

Elektrostimulatie bij ernstig zieke, inactieve patiënten met Chronische Obstructieve Longziekten, Hartfalen of op de Intensive Care

Afstudeeropdracht, Hogeschool Utrecht Faculteit Gezondheidszorg, Fysiotherapie. Juli 2011

Angela van Stavel

Samenvatting

Achtergrond: De mogelijke gevolgen van bedrust en inactiviteit zijn uitgebreid beschreven. De afgelopen jaren is er veel onderzoek gedaan naar de effecten van vroegmobilisatie programma's en elektrostimulatie bij patiënten die ernstig ziek en gedeconditioneerd zijn en daardoor niet in staat zijn deel te nemen aan reguliere fysieke trainingsprogramma's. Elektrostimulatie als vorm van therapie zou mogelijk een positieve bijdrage kunnen leveren door aan te grijpen op verschillende systemen van het menselijk lichaam.

Vraagstelling: Wat is het effect van elektrostimulatie bij patiënten met ernstig Chronische Obstructieve Longziekten, Hartfalen of bij patiënten op de Intensive Care, die veelal inactief en gedeconditioneerd zijn op het behoud van spiermassa- en kracht, inspanningsvermogen, het cardiorespiratoire systeem en de kwaliteit van leven?

Methode: Er is gebruik gemaakt van de databanken PubMed, EMBASE, PEDro, de Cochrane Library en de zoekmachines Google en Google Scholar. De methodologische kwaliteit van de Randomized Controlled Trials is gescoord via de PEDro-schaal. Het Systematic Review is gescoord via het Formulier Va voor het beoordelen van een Systematic Review van Randomized Controlled Trials van het CBO.

Resultaten: In totaal zijn er zijn 14 artikelen geïnccludeerd, waaronder negen Randomized Controlled Trials, een Randomized Interventional Study, twee Pilot-Study's, een vergelijkend onderzoek en een Sytematic Review.

Conclusie: Uit de resultaten van de geselecteerde onderzoeken kan men opmaken dat elektrostimulatie bij patiënten met ernstig Hartfalen, Chronische Obstructieve Longziekten of bij patiënten op de Intensive Care vergelijkbaar waren en bestonden uit al dan niet significante verbeteringen in het behouden van spierkracht- en massa, inspanningsvermogen en de kwaliteit van leven. Het gaat hierbij met name over de korte-termijn effecten. De studie van Poulsen *et al.*, 2011 is een uitzondering. In deze studie werden geen effecten op de onderzochte spierkracht waargenomen na sessies elektrostimulatie in de eerste week Intensive Care verblijf.

Elektrostimulatie wordt over het algemeen gezien als een effectief en nuttig trainingsalternatief bij patiënten in een vergevorderd stadium van de verschillende ziekten, die niet kunnen deelnemen aan reguliere fysieke trainingsprogramma's. Elektrostimulatie lijkt geen grote stress uit te oefenen op het cardiovasculaire systeem, en werd in alle studies goed verdragen. Het vereist geen samenwerking van de patiënt, waardoor het snel en gemakkelijk toepasbaar is.

Inleiding

Lichamelijke inactiviteit is een belangrijke onderliggende factor die kan bijdragen aan stoornissen in de skeletspieren bij zowel patiënten met Chronische Obstructieve Longziekten (COPD) - Hartfalen als bij ernstig zieke, bedlegerige patiënten op bijvoorbeeld de Intensive Care. Ondanks optimale medicamenteuze behandeling blijven kortademigheid, vroegtijdige spiervermoeidheid en een verminderde inspanningstolerantie veel genoemde symptomen die leiden tot een verminderde kwaliteit van leven en een verhoogde mortaliteit bij ernstig zieke patiënten (Vivodtzev en Lacasse, 2009). Sinds is aangetoond dat vroegtijdige oefentherapie zoals weerstandstraining, duurtraining en intervaltraining kan bijdrage aan spiermassa- en kracht behoud, inspanningsvermogen en een verhoogde sociale participatie wat mogelijk weer leidt tot een verbeterde kwaliteit van leven vormt dit onderdeel van de therapie (Sillen *et al.*, 2009). Maar niet altijd is men in staat actief te oefenen doordat er sprake is van sterke deconditionering, door de gevorderde leeftijd, comorbiditeiten of doordat de ernst van de ziekte het niet toelaat. Daarom is er grote belangstelling voor therapievormen zoals elektrostimulatie (Karavidas *et al.*, 2010).

Vraagstelling

Wat is het effect van elektrostimulatie bij patiënten met ernstig Chronische Obstructieve Longziekten, Hartfalen of bij patiënten op de Intensive Care, die veelal inactief en gedeconditioneerd zijn op het behoud van spiermassa en -kracht, inspanningsvermogen, het cardiorespiratoire systeem en de kwaliteit van leven?

Materiaal en methoden

Zoekstrategie

Om relevante literatuur te vinden over het onderwerp is gezocht in de databanken PubMed, EMBASE, PEDro en de Cochrane Library. Daarnaast is er gebruik gemaakt van de zoekmachines Google en Google Scholar.

De volgende *zoektermen* zijn gehanteerd:

ICU acquired weakness, muscle atrophy, muscle weakness, intensive care, critically ill patients, critical care, critical illness, critical illness polyneuropathy, (chronic) heart failure, chronic obstructive pulmonary disease, bed bound patients, inactive patients, (neuromuscular) electrical stimulation, electric stimulation (therapy), functional electrical

stimulation, functional status, disease-specific health status, physiotherapy, physical therapy, skeletal muscle function, muscle strength, muscle mass, cardio-respiratory system, deconditioning, bed rest, quality of life, evidence based. Deze termen zijn zowel afzonderlijk als in combinatie met elkaar gebruikt. Daarnaast is er gebruik gemaakt van de optie 'related articles' en de referenties van de artikelen.

Inclusie – en exclusiecriteria

De artikelen zijn gepubliceerd in het Engels of Nederlands, er in een fulltekst beschikbaar, de inhoud sluit aan op de vraagstelling, de literatuur is gepubliceerd tussen januari 2000 – april 2011 en er werd gestreefd naar een gemiddelde PEDro score van hoger of gelijk aan vijf. Er is sprake van patiënten met ernstig COPD en de patiënten met hartfalen zijn grotendeels geclassificeerd in New York Heart Association (NYHA) III-IV.

Artikelen werden uitgesloten indien de patiënten jonger waren dan 18 jaar, patiënten met een pacemaker, patiënten die een harttransplantatie hadden ondergaan en patiënten met een Body Mass Index (BMI) > 30.

Op basis van informatie uit de titel en samenvatting, werden 54 studies als mogelijk relevant beschouwd. Van die 54 studies voldeden uiteindelijk 14 studies aan de selectiecriteria. Een totaal van negen gepubliceerde Randomized Controlled Trials, een Randomized Interventional Study, twee Pilot-study's, een Vergelijkend Onderzoek en een Systematic Review zijn uiteindelijk in dit artikel gebruikt.

Kwaliteitbepaling artikelen

Om de gevonden artikelen te beoordelen op methodologische kwaliteit is er gebruik gemaakt van de Physiotherapy Evidence Database (PEDro)-scoringslijst voor de Randomized Controlled Trials. Het Systematic Review is gescoord via het Formulier Va voor het beoordelen van een Systematic Review van Randomized Controlled Trials van het CBO.

De gebruikte Randomized Controlled Trials hebben een gemiddelde waarde van 5-6/10 op de PEDro-schaal. Dit betekent dat de studies van gemiddelde tot goede kwaliteit zijn. Blindering van de randomisatie, blindering van patiënten, therapeuten en beoordelaars waren de meest voorkomende methodologische tekortkomingen. Met name van de criteria blindering van randomisatie en blinderingen van de beoordelaars is de vertekende invloed aangetoond. Daarnaast was het in de geselecteerde onderzoeken veelal niet duidelijk of alle patiënten de toegewezen

experimentele of controlebehandeling kregen of dat er een intention-to-treat analyse werd uitgevoerd. Het Systematic Review scoorde goed via het Formulier Va voor het beoordelen van een Systematic Review van Randomized Controlled Trials. Zo ging het Systematic Review uit van een expliciete klinische vraagstelling, werd er gezocht met MEDLINE en EMBASE, een zoekactie die tezamen 90% van de relevante gepubliceerde artikelen vindt. Ook werd het Cochrane Controlled Trials Register van de Cochrane Collaboration geraadpleegd en werden eventuele restricties als jaartal van publicatie en taal in de zoekactie beschreven. Er is alleen gezocht op Engelse artikelen wat het Review minder valide maakt doordat de uitkomst van een Systematic Review kan afhangen van beperkingen in taal. Ook de selectieprocedure van de artikelen aan de hand van in- en exclusiecriteria werd goed beschreven. Daarnaast werden de gebruikte onderzoeken beoordeeld op kwaliteit en is er adequaat beschreven hoe data-extractie heeft plaatsgevonden en zijn de belangrijkste kenmerken van de onderzoeken beschreven. De resultaten werden duidelijk beschreven. Ondanks dat er sprake was van heterogeniteit (in zowel de interventie als de patiëntenpopulatie) werden resultaten samengevoegd per subgroep (COPD of Hartfalen) om te komen tot een overall schatting van de effecten van de interventie. Het Systematic Review is voornamelijk als naslagwerk gebruikt.

Fysiotherapie bij ernstig zieke, inactieve patiënten

Door de ontwikkelingen op het vlak van “critical care medicine” is de focus bij ernstig zieke patiënten de laatste jaren sterk veranderd. Zo lag vroeger de nadruk op het overleven van de patiënt terwijl inmiddels – door het hogere overlevingspercentage – de nadruk verschoven is: men wil dat de patiënt zo min mogelijk complicaties oploopt zodat de kans op overleving op de langere termijn wordt vergroot en de kwaliteit van leven beter wordt (Needham *et al.*, 2009).

Lange tijd werd er bij ernstig zieke patiënten geen bewegingstherapie gegeven, aangezien men van mening was dat dit teveel van het lichaam zou vergen. Tegenwoordig lijkt de mening toch wat omgeslagen (O’ Connor en Walsham, 2009). In vele recente studies van onder andere Morris *et al.*, 2008, Burtin *et al.*, 2009 en Schweikert *et al.*, 2009 worden de positieve effecten en het belang van vroegmobilisatie programma’s bij ernstig zieke, inactieve patiënten beschreven. Naast vroegmobilisatie programma’s gaat de aandacht steeds meer naar het spierprikkelend middels elektrostimulatie. Recente studies hebben aangetoond dat elektrostimulatie een mogelijk alternatief kan zijn voor het actief oefenen bij patiënten met ernstig COPD, hartfalen en bij ernstig zieke patiënten op bijvoorbeeld de Intensive Care die niet in staat zijn deel te nemen aan reguliere fysieke trainingprogramma’s. Omtrent het moment van starten, de intensiteit en duur bestaan nog veel variaties (Quittan *et al.*, 2001, Neder *et al.*, 2002, Zanotti *et al.*, 2003, Nuhr *et al.*, 2004, Dobsák *et al.*, 2006, Vivodtzev *et al.*, 2006, Sillen *et al.*, 2008, Gerovasili *et al.*, 2009A/B, Karavidas *et al.*, 2010, Routsis *et al.*, 2010, Gruther *et al.*, 2010 en Poulsen *et al.*, 2011).

Mogelijke effecten van bedrust/inactiviteit

Al vanaf de jaren 40 worden de negatieve effecten van bedrust beschreven. Zo schreef Dock in 1947: “The physician must always consider complete bed rest as a highly unphysiologic and definitely hazardous form of therapy, to be ordered only for specific indications and discontinued as early as possible. The indications for which bed rest should be prescribed, and for how long, are yet to be defined.”

Bedrust kan serieuze complicaties met zich mee brengen voor onder andere het respiratoire systeem, het cardiovasculaire systeem, het neuromusculaire systeem, het maag-darmstelsel, de nieren en het hormoonstelsel. Op het psychosociale vlak ziet men geregeld dat patiënten depressieklachten ontwikkelen welke eveneens kunnen leiden tot een verminderd

activiteitsniveau en een verminderde functionele capaciteit (Kortebein *et al.*, 2008). Inactiviteit resulteert bij een ernstig zieke patiënt in een verminderde eiwitsynthese en een verhoogde stikstofsecretie via de urine met als gevolg een verhoogd katabolisme. Katabole processen zorgen voor een kracht- en functieverlies in de spier. Dit spierkrachtverlies bedraagt rond de 4% per dag en rond de 25% per week bij de ernstig zieke patiënt (Topp *et al.*, 2002). Binnen 48 uur kunnen er al afwijkingen gedecteerd worden in het neuromusculaire systeem bij de ernstig zieke patiënt (Tennilä *et al.*, 2000).

Elektrostimulatie

Elektrostimulatie is een methode waarbij spieren worden gestimuleerd door middel van elektrische impulsen (Maffiuletti, 2010). Al sinds de 18^{de} eeuw is het bekend dat spieren onder invloed van elektriciteit samentrekken. De eerste onderzoeker die dit fenomeen beschreef was de grondlegger van de moderne neurofysiologie, Luis Galvani, die al in 1791 de relatie tussen elektriciteit en spieractiviteit beschreef. In een gezonde persoon vinden er contracties in spieren plaats, doordat er een elektrische impuls via verschillende zenuwen vanuit de cortex via het ruggenmerg en perifere zenuwen naar de bewuste spier loopt. Dit vindt plaats bij bewuste bewegingen (Gregory en Bickel, 2005).

Vanderthommen en Crielaard stellen in 2001 dat elektrostimulatie veelvuldig wordt gebruikt in de fysiotherapie om gezonde spieren te versterken. Ook beschrijven de auteurs dat elektrostimulatie regelmatig wordt ingezet bij de behandeling van bijvoorbeeld geatrofieerde spieren. Naast dat het een mogelijk gunstig effect heeft op het verminderen van atrofie doordat het mogelijk bijdraagt aan het behouden van spiermassa- en kracht, heeft het mogelijk ook effecten op de inspanningstolerantie en de kwaliteit van leven (Quittan *et al.*, 2001, Neder *et al.*, 2002, Zanotti *et al.*, 2003, Nuhr *et al.*, 2004, Dobsák *et al.*, 2006, Vivodtzev *et al.*, 2006, Sillen *et al.*, 2008, Gerovasili *et al.*, 2009A/B, Karavidas *et al.*, 2010, Routsis *et al.*, 2010, Gruther *et al.*, 2010 en Poulsen *et al.*, 2011).

Resultaten

Elektrostimulatie - COPD

Neder *et al.*, 2002 onderzochten in een prospective randomized controlled trial de effecten van 'home based' neuromusculaire elektrostimulatie bij patiënten met ernstig COPD. In het onderzoek werd neuromusculaire elektrostimulatie (NMES) vergeleken met de gebruikelijke zorg. De patiënten (N=15) werden willekeurig ingedeeld in een interventiegroep (N=9) of een controlegroep (N=6). De interventiegroep kreeg elektrostimulatie op de quadriceps van beide ledematen, vijf keer per week. De eerste week 15 minuten, daarna 30 minuten met een totaal van 30 sessies, gedurende zes weken. De controlegroep kreeg gedurende de eerste zes weken de gebruikelijke zorg en daarna alsnog NMES via hetzelfde protocol. Na zes weken elektrostimulatie waren er in de interventiegroep significante veranderingen waarneembaar in de peak torque van de quadriceps, de vermoeidheid van de beenspieren, inspanningscapaciteit, VO₂-opname en op het domein kortademigheid van de kwaliteit van leven (gemeten in de Chronic Respiratory Disease Questionnaire (CRDQ)) vergeleken met de controlegroep [$p < 0.05$].¹

Uit de randomized controlled trial van Zanotti *et al.*, 2003 blijkt dat elektrostimulatie in combinatie met actief mobiliserende oefeningen een significante toename van spierkracht teweegbrengt [$p < 0.05$]. Ook draagt elektrostimulatie in combinatie met actief mobiliserende oefeningen bij aan de functionele capaciteit. Zo neemt het aantal dagen dat nodig is om een transfer van bed naar stoel te maken significant af ten gunste van de interventiegroep [$p < 0.05$]. Ook in de controlegroep was er een significante toename van spierkracht en verbetering van de functionele capaciteit waarneembaar [$p < 0.05$], maar deze toename was significant minder groot dan in de interventiegroep. De ademhalingsfrequentie en hartslag veranderden binnen beide groepen niet significant [$p > 0.05$]. Tussen beide groepen veranderde de ademhalingsfrequentie wel significant, ten gunste van de interventiegroep [$p < 0.05$]. De saturatie verbeterde significant in de interventiegroep [$p < 0.05$]. Tussen de groepen was dit verschil niet significant [$p > 0.05$]. Aan het onderzoek deden 24 patiënten mee met ernstig COPD die na een exacerbatie op de Intensive Care verbleven en

minimaal 30 dagen bedlegerig waren. De ademhaling werd mechanisch ondersteund. De patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen. De interventiegroep (N=12) onderging elektrostimulatie gedurende vijf dagen per week, twee sessies van 30 minuten in een periode van 28 dagen op de bovenbeen- en bilspieren en actief mobiliserende oefeningen. De controlegroep (N=12) kreeg gedurende 28 dagen alleen actief mobiliserende oefeningen.

In een prospective randomized controlled trial van Vivodtzev *et al.*, 2006 werden 17 ernstig zieke COPD-patiënten willekeurig ingedeeld in twee groepen. Een interventiegroep bestaande uit negen patiënten, kreeg therapie volgens het usual care programma bestaande uit het liggend uitvoeren van oefeningen van de ledematen. Wanneer patiënten er toe in staat waren mochten ze langzaam lopen op een loopband en vijf tot tien minuten oefeningen doen voor de kracht van de armen met een tweeënhalft kilogram gewicht. Dit alles in groepsverband onder supervisie van een fysiotherapeut. Daarnaast kregen de patiënten in deze groep elektrostimulatie gedurende vier weken met een frequentie van vier keer per week, 25 minuten per sessie. De controlegroep bestaande uit acht patiënten kreeg alleen therapie volgens het usual-care programma. Uit het onderzoek is gebleken dat de maximale vrijwillige contractie (MVC) van de quadriceps bij de interventiegroep significant sterker was gestegen dan in de controlegroep zo ook de spiermassa gerelateerd aan het BMI [$p < 0.05$]. Ook resulteerde de elektrostimulatie in een significant verschil bij de dyspneu gerelateerde kwaliteit van leven vragenlijst, ten gunste van de interventiegroep [$p = 0.05$]. Zo ook in de afgelegde afstand tijdens de 6MWT (inspanningsvermogen) [$p < 0.05$]. Tussen de groepen waren deze verschillen niet significant [$p > 0.05$]. De longfunctie veranderde in beide groepen niet significant [$p > 0.05$].

Sillen *et al.*, 2008 onderzochten in een cross-sectional, comparative pilot- studie de effecten van elektrostimulatie en weerstandstraining op de metabole respons bij 13 COPD patiënten. Alle 13 patiënten ondergingen een sessie weerstandstraining en een sessie NMES op de quadriceps voor twee opeenvolgende dagen in willekeurige volgorde in dezelfde week. De weerstandstraining bestond uit bilaterale strek oefeningen van de benen. De patiënten werd gevraagd drie sets van acht herhalingen uit te voeren op een belasting die overeenkomt met 70% van de vooraf

¹ Met de p-waarde wordt beoordeeld of het verband 'significant' is. Een p-waarde van ≤ 0.05 wordt als significant beschouwd.

bepaalde 1-RM. Tussen de sets mochten de patiënten twee minuten rusten. De metabole respons (VO₂-opname en piek minuten ventilatie) en symptomen van kortademigheid en vermoeidheid in de benen waren significant lager tijdens een NMES sessie in vergelijking met een sessie weerstandstraining [$p < 0.05$]. Maar de auteurs concluderen dat beide trainingen lijken te resulteren in een aanvaardbare metabole respons gepaard gaande met een acceptabele sensatie van kortademigheid en vermoeidheid van de beenspieren.



Fig.1. Elektrostimulatie op de quadriceps bij een ernstig COPD patient (Sillen *et al.*, 2009)

Elektrostimulatie - Hartfalen

Quittan *et al.*, 2001 onderzochten in een prospective single blind randomized controlled trial de mogelijke effecten van NMES bij 33 patiënten met ernstig hartfalen die op de lijst staan voor een transplantatie. De patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen, een interventiegroep (N=17) of een controlegroep (N=16). De patiënten in de interventiegroep kregen 30 minuten per dag, vijf dagen per week gedurende twee weken elektrostimulatie op de quadriceps. Vervolgens 60 minuten per dag, gedurende zes weken. De controlegroep kreeg fysiotherapie volgens een usual-care programma, waarvan niet gerapporteerd is waaruit het bestond. Na acht weken concluderen de auteurs een significante toename van isometrische- en isokinetische spierkracht en de dwarsdoorsnede van de knie buigers- en strekkers ten gunste van de interventiegroep [$p < 0.05$]. In de controlegroep bleef dit ongewijzigd. Ook was er een significante afname van vermoeidheid en toename van kwaliteit van leven, gerelateerd aan de functionele status bestaande uit het uitvoeren van dagelijkse activiteiten, fysieke functie waarneembaar ten gunste van de interventiegroep. Zo ook het emotioneel- en sociaal functioneren (gemeten met de SF-36 vragenlijst) veranderde significant [$p < 0.05$]. Er werd in de interventiegroep ook een verandering waargenomen in de NYHA classificatie. Drie patiënten gingen van NYHA IV naar NYHA III en vijf patiënten van NYHA III naar NYHA II.

In een prospective randomized controlled trial van Nuhr *et al.*, 2004 onderzochten de auteurs de effecten van elektrostimulatie bij 32 patiënten met ernstig hartfalen. De interventiegroep bestaande uit 15 patiënten onderging dagelijks twee sessies van 120 minuten elektrostimulatie op de quadriceps en hamstrings, zeven dagen per week, gedurende tien weken. De controlegroep bestaande uit 17 patiënten onderging hetzelfde als de interventiegroep alleen een placebo, wat bestond uit elektrostimulatie met een veel lagere intensiteit, waarbij geen zichtbare en/of palpabele spiercontracties op traden. Uitkomstmaten waren maximale zuurstofopname, maximale werklast, 6MWT en gezondheidstatus (kwaliteit van leven). Na tien weken waren er in alle uitkomstmaten significante verschillen waarneembaar ten gunste van de interventiegroep [$p < 0.05$].

Dobsák *et al.*, 2006 hebben onderzoek gedaan naar het effect van laag-frequente elektrostimulatie (LFES) bij 15 patiënten met ernstig hartfalen. De patiënten kregen zes weken lang, zeven dagen per week

gedurende 60 minuten per dag elektrostimulatie op de quadriceps en kuitspieren van beide ledematen. Uitkomstparameters waren maximale spierkracht, isokinetische piek torque, kortademigheid, vermoeidheid en snelheid van de bloedstroom. Na zes weken vonden de auteurs een significante toename van de maximale spierkracht en isokinetische piek torque [$p = < 0.05$]. Ook hadden de patiënten een verminderd gevoel van kortademigheid en vermoeidheid tijdens het uitvoeren van dagelijkse activiteiten, hoewel dit verschil niet significant was [$p = > 0.05$]. De bloedstroom metingen toonden significante veranderingen na zes weken LFES in vergelijking met de initiële waarde [$p = < 0.05$]. Er werd een maximale stijging van de snelheid van de bloedstroom bereikt na 15 minuten van de stimulatie; er waren geen significante verschillen tussen de gemeten waarden na 15, 30, 45 en 60 minuten van de stimulatie [$p = > 0.05$]. Er werd ook een verandering waargenomen in de NYHA classificatie. Vier patiënten gingen na zes weken elektrostimulatie van NYHA IV naar NYHA III.

Karavidas *et al.*, 2010 onderzochten in een vergelijkende studie de effecten van functionele elektrostimulatie (FES) bij 18 NYHA II- en 13 NYHA III-IV patiënten met hartfalen. Beide groepen kregen zes weken lang, gedurende 30 minuten per dag, vijf dagen per week functionele elektrostimulatie op de quadriceps en kuitspieren onder supervisie en werden vervolgens aangemoedigd om het programma zelfstandig te vervolgen voor nog drie maanden. Uitkomstmaten waren endotheeldysfunctie zoals verwoord door flow-gemedieerde dilatatie (FMD), waarde van de plasma B-type natriuretische peptide (BNP), inspanningsvermogen uitgedrukt in de 6MWT en de kwaliteit van leven en emotionele stress uitgedrukt in de Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire (KCCQ), de Beck Depression Inventory (BDI) en de Zung self-rating Depression Scale (SDS). Alle bovengenoemde uitkomstmaten verbeterde significant in beide groepen [$p = < 0.05$]. Echter was er in de NYHA III-IV groep patiënten een significant grotere verbetering waarneembaar. Daarnaast waren de patiënten in NYHA III-IV beter in staat het programma nog een extra drie maanden zelfstandig te vervolgen.

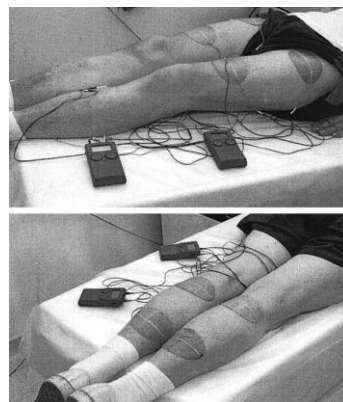


Fig. 2. Elektrostimulatie op de quadriceps- en kuitspieren bij een patiënt met ernstig hartfalen (Dobsák *et al.*, 2006)

Elektrostimulatie – “Critically Ill patients” op de Intensive Care

Gerovalsili *et al.*, 2009A onderzochten in een randomized controlled trial het korte termijn effect van elektrostimulatie op de microcirculatie (in termen van weefsel oxygenatie en vasoactiviteit) van de duimmuisspier bij een gemengde populatie ernstig zieke patiënten op de Intensive Care. De 35 deelnemende patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen. Een interventiegroep (N=29) of een controlegroep (N=6). De interventiegroep kreeg van de tweede tot de negende dag na opname dagelijks gedurende 55 minuten elektrostimulatie op de quadriceps en peroneus longus van beide onderste ledematen. De controlegroep kreeg de gebruikelijke zorg waarvan niet duidelijk gerapporteerd is waaruit dit bestond. De auteurs concluderen dat het zuurstof verbruik van de duimmuisspier significant was toegenomen aan het eind van elektrostimulatie sessies van beide onderste extremiteiten [$p < 0.05$]. Zo ook de gemiddelde reperfusie rate na vasculaire occlusie [$p < 0.05$]. De hartslag en systolische bloeddruk waren ook statistisch significant toegenomen aan het eind van de elektrostimulatie sessies [$p < 0.05$]. Klinisch was dit verschil niet significant [$p > 0.05$]. De toename van de systolische bloeddruk en de hartslag waargenomen bij ernstig zieke patiënten impliceert een cardiovasculaire reactie, die ook zou kunnen bijdragen aan de systemische werking van de elektrostimulatie op microcirculatie in de duimmuisspier. Arteriële bloedgas waarden en centraal veneuze zuurstofsaturatie verschilde niet significant aan het einde van de elektrostimulatie sessies [$p > 0.05$]. Ook de ademhalingsfrequentie was na een elektrostimulatie sessie niet significant verhoogd [$p > 0.05$]. Bij patiënten die geen sedatie kregen, was een significante stijging het zuurstofverbruik en de reperfusie na een elektrostimulatie sessie waarneembaar [$p < 0.05$]. Bij de gesedeerde patiënten, was er ook een significante stijging van de reperfusie waarneembaar [$p < 0.05$]. Het zuurstofverbruik nam eveneens toe, maar bereikte geen statistische significante toename [$p > 0.05$]. Tussen de groepen was er geen significant verschil [$p > 0.05$].

Gerovalsili *et al.*, 2009B deden nog een randomized study. Een gemengde populatie van 26 ernstig zieke mechanisch beademde patiënten (op een patiënt in de controlegroep na, die wel ademhalingsondersteuning nodig had, maar die niet mechanisch beademd werd) kregen dagelijks van de tweede tot de negende dag na opname op de Intensive Care elektrostimulatie op de quadriceps en peroneus longus van beide onderste

ledematen, gedurende 55 minuten. De controlegroep kreeg gebruikelijke zorg, waarvan niet duidelijk is gerapporteerd waaruit dit bestond. De patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen. Een interventiegroep (N=13) of een controlegroep (N=13). De uitkomstmaat was spiermassa. Na het onderzoek was de dwarsdoorsnede van de rectus femoris en vastus intermedius rechts significant afgenomen in beide groepen [$p < 0.05$]. Er was sprake van zowel een absoluut als relatief significant verschil. De dwarsdoorsnede nam significant minder af in de interventiegroep vergeleken met de controlegroep [$p < 0.05$]. Links nam de dwarsdoorsnede van de rectus femoris en vastus intermedius ook significant af in beide groepen [$p < 0.05$]. Maar het absolute verschil in afname van de dwarsdoorsnede was significant minder in de interventiegroep vergeleken met de controlegroep [$p < 0.05$]. Het relatieve verschil in afname van de dwarsdoorsnede links was ook minder in de interventiegroep vergeleken met de controlegroep, maar dit verschil was niet statistisch significant [$p > 0.05$].

Routsi *et al.*, 2010 deden een randomized parallel intervention trail gedurende een periode van 22 maanden naar de mogelijke effecten van elektrostimulatie op het voorkomen van een critical illness polyneuropathie (een van de meest voorkomende neuromusculaire aandoeningen op de Intensive Care, wat bestaat uit onder andere ernstige spierzwakte en het niet kunnen onttrekken van de beademing). Tweeënvijftig ernstig zieke Intensive Care patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen. De interventiegroep (N=24) of een controlegroep (N=28). De patiënten in de interventiegroep ondergingen dagelijks een sessie van 55 minuten elektrostimulatie op de quadriceps en peroneus longus van beide onderste ledematen vanaf de tweede dag na opname op de Intensive Care. Patiënten in de controlegroep kregen de gebruikelijke zorg, waarvan niet gerapporteerd is waaruit dit bestond. Nadien was er een significant verschil waarneembaar in het wel of niet ontwikkelen van een critical illness polyneuropathie ten gunste van de interventiegroep [$p < 0.05$]. Bij drie patiënten in de interventiegroep en bij 11 patiënten in de controlegroep werd een critical illness polyneuropathie gediagnosticeerd (middels de MRC-score (0-60). De MRC-score voor de spierkracht was significant hoger in de interventiegroep [$p < 0.05$] en het aantal beademingsdagen was significant minder in de interventiegroep vergeleken met de controlegroep [$p < 0.05$]. De duur van het verblijf op de Intensive Care was korter bij patiënten toegewezen

aan de interventiegroep, maar dit verschil bleek niet significant te zijn [$p = > 0.05$].

Gruther *et al.*, 2010 onderzochten in een randomized controlled, double blind pilot-trial de effecten van neuromusculaire elektrostimulatie bij een gemengde populatie patiënten op de Intensive Care. Drieëndertig patiënten werden willekeurig ingedeeld in twee groepen. Een groep bestaande uit 17 acute patiënten (opname < 7 dagen) en een groep bestaande uit 16 lange termijn patiënten (opname > 14 dagen). Beide patiëntengroepen werden willekeurig ingedeeld in een interventiegroep of een placebogroep. De NMES werd gegeven op de quadriceps, vijf dagen per week gedurende een periode van vier weken, 30 minuten per sessie in de eerste week en daarna 60 minuten per sessie. Zowel vooraf, als na zeven dagen werd er een CT-scan gemaakt. De auteurs concluderen dat er na vier weken tussen de groep acute patiënten die behandeld werden met NMES en de placebogroep geen significante verschillen in de dikte van de spierlaag waarneembaar waren [$p = > 0.05$]. Er werd wel een significant verschil in dikte van de spierlaag waargenomen bij de groep lange termijn patiënten die met NMES behandeld werden in vergelijking met de placebogroep [$p = < 0.05$].

In de randomized interventional study van Poulsen *et al.*, 2011 ondergingen acht ernstig zieke mechanisch beademende Intensive Care patiënten met een gediagnosticeerde septische shock transcutane elektrostimulatie op de quadriceps van een been, zeven opeenvolgende dagen gedurende 60 minuten per dag. Het andere been fungeerde als controle. Drie patiënten kregen elektrostimulatie op het dominante been (beoordeeld met hand dominantie) de overige vijf op het niet dominante been. Gesedeerde patiënten kregen naast de sessie elektrostimulatie een dagelijkse sessie van passieve bewegingsoefeningen onder leiding van een fysiotherapeut. Bij de niet gesedeerde patiënten ging twee tot drie keer per dag het hoofdeinde van het bed 45 graden omhoog, daarnaast zaten deze patiënten twee tot drie keer per dag op de rand van het bed. Na zeven dagen was het spiervolume van het niet gestimuleerde been significant gedaald met 16% [$p = < 0.05$]. Het spiervolume van het gestimuleerde been daalde met 20%, ook significant [$p = < 0.05$]. Tussen de groepen was dit verschil niet significant [$p = > 0.05$]. Kortom, de auteurs kunnen concluderen dat er tijdens de eerste week Intensive Care verblijf een duidelijk verlies van spiervolume van de quadriceps zichtbaar was. Dit verlies van spiervolume werd niet beïnvloed door de transcutane elektrostimulatie. Er werden geen

correlaties gevonden tussen de relatieve veranderingen in spiervolume en de ernst van de ziekte scores, vochtbalans, bloedwaardes, en de duur van de mechanische beademing.

Discussie

Er zijn een aantal kanttekeningen die bij de studies geplaatst kunnen worden. Zo hebben de gebruikte studies een betrekkelijk kleine onderzoekspopulatie van minder dan 40 deelnemers waardoor in verschillende uitkomstmaten geen statistisch significante verschillen werden bereikt, ondanks dat er een duidelijke tendens naar verbetering was. In de studies waarbij er sprake was van een interventie- en een controlegroep, waren de groepen vrijwel gelijk qua omvang met uitzondering van de studie Gerovasili *et al.*, 2009A, daar bestond de interventiegroep uit 29 patiënten en de controlegroep uit zes patiënten.

Daarnaast heeft er in maar twee van de 14 gebruikte studies (Karavidas *et al.*, 2010 en Routsis *et al.*, 2010) een follow-up plaatsgevonden om de lange termijn effecten te onderzoeken.

Ook werden er verschillende spieren van de onderste ledematen gestimuleerd. Zo werd de quadriceps gestimuleerd in de studies van Vivodtzev *et al.*, 2006, Neder *et al.*, 2002, Sillen *et al.*, 2008, Gruther *et al.*, 2010 en Poulsen *et al.*, 2011. De quadriceps en hamstrings werden gestimuleerd in de studies van Quittan *et al.*, 2001 en Nuhr *et al.*, 2004, de quadriceps en bilspieren in de studie van Zanolotti *et al.*, 2003, de quadriceps en kuitspieren in de studies van Dobsák *et al.*, 2006 en Karavidas *et al.*, 2010 en de quadriceps en peroneus longus in de studies van Gerovasili *et al.*, 2009A/B en Routsis *et al.*, 2010.

In alle onderzoeken werd er gebruik gemaakt van een bifasische impuls.

Er was geen sprake van een gestandaardiseerd elektrostimulatie protocol, waardoor er een grote spreiding was in verschillende parameters. Dit maakt het moeilijk de studies goed met elkaar te vergelijken en conclusies te trekken.

De frequenties varieerde in de studies van 10 Hz (Dobsák *et al.*, 2006) tot 50 Hz (Neder *et al.*, 2002). De pulsduur, indien vermeld varieerde van 200µs (Dobsák *et al.*, 2006) tot 700µs (Quittan *et al.*, 2001) en de duty cycle (verhouding aan- en ontspannen) varieerde, indien vermeld van twee seconden on/ vier seconden of (Nuhr *et al.*, 2004) tot 10 seconden on/ 50 seconden of (Vivodtzev *et al.*, 2006). De intensiteit werd verhoogd tot een zichtbare sterke spiercontractie of tot het maximale niveau van tolerantie. De tijd per sessie varieerde van 25 minuten (Vivodtzev *et al.*, 2006) tot 120 minuten (Nuhr *et al.*, 2004) en van vier dagen per week (Vivodtzev *et al.*, 2006) tot zeven dagen per week (Nuhr *et al.*, 2004).

In alle studies was er sprake van een sessie per dag, met uitzondering van de studies van (Nuhr *et al.*, 2004 en Zanolotti *et al.*, 2003) daar was sprake van twee sessies per dag.

Bij de studie van Zanolotti *et al.*, 2003 moet opgemerkt worden dat de intensiteit en duty cycle niet vermeld waren.

Bij de studie van Quittan *et al.*, 2001, Gerovasili *et al.*, 2009A/B en Routsis *et al.*, 2010 werd niet vermeld waaruit de gebruikelijke zorg in de controlegroep bestond.

De baselinekarakteristieken waren in de gebruikte studies vrijwel gelijk. Met uitzondering van de studie van Vivodtzev *et al.*, 2006. In deze studie ging het specifiek om patiënten met (ernstig) ondergewicht (BMI < 22).

De artikelen die geïncludeerd zijn gaan over ernstig tot zeer ernstig zieke patiënten. Niet altijd was dit scherp te stellen. Bij hartfalen ging het veelal over patiënten uit drie verschillende klassen. Zo blijft er altijd wel sprake van een spreiding in ernst (heterogeniteit).

Opmerkelijk is dat elektrostimulatie als interventie zeer weinig bij hartfalen patiënten in NYHA IV is onderzocht.

In de studie van Nuhr *et al.*, 2004 wordt er een placebo-intensiteit van meer dan nul gebruikt. Kan dat wel gezien worden als een placebobehandeling? In de literatuur worden geen eenduidige waardes gegeven voor placebo-intensiteit.

In de studie van Sillen *et al.*, 2008 werd er maar een sessie van beide interventies gedaan. Een conclusie trekken uit dit onderzoek is dan ook erg lastig.

In de studie van Karavidas *et al.*, 2010 werden de effecten van elektrostimulatie op de inspanningscapaciteit alleen geëvalueerd door de veranderingen in de gelopen afstand tijdens de 6MWT en niet door bijvoorbeeld veranderingen in de maximale zuurstofopname.

In het artikel van Zanolotti *et al.*, 2003 wordt pas begonnen met de therapie na 30 dagen Intensive Care verblijf. Er wordt een spierkrachtafname van 25% per week bij de ernstig zieke patiënt waargenomen (Topp *et al.*, 2002) en na 48 uur worden er al afwijkingen in het neuromusculaire systeem gezien bij ernstig zieke patiënten (Tenillä *et al.*, 2000). Elektrostimulatie wordt beschreven als een veilige en snel in te zetten

therapie. Waarom hebben de auteurs ervoor gekozen om pas na 30 dagen te starten?

Waarom hebben de auteurs in de studie van Zanotti *et al.*, 2003 besloten patiënten die langer dan vijf dagen met systemische corticosteroïden behandeld zijn uit te sluiten, terwijl ze op de Intensive Care verblijven? Corticosteroïden blijken nadelige effecten op de perifere spierkracht te hebben. Daarom kunnen deze patiënten toch juist nog meer baat hebben bij perifere spierkracht training met elektrostimulatie?

In de studie van Gerovasili *et al.*, 2009A was er na de sessies elektrostimulatie een systemisch effect waarneembaar. Daarbij moet wel vermeld worden dat een aantal patiënten medicijnen als vasopressoren gebruikten, welke ook invloed kunnen hebben op de microcirculatie.

In de studie van Gerovasili *et al.*, 2009B is het een tekortkoming dat de effecten van elektrostimulatie niet beoordeeld werden op functioneel herstel en spierkracht. Dit komt doordat evaluatie van functioneel herstel, het vermogen om activiteiten in het dagelijks leven uit te voeren en spierkracht samenwerking van de patiënt vereisen. In de meerderheid van de ernstige zieke patiënten op de Intensive Care is dat nog niet haalbaar op de zevende of achtste dag na opname. Ook Gruther *et al.*, 2010, Routsis *et al.*, 2010 en Poulsen *et al.*, 2011 beschreven dit als tekortkoming in de door hun gedane studie.

In de studie van Routsis *et al.*, 2010 wordt de diagnose critical illness polyneuromyopathie gesteld aan de hand van de MRC-score (0-60) voor de spierkracht. De MRC-score hangt af van de samenwerking van de patiënt en kan niet altijd worden uitgevoerd, bijvoorbeeld niet bij geseedeerde patiënten. Er werd geen elektrodiagnostiek uitgevoerd ter evaluatie en er werden geen spierbiopsies gedaan voor harder bewijs.

In de studie van Poulsen *et al.*, 2011 waren alle acht de patiënten, zij het onbedoeld mannen. Conclusies moeten daarom met voorzichtigheid worden getrokken. Daarnaast duurde het gemiddeld 26 uur voordat de diagnose septische shock gesteld werd, wat negatief gecorreleerd kan worden met het relatieve verlies van spiermassa.

De verschillen in ernst van de ziekte en daarbij de mate van een eventuele ontstekingsreactie zijn van belang. Ernstig ziek zijn kan een nadelig effect hebben op de prikkelbaarheid van de spieren. Waardoor spiermembraandysfunctie kan optreden met als gevolg dat spierweefsel ongevoeliger kan worden voor elektrostimulatie. Er wordt een hogere

plasmaspiegel van verschillende cytokinen gegenereerd. Van cytokinen zoals tumor necrose factor- interleukine 1- en 6 is aangetoond dat het een katabool effect heeft op spierweefsel (Poulsen *et al.*, 2011). Patiënten in de studie van Gerovasili *et al.*, 2009B vertoonden een acute physiology and chronic health evaluation- score (APACHE-II score)² van gemiddeld 18 in de controlegroep en 19 bij patiënten in de interventiegroep. Deze patiënten kunnen meer ontvankelijk zijn voor de gunstige effecten van elektrostimulatie in vergelijking met patiënten in bijvoorbeeld de studie van Poulsen *et al.*, 2011 die een APACHE-II score van gemiddeld 25 hadden, dit zou mogelijk mede de verschillen in uitkomsten kunnen verklaren.

Aanbevelingen

Er zal onder andere meer onderzoek gedaan moeten worden met een hogere methodologische kwaliteit. Daarnaast zal er meer onderzoek plaats moeten vinden met een langere follow-up, om een uitspraak te kunnen doen over de lange termijneffecten. Ook zijn er grotere multicenter, gerandomiseerde trials nodig alvorens het wijdverbreide verbruik van deze wijze van behandeling bij deze patiëntengroepen aan te bevelen, en moet er onderzoek gedaan worden naar de meest optimale stimulatie-instellingen en de meest optimaal te stimuleren spiergroepen, zodat er in de toekomst mogelijk een gestandaardiseerd elektrostimulatieprotocol kan komen. Ook is het verstandig dat er een kosteneffectiviteits-analyse gemaakt wordt.

Tot slot moet er verder onderzoek gedaan worden naar elektrostimulatie ter preventie van- en als behandelvorm van een op de Intensive Care ontwikkelde critical illness polyneuromyopathie. In de literatuur is naast insulinentherapie nog geen mogelijke therapievorm voor deze veelvoorkomende neuromusculaire aandoening op de Intensive Care zijn beschreven.

² De APACHE-II score is een klinimetrische schaal welke in de beginsel toepasbaar is bij alle volwassen patiënten die op een afdeling voor intensieve zorg worden opgenomen. Met de APACHE-II score blijkt het mogelijk te zijn patiëntengroepen te classificeren naar de ernst van hun aandoening gemeten aan hun kans op overleving (Knaus *et al.*, 1985).

Conclusie

De voornamelijk korte-termijn effecten die waargenomen worden na sessies elektrostimulatie bij patiënten met ernstig hartfalen, COPD of bij patiënten op de Intensive Care zijn over het algemeen vergelijkbaar en bestaan onder andere uit al dan niet significante verbeteringen in spierkracht- en massa, inspanningsvermogen en kwaliteit van leven. Deze verbeteringen zijn over het algemeen ‘‘gemiddeld’’ te noemen. Dit in vergelijking met de gebruikelijke zorg, placebo of niets doen. Met uitzondering van de studie van Poulsen *et al.*, 2011 waar bij de deelnemende patiënten geen effect op de onderzochte spierkracht wordt waargenomen na sessies transcutane elektrostimulatie in de eerste week Intensive Care verblijf.

Elektrostimulatie is effectief en nuttig bij met name patiënten in een vergevorderd stadium van de verschillende ziekten, die niet kunnen deelnemen aan reguliere trainingsprogramma's, en kan ook goed worden gebruikt bij gedeconditioneerde patiënten als een brug tussen het ziekenhuisbed en de revalidatieafdeling, waar trainingsprogramma's plaatsvinden, of zoals beschreven in bijvoorbeeld de studie van Zanotti *et al.*, 2003 na een acute exacerbatie van COPD of na een episode van acuut hartfalen, of een periode van acuut ziek zijn met een opname op de Intensive Care om spierverslies en vermindering van functionele capaciteiten te voorkomen dan wel te verminderen of als een aanvulling op bijvoorbeeld medicamenteuze therapie.

Elektrostimulatie wordt door de patiënten in alle studies goed verdragen, en kan worden gezien als een veilig trainingsalternatief. Door geen van de auteurs worden ernstige bijwerkingen of tekenen van onbehagen gemeld. Omdat het geen samenwerking van de patiënt vereist is het gemakkelijk en snel toepasbaar.

Elektrostimulatie lijkt geen grote stress uit te oefenen op het cardiovasculaire systeem.

Referenties

Burtin C, Clerckx B, Robbeets C, Ferdinande P, Langer D, Troosters T, Hermans G, Decramer M, Gosselink R. Early exercise in critically ill patients enhances short-term functional recovery. *Crit Care Med* 2009; 37(9):2499-2505

Cochrane Library.

<http://dcc.cochrane.org/sites/dcc.cochrane.org/files/uploads/SR-RCT.pdf>

Dobsák P, Nováková MD, Siegelová J, Fiser B, Vitovec J, Nagasaka M, Kohzuki M, Yambe T, Nitta S, Eicher JC, Wolf JE, Imachi K. Low-frequency electrical stimulation increases muscle strength and improves blood supply in patients with chronic heart failure. *Circ J* 2006; 70(1):75-82

Dock W. The therapeutic use and the hazards of bed rest. *Conn State Med J* 1947; 11(8):606-608

Gerasvili V, Tripodaki E, Karatzanos E, Pitsolis T, Markaki V, Zervakis D, Routsis C, Roussos C, Nanas S. Short term systemic effect of electrical muscle stimulation in critically ill patients. *Chest* 2009A; 136(5):1249-1256

Gerasvili V, Stefanidis K, Vitzilaios K, Kartazanos E, Politis P, Koroneos A, Chatzimichail A, Routsis C, Roussos C, Nanas S. Electrical muscle stimulation preserves the muscle mass of critically ill patients: a randomized study. *Crit Care Med* 2009B; 13(5):R161

Gregory CM, Bickel CS. Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation. *Phys Ther* 2005; 85(4):358-364

Gruther W, Kainberger F, Fialka-Moser V, Paternostro-Sluga T, Quittan M, Spiss C, Crevenna R. Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *J Rehabil Med* 2010; 42(6):593-597

Karavidas AI, Parissis JT, Matzaraki V, Arapi S, Varounis C, Ikonomidis I, Grillias P, Paraskevaidis I, Pirgakis V, Filippatos G, Kremastinos DT. Functional electrical stimulation is more effective in severe symptomatic heart failure patients and improves their adherence to rehabilitation programs. *J Card Fail* 2010; 16(3):244-249

Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE- II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985; 13(10): 118-129

Kortebein P, Symons TB, Ferrando A, Paddon-Jones D, Ronsen O, Protas E, Conger S, Lombeida J, Wolfe R, Evans WJ. Functional impact of 10 days of bed rest in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2008; 63(10):1076-1081

Maffiuletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol* 2010; (2)110:223-234

Morris PE, Goad A, Thompson C, Taylor K, Harry B, Passmore L, Ross A, Anderson L, Baker S, Sanchez M, Penley L, Howard A, Dixon L, Leach S, Small R, Hite RD, Haponik E. Early intensive care unit mobility therapy in the treatment

of acute respiratory failure. *Crit Care Med* 2008; 36(8):2238-2243

Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 2002; 57(4):333-337

Needham DM, Truong AD, Fan E. Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. *Crit Care Med* 2009; 37:S436-441

Nuhr MJ, Pette D, Berger R, Quittan M, Crevenna R, Huelsman M, Wiesinger GF, Moser P, Fialka-Moser V, Pacher R. Beneficial effects of chronic low-frequency stimulation of thigh muscles in patients with advanced chronic heart failure. *Eur Heart J* 2004; 25(2):136-143

O' Connor ED, Walsham J. Should we mobilise critically ill patients? A review. *Crit Care Resusc* 2009; 11(4):290-300

PEDro Physiotherapy Evidence Database..

http://www.pedro.fhs.usyd.edu.au/scale_item.html

Poulsen JB, Møller K, Jensen CV, Weisdorf S, Kehlet H, Perner A. Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock. *Crit Care Med* 2011; 39(3):456-461

Quittan M, Wiesinger GF, Sturm B, Puig S, Mayr W, Sochor A, Paternostro T, Resch KL, Pacher R, Fialka-Moser V. Improvement of thigh muscles by neuromuscular electrical stimulation in patients with refractory heart failure: a single-blind, randomized, controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil* 2001; 80(3):206-214

Routsis C, Gerasvili V, Vasileiadis L, Karatzanos E, Pitsolis T, Tripodaki E, Markaki V, Zervakis D, Nanas S. Electrical muscle stimulation prevents critical illness polyneuropathy: a randomized parallel intervention trial. *Crit Care Med* 2010; 14(2):R74

Sillen MJ, Janssen PP, Akkermans MA, Wouters EF, Spruit MA. The metabolic response during resistance training and neuromuscular electrical stimulation (NMES) in patients with COPD, a pilot study. *Respir Med* 2008; 102(5):786-789

Sillen MJ, Speksnijder CM, Eterman RM, Janssen PP, Wagers SS, Wouters EF, Uszko-Lencer NH, Spruit MA. Effects of neuromuscular electrical stimulation of muscles of ambulation in patients with chronic heart failure or COPD: systematic review of the English-language literature. *Chest* 2009; 136(1):44-61

Schweikert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, Nigos C, Pawlik AJ, Esbrook CL, Spears L, Miller M, Franczyk M, Deprizio D, Schmidt GA, Bowman A, Barr R, McCallister KE, Hall JB, Kress JP. Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *Lancet* 2009; 373(9678):1874-1882

Tennilä A, Salmi T, Pettilä V, Roine RO, Varpula T, Takkunen O. Early signs of critical illness polyneuropathy in ICU patients with systemic inflammatory response syndrome or sepsis. *Intensive Care Med* 2000; 26(9):1360-1363.

Topp R, Ditmyer M, King K, Doherty K, Hornyak J. The effect of bedrest and potential prehabilitation on patients in de intensive care unit. *AACN Clin Issues* 2002; 13(2):263-276

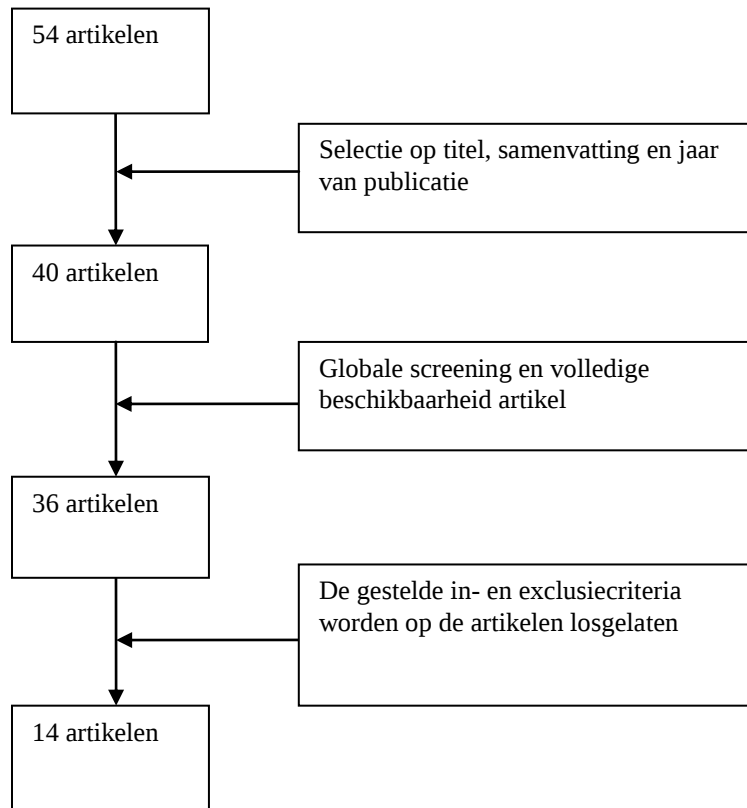
Vanderthommen M, Crielaard JM. Muscle electric stimulation in sports medicine. *Rev Med Liege* 2001; 56(5):391-395

Vivodtzev I, Pépin JL, Vottero G, Mayer V, Porsin B, Lévy P, Wuyam B. Improvement in quadriceps strength and dyspnea in daily tasks after 1 month of electrical stimulation in severely deconditioned and malnourished COPD. *Chest* 2006; 129(6):1540-1548

Vivodtzev I, Lacasse Y. Stimulating advances in chronic heart failure and COPD. *Chest* 2009; 136(1):5-6

Zanotti E, Felicetti G, Maini M, Fracchia C. Peripheral muscle strength training in bed-bound patients with COPD receiving mechanical ventilation: effect of electrical stimulation. *Chest* 2003; 124(1):292-296

Bijlage 1, zoekstrategie



Bijlage 2, PEDro-score

Auteur	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Totaal Score
Quittan <i>et al.</i> 2001	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	5/10
Neder <i>et al.</i> 2002	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	7/10
Zanotti <i>et al.</i> 2003	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	5/10
Nuhr <i>et al.</i> 2004	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	7/10
Vivodtzev <i>et al.</i> 2006	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Gerovasili <i>et al.</i> 2009A	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Gerovasili <i>et al.</i> 2009B	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	5/10
Routsi <i>et al.</i> 2010	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	6/10
Gruther <i>et al.</i> 2010	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+	6/10

+ geeft aan dat het onderdeel in het artikel aanwezig is.

- geeft aan dat het onderdeel niet in het artikel aanwezig is.

PEDro-score

1. Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?
2. Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd (concealed allocation)?
3. Zijn de groepen wat betreft de belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?
4. Zijn de patiënten geblindeerd?
5. Zijn de therapeuten geblindeerd?
6. Zijn de beoordelaars geblindeerd voor tenminste één primaire uitkomstmaat?
7. Wordt er tenminste één primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?
8. Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?
9. Is van tenminste één primaire uitkomstmaat statistische vergelijkbaarheid tussen de groepen gerapporteerd?
10. Is van tenminste één primaire uitkomstmaat zowel puntschatting als spreidingsmaten gepresenteerd.