

De invloed van elektrostimulatie op decubituspreventie bij dwarslaesiepatiënten.

Ilona de Groot
Afstudeeropdracht Fysiotherapie
Hogeschool Utrecht
Mei 2013
'Voor Nuran'

Samenvatting

Achtergrond: Decubitus is een ernstige complicatie bij dwarslaesiepatiënten. Een dwarslaesiepatiënt heeft tot 85% kans decubitus te ontwikkelen in zijn of haar leven. Druk of druk in combinatie met schuifkrachten veroorzaken beschadigingen van de huid en onderliggend weefsel, meestal op sacrum (43%), hiel (19%) en ischium (15%). De huidige preventie van decubitus richt zich op extrinsieke factoren, zoals speciale zitkussens, matrassen en het wisselen van zithoudingen. Intrinsieke factoren als bloedtoevoer en oxygenatie in het weefsel, spelen een grote rol in het ontwikkelen van decubitus. Elektrostimulatie heeft een bewezen positief effect op de bloedtoevoer en de oxygenatie van het gestimuleerde spierweefsel. In deze literatuurstudie wordt onderzocht welke invloed elektrische stimulatie (ES) heeft op de bloedtoevoer, de oxygenatie van het weefsel en de drukvermindering bij dwarslaesiepatiënten. Tevens wordt onderzocht of elektrostimulatie een preventieve invloed kan hebben op het ontwikkelen van decubitus.

Vraagstelling: Wat is het effect van elektrostimulatie op de preventie van decubitus bij dwarslaesie patiënten?

Methode: Voor deze literatuurstudie is gezocht in de databanken MEDLINE/PubMed, CINAHL, Cochrane Library, en PEDro.

Resultaten: Er zijn drie artikelen gebruikt die de invloed van elektrostimulatie (ES) onderzochten op de interface pressure bij dwarslaesiepatiënten. In twee artikelen is onderzocht wat de invloed is op de oxygenatie van het weefsel. Eén artikel heeft de invloed van ES op interface pressure en oxygenatie onderzocht op langere termijn. Op de interface en de maximum pressure is met een kort protocol een vermindering (20%) gemeten in druk onder de tubers tijdens de stimulatie ten opzichte van de rustperiodes ($P < 0.01$). Continue en burst geven gelijke drukvermindering rond de tubers ($P > 0.05$). De gemeten signal intensity (SI) laat een significante verhoging van de oxygenatie zien ($P < 0.05$) met het korte protocol. Op de lange termijn is geen significant verschil gemeten in interface pressure voor en na de interventie ($P = 0.1261$). De oxygenatie was met het langere protocol vier weken na de stimulatie gelijk aan het uitgangsniveau.

Conclusie: ES heeft een korte termijn effect op de interface pressure en de oxygenatie van het weefsel. Er is geen bewijs gevonden dat oppervlakkige ES op de langere termijn van invloed is op de interface pressure en de oxygenatie van het weefsel en zal weinig effect hebben op decubituspreventie bij dwarslaesiepatiënten. Er is enig bewijs dat voortdurende ES stimulatie via de zenuwwortel effecten laat zien voor de langere termijn. Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden is meer onderzoek nodig naar ES via de zenuwwortel bij dwarslaesiepatiënten.

Trefwoorden: spinal cord injury, paraplegia, tetraplegia, quadriplegia, pressure ulcers, chronic pressure ulcers, deep tissue injury, electrical stimulation therapy, prevention.

Abstract

Background: pressure ulcers are a serious complication for people with spine cord injury. People with spine cord injury have a chance to develop pressure ulcers up to 85% in their lifetime. Pressure or pressure in combination with friction forces, causes damage on skin and deep tissue layers, mostly around sacrum (43%), and heel(19%) and ischial tuberositas (15%). The current prevention of pressure ulcers rely on treatment of extrinsic factors such as, wheelchair cushions, mattresses and changing of sitting position. Intrinsic factors as blood flow, oxygenation of tissue, are of great importance developing pressure ulcers. Electrical stimulation (ES) has proved to be effective increasing blood flow and oxygenation. In this literature study the effect of ES on blood flow, oxygenation and interface pressure on people with spine cord injury will be investigated. Also will be investigated if ES can be used in prevention of developing pressure ulcers.

Question: What is the effect of electrical stimulation on pressure ulcer prevention on people with spine cord injury?

Method: For this study the following data sources were used: MEDLINE/PubMed, CINAHL, Cochrane Library and PEDro.

Results: Three articles have been used for this study. All three investigated the influence of ES on people with spinal cord injury on interface pressure. Two of them also investigated the effect on oxygenation. One article investigated the long term effect of interface pressure and oxygenation. On interface pressure and maximum pressure there was a decrease (20%) measured in pressure under the ischial tuberositas (IT) with both protocols during stimulation with reference to the rest periods ($P < 0.01$). Continuous- and burstprotocols leveled even on decrease of pressure beneath IT ($P > 0.05$). In the short term protocol the signal intensity showed an increase of oxygenation ($P > 0.05$). In the long term protocol intervention group there was no significant difference measured in interface pressure before and after intervention ($P = 0.1261$). The oxygenation equaled the baseline level four weeks after the intervention.

Conclusion: ES has a short term effect on interface pressure and oxygenation of the tissue. There is no proof that superficial ES has a long term effect on interface pressure and oxygenation and will be of little importance in pressure ulcer prevention. ES of the nerve roots do show long term effect. To answer the question there is more research required with reference to nerve root ES interventions on people with spinal cord injury.

Keywords: spinal cord injury, paraplegia, tetraplegia, quadriplegia, pressure ulcers, chronic pressure ulcers, deep tissue injury, electrical stimulation therapy, prevention.

Inleiding

Decubitus is een veelvoorkomende complicatie bij mensen met een dwarslaesie. De term 'decubitus' is afgeleid van het Latijnse 'decumbere'. Dat betekent 'zich neerleggen'. Fabricius Hildanus, een Nederlandse chirurg, benoemde in 1593 al mogelijke oorzaken van decubitus. In 1777 schreef Wohlleben over gangraena per decubitum: weefselversterf door te gaan liggen (<http://nld.lpz-um.eu/>). In de Nederlandstalige literatuur worden naast 'decubitus' ook

de termen 'doorliggen' en 'drukplek' gebruikt. In de Engelstalige literatuur worden meestal de termen 'pressure ulcers' en 'pressure sores' gehanteerd.

Decubitus wordt door het European Ulcer Advisory Panel (EPUAP) en het National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP, Noord-Amerikaanse variant van het EPUAP) als volgt gedefinieerd:

Decubitus is een gelokaliseerde beschadiging van de huid en/of onderliggend weefsel, meestal ter hoogte van een botuitsteeksel, als gevolg van druk of druk in samenhang met schuifkracht

Decubitus wordt ingedeeld in vier categorieën (I, II, III, IV).

- * Categorie I: Niet wegdruckbare roodheid bij een intacte huid. (Door het NPUAP wordt bovendien gesproken van 'deep tissue injury'. Er is in dat geval sprake van beschadigd onderliggend weefsel met een intacte en soms verkleurde huid).
- * Categorie II: Verlies van een deel van de huidlaag of blaar.
- * Categorie III: Verlies van een volledige huidlaag (vet zichtbaar).
- * Categorie IV: Verlies van een volledige weefsel laag (spier/bot zichtbaar). (EPUAP, 2009; NPUAP, 2009).

Halfens et al., (2011) stellen in de Landelijke Prevalentiemeting Zorgproblemen dat de prevalentiecijfers van decubitus internationaal door afwijkende meetmethoden niet goed met elkaar te vergelijken zijn. Tannen, Dassen, Bours en Halfens (2004) stellen dat Nederland in vergelijking tot andere landen het hoogste prevalentiecijfer van decubitus heeft. Een duidelijke reden hiervoor wordt in dit onderzoek niet gevonden. Vanaf 2004 lijkt volgens Amir, Meijers en Halfens (2011) het voorkomen van decubitus echter te dalen. Wat precies de oorzaak is van deze daling, is moeilijk vast te stellen. Het feit dat er de afgelopen jaren veel aandacht is geweest voor decubitus en de preventie daarvan, heeft zeker positief bijgedragen (Amir et al., 2011).

De meest ernstige vormen van decubitus (categorie III en IV) komen veel voor in de chronische sector, zoals ziekenhuizen, verzorgingstehuizen en revalidatiecentra. Eén op de drie decubituspatiënten heeft decubitus gerelateerde pijn, met een gemiddelde pijnscore van 4.9 op een VAS-schaal van 10. In 2011 was de duur van genezing in de chronische sector voor 28.5% van de wonden 2 weken, voor 42.4 % van de wonden tussen de 2 weken en 3 maanden. Voor 14.2 % van de wonden was dit tussen de 3 en 6 maanden (Halfens et al., 2011). Specifieke cijfers voor wondgenezing van decubitus bij dwarslaesiepatiënten zijn in de literatuur niet gevonden. De oorzaak ligt waarschijnlijk in het feit dat in de metingen het relatief lage aantal dwarslaesiepatiënten niet wordt meegerekend in vergelijking met andere vaker voorkomende ziektebeelden zoals diabetes mellitus.

Verschuieren, Post, de Groot, van der Woude, van Asbeck en Rol (2011) hebben in acht Nederlandse revalidatiecentra met een speciale unit voor dwarslaesiepatiënten, gekeken naar de prevalentie en de voorspellingen van decubitus bij dwarslaesiepatiënten tijdens een interne revalidatie. In de acute revalidatiefase is de prevalentie van decubitus 36.5% en in de functionele revalidatiefase 39.4%. De meeste wonden komen voor op sacrum (43%), hiel (19%) en ischium (15%). Het hebben van decubitus in de acute fase van de revalidatie blijkt een grote predictor voor het krijgen van decubitus in de functionele revalidatie.

Uit verscheidene onderzoeken (Chen, DeVivo & Jackson, 2005; McKinley, Jackson, Cardenas & DeVivo 1999) blijkt decubitus de meest voorkomende complicatie bij dwarslaesiepatiënten met een prevalentie van 15% in het eerste jaar na het ontstaan van de laesie tot wel 30% twintig jaar na het trauma. Klitzmann, Kalinowski, Glasofer en Rugani, (1998) stellen dat een dwarslaesiepatiënt tot 85% kans heeft decubitus te ontwikkelen in zijn of haar leven. In 7 tot 8% is decubitus zelfs een directe doodsoorzaak, door gerelateerde complicaties als een sepsis (Kenkel, 1998).

Onderzoek naar de oorzaak van decubitus laat twee mechanismen zien. De eerste is een beschadiging van de huid, veroorzaakt door onder andere een slechte huidconditie, vocht en schuifkrachten, die zich uiteindelijk uitbreidt naar de dieperliggende weefsellagen. Een tweede mechanisme is de ‘deep tissue injury’ (DTI), die in het NPUAP (2009) als extra categorie is toegevoegd in de klassering van decubitus. DTI begint rondom een benig uitsteeksel zoals de tuber ischiadicum, het sacrum, of de trochanter major door een toename van druk. Deze weefselschade breidt zich uit naar buiten, waar het uiteindelijk de huid bereikt. Omdat de diagnose pas in een laat stadium kan worden vastgesteld, is de behandeling vaak moeilijk en derhalve preventie belangrijk (Donnelly, 2005; Vanoncini, Holderbaum & Andrews, 2009).

De huidige preventie van DTI en decubitus bestaat voornamelijk uit het behandelen van extrinsieke factoren, zoals speciale zitkussens, matrassen en zithoudingen die het gewicht van het bovenlichaam zo gelijk mogelijk verdelen op de zit- of ligondergrond (Vanoncini et al., 2009). In verschillende richtlijnen wordt geadviseerd regelmatig te zorgen voor drukvermindering op de tubers ischiadicum en het sacrum. Dit is voor dwarslaesiepatiënten vaak moeilijk uit te voeren vanwege verminderde spierkracht in de romp en bovenste extremiteiten (Consortium for Spinal Cord Medicine, 2000; Makhsous et al., 2007; Vanoncini et al., 2009).

De behandeling gericht op de preventie van decubitus zou zich behalve de extrinsieke factoren ook kunnen en moeten richten op beïnvloeding van de intrinsieke factoren. Intrinsieke factoren als bloedtoevoer, oxygenatie in het weefsel rondom het sacrum en de tubers ischiadicum, spelen een grote rol in het ontwikkelen van DTI en decubitus. De verminderde bloedtoevoer wordt veroorzaakt door een verlies van het capillaire netwerk, afsluiting van bloedvaten, verminderde spieractiviteit, het niet meer werken van de spierpomp en een verlaagde bloeddruk (Bogie & Triolo, 2003).

Elektrostimulatie heeft een positief effect op de bloedtoevoer en de oxygenatie van het gestimuleerde spierweefsel (Bogie & Triolo 2003; Levine et al., 1990). In deze literatuurstudie wordt aan de hand van verschillende onderzoeken onderzocht welke invloed elektrische stimulatie (ES) heeft op de bloedtoevoer, de oxygenatie van het weefsel en de drukvermindering. Tevens wordt onderzocht of elektrostimulatie een preventief effect kan hebben op het ontwikkelen van decubitus.

De vraagstelling van deze literatuurstudie luidt: Wat is het effect van elektrostimulatie op de preventie van decubitus bij dwarslaesiepatiënten?

Methoden

Om de hierboven beschreven vraagstelling te kunnen beantwoorden is in de literatuur gezocht in de volgende databanken: MEDLINE/PubMed, Cochrane Library, CINAHL en PEDro. Er is gezocht met de volgende zoektermen: spinal cord injury or paraplegia or tetraplegia or quadriplegia, pressure ulcers, chronic pressure ulcers, deep tissue injury, electrical stimulation therapy, prevention. De zoektermen zijn in verschillende combinaties met AND, OR, NOT en los van elkaar gebruikt.

De inclusiecriteria zijn onderzoeken bij volwassen dwarslaesiepatiënten ouder dan 18 jaar. De exclusiecriteria zijn voor dit onderzoek studies met dieren, andere wonden dan pressure ulcers, interventies anders dan elektrostimulatie en elektrostimulatie bij niet-dwarslaesiepatiënten.

De methodologische kwaliteit van de artikelen is beoordeeld aan de hand van de PEDro-schaal. Deze schaal is een instrument om de methodologische kwaliteit van randomized controlled trials (RCT's) te beoordelen en te scoren op tien criteria. De schaal bestaat uit een scorelijst van 11 items, waarvan de eerste de externe validiteit bepaalt. De overige tien items bepalen de interne en/of statistische validiteit. Deze tien criteria bepalen ook de somscore. De externe validiteit (item 1) wordt niet in de somscore meegenomen. De range van de score loopt daarmee uiteen van 0-10 punten. 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 (Moseley, Herbert, Sherrington & Maher, 2002).

Onderzoeken met een score op de PEDro-schaal van drie of lager zijn afgefallen voor deze studie. Voor deze studie zijn alleen artikelen gebruikt met een score van vier of vijf en zes punten of hoger.

Resultaten

Voor deze literatuurstudie zijn zeven artikelen geïnccludeerd. Daarvan zijn vier artikelen na een korte studie afgefallen, omdat deze onderzoeken zich richtten op elektrostimulatie via implantaten op de zenuwwortel. Er zijn drie RCT's gebruikt in het kader van preventie, allen met een PEDro score van 6/10. Er werd één casestudie gevonden, deze is niet meegenomen in het onderzoek, omdat andere spiergroepen gestimuleerd werden en hierdoor de resultaten niet vergelijkbaar waren met de andere RCT's.

In Van Londen et al., (2008) is onderzocht wat het directe effect is van oppervlakkige elektrostimulatie van de gluteaal spieren op de 'interface pressure' bij dwarslaesiepatiënten. Interface pressure is de druk tussen de billen en het kussen van de rolstoel waarin de proefpersoon zit.

Er zijn twee groepen vergeleken. Eén groep kreeg alternerende ES, de andere groep simultane ES. Het is niet bekend of de groepen at random zijn ingedeeld.

In beide protocollen is geen verschil gevonden tussen de linker- en de rechterkant wat betreft interface pressure, maximale druk (maximum pressure) en drukverdeling (pressure spread). Wat betreft de interface en de maximum pressure is een vermindering (20%) gemeten in druk onder de tubers bij beide programma's ($P < 0.01$) tijdens de stimulatie ten opzichte van de rustperiodes. Er is in beide protocollen geen verschil gemeten in de pressure spread tussen de

stimulatie en de rustperiodes. Er blijkt geen significant verschil in de alternerende en simultane stimulatie wat betreft de interface pressure en pressure spread, alhoewel een tendens te zien is in het simultane protocol voor een grotere drukvermindering ($P=.097$). Er is in zowel de alternerende als simultane ES geen spiervermoeidheid gemeten aan het eind van het protocol. De conclusie van dit onderzoek is dat ES van de gluteaal spieren bij dwarslaesiepatiënten een drukvermindering geeft op de tubers ischiadicum. De drukvermindering zou kunnen zorgen voor een verbetering van bloedtoevoer in het gecompriëerde weefsel en zou het risico op het ontwikkelen van decubitus kunnen helpen verminderen.

Ook in een onderzoek van Gyawali et al., (2010) is onderzocht wat het effect is van intermitterende elektrostimulatie (IES) van de gluteaal spieren op de druk onder de tubers ischiadicum. Bovendien wordt in dit onderzoek gekeken wat het effect van IES is op de oxygenatie van het spierweefsel. De deelnemers zijn willekeurig ingedeeld in twee groepen. Eén groep (9 proefpersonen) kreeg een continue ES, de andere (8 proefpersonen) een programma met bursts. Met het continue protocol is voor de linker gluteus maximus in het 13 s programma 5.9% interface pressure reductie gemeten en 5.6% aan de rechterzijde. In het 7 s programma is 5.1% reductie links ten opzichte van 12.7% rechts gemeten. Met het burstprotocol is een 10.2 % reductie interface pressure gemeten voor de linkerzijde en 14.4% voor de rechterzijde. Alle reducties op de interface pressure zijn significant ($P<0.05$), behalve voor het 13s programma (linkerzijde $P=0.07$) en het 7s programma (rechterzijde was $P=0.06$). Continue en burst geven gelijke niveaus van drukvermindering rond de tubers ($P>0.05$).

De MRI scans laten in beide programma's een sterke contractie en vormverandering zien van de gestimuleerde spier. De gemeten signal intensity (SI) laat een verhoging van de oxygenatie zien ($P<0.05$). Conclusie van dit onderzoek is dat IES een significant effect heeft op de drukvermindering van het weefsel rond de tubers ischiadicum. IES laat een verhoging zien van de oxygenatie in het weefsel. IES kan volgens dit onderzoek mogelijk DTI voorkomen en een rol spelen in de preventie van decubitus bij dwarslaesiepatiënten.

Kim, Ho, Wang & Bogie, (2010) onderzochten tevens wat het effect is van elektrostimulatie (ES) op decubituspreventie. Door de kleine onderzoeksgroep (6 proefpersonen) kunnen geen statistische resultaten gegeven worden. In de controle groep (placebo-interventie) is geen verschil gemeten. In de interventiegroep is een stijging van de oxygenatie gemeten van 78%. De interface pressure is gemeten in zit tussen de ES periodes door, iedere 2 minuten, 30 s lang. In de interventiegroep is geen significant verschil ($P=0.1261$) gemeten in interface pressure voor en een maand na de interventie. In de interventiegroep is geen toename gemeten van de dikte van de gluteus maximus. Conclusie van dit onderzoek is dat ES op de lange termijn geen substantiële effecten geeft, die het risico op het ontwikkelen van decubitus bij dwarslaesiepatiënten kan verminderen. Volgens Kim et al., (2010) is er voortdurende spiercontractie nodig is om op langere termijn interface pressure te verminderen en plaatselijke bloedtoevoer te bevorderen.

Tabel 1. Karakteristieken van de geselecteerde artikelen

Auteur/ jaartal	Studiedesign/ Methodologisch eKwaliteit/ aantal patiënten	Kenmerken onderzochte groepen	Interventie	Resultaten oxygenatie	Resultaten Interface pressure	Conclusie
Van Londen et al., 2008	RCT PEDro: 6/10 n=13	12 m, 1 v Leeftijd: 20-74 Laesie tussen C4 en T 11 8 compleet 5 incompleet	1. Musculi gluteus maximus: 0,5s zwelstroom- 15s rust, alternerend, 60 hh (31 m protocol) 50 Hz 80 mA 400µs 2. Musculi gluteus maximus: 0,5 s zwelstroom- 15s rust, simultaan, 120 hh (31 m protocol) 50 Hz 80 mA 400µs	x	1. P<.001 2. P<.001	Alternerende en simultane elektrische stimulatie hebben vergelijkbare resultaten zonder spiervermoeidheid. Interface pressure is verminderd. Dit kan de bloedtoevoer verhogen en de kans op decubitus verminderen. Pressure spread blijft hetzelfde.
Gyawali et al., 2010	RCT PEDro: 6/10 n=17	10 m, 7 v Leeftijd: 22-66 Laesie: C1- T5 16 compleet 1 incompleet	1. Continue stimulatie: 7-13s zwelstroom -10 m rust 40 Hz 200µs 2. Burst stimulatie: 3s-2s zwelstroom -10m rust 40 Hz 200µs	1 en 2: P<0.05 28% vermeerde- ring van O2	1. P<0.05 reductie 2. P< 0.05 reductie Gemiddeld 10-26 % reductie op de tubers.	IES heeft een significant effect op de drukvermindering van het weefsel rond de tuber ischiadicum. IES laat een verhoging zien van de oxygenatie in de spier. IES kan mogelijk DTI voorkomen en een rol spelen in de prevalentie van decubitus.
Kim et al., 2010	RCT PEDro: 6/10 n=6	6 m Leeftijd: >18 Laesie: > 1 jaar T6 of hoger 6 compleet	1. Bilaterale stimulatie op ischias tuberositas, 10 Hz 200 µs 6 uur per dag, 6 weken 2. Placebo interventie 6 uur per dag 4 weken	1: 78% verhoging direct na stimulatie 2. geen verschil gemeten	1. P=0.1261 2. geen verschil gemeten	Er is op korte termijn stijging van plaatselijke bloedtoevoer. Op weefselniveau is in de gluteaalregio op de lange termijn geen verandering gemeten. Spiercontractie lijkt nodig te zijn voor verandering in drukverdeling en plaatselijke bloedtoevoer.

Discussie

In deze literatuurstudie zijn drie artikelen met elkaar vergeleken. De populatie is in de drie onderzoeken vergelijkbaar, allemaal volwassen dwarslaesiepatiënten met een complete of incomplete laesie tussen C1 en T11. Wellicht zouden er nog specifiekere uitkomsten geweest zijn als bekend zou zijn, welke functies de deelnemers met een incomplete laesie wel of niet hadden. In geen van de onderzoeken wordt dit vermeld. In alle drie de artikelen is sprake van een kleine onderzoeksgroep. Dit is inherent aan het feit deze patiëntengroep relatief klein is ten opzichte van bijvoorbeeld andere patiëntengroepen die gevoelig zijn voor het ontwikkelen van decubitus, zoals diabetes mellituspatiënten. De uitkomsten van de onderzochte artikelen zouden wellicht specifiekere zijn wanneer in het onderzoek een grotere interventie- en controlegroep beschikbaar zou zijn. Kim et al., (2010) is het enige onderzoek waar gebruik is gemaakt van een controlegroep met een placebo interventie.

De methoden die werden gebruikt in de artikelen, zijn in de onderzoeken van Van Londen et al., (2008) en Gyawali et al., (2010) vergelijkbaar. De elektroden zijn op dezelfde locaties aangebracht en de prikkelparameters zijn tevens vergelijkbaar. Er is in beide onderzoeken gekozen voor een stimulatie met laagfrequente vorm (40-50 Hz). Deze frequentie is gekozen omdat de deelnemers de spier niet vrijwillig konden aanspannen en een hoge spieractivatie nodig was. Deze frequentie zou tot meer spierversmoeidheid kunnen leiden, dit is echter niet gemeten in deze twee onderzoeken. De hypothese in Van Londen et al., (2008) is dat simultaan ES een groter effect heeft op de interface pressure en de maximum pressure dan altemnerende ES, maar ook kan zorgen voor een grotere spierversmoeidheid. Voor een ES protocol van 30 minuten zal het volgens Van Londen et al., (2008) arbitrair zijn of gekozen wordt voor een simultane of een altemnerende stimulatie wat betreft de vermindering van interface pressure. Maar omdat in het altemnerende protocol de spier maar de helft van de tijd contraheert, zou voor langere protocollen wat betreft spierversmoeidheid beter gekozen kunnen worden voor een altemnerende stimulatie. Bogie en Triolo (2003) en Bogie, Wang en Triolo (2006) hebben een altemnerend programma gebruikt in hun onderzoeken met geïmplanteerde elektroden.

Ondanks het feit dat het simultane protocol in Van Londen et al., (2008) een tendens laat zien van een grotere vermindering in de interface pressure, is het gemeten verschil klinisch niet relevant. In de maximum pressure is wel een significante vermindering gemeten tussen het begin en het einde van het simultane protocol. Het verschil ($-2 \pm 4 \text{ mmHg}$) is echter klein en klinisch waarschijnlijk niet relevant.

In het onderzoek van Kim et al., (2010) is gebruikt gemaakt van een stimulatie van 10 Hz. De reden hiervoor ligt waarschijnlijk in het feit dat dit onderzoek gericht was op een langere periode van elektrostimulatie (gedurende 6 uur achter elkaar). Een stimulatie van $>40 \text{ Hz}$ zou hier wellicht wel leiden tot grote spierversmoeidheid. Een laagfrequente stimulatie van $<20 \text{ Hz}$ heeft echter een bewezen effect op de oxygenatie van het weefsel (Levine et al., 1990; Bogie & Triolo 2003).

Uit de resultaten van de onderzoeken komt naar voren dat de korte termijn effecten (Van Londen et al., 2008; Gyawali et al., 2010) van ES significant zijn, maar de effecten op de lange termijn (Kim et al., 2010) niet.

Studies naar de lange termijn effecten van ES via stimulatie van de zenuwwortel laten een positief effect zien op de oxygenatie van het spierweefsel en laten bovendien een vermindering van de druk zien rondom de tubers (Bogie et al., 2006; Bogie, Wang, Fei & Sun, 2008; Liu et al., 2006). In Bogie en Triolo (2003) blijkt dat een langere periode (acht weken) stimulatie via geïmplanteerde elektroden een positief effect heeft op de spiermassa en daardoor ook op de vorm van het zitvlak. In een later onderzoek van Bogie et al., (2006) stellen de onderzoekers dat er met geïmplanteerde elektroden een lange termijn effect te meten is op de interface pressure.

Ook in een onderzoek van Liu et al., (2006) is met geïmplanteerde elektroden gewerkt. Hier is een twee keer zo grote vermindering gemeten op de druk rondom de tubers ischiadicum als in het onderzoek van Van Londen et al., (2008). Het verschil tussen de ES via de zenuwwortel (Bogie & Triolo, 2003; Bogie et al., 2006; Liu et al., 2006) en oppervlakkige stimulatie (Van Londen et al. 2008) kan verklaard worden uit het feit dat stimulatie via de zenuwwortel de gehele neuromusculaire bundel activeert en oppervlakkige stimulatie vaak maar een gedeelte van de spierbundel bereikt.

Kim et al., (2010) stellen dat deze resultaten impliceren dat een regelmatige contractie van de spier nodig is om het risico op decubitus te verminderen en dat ook een langere oppervlakkige stimulatie van 6 uur geen langdurig resultaat geeft op de oxygenatie van het weefsel en op de interface pressure.

In deze literatuurstudie zijn de beschreven artikelen waar onderzocht is met ES via geïmplanteerde elektroden niet meegenomen, omdat deze interventie niet valt onder de fysiotherapeutische interventies. De resultaten zijn echter de moeite waard beschreven te worden en geven voldoende positieve uitkomsten dat ES via implantaten kan bijdragen in de preventie van decubitus.

Voor de verschillen die zijn gevonden door Gyawali et al., (2010) tussen de linker- en de rechterbil zijn geen duidelijke redenen aan te geven. De verschillen zijn bij beide programma's, zowel continue als burst, gemeten. Een verklaring zou kunnen zijn dat er bij deze onderzoeksgroep sprake is van een voorkeurskant waar meer druk gemeten wordt of dat de oorzaak ligt in een verstoorde zitbalans. In een onderzoek bij niet dwarslaesiepatiënten zijn volgens Gyawali et al., (2010) dezelfde verschillen te zien. In Van Londen et al., (2008) zijn deze verschillen tussen links en rechts niet significant gebleken.

De stijging van de oxygenatie ($P=0.05$) gemeten in Gyawali et al., (2010) is in beide programma's gemeten, maar over het verschil in het soort stimulatie (continue of met burst) worden geen resultaten gegeven. Om een vergelijking te kunnen maken met andere onderzoeken, bijvoorbeeld Bogie en Triolo (2003), Bogie et al., (2006) en Liu et al., (2006) zou dat interessant zijn. In deze onderzoeken is niet duidelijk of de stijging van oxygenatie komt door de werking van de spierpomp of door het opheffen van de druk. De reden dat in Gyawali et al., (2010) ook in het continue programma een stijging wordt gemeten in de oxygenatie komt waarschijnlijk door het feit dat deze gemeten is in zit, in een gedeformeerd en gecompriëerd weefsel, waardoor reactieve hyperemie ontstaat door het opheffen van druk als de spier contraheert.

De significante reductie van de interface pressure en de significante stijging van de oxygenatie in het weefsel gemeten in Gyawali et al., (2010) rond de tubers zijn opvallend te noemen omdat deze metingen zijn gedaan bij geatrofieerd spierweefsel wat niet eerder was gestimuleerd met elektrostimulatie en dat bovendien vervormd is door het zitten. Zeker in vergelijking met IES bij gezonde personen (Solis et al., 2008) zijn deze resultaten overtuigend en laten ze zien dat het nut van IES niet afhankelijk is van de omvang van de spiermassa. Alhoewel Gyawali et al., (2010) de eerste studie is naar de oxygenatie van gedeformeerd en belast spierweefsel tijdens contracties, wordt in dit onderzoek gesteld dat de klinische relevantie van de bevindingen overtuigend is, omdat de verhoging van de oxygenatie gemeten is bij personen met ernstige spieratrofie. In andere onderzoeken werd bij niet dwarslaesiepatiënten, met vergelijkbare contractieduur een mindere stijging gemeten van de oxygenatie (Damon, Hornberger, Lansdown & Knet-Braun 2007; Meyer McCully, Reid & Prior 2001; Sanchez, Louie, Copenhagen & Damon, 2009). Gyawali et al., (2010) wijden dit aan het feit dat het weefsel in die onderzoeken niet belast is geweest tijdens de ES.

Van Londen et al., (2008) deden hun onderzoek twee jaar eerder dan Kim et al., (2010) en Gyawali et al., (2010). Van Londen et al., (2008) stellen dat het niet zeker is dat de vermindering van de interface pressure ook tot een verbetering zal leiden van de oxygenatie van het weefsel en de bloedtoevoer omdat meerdere factoren hierop van invloed zijn. In ieder geval kan gesteld worden dat er in hun onderzoek tijdens de stimulatie genoeg bloedtoevoer was naar de spieren, omdat er geen spierversmoeidheid werd gemeten. Gyawali et al., (2010) en Kim et al., (2010) stellen in hun onderzoeken dat oppervlakkige stimulatie inderdaad op korte termijn invloed heeft op bloedtoevoer en oxygenatie.

Conclusie

ES heeft een korte termijn effect op de interface pressure en de oxygenatie van het weefsel bij dwarslaesiepatiënten. Er is geen bewijs gevonden dat oppervlakkige ES op de langere termijn van invloed is op de interface pressure en de oxygenatie van het weefsel. Oppervlakkige ES laat geen significant effect zien om te kunnen bijdragen aan decubituspreventie bij dwarslaesiepatiënten. Er is enig bewijs dat voortdurende ES stimulatie via de zenuwwortel effecten laat zien voor de langere termijn. Om de vraagstelling te kunnen beantwoorden is meer onderzoek nodig naar interventies die voortdurende ES via de zenuwwortel genereren bij dwarslaesiepatiënten.

Literatuur

Amir Y., Meijers J. & Halfens R.J.G.(2011). Retrospective study of pressure ulcer prevalence in Dutch general hospitals since 2001. *Journal of Wound Care*;20(1):18-25.

Bogie K.M., Triolo R.J. (2003). Effects of regular use of neuromuscular electrical stimulation on tissue health. *J Rehabil Res Dev*; 40:469-75.

Bogie K.M., Wang X., Triolo R.J. (2006). Long-term prevention of pressure ulcers in high-risk patients: a single case study of the use of gluteal neuromuscular electric stimulation. *Arch Phys Med Rehabil*; 87:585-91.

Bogie K.M., Wang X., Fei B., Sun J (2008). New technique for real-time interface pressure analyses: Getting more out of large image data sets. *Journal of Rehabilitation Research and Development* 45:523-536.

Chen Y., Devivo M.J. & Jackson A.B. (2005). Pressure ulcer prevalence in people with spinal cord injury: age-period-duration effects. *Arch Phys Med Rehabil*, 86, pp. 1208–1213.

Consortium for Spinal Cord Medicine (2000). Pressure ulcer prevention and treatment following spinal cord injury: A clinical practice guideline for health-care professionals: Paralyzed veterans of America.

Damon B.M., Hornberger J.L., Lansdown D.A. & Knet-Braun J.A. (2007). Dual gradient-echo MRI of post-contraction changes in skeletal muscle blood volume and oxygenation. *Magn Reson Med* 57;670-679.

Donnelly J., (2005). National Pressure Ulcer Advisory Panel. Should we include deep tissue injury in pressure ulcer staging systems? The NPUAP debate. *J. Wound Care* 14: 207-210.

European Pressure Ulcer Advisory Panel and National Pressure Ulcer Advisory Panel. Prevention and treatment of pressure ulcers: quick reference guide. Washington DC: National Pressure Ulcer Advisory Panel; (2009).

Gyawali S., Solis L., Chong S.L., Curtis C., Seres P., Kornelsen I., Thompson R. & Mushahwar V.K. (2010). Intermittent electrical stimulation redistributes pressure and promotes tissue oxygenation in loaded muscles of individuals with spinal cord injury. *J Appl Physiol* 110: 246–255, 2011. First published September 30, 2010; doi:10.1152/jappphysiol.00661

Halfens R.J.G., Meesterberends E., Meijers J.M.M., Du Moulin M.F.M.T., Van Nie N.C., Neyens J.C.L., & Schols J.M.G.A. (2011). Landelijke Prevalentiemeting Zorgproblemen: rapportage resultaten 2011. Maastricht: Universiteit Maastricht, CAPHRI;

<http://nld.lpz-um.eu/>

Kenkel J.M., (1998). Pressure sores (overview). In Kenkel JM (ed) Selected readings in plastic surgery, 8, pp 1-29. Houston, TX, Baylor university medical Center.

Kim J., Ho Ch.H., Wang X. & Bogie K. (2010). The use of sensory electrical stimulation for pressure ulcer prevention. *Physiotherapy Theory and Practice*, 26(8):528–536.

Klitzman B., Kalinowsky C., Glasofer S.L. & Rugani L. (1998). Pressure ulcers and pressure relief surfaces. *Clinics in Plastic Surgery* 25: 442-450

Levine S.P., Kett R.L., Gross M.D., Wilson B.A., Cederna P.S., Juni J.E. (1990). Blood flow in the gluteus maximus of seated individuals during electrical muscle stimulation. *Arch Phys Med Rehabil* 1990;71:682-6.

Liu L.Q., Nicholson G.P., Knight S.L., Chelvarajah R., Gall A., Middleton F.R.I., Ferguson-Pell M.W., Craggs M.D. (2006). Interface pressure and cutaneous hemoglobin and oxygenation changes under ischial tuberositas during sacral nerve root stimulation in spinal cord injury. Spinal Research Centre, Royal National Orthopaedic Hospital (RNOH), Stanmore, United Kingdom. *J Rehabil Res Dev*, 43 (4):553-64.

Makhsous M., Rowles D.M., Rymer W.Z., Bankard J., Nam E.K., Chen D. & Lin F. (2007). Periodically relieving ischial sitting load to decrease the risk of pressure ulcers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 862-870.

McKinley W.O., Jackson A.B., Cardenas D.D. & DeVivo M.J. (1999). Long-term medical complications after traumatic spinal cord injury: a regional model systems analysis. *Arch Phys Med Rehabil*, 80, pp. 1402–1410

Meyer A.R., McCully K., Reid R.W., Prior B. (2001). BOLD MRI and NIRS detection of transient hyperemia after single skeletal muscle contractions. *Proc Intl Soc Mag Reson Med* 9:135.

Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. (2002). Evidence for physiotherapy practice: A survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*;48(1):43-9.

Sanchez O.A., Louie E.A., Copenhaver E.A., Damon B.M. (2009). Repeatability of a dual gradient-recalled echo MRI method for monitoring post-isometric contraction blood volume and oxygenation changes. *NMR Biomed*; 22:753-761.

Solis L.R., Gyawali S., Curtis C., Chong S.L., Thompson R.B., Mushahwar V.K. (2008). Changes in superficial pressure and tissue oxygenation levels due to contraction elicited by intermittent electrical stimulation for the prevention of deep tissue injury. *Biomedizinische Technik* 53. Suppl. 1: 364/366.

Tannen A., Dassen T., Bours G.J.J.W. & Halfens R.J.G. (2004). A comparison of pressure ulcer prevalence: concerted data collection in the Netherlands and Germany. *International Journal of Nursing Studies*, 41(6): 607-12.

Van Londen A., Herwegh M., van der Zee C.H., Deffertshofer A., Smit C.A., Niezen A. & Janssen T.W. (2008). The effect of surface electric stimulation of the gluteal muscles on the

interface pressure in seated people with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*;89:1724-32.

Vanoncini M., Holderbaum W. & Andrews B.J. (2010). Activation of lower back muscles via FES for pressure sores prevention in paraplegia: a case study. *J Med Eng Technol.* Apr;34(3):224-31.

Verschueren J.H., Post M.W., de Groot S., van der Woude L.H., van Asbeck F.W. & Rol M. (2011). Occurrence and predictors of pressure ulcers during primary in-patient spinal cord injury rehabilitation. Sophia Rehabilitation centre, The Hague, The Netherlands, Jan;49(1):106-12.doi: 10.1038/sc.2010.66. Epub 2010 Jun 8.