezondheid van weefsel en de tolerantie voor misvorming te vergroten. ES-geïnduceerde spiercontracties kunnen theoretisch de piekdruk op de tubera ischiadica verminderen, en intrinsieke factoren zoals spiervolume en de bloedcirculatie verbeteren.

Artsen en therapeuten lijken vaak niet vertrouwd met de behandeloptie van elektrostimulatie. Er is een soort drempel voor praktisch gebruik van ervan bij mensen met een dwarslaesie. Het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van decubituspreventie bij dwarslaesie is moeilijk. Wetenschappelijke gegevens over het gebruik van elk specifiek type ES-apparaat zijn er nauwelijks of niet. Er zijn onbeantwoorde vragen bijvoorbeeld met betrekking tot de beste ES protocol, optimale ES dosis - response, welke spieren te activeren, en hoe lang voordat deze spieren te vermoeid raken, en nog veel meer vragen. Daarom is ES een relatief onbekend (en dus ook 'onbeminde') behandelmethode. De behandeling en preventie van decubitus in de klinische praktijk is niet verrassend het algemeen empirisch, en lijkt (logisch) vaak gebaseerd op dogma's en retoriek, 'dit doen we altijd zo...', in plaats van op evidence-based resultaten. Niet per se verkeerd overigens, maar het doel van dit proefschrift was om de bijgewerkte bewijs van de effecten van ES geïnduceerde spieractivatie te identificeren en om de haalbaarheid van een nieuwe decubituspreventiemethode te onderzoeken. We hebben speciaal voor het onderzoek Elektrostimulatie broeken, 'ES-shorts' laten maken (Firma Axiobionics in Michigan, Verenigde Staten van Amerika). Deze ES broek heeft ingebouwde elektroden, die automatisch contact maken met de huid. Wel moet er een hydrofiele gel of hydrofiele korrels in kleine zakjes worden aangebracht voor de optimale geleiding van de elektrische puls tussen de elektroden en de huid. Met deze ES broek zijn verscheidene protocollen van spieractivatie van de bilspieren en de hamstrings getest bij rolstoelgebonden mensen met een dwarslaesie, met als doel te komen tot een bruikbare methode om elektrostimulatie toe te passen.

Hoofdstuk 2 is een literatuuroverzicht van de wereldwijde studies tussen 1980 en 2014, die effecten van ES hebben beschreven op risicofactoren voor het ontwikkelen van decubitus bij dwarslaesie. Beschreven worden de effecten van ES-geïnduceerde spiercontracties op de factoren die de kans op decubitus beïnvloeden. Op basis van de beschikbare gegevens zijn er aanwijzingen dat ES heeft een positieve invloed heeft op een aantal risicofactoren. Denk aan: druk op de zitbeenknobbels, spiermassa, bloedsomloop, wefseloxxygenatie bij mensen met een dwarslaesie. Er is een gebrek aan grote en gecontroleerde studies, waardoor definitieve conclusies niet kunnen worden getrokken. Het is moeilijk om een definitieve advies over de meest geschikte wijze van ES, de optimale dosis en respons ES, training intensiteit,

frequentie of duur te geven. Er zijn desalniettemin duidelijke aanwijzingen dat ES geïnduceerde spiercontracties gunstige invloed hebben op de risicofactoren voor decubitus, en er zijn bruikbare protocollen voor de dagelijkse praktijk. ES is veilig en relatief eenvoudig aan te brengen, en de kosten voor het toepassen van ES zijn laag. De resultaten suggereren dat ES vaker zou moeten worden gebruikt in de klinische praktijk. Verder onderzoek moet zich richten op het verlagen van de incidentie van decubitus.

In Hoofdstuk 3 wordt een pilotstudie beschreven. In een gerandomiseerde klinische trial, zijn bij dertien deelnemers met een dwarslaesie de effecten van transcutane ES van de bilspieren op de zitdruk bestudeerd. Afwisselend werden de linker en rechter bilspieren geactiveerd met transcutane elektrostimulatie. Van twee stimulatieprotocollen gaven beide een significante daling van de zitdruk en zitdrukgradiënt tijdens de stimulatie vergeleken met rustperiodes. Wij concludeerden derhalve dat activatie van alleen de bilspieren middels ES bij mensen met een dwarslaesie een (acute) verlaging van zitdruk geeft. Dit kan helpen bij het herstellen van de bloedstroom in gecompriëerd weefsel en dus ook bijdragen aan preventie van decubitus. We vroegen ons af of de positieve effecten op de zitdruk zouden toenemen als er naast alleen de bilspieren meer en grotere spieren werden geactiveerd.

Daarom wordt in hoofdstuk 4 een case-control-serie gepresenteerd, waarin de drukverdeling door activatie van de bilspieren *en* hamstrings versus bilspieren alleen worden vergeleken (bij mensen met een dwarslaesie). Ook werd de bruikbaarheid van de nieuw ontwikkelde ES-shorts bevraagd middels een enquête. Tien deelnemers ondergingen elk twee stimulatieprotocollen met een op maat gemaakte (korte) broek met ingebouwde elektroden. Bij alle deelnemers gaven beide protocollen van zowel (alleen) de beide bilspieren als ook beide bilspieren *en* hamstrings een significante daling van de zitdruk. Activatie van zowel bilspieren als hamstrings was echter significant effectiever met 34,5% ten opzichte van rust, terwijl activatie van alleen de bilspieren een (significante) drukverlaging gaf van 10,2%. De bruikbaarheid van de ES-shorts was goed, waarbij er enkele aanbevelingen werden gegeven voor verbetering. Bijvoorbeeld een oplossing voor het lekken van de ultrasone gel, die tijdens het gebruik door de zakken kwam in de kleding.

In hoofdstuk 5 werden de effecten van twee stimulatieprotocollen met elkaar vergeleken. Het verschil tussen de protocollen was de tijd waarin de spieren niet geactiveerd werden, cq. de rustperiode. Het eerste protocol bestond uit 1 seconde spieractivatie, 'aan', vervolgens 1 seconde rust, cq. geen spieractivatie of 'uit', versus protocol twee: 1 seconde aan met 4 sec uit. Dit gedurende een periode van drie uur achtereen, waarbij de deelnemers de ES broek droegen in hun eigen rolstoel. Uitkomstmaten waren de zitdrukverdeling, en de gebruikersvriendelijkheid van de (nieuwe verder ontwikkelde) ES broek. In beide protocollen veroorzaakte ES een significante daling van de gemiddelde zitdruk onder de tubera ischiadica in vergelijking met rust (of: geen ES-geïnduceerde spier activering). Gemiddeld 35% bij

protocol 1: 4, en 13% van protocol 1: 1. Bij het 1:4s protocol bleven de spierne tot het laatst goed activeerbaar, waaarcshijnlijk omdat ze minder vermoeid waren dan bij het 1:1 protocol. De deelnemers scoorde de bruikbaarheid van de ES-broek in het algemeen als ruim voldoende.

Hoofdstuk 6 vergelijkt acute effecten van ES-geïnduceerde gluteus- en hamstringsactivatie met drukontlastende bewegingen. Denk hierbij aan sterk naar voren buigen zittend in de rolstoel, of sterk naar een zijde. Uitkomstmaten waren de zitdruk, de doorbloeding en zuurstoftoevoer van de het zitvlak ter hoogte van de tubera ischiadica. In de literatuur hebben we slechts weinig literatuur gevonden, waarin het effect van ES op de oxygenatie van het zitvlak wordt beschreven. De studie hebben we opgezet als een pre- en post interventie cohortstudie, bestaande uit 12 personen met een dwarslaesie in hun eigen rolstoel. Zitdruk, doorbloeding en oxygenatie van het zitvlak werd eerst gemeten tijdens drukontlastende bewegingen, en vervolgens tijdens spieractivatie van gluteaal en hamstringspiers. Drukontlastende bewegingen verminderden de zitdruk (acuut), en verbeterden zowel de doorbloeding als de oxygenatie. Bij spieractivatie verminderde ook de zitdruk en de verbeterde de piek doorbloeding, echter niet de gemiddelde doorbloeding noch de oxygenatie. De gebruikte methode van spieractivatie kan dus niet in plaats van drukontlastende bewegingen worden gebruikt, maar natuurlijk wel aanvullend. Want hoewel de acute effecten niet zo goed als die van drukontlasting van het zitvlak kan langdurige spieractiviteit positieve structurele veranderingen geven van het spierweefsel, de circulatie, oxygenatie en drukverdeling.

In hoofdstuk 7 werd de haalbaarheid ('feasibility') van ES geïnduceerde beenspieractivatie onderzocht bij langdurig gebruik 's nachts. We bestudeerden spiervermoeidheid, kwaliteit van de slaap, en de bruikbaarheid van de ES-broek bij mensen met een dwarslaesie. De ES broek hadden we nog niet getest gedurende een langere periode dan 3 uur, en daarbij alleen acute effecten onderzocht. Daarbij zou gebruik gedurende de nacht een aantal voordelen kunnen opleveren ten opzichte van gebruik overdag. Bijvoorbeeld elke mogelijke vorm van hinder in de rolstoel . Enkele deelnemers in onze vorige studies beschouwden bovendien nachtelijke spieractivatie als 'een ideale methode om decubitus te voorkomen'. We hebben bij 8 mensen gedurende twee weken, 8 uur per nacht de bilspieren, hamstrings en quadriceps geactiveerd. Hiervoor hebben we een Es-broek gebruikt die speciaal geschikt is voor gebruik in bed. Het stimulatieprotocol bestond uit een half uur activatie volgens het eerder geteste 1:4 protocol, gevolgd door een half rust. Resultaten lieten zien dat met dit protocol na 8 uur de spieren nog samentrokken, hoewel vermoeidheid opgetreden was, want de gemiddelde sterkte van de contracties aan het einde van de nacht bleek significant lager was dan aan het begin. De slaapkwaliteit verbeterde met ES. Op de scorelijst voor ervaren slaapkwaliteit (de zogenaamde SQ-VAS) (0-100) gaven de deelnemers

hun slaap met ES 75 punten en zonder 66 op een schaal van 0-100 punten (statistisch significant). De bruikbaarheid van de ES-broek met stimulator werd beoordeeld als ruim voldoende tot goed. Conclusie van deze studie was derhalve dat nachtelijke ES-geïnduceerde spieractivatie met behulp van een speciale ES-broek een nieuwe, haalbare methode is, die bovendien de slaap niet verstoort.

De algemene discussie in hoofdstuk 8 reflecteert op de belangrijkste bevindingen en bespreekt de klinische implicaties van de studies in dit boek. Ook worden hierin de onderzoeksopzet en de beperkingen van het onderzoek, evenals toekomstperspectieven beschreven. ES-geïnduceerde spieractivatie zou geïmplementeerd moeten worden in de dwarslaesierevalidatie programma's om middels spieractivatie verlamde spieren min of meer gezond te houden en complicaties als decubitus te voorkomen. Hiervoor kan elektrostimulatie zowel overdag als 's nachts worden gebruikt. In feite hebben alle mensen met een dwarslaesie in een rolstoel een verhoogd risico op het ontwikkelen van complicaties. De methode die wordt gebruikt in onze studies is bruikbaar voor mensen met een dwarslaesie met intacte spinale reflexen, dus met een zogenaamde 'upper motor neuron' laesie. Spieractivatie met ES kan worden gebruikt als aanvulling op de standaard revalidatie programma's, met name aanvullend op zogenaamde (anti)decubitusmodules. Met andere woorden: het is belangrijk dat mensen met een dwarslaesie leren maatregelen te nemen om decubitus te voorkomen. Om bijvoorbeeld drukverlagende bewegingen uit te voeren om de continue drukbelasting van het zitvlak te verminderen, en daarbij ook zijn verlamde beenspieren te activeren, bijvoorbeeld 's nachts tijdens de slaap.

Implicaties voor de klinische praktijk. De bovenstaande ES-geïnduceerde activatie van verlamde spieren moet standaard worden toegepast in het dwarslaesie revalidatie behandelprogramma. Activeer die spieren! Er zijn voldoende redenen om te adviseren om dit op meerdere momenten per week een heel leven lang te doen. Toekomstig onderzoek moet zich in de eerste plaats richten op incidentie van decubitus. Het is nodig om te bepalen welke drukafname klinisch relevant is en hoe vaak ES moet worden toegepast om decubitus te voorkomen. De beste methode om dit te doen is middels een incidentiestudie bij twee groepen mensen met een dwarslaesie, waarbij middels vergelijkend onderzoek in een gerandomiseerde klinische trial ('randomised clinical trial') het effect van spieractivatie op de incidentie van decubitus wordt onderzocht.

Dit proefschrift beantwoordt een aantal vragen, die hier worden samengevat: activatie van zowel de hamstrings en bilspieren van mensen met een dwarslaesie geeft een grotere zitdrukverlaging dan de activering van alleen de bilspieren. Het ES-protocol met een 'aan-uit' verhouding van 1: 4 seconden geeft meer zitdrukafname bij mensen met een dwarslaesie, dan met een 1: 1 verhouding, zonder duidelijke spierversmoeidheid. ES-geïnduceerde spieractivatie bij mensen in een rolstoel is niet zo effectief in het verlagen van zitdruk op de

korte termijn, als drukverlagende bewegingen (zoals bijvoorbeeld naar voren buigen). De frequentie echter van deze spieractivatie is zoveel hoger, dat dit op langere termijn waarschijnlijk effectiever is in het voorkomen van decubitus. Bovendien geeft spieractivatie een aantal andere positieve effecten, zoals toename van spiermassa en een toename van de bloedcirculatie. Verlamde spieren kunnen gedurende een langere periode van acht opeenvolgende uren worden geactiveerd, onder de voorwaarde dat na 30 minuten van activatie, er een periode van 30 minuten rust volgt. Spieractivatie gedurende de nacht, slapend liggend in bed, met een ES-broek is goed mogelijk zonder dat het de slaap verstoort. Het is overigens zowel mogelijk om ES toe te passen door de ES broek te gebruiken of door losse elektroden te gebruiken. Beide methoden hebben voor- en nadelen. Voordeel van de ES-broek ten opzichte van losse elektroden is dat de elektroden niet steeds afzonderlijk op de huid moeten worden geplakt. Volgens de deelnemers is de ES-broek met de gebruikte elektrische stimulator ruim voldoende gebruikersvriendelijk voor dagelijks gebruik.