de invloed van elektrostimulatie op de fysieke status van patiënten die langdurige ic-zorg nodig hebben

*Literatuurstudie*



Afbeelding met tekst

Automatisch gegenereerde beschrijving

|

# 

**Student: Sanne Baarda**

**Studentnummer: 383122**

**Scriptiebegeleider/ supervisor: Henk van der Hoek**

**Datum/Date : Juni 2022**

# Voorwoord

Voor u ligt de scriptie: “Wat is de meerwaarde van het toepassen van elektrostimulatie op de ic voor de fysieke status van patiënten die langdurige ic zorg nodig hebben?”. In deze scriptie wordt middels een literatuurstudie, in de vorm van een systematische review, de meerwaarde van verschillende vormen van elektrostimulatie onderzocht voor de spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid van ernstig zieke patiënten in de acute fase van hun ziekte.

Deze scriptie is geschreven als afstudeeropdracht voor de bacheloropleiding fysiotherapie aan de Hanzehogeschool te Groningen. De scriptie is geschreven in opdracht van het Medisch Centrum Leeuwarden (MCL). In een periode van 20 weken van februari tot en met juni 2022 is er gewerkt aan deze systematisch review.

In overleg met mijn opdrachtgever is dit onderwerp boven tafel gekomen. Het is een leerzame periode geweest, waarin ik de opgedane wetenschappelijke informatie voor deze scriptie kon delen op mijn stageadres, het MCL. Het schrijven van deze scriptie heeft mijn onderzoek vaardigheden verbeterd en daarnaast het belang van fysiotherapie in de ziekenhuisfase om de gevolgen van een langdurige ic- of ziekenhuisopname voor patiënten te kunnen verminderen doen inzien. Tijdens het schrijven van deze scriptie ben ik begeleid door mijn opdrachtgever Gerdy Lettinga, werkzaam als fysiotherapeut bij het MCL en docentbegeleider Henk van der Hoek, docent aan de Hanzehogeschool Groningen.

Langs deze weg wil ik eenieder nogmaals bedanken voor een bijdrage aan deze scriptie.

Ik wens u alvast veel leesplezier.

Sanne Baarda

Juni 2022, Rottum

# Abstract

## Introduction

Developments in care of seriously ill patients contribute to an increased chance of survival for these patients. However, the prolonged bed rest considered necessary for the treatment of serious illness contributes significantly to the reduction of the physical condition of these patients. Therefore, a common consequence of a prolonged intensive care unit (ICU) admission is development of extreme weakness (ICU-AW). The serious short- and long-term consequences of this illness create an urgent need for preventive strategies. Electrostimulation therapy in the acute phase of a disease could possibly prevent these serious consequences. In addition, electrostimulation therapy could be a solution for the factors that impede (active)mobilization at this stage. Therefore, the aim of this systematic review is to examine the benefits of electrostimulation for patients requiring long-term icu-care.

## Methods

Databases PubMed, CINAHL and Cochrane library were used to search for relevant trials. Relevant studies were included, based on the inclusion- and exclusion criteria and after that assessed for methodological quality using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro)-scale. Results of muscle mass, muscle strength and functional independency were extracted from the studies. After that, the best-evidence synthesis was used to analyze the extracted data and statistical significance was considered

## Results

Ten relevant studies were subsequently included for this review. All studies had a PEDro score of 4 or higher. All studies compared standard physiotherapy with some form of electrostimulation therapy. Nine out of ten studies showed an added value of electrical stimulation for maintaining or improving muscle mass in critically ill patients. One study showed better muscle strength in favor of electrostimulation therapy and two studies for short-term functional independency.

## Conclusion

Electrostimulation therapy has limited value, as a replacement or in combination with standard physiotherapy, for maintaining or improving muscle strength or functional independency in seriously ill patients in the acute phase of their disease. But it does seem to have added value for maintaining or even improving muscle mass in these patients. Due to lack of and contradictory evidence that electrostimulation therapy could prevent severe weakness, further studies with a larger sample size and strict criteria are recommended.

# Samenvatting

## Inleiding

De ontwikkelingen in de zorg voor ernstig zieke patiënten dragen bij aan een verhoogde overlevingskans voor deze patiënten. De langdurige bedrust die voor behandeling van ernstig ziekzijn echter noodzakelijk wordt geacht, draagt aanzienlijk bij aan het verminderen van de fitheid van deze patiënten. Een veelvoorkomend gevolg van een langdurige intensive care(ic)-opname is dan ook het ontwikkelen van extreme zwakte (ICU-AW). De ernstige korte- en langetermijngevolgen die deze aandoening met zich meebrengen, zorgen voor een dringende behoefte aan preventieve strategieën. Therapie met een vorm van elektrostimulatie in het acute stadium van een ziekte zou deze ernstige gevolgen wellicht kunnen voorkomen. Daarnaast zou deze interventievorm een oplossing kunnen zijn voor de factoren die bijvoorbeeld (actieve)mobilisatie in de weg staan in dit stadium. Het doel van deze systematische review is dan ook het onderzoeken van de meerwaarde van elektrostimulatie voor patiënten die langdurige ic-zorg nodig hebben.

## Methode

Er is systematisch naar relevante studies gezocht in de databanken PubMed, CINAHL en Cochrane library. Relevante studies zijn geïncludeerd aan de hand van de vooropgestelde inclusie- en exclusiecriteria en vervolgens beoordeeld op methodologische kwaliteit middels de Physiotherapy Evidence Database (PEDro)-scale. Resultaten over de spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid zijn uit de studies geëxtraheerd. Daaropvolgend is de best-evidence-synthese gehanteerd voor het analyseren van de geëxtraheerde data, waarbij ook is gekeken naar de statistische significantie van deze data.

## Resultaten

Tien relevante studies zijn voor deze review geïncludeerd, allen met een PEDro-score van 4 of hoger. Alle studies vergeleken standaard fysiotherapie met een vorm van elektrostimulatie. Negen van de tien studies toonden een meerwaarde van elektrostimulatie voor behoud of verbetering van de spiermassa bij ernstig zieke patiënten. Eén studie toonde een betere spierkracht in het voordeel van elektrostimulatie en twee studies voor de zelfredzaamheid op korte termijn.

## Conclusie

Elektrostimulatie als vervanger of in combinatie met standaard fysiotherapie lijkt geen sterke meerwaarde te hebben voor behoud of verbetering van spierkracht of zelfredzaamheid bij ernstig zieke patiënten in het acute stadium van ziekte. Het lijkt daarentegen wel een meerwaarde te hebben voor behoud of zelfs verbetering van de spiermassa bij deze patiënten. Gezien het gebrekkige en deels tegensprekend bewijs dat elektrostimulatie ernstige zwakte zou kunnen voorkomen, kan vervolgonderzoek met een grotere steekproefomvang en strikte criteria mogelijk nieuw licht op dit vraagstuk werpen.

Inhoudsopgave

[1](#_Toc105093929)

[Voorwoord 2](#_Toc105093930)

[Abstract 3](#_Toc105093931)

[Introduction 3](#_Toc105093932)

[Methods 3](#_Toc105093933)

[Results 3](#_Toc105093934)

[Conclusion 3](#_Toc105093935)

[Samenvatting 4](#_Toc105093936)

[Inleiding 4](#_Toc105093937)

[Methode 4](#_Toc105093938)

[Resultaten 4](#_Toc105093939)

[Conclusie 4](#_Toc105093940)

[Inleiding 7](#_Toc105093941)

[Methode 9](#_Toc105093942)

[Onderzoeksopzet 9](#_Toc105093943)

[Ethische toetsing 9](#_Toc105093944)

[Database 9](#_Toc105093945)

[Zoekstrategie 9](#_Toc105093946)

[Selectieprocedure 9](#_Toc105093947)

[Methodologische kwaliteit 10](#_Toc105093948)

[Data-extractie 10](#_Toc105093949)

[Data-analyse 10](#_Toc105093950)

[Resultaten 12](#_Toc105093951)

[Selectieprocedure 12](#_Toc105093952)

[Methodologische kwaliteit 12](#_Toc105093953)

[Karakteristieken van de studies en participanten 12](#_Toc105093954)

[Uitkomsten van de studies 14](#_Toc105093955)

[Spiermassa 14](#_Toc105093956)

[Spierkracht 14](#_Toc105093957)

[Zelfredzaamheid 15](#_Toc105093958)

[Discussie 18](#_Toc105093959)

[Bestaande literatuur 20](#_Toc105093960)

[Aanbeveling voor vervolgonderzoek 20](#_Toc105093961)

[Aanbeveling voor in de praktijk 20](#_Toc105093962)

[Conclusie 21](#_Toc105093963)

[Bibliografie 22](#_Toc105093964)

[Bijlagen 25](#_Toc105093965)

[Bijlage 1: zoekstrengen databases 25](#_Toc105093966)

[Bijlage 2: PEDro-scale 26](#_Toc105093967)

[Bijlage 3: methodologische kwaliteit per studie 27](#_Toc105093968)

[Bijlage 4: basis karakteristieken van de participanten per studie 28](#_Toc105093969)

# Inleiding

Per jaar worden er ongeveer 13-20 miljoen mensen wereldwijd behandeld op intensive care afdelingen (ic’s). 1 De ontwikkelingen in therapeutische technieken en in de zorg voor ernstig zieke patiënten hebben bijgedragen aan een verhoogde overlevingskans voor deze patiënten. Tegelijkertijd leidt dit tot de bevinding dat de gevolgen, van de opname van patiënten op de ic, ook na hun vertrek uit het ziekenhuis nog blijven. De bedrust die noodzakelijk wordt geacht voor veel patiënten en de gevolgen van een vaak langdurig ic-verblijf, draagt aanzienlijk bij aan het verminderen van de fitheid van deze patiënten. 2

Eén van de gevolgen van een ic-opname is het optreden van ernstige spierzwakte, ook wel intensive care unit-aquired weakness genoemd (ICU-AW). 2 ICU-AW is één van de meest voorkomende neuromusculaire stoornissen en leidt tot verminderde fysieke fitheid van patiënten. De aandoening is typisch gegeneraliseerd, symmetrisch en treft de ledematen (meer proximaal dan distaal) en de ademhalingsspieren. 3,4 De belangrijkste risicofactoren voor het ontwikkelen van ernstige zwakte zijn onder andere meervoudig orgaan falen, sepsis en langdurige mechanische beademing. 5 Recent onderzoek wijst uit dat ICU-AW voorkomt bij 26 tot 65% van de patiënten die 5-7 dagen worden beademd en zelfs 67% bij patiënten die langer dan 10 dagen worden beademd. 6 De langdurige immobiliteit veroorzaakt onder andere een achteruitgang van het cardiovasculaire systeem en een afname van de spierkracht. Er is aangetoond dat zelfs bij een gezond individu de eerste tekenen van spierdegeneratie binnen 4 uren na immobilisatie starten, waarbij een gemiddeld verlies van 1% tot 1.3% van de algehele spierkracht per dag van immobilisatie wordt gezien. 7

Hoewel het hoofdzakelijk de spieren zijn die door zwakte worden getroffen, heeft ICU-AW meerdere ernstige gevolgen. De verworven zwakte verlengt indirect ook de mechanische beademing en de ic-verblijfsduur. Daarnaast is de kans op sterfte na het ontwaken uit de sedatie hoger bij patiënten die lijden aan ICU-AW. En wanneer patiënten de ic-opname wel overleven, kampen zij vaak nog weken, maanden tot jaren met de gevolgen. Het is dan ook begrijpelijk dat naast de fysieke impact, de psychologische impact van de verworven zwakte voor de patiënt immens is. En hoewel de lasten niet nauwkeurig zijn gemeten zijn ook de financiële kosten voor de samenleving hoogstwaarschijnlijk aanzienlijk. 8 Het is dus duidelijk dat ernstige zwakte na een ic-opname in verband kan worden gebracht met slechte korte termijn resultaten, maar ook op lange termijn heeft de verworven zwakte negatieve gevolgen. Een lage Medical Research Council-score (MRC-score) bij ontslag uit het ziekenhuis is ook in verband gebracht met een slechte voorspelling van overleven over vijf jaar. 9 Recent onderzoek toont aan dat zelfs milde en klinisch irrelevante zwakte samenhangt met lagere handknijpkracht, lager spierkracht van de ademhalingsspieren en lagere fysieke kwaliteit van leven met een lagere fysieke onafhankelijkheid vijf jaar na de ic-opname. 10

De hoge prevalentie, de ernstige gevolgen en de lange nasleep van ICU-AW duiden op een dringende behoefte aan het identificeren van risicofactoren en het ontwikkelen van preventieve strategieën. 8

Omdat immobiliteit het risico op ICU-AW verhoogt, werden (vroegtijdige)mobilisatie en fysieke revalidatie al onderzocht om dit risico te verminderen. Verschillende vormen van (vroegtijdige)mobilisatie en revalidatie zijn geëvalueerd, maar lieten inconsistente resultaten zien. 11 Daarnaast omvat implementatie in de praktijk een aantal belemmeringen. Waaronder het vermogen van de patiënt om een fysieke activiteit uit te voeren, veiligheidsproblemen voor de patiënt en gebrek aan zorgverleners, expertise, apparatuur en financiering om dergelijke revalidatieprogramma’s te bieden. 11 Een andere therapeutische strategie die kan worden toegepast om de lage mobiliteit te verminderen bij patiënten die niet in staat zijn om actief oefeningen uit te voeren vanwege sedatie is passieve mobilisatie (PM), echter zonder bewijs van spieratrofie en preventie van zwakte. 12

Ondertussen groeit de interesse voor een binnen de fysiotherapie al bekende therapievorm als aanvulling op de door fysiotherapeuten gegeven therapie op de ic’s, namelijk elektrostimulatie. In de literatuur wordt elektrostimulatie met verschillende termen omvat, zoals neuromusculaire elektrostimulatie (NMES), elektro musculaire stimulatie (EMS), functionele elektrostimulatie (FES) of transcutane neuromusculaire elektrostimulatie (TENMS). In deze systematische review wordt de term ‘elektrostimulatie’ gebruikt als verzamelnaam voor deze specifieke begrippen. Bij elektrostimulatie worden, door middel van elektrodes die op de huid worden bevestigd, de spierweefsels transcutaan geprikkeld waardoor een spiercontractie ontstaat.Omdat meerdere factoren een vroege actieve mobilisatie het merendeel van de patiënten in de weg staan, is deze interventie als oplossing voorgesteld. Maar hoewel sommige studies veelbelovend zijn, laten de meest recente systematische reviews en meta-analyses geen significante verbetering zien in de spierkracht of afhankelijkheid van mechanische beademing met elektrostimulatie in vergelijking met standaard fysiotherapie. 11 Voor hoofdzakelijk de ernstig zieke patiënten lijkt de werkzaamheid van elektrostimulatie nog steeds niet doorslaggevend. 12

De meest recente literatuur over het effect van elektrostimulatie op de ic zijn twee systematische reviews en meta-analyses uit 2020. 13,14 Het doel van deze studies is te onderzoeken wat de meerwaarde van elektrostimulatie voor het verkleinen van de kans op ICU-AW. Beide studies laten geen significant verschil zien tussen elektrostimulatie in vergelijking met de gebruikelijke zorg op de ic voor verbetering van de spierkracht of afhankelijkheid van mechanische beademing. De geïncludeerde onderzoeken in beide studies zijn afkomstig uit 2003-2018 en hebben zowel oefentherapie als elektrostimulatie onderzocht op de ic en daarna. Inmiddels is er meer onderzoek gedaan naar het effect van elektrostimulatie op de ic, waardoor er recentere onderzoeken beschikbaar zijn. Over deze recentere onderzoeken is nog geen systematische review of meta-analyse geschreven.

Het doel van deze studie is dan ook om te onderzoeken wat de meerwaarde is van het toepassen van elektrostimulatie op de ic, door gebruik te maken van de meest recente literatuur. Hieruit kan de volgende onderzoeksvraag worden opgesteld; “Wat is de meerwaarde van het toepassen van elektrostimulatie voor de fysieke status van patiënten die langdurige ic zorg nodig hebben?” Deze hoofdvraag zal worden beantwoord aan de hand van het effect op drie domeinen die invloed hebben op de fysieke status (spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid).

# Methode

## Onderzoeksopzet

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag; “Wat is de meerwaarde van het toepassen van elektrostimulatie voor de fysieke status van patiënten die langdurige ic zorg nodig hebben?” is literatuuronderzoek gedaan in de vorm van een systematische review (SR). Om een antwoord te geven op deze vraag, is het begrip ‘fysieke status’ opgedeeld in spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid bij algemene dagelijkse levensverrichtingen (ADL-vaardigheden). Voor het waarborgen van de methodologische kwaliteit is er primair gezocht naar Randomized Controlled Trials (RCT’s), doch zijn Clinical Controlled Trials (CCT’s) en pilotstudies niet uitgesloten. De resultaten van deze systematische review (SR) dienen als aanbeveling voor het Medisch Centrum Leeuwarden (MCL).

## Ethische toetsing

Omdat er tijdens deze studie geen personen aan handelingen worden onderworpen of gedragsregels worden opgelegd, is er volgens het stroomdiagram van WMO-toetsing geen ethische toetsing nodig.

## Database

Voor deze SR is er gebruikt gemaakt van de online databases PubMed, CINAHL en Cochrane Library. Allereerst is er gekozen voor PubMed vanwege het uitgebreid aanbod van medische literatuur. Daarnaast kan er met behulp van MeSH termen worden gezocht, wat niet alleen relevantere zoekresultaten oplevert, maar ook een meer gevoelige zoekaanpak mogelijk maakt. PubMed is een veel grotere database dan CINAHL, maar CIHNAL legt de nadruk op paramedische disciplines. Naast tijdschriftartikelen bevat CINAHL in tegenstelling tot PubMed ook boeken, proefschriften en computerprogramma’s. Er is een overlap aanwezig in de tijdschriften die door beide databases worden geïndiceerd, bij CINAHL kan de zoekopdracht eenvoudig beperkt worden tot materiaal dat niet door PubMed is getoond. Daarom wordt er gebruik gemaakt van een combinatie van deze twee databases. Daarnaast is er ook gebruik gemaakt van Cochrane Library, omdat deze database in tegenstelling tot PubMed een gefilterde bron is die toegang biedt tot kritisch beoordeelde en zorgvuldig geselecteerde referenties.

## Zoekstrategie

Voor de zoekstreng zijn de MeSH-termen samengevoegd met vrijetekstwoorden de booleaanse operatoren ‘OR’ en ‘AND’ in PubMed. De MeSH-termen zijn gebruikt om te voorkomen dat relevante artikelen ontbreken. De vrijetekstwoorden zijn gebruikt om artikelen te vinden die nog niet zijn voorzien van MeSH-termen.

Voor de patiëntenpopulatie, ofwel de patiënten op de te onderzoeken afdeling, is er gezocht naar de MeSH-termen ‘Intensive Care Units’, ‘Critical Care’ en ‘Respiration, Artificial’. Voor de interventie is er gezocht met de MeSH-termen ‘Electric Stimulation Therapy’ en ‘electroacupuncture’. Vervolgens is de booleaanse operator ‘OR’ gebruikt om de MeSH-termen en bijbehorende vrijetekstwoorden te koppelen, waardoor een artikel maar één van beide zoektermen hoeft te bevatten. De booleaanse operator ‘AND’ is gebruikt om enkel naar informatie te zoeken die zowel de patiëntenpopulatie als afdeling omvat. Door achter elk vrijetekstwoord ‘TIAB’ te zetten, zijn de artikelen gevonden die het meest overeenkomen met het onderwerp. De complete zoekstrengen zijn weergegeven in bijlage 1.

## Selectieprocedure

Inclusie- en exclusiecriteria zijn vooraf opgesteld voor het selecteren van relevante wetenschappelijke literatuur. Allereerst werden artikelen met een publicatiedatum voor 2017 uitgesloten. De huidige beschikbare meta-analyses en systematische reviews 13,14 maken namelijk gebruik van vele onderzoeken met een publicatiedatum tot 2017. Inmiddels is er meer onderzoek gedaan naar het effect van elektrostimulatie op de ic waardoor deze SR, gezien kan worden als een update van de huidige beschikbare meta-analyses en systematische reviews.

Dit filter is toegepast in alle gebruikte databases. Vervolgens zijn na het screenen van de artikelen op titel, abstract en methode de duplicaten verwijderd. De overgebleven artikelen zijn daarna gescreend op basis van de opgestelde inclusie- en exclusiecriteria. De interventie met een vorm van elektrostimulatie moest zijn gestart op de ic, omdat deze literatuurstudie zich richt op de meerwaarde van het toepassen van deze interventie specifiek op de ic. Deze studie richt zich uitsluitend op volwassenen. Ook moesten de artikelen ten minste één van de volgende uitkomsten onderzoeken; spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag. Wanneer patiënten korter dan 5 dagen op de ic werden behandeld werd het onderzoek uitgesloten voor deze systematische review, omdat er minder kans is op zwakte door een korte ic-ligduur. Een overzicht van de vooraf opgestelde criteria zijn weergegeven in tabel 1.

***Tabel 1****: inclusie- en exclusiecriteria.*

|  |  |
| --- | --- |
| **Inclusiecriteria** | **Exclusiecriteria** |
| Patiënten ouder dan 18 jaar | Publicatiedatum voor 2017 |
| Interventies zijn gestart op de ic | Patiënten die korter dan 5 dagen ic zorg nodig hadden |
| Artikelen met ten minste één van de volgende uitkomsten; spiermassa, spierkracht, functionele prestaties of ligduur | Patiënten die korter dan 24 uur mechanische ventilatie kregen |
| Patiënten die langer dan 48 uur mechanisch beademing nodig hadden. | Studies met een PEDro-score van 3 of lager |
|  | Artikelen niet verkrijgbaar in de Engelse of Nederlandse taal |

## Methodologische kwaliteit

Voor het beoordelen van de methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies is de Physiotherapy Evidence Database (PEDro)-scale gebruikt. De PEDro-scale is ontwikkeld om de kwaliteit van RCT’s te beoordelen. 15 De schaal bestaat uit 11 items, waarvan 10 items de interne en/of statische validiteit beoordelen. Een somscore van deze 10 items, 2 tot en met 11, wordt bepaald door het aantal positief scorende items bij elkaar op de tellen. De volledige PEDro-scale wordt getoond in bijlage 2. Items kunnen worden gescoord als aanwezig (1) of afwezig (0). De totaalscore kan variëren van 0-10 punten, omdat de externe validiteit (item 1) niet in de totaalscore wordt meegenomen. 16 Een hogere score duidt op een betere methodologische kwaliteit.

Voor deze systematische review zijn uitsluitend de studies geïncludeerd met een score op de PEDro-scale van 4 of hoger.

Voor dit criterium is gekozen, omdat studies met een PEDro-score van 3 of lager worden beschouwd als ‘slecht’. 17

## Data-extractie

Na het beoordelen van de methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies, is de relevante data geëxtraheerd. Van iedere studie zijn het design, de onderzochte interventies en de uitkomstmaten en meetmomenten genoteerd. Daarnaast zijn ook per studie de baseline demografische en klinische karakteristieken van de participanten beschreven (bijlage 4).

Vervolgens is er gekeken naar de bevindingen van de studies. Relevante resultaten van de interventies zijn per deelvraag beschreven. De uitkomstmaten voor deze systematische review waren spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid. Tabellen 3 t/m 6 in de resultatensectie geven de geëxtraheerde data weer.

## Data-analyse

Er zijn vooraf geen criteria opgesteld voor de meetinstrumenten voor het meten van de uitkomstmaten. Hierdoor zijn verschillende meetinstrumenten zijn gebruikt voor het meten van de spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid per studie. Statistische pooling kon niet plaatsvinden, omdat meetinstrumenten en -momenten niet vergelijkbaar waren en standaarddeviaties bij enkele studies ontbraken. Daarom werd er op basis van de methodologische kwaliteit van de studies gebruik gemaakt van een ‘best-evidence-synthese’. 18 Hierbij werd gebruik gemaakt van de criteria van Van Tulder. 19 Zie tabel 2 voor deze criteria. Daarnaast is er gekeken naar de statistische significantie van de gevonden resultaten. De statistische significantie is uitgedrukt in de p-waarde, waarbij er bij p<0.05 kan worden gesproken van statistische significantie.

***Tabel 2:*** *Best-evidence-synthese aan de hand van de criteria van Van Tulder.*18,19

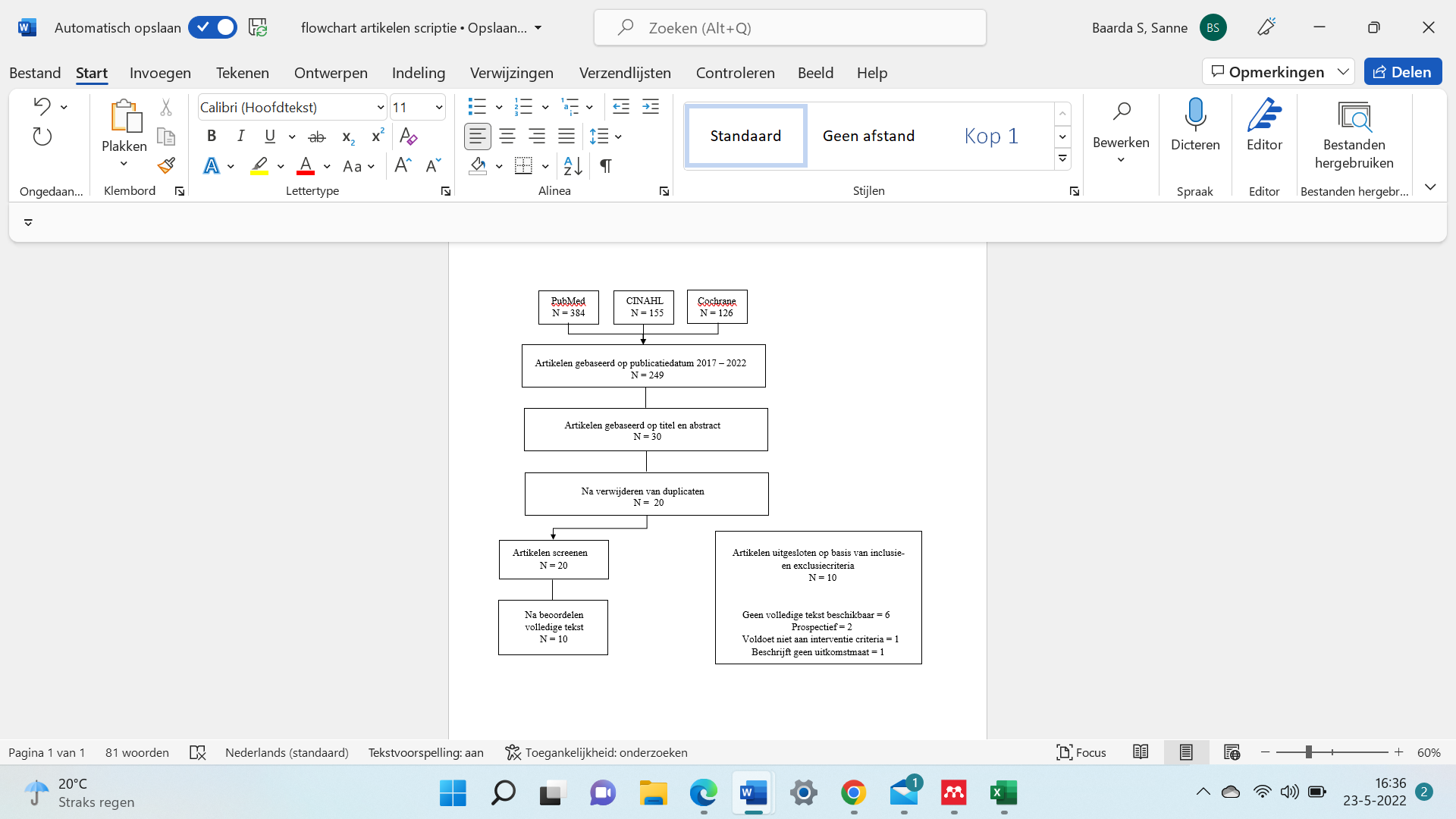
|  |  |
| --- | --- |
| **Bewijs** | **Omschrijving** |
| Sterk bewijs | Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 2 RCT’s van hoge kwaliteit, met PEDro-scores van minimaal 4 punten\* |
| Matig bewijs | Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit en ten minste 1 RCT van lage kwaliteit (≤ 3 punten op PEDro) of 1 CCT\* van hoge kwaliteit |
| Gering bewijs | Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit of ten minste 2 CCT’s\* van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT’s van hoge kwaliteit) |
| Aanwijzingen | Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 CCT van hoge kwaliteit of RCT\* van lage kwaliteit (in afwezigheid van RCT’s van hoge kwaliteit), of ten minste 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit (in afwezigheid van RCT’s en CCT’s) |
| Geen of onvoldoende bewijs | In die gevallen waarin de resultaten van de geïncludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in de gevallen waarin conflicterende (statistisch significante positieve en statistisch significante negatieve) resultaten aanwezig zijn russen RCT’s en CCT’s, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïncludeerd kon worden |
| \*Indien het aantal studies dat bewijs aantoont minder dan 50% bedraagt van het totale aantal gevonden studies in dezelfde categorie van methodologische kwaliteit en studiedesign (RCT, CCT of preëxperimentele studie), wordt het resultaat als ‘geen bewijs’ geclassificeerd. | |

# Resultaten

## Selectieprocedure

|  |  |
| --- | --- |
| **Geïncludeerde studies**  **(Eerste auteur)** | **PEDro-score** |
| Segers | 7 |
| Wollersheim | 4 |
| Silva | 8 |
| Dall’ Acqua | 7 |
| Leite | 4 |
| Fossat | 7 |
| Nakamura | 5 |
| Akar | 5 |
| Nakanishi | 6 |
| [Koutsioumpa](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Koutsioumpa+E&cauthor_id=30385541) | 4 |

De gebruikte zoekstrengen uit bijlage 1 leverden in totaal 531 artikelen op. In de databases zijn deze artikelen allereerst gefilterd op publicatiedatum. Artikelen met een publicatiedatum voor 2017 werden verwijderd, waardoor er nog 249 artikelen overbleven. Daaropvolgend zijn de artikelen gescreend op titel en abstract en aansluitend zijn duplicaten verwijderd. 20 potentiële artikelen zijn vervolgens gescreend aan de hand van de opgestelde inclusie- en exclusiecriteria. Van zes studies waren er geen volledige teksten beschikbaar en twee studies waren prospectief. In twee studies voldeden de interventie en/of beschreven uitkomstmaten niet aan de vooraf opgestelde criteria. Dit resulteerde uiteindelijk in een totaal van tien relevantie studies voor deze systematische review. Deze overgebleven studies scoorden een 4 of hoger op de PEDro-scale, waardoor zij voldeden aan het criteria voor de methodologische kwaliteit. De volledige procedure is weergegeven in de flowchart van figuur 1.



***Figuur 1****: flowchart.*

## Methodologische kwaliteit

Na de selectieprocedure werden de geïncludeerde studies beoordeeld op de methodologische kwaliteit aan de hand van de PEDro-scale (tabel 2).

De methodologische kwaliteit van deze artikelen varieerde van 4 tot en met 8. Vier artikelen waren van ‘redelijke’ kwaliteit . 20–24 De andere zes artikelen zijn van ‘goede’ kwaliteit. 25–30 In bijlage 3 is de beoordeling van de methodologische kwaliteit per studie volledig uitgewerkt.

***Tabel 3:*** *Methodologische kwaliteit aan de hand van de PEDro-scale.*

## Karakteristieken van de studies en participanten

Voor deze systematische review waren tien studies geïncludeerd, waarvan 9 RCT’s en 1 pilot study 20.Op één studie na vonden alle onderzoeken plaats op de IC van één ziekenhuis. 30 Alle studies vergeleken een vorm van elektrostimulatie met een standaard fysiotherapeutisch programma. Per studie varieerde de duur van deze interventies tussen 5-20 dagen. De reguliere fysiotherapeutische programma’s bestonden uit dagelijks actieve- en passieve mobilisatie, stretch technieken, transfers en sta- en loopvormen. De uitkomstmaten, meetinstrumenten en meetmomenten varieerden per studie. Voor het meten van de spierkracht werd gebruik gemaakt van de Medical Research Council scale (MRC-scale)21,23,26,30, MRC-global20,24,29, Hand-held dynamometer (HHD)26 en Evoked Peak Force (EPF) 27. De zelfredzaamheid tijdens alledaagse vaardigheden werd gemeten door middel van Functional Independence Measure (FIM)21, Barthel Index (BI)20,22,29, ICU Mobility Scale (IMS)29,30, Functional Status Score voor Intensive Care Unit (FSS-ICU)20 en mobilisatieparameters23. Een overzicht van de studiekarakteristieken is te vinden in tabel 3.

De studies waren gepubliceerd tussen 2017 en 2022 en includeerden in totaal 744 participanten. Een overzicht van de basis karakteristieken van de participanten per studie is te vinden in bijlage 4.

***Tabel 4:*** *karakteristieken van de geïncludeerde studies.*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie**  **(Naam auteur / publicatiedatum / studiedesign)** | **Interventies** | **Frequentie en intensiteit** | **Duur** | **Uitkomstmaat (meetinstrument)/ *meetmoment*** |
| Segers (2021), RCT | Interventie groep: fysiotherapie + NMES m. quadriceps femoris.  Patiënten kregen op 1 been elektrostimulatie en op het andere been schijn-elektrostimulatie | 1 x p/d 60 min NMES (45Hz/350µs) + 1 x p/d FT | 7 dagen | Spiermassa, spierkracht (MRC/HHD): *dag 0 en 7* |
| Wollersheim (2019), RCT | Controlegroep: fysiotherapie  Interventie groep: NMES en/of WBV + fysiotherapie | CG: 1 x p/d  NMES: 1 x p/d 20 min NMES + 1 x p/d FT | 28 dagen | Spierkracht (MRC/HHD), zelfredzaamheid (FIM): *dag 1, IC-ontslag en na 12 maanden follow up* |
| Silva (2019), RCT | Controlegroep: fysiotherapie, protocol van Morris et al.31  Interventie groep: NMES m. quadriceps femoris, m. hamstrings, m. tibialis anterior en m. gastrocnemius + fysiotherapie, protocol van Morris et al.31 | CG: 2 x p/d 30 min (5 dagen p/w)  NMES: 1 x p/d 24 min NMES (50 Hz/400µs) + 1 x p/d FT | 14 dagen | Spierkracht (EPF), IC-ligduur, totale ligduur: *24 uur, dag 3, 7 en 14* |
| Dall’ Acqua (2017), RCT | Controlegroep: schijn NMES m. pectoralis major en m. rectus abdominis + fysiotherapie  Interventie groep: NMES m. pectoralis major en m. rectus abdominis + fysiotherapie | CG: 1 x p/d 30 min schijn NMES + 2 x p/d 30 min FT  NMES: 1 x p/d 30 min NMES (50 Hz/300µs) + 2 x p/d 30 min FT | 7 dagen | Spiermassa, IC-ligduur: *opname en ontslag* |
| Leite (2018), Pilot Study | Controlegroep: fysiotherapie  Interventie groep: NMES m. quadriceps femoris + fysiotherapie | CG: 2 x p/d (7 dagen p/w)  NMES: 1 x p/d 45 min NMES (50 Hz) + 2 x p/d FT | Tot IC-ontslag | Spierkracht (MRC), zelfredzaamheid (BI/FSS-ICU), IC-ligduur, totale ligduur: *dagelijks* |
| Fossat (2018), RCT | Controlegroep: fysiotherapie, protocol Schweickert et al32  Interventie groep: fysiotherapie, protocol Schweickert et al32 + fietsergometer + EMS m. quadriceps femoris | CG: 1 x p/d (5 dagen p/w) FT  EMS: 1 x p/d 50 min EMS + 1 x p/d 15 min fietsergometer + 1 x p/d (5 dagen p/w) FT | Tot IC-ontslag | Spierkracht (MRC), zelfredzaamheid (IMS/BI), spiermassa: *IC-ontslag en na 6 maanden follow up* |
| Nakamura (2019), RCT | Controlegroep: fysiotherapie  Interventie groep: EMS door middel van riemelektrodes  *In beide groepen werden actieve en passieve mobilisatie en loopoefeningen gestart door verpleegkundigen vanaf dag 2 op de IC. 3 keer per dag 5-20 minuten.* | CG: 1 x p/d 20 min FT +  EMS: 1 x p/d 20 EMS (20Hz/250µs) | 10 dagen | Spiermassa, IC-ligduur en totale ligduur, zelfredzaamheid (BI): *dag 1 en 10* |
| Akar (2017), RCT | NMES + FT: NMES vm. deltoïdeus en m. quadriceps + fysiotherapie  NMES: NMES m. deltoïdeus en m. quadriceps  CG: fysiotherapie | CG: 1 x p/d FT  NMES: 1 x p/d (5 dagen p/w) NMES (50Hz)  NMES + FT: 1 x p/d (5 dagen p/w) NMES (50Hz) | 20 sessies | Spierkracht (MRC), zelfredzaamheid (mobilisatie parameters): *voor en na 20 sessies* |
| Nakanishi (2020), RCT | Controlegroep: fysiotherapie, protocol Morris et al31 .  Interventie groep: EMS m. biceps brachii en m. quadriceps + fysiotherapie, protocol Morris et al31 . | CG: 1 x p/d FT  EMS: 1 x p/d 30 min EMS (20Hz/400µs) + FT | 5 dagen | Spiermassa, spierkracht (MRC), zelfredzaamheid (IMS), totale ligduur: *dag 1 en 5* |
| [Koutsioumpa](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Koutsioumpa+E&cauthor_id=30385541) (2018), RCT | Controlegroep: fysiotherapie  Interventiegroep: TENMS m. quadriceps femoris + fysiotherapie | CG: 1 x p/d 45 min FT  TENMS: 1 x p/d 60 min TENMS (50Hz/500µs) + 1 x p/d 45 min FT | 10 dagen | Spierkracht (MRC), IC-ligduur: *dag 4 en 14* |

*\*Afkortingen;* ***MRC:*** *medical research council (0-5; 5 maximale functie),* ***NMES:*** *neuromusculaire elektrostimulatie,* ***EMS:*** *Electro musculaire stimulatie,* ***FT:*** *fysiotherapie,* ***HHD:*** *handheld dynamometer,* ***WBV:*** *whole body vibration,* ***FIM:*** *functional independence measure (0-7; 7 100% onafhankelijkheid),* ***EPF:*** *evoked peak force,* ***PNF-stretching:*** *proprioceptieve neuromusculaire facilitatie,* ***BI:*** *barthel-index (0-100; 100 100% onafhankelijkheid),* ***FSS-ICU:*** *Functional Status Score for the Intensive Care Unit (0-35; 35 100% onafhankelijkheid),* ***IMS:*** *ICU mobility scale (0-10; 10 100% onafhankelijkheid),* ***SF-36:*** *36-item short form health survey (hogere score duidt op betere gezondheidstoestand),* ***TENMS:*** *transcutane elektrische neuromusculaire stimulatie.*

## Uitkomsten van de studies

Om een antwoord te kunnen geven op de onderzoeksvraag is het begrip ‘fysieke status’ voor deze SR opgedeeld in de domeinen; spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid bij ADL-vaardigheden. De gevonden resultaten zullen hieronder per deelonderwerp worden beschreven.

## Spiermassa

Van de geïncludeerde studies, zijn er zes studies die het effect van een vorm van elektrostimulatie op de spiermassa hebben onderzocht. 22,26–30 Op één studie na29, lieten alle studies significante veranderingen zien van de spiermassa na wisselende periodes van interventies. Meerdere studies bestudeerden de veranderingen van spiermassa van de bovenbeenspieren. 22,26,27,29,30 Eén studie liet een significant kleinere massa afname van het gestimuleerde been zien ten opzichte van het niet-gestimuleerde been, met een effect size van 0.38 voor elektrostimulatie gebaseerd op het verschil van 0.13cm 95% CI 0.04 tot 0.22 cm, p=0.007. 26 In een andere studie werd er vanaf de zevende dag een significante afname gevonden van de spiermassa van de m. tibialis anterior en m. rectus femoris (p<0.0001) in de controlegroep. 27 De NMES-groep liet in plaats van een significante afname een niet-significante toename zien. Nog een keer werd er een significante verandering gevonden in het voordeel van een EMS-groep, die 41.2% minder massaverlies van de bovenbeenspieren liet zien in vergelijking met de controlegroep (p=0.04). 22 Een andere studie toonde het effect van NMES op de borst- en buikspieren, waarbij er significante massa afname van deze spiergroepen optrad in de controlegroep (p<0.001) tegenover een niet significante toename in de NMES-groep. 28 Er was één studie die naast de bovenbeenspieren ook de spiermassa van de m. biceps brachii toetste. 30

Ook hierbij werd een significant grotere afname gezien in de controlegroep ten opzichte van de EMS groep (-11.2% ± 2.1% vs. -1.9% ± 2.4%, p=0.007). Een best-evidence-synthese liet een sterk bewijs zien voor het behoud van de spiermassa met behulp van elektrostimulatie bij ernstig zieke patiënten op de ic. Alle gevonden resultaten van de spiermassa zijn te vinden in tabel 4.

## Spierkracht

Het effect van elektrostimulatie op de spierkracht bij patiënten op de IC is onderzocht in acht van de geïncludeerde studies. 20,21,23,24,26,27,29,30 Om de verandering van de spierkracht bij de participanten te bepalen is bij de studies variërend gebruik gemaakt van de MRC-score, de HHD of de EPF.

Drie studies lieten statistische significante veranderingen van de spierkracht zien. 20,23,27

Van één studie toonden de resultaten significante verschillen tussen de groepen vanaf de zevende dag (p<0.0001), waarbij de spierkracht in de interventie groep toenam en in de controlegroep afnam. 27 Het verschil op dag 14 tussen beide groepen was 3.89 kg/f. Een andere studie detecteerde met de uitkomsten een verschil op de dag van IC-ontslag. 20 Waarbij alle groepen een verbetering van de spierkracht lieten zien (p=0.00044), maar er geen significant verschil tussen de groepen was. Binnen deze studie werd ook onderscheid gemaakt tussen de oorzaak van opname; neurologisch en niet-neurologisch. De perifere spierkracht was bij IC-ontslag significant hoger in de niet-neurologische groep (p=0.030). En alleen de groep die stimulatie van de m. quadriceps onderging, liet een verbetering zien tussen de eerste en laatste meting. Nog een significante verbetering werd gezien bij een studie die het effect van de interventies tussen de bovenste- en onderste extremiteit analyseerde. 23 Waarbij de spierkracht in de bovenste extremiteit significant verbeterde in zowel de controle- als interventie groepen, maar de spierkracht in de onderste extremiteit alleen significant toenam in de NMES (+FT) groepen.

Hoewel er bij één studie bij de eindmeting geen sprake was van een significant verschil tussen de TENMS-groep en de controlegroep (p=0.47), lieten beide groepen wel een significante verbetering van de spierkracht zien (p<0.001). 24 Daarnaast was de toename van de spierkracht in de TENMS-groep tussen dag 4 en dag 14 significant groter. De gemiddelde scores na zes maanden voor de TENMS-groep en de controlegroep waren respectievelijk 3.2 ± 1.8 en 3.8 ± 2.1 (p=0.09). Hierbij werd geschat dat het percentage met een score van <4 (matige handicap of geen symptomen) significant hoger was in de TENMS-groep dan in de controlegroep (57% vs. 40%, P=0.01).

De andere uitkomsten toonden geen significante aanpassingen van de spierkracht tussen de controle- en interventie groepen. 21,24,26,29,30 Op basis van een best-evidence-synthese werd geconcludeerd dat er gering bewijs is voor behoud/verbetering van de spierkracht door middel van elektrostimulatie. Alle resultaten van de spierkracht zijn te vinden in tabel 5.

## Zelfredzaamheid

Zes van de geïncludeerde studies onderzochten het effect van elektrostimulatie op de zelfredzaamheid van participanten tijdens ADL-activiteiten. 20–23,29,30 De studies maakten hiervoor wisselend gebruik van de BI, IMS, FIM, FSS-ICU en mobilisatie parameters. In twee studies werden significante veranderingen aangetoond in het voordeel van de gestimuleerde groepen. 20,22 Bij één van deze studies toonde alleen de groep waarvan de bovenbeenspieren werden gestimuleerd statistisch significante verbetering van de BI en FSS-ICU (p=0.0049 en p=0.001). 20 Er werd een onderscheid gemaakt tussen de oorzaak van opname, waarbij neurologisch en niet-neurologisch beide een significante verbetering lieten zien van meer dan 10 punten op de FSS-ICU wanneer de m. quadriceps werden gestimuleerd vergeleken met de andere groepen (p=0.020 en p=0.013). Bij gebruik van de BI was het alleen de niet-neurologisch aangedane groep die bij stimulatie van de m. quadriceps een significante verbetering liet zien van meer dan 25 punten vergeleken met de andere groepen binnen deze studie (p=0.035). De enige andere significante verbetering werd gemeten tijdens het beoordelen van het traplopen, met een verschil van 2.4 punten (p=0.04) op de BI in het voordeel van de EMS-groep. 22 De andere studies toonden geen significante veranderingen aan. Een best-evidence-synthese liet een gering bewijs zien voor een meerwaarde van elektrostimulatie voor de zelfredzaamheid. Alle gevonden resultaten van de zelfredzaamheid zijn te vinden in tabel 6.

***Tabel 5:*** *resultaten van de spiermassametingen per studie weergegeven in een tabel.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie (publicatiedatum)** | **Interventiegroep** | **Meting ( gemiddelde ±** **SD of mediaan (IQR))** | | | **P-waarde** |
| **Eerste meting** | **Laatste meting** | **Verschil tussen de metingen** |  |
| **Segers (2021)** | NMES | 2.07 ± 0.70 cm | - | -0.14 ± 0.31 cm | 0.003 |
|  | CG | 2.12 ± 0.74 cm | - | -0.27 ± 0.37 cm | < 0.001 |
| **Silva (2019)** | NMES (TA/RF) | - | - | 1% (95% CI -4 tot 3)/  -1% (95% CI -4 tot 3) | 0.78/ 0.15 |
|  | CG (TA/RF) | - | - | -14% (95% CI -17 tot 12)/  -21% (95% CI -17 tot 24) | < 0.0001/  < 0.0001 |
| **Dall’ Acqua (2017)** | NMES (CM/AM) | 0.44 ± 0.28/ 0.47 ± 0.28 | 0.49 ± 0.28/  0.51 ± 0.26 | 0.05/ 0.04 | 0.083/ 0.505 |
|  | CG (CM/AM) | 0.42 ± 0.17/  0.43 ± 0.19 | 0.35 ± 0.16/  0.36 ± 0.17 | -0.06/ -0.07 | <0.001/ <0.001 |
| **Fossat (2018)** | EMS |  |  | -1.9 (-8.0 tot 0.2) | 0.17 |
|  | CG |  |  | -2.4 (-7.1 tot -0.3) |
| **Nakamura (2019)** | EMS | - | - | 10.4 % ± 10.1 (95% CI 5.8 tot 15.1) | 0.04 |
|  | CG | - | - | 17.7 % ± 10.8 (95% CI 11.9 tot 23.5) |
| **Nakanishi (2020)** | EMS (BB/RF) | - | - | -1.9% ± 2.4/  -0.9% ± 3.1 | 0.007/ 0.003 |
|  | CG (BB/RF) |  |  | -11.2% ± 2.1/  -14.7 % ± 2.7 |

*Waardes worden weergegeven als gemiddelde ± standaarddeviatie (SD) of als mediaan (interkwartielafstand (IQR)).*

*\*Afkortingen:* ***NMES:*** *neuromusculaire elektrostimulatie,* ***CG:*** *controlegroep,* ***TA:*** *m. tibialis anterior,* ***RF:*** *m. rectus femoris,* ***CI:*** *95% betrouwbaarheidsinterval,* ***CM:*** *borstspieren,* ***AM:*** *buikspieren,* ***EMS:*** *Electro musculaire stimulatie,* ***BB:*** *m. biceps brachii.*

***Tabel 6:*** *resultaten van de spierkrachtmetingen per studie weergegeven in een tabel.*

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie (publicatiedatum)** | **Interventiegroep (meetinstrument)** | **Meting (gemiddelde ±** **SD of mediaan (IQR))** | | | **P-waarde** |
| **Eerste meting** | **Laatste meting** | **Verschil tussen de metingen** |  |
| **Segers (2021)** | NMES (MRC/HHD) | - | 4 (4-5)/ 106 ± 72 N | - | 0.317/ 0.48 |
|  | CG (MRC/HHD) | - | 4 (4-5)/ 101 ± 62 N | - |
| **Wollersheim (2019)** | NMES (MRC) | 3.0 (2.1-3.8) | 3.6 (2.8-4.0) | - | >0.05 |
|  | CG (MRC) | 3.0 (2.7-3.4) | 3.9 (3.3-4.0) | - | >0.05 |
| **Silva (2019)** | NMES (EPF) | - | - | 2.34 kg/f (95% CI 1.89 tot 2.79) | 0.0001 |
|  | CG (EPF) | - | - | -1.55 kg/f (95% CI -2.05 tot -1.05) | 0.0001 |
| **Leite (2018)** | NMES (MRC global) | 33.2 ± 8.47 | 48.2 ± 11.48 | - | 0.00044 |
|  | CG (MRC global) | 36.2 ± 5.55 | 43.4 ± 6.45 | - |
| **Fossat (2018)** | EMS (MRC global) | - | 48 (29-58) | - | 0.28 |
|  | CG (MRC global) | - | 51 (37-58) | - |
| **Akar (2017)** | NMES + FT (MRC OE/BE) | 3 (3-5)/ 4 (3-5) | 5 (4-5)/ 4 (4-5) | - | 0.014/ 0.038 |
|  | NMES (MRC OE/BE) | 4 (3-5)/ 4 (3-4) | 5 (4-5)/ 5 (3-5) | - | 0.046/ 0.046 |
|  | CG (MRC OE/BE) | 4 (3-5)/ 4 (4-5) | 5 (3-5)/ 5 (4-5) | - | 0.084/ 0.034 |
| **Nakanishi (2020)** | EMS (MRC) | - | - | 55 (50-58) | 0.53 |
|  | CG (MRC) | - | - | 52 (35-59) |
| **Koutsioumpa (2018)** | TENMS (MRC global) | - | - | 16.45 ± 18.6 | 0.47 |
|  | CG (MRC global) | - | - | 21.60 ± 22.8 |  |

*Waardes worden weergegeven als gemiddelde ± standaarddeviatie (SD) of als mediaan (interkwartielafstand (IQR))*

*\*Afkortingen;* ***MRC:*** *medical research council (0-5; 5 maximale functie),* ***NMES:*** *neuromusculaire elektrostimulatie,* ***CG:*** *controlegroep,* ***EMS:*** *Electro musculaire stimulatie,* ***FT:*** *fysiotherapie,* ***HHD:*** *handheld dynamometer in Newton (N),* ***EPF:*** *evoked peak force in kilogram-kracht (kg/f),*

*(vervolg tabel 6)* ***MRC global:*** *MRC-score van zes spiergroepen opgeteld,* ***OE:*** *onderste extremiteit,* ***BE:*** *bovenste extremiteit,* ***TENMS:*** *transcutane elektrische neuromusculaire stimulatie.*

***Tabel 7:*** *resultaten van de zelfredzaamheidmetingen bij ic-ontslag (tenzij anders aangegeven) per studie weergegeven in een tabel.*

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie (publicatiedatum)** | **Meetinstrument** | **Resultaten per interventie groep (gemiddelde ± SD of mediaan (IQR))** | | | | **P-waarde** |
| **Wollersheim (2019)** |  | **NMES** | **CG** |  |  | |
|  | mmFIM | 0.5 (0.25-2.0) | 0.5 (0.5-2.0) |  | 0.842 | |
| **Leite (20180** |  | **QG** | **CG** |  |  | |
|  | BI | 40.6 ± 30.08 | 15.8 ± 14.04 |  | 0.0049 | |
|  | FSS-ICU | 29.1 ± 12.38 | 14.6 ± 8.01 |  | 0.001 | |
| **Fossat (2018)** |  | **EMS** | **CG** |  |  | |
|  | IMS na 6 maanden | 6 (3-9) | 6 (3-9) |  | 0.52 | |
|  | BI na 6 maanden | 100 (90-100) | 100 (85-100) |  | 0.90 | |
| **Nakamura (2019)** |  | **EMS** | **CG** |  |  | |
|  | BI-totaal | 50.4 ± 31.6 | 29.0 ± 18.8 |  | 0.163 | |
|  | Transfers | 8.5 ± 6.5 | 6.0 ± 5.5 |  | 0.36 | |
|  | Mobiliteit | 6.8 ± 9.3 | 4.0 ± 5.4 |  | 0.32 | |
|  | Traplopen | 3.9 ± 4.0 | 1.5 ± 1.5 |  | 0.04 | |
| **Akar (2017)** |  | **NMES + FT** | **NMES** | **FT** |  | |
|  | Geassisteerd zitten in bed (in dagen) | 1.25 ± 0.5 | 3.33 ± 4.04 | 4.4 ± 3.91 | 0.712 | |
|  | Zelfstandig zitten in bed (in dagen) | 1.5 ± 1.0 | 3.66 ± 4.61 | 6.80 ± 3.96 | 0.5 | |
|  | Geassisteerd zitten bedrand (in dagen) | 3.25 ± 2.21 | 4 ± 5.19 | 7.20 ± 4.94 | 0.402 | |
|  | Zelfstandig zitten bedrand (in dagen) | 3.75 ± 2.50 | 6 ± 4.35 | 7.6 ± 4.5 | 0.304 | |
|  | Geassisteerd staan (in dagen) | 4.25 ± 2.98 | 7 ± 4.35 | 11 ± 5.24 | 0.671 | |
|  | Zelfstandig staan (in dagen) | 5.25 ± 2.62 | 8 ± 4.35 | 12 ± 5.61 | 0.123 | |
|  | Transfer bed-stoel (in dagen) | 5.25 ± 2.62 | 8.33 ± 4.04 | 12.6 ± 6.3 | 0.102 | |
| **Nakanishi (2020)** |  | **EMS** | **CG** |  |  | |
|  | IMS | 3 (1-4) | 2 (1-3) |  | 0.42 | |

*Waardes worden weergegeven als gemiddelde ±* *standaarddeviatie (SD) of als mediaan (interkwartielafstand (IQR)).*

*\*Afkortingen;* ***NMES:*** *neuromusculaire elektrostimulatie,* ***CG:*** *controlegroep,* ***EMS:*** *Electro musculaire stimulatie,* ***FT:*** *fysiotherapie,* ***FIM:*** *functional independence measure (0-7; 7 100% onafhankelijkheid),* ***BI:*** *barthel-index (0-100; 100 100% onafhankelijkheid),* ***FSS-ICU:*** *Functional Status Score for the Intensive Care Unit (0-35; 35 100% onafhankelijkheid),* ***IMS:*** *ICU mobility scale (0-10; 10 100% onafhankelijkheid).*

# Discussie

De volgende onderzoeksvraag is vooraf opgesteld: “Wat is de meerwaarde van het toepassen van elektrostimulatie voor de fysieke status van patiënten die langdurige ic zorg nodig hebben?”. Over dit onderwerp zijn onder andere twee systematische reviews en meta-analyses beschikbaar uit 2020, met geïncludeerde studies uit 2003-2018. 13,14 Het doel van deze nieuwe SR was het schrijven van een update, door alleen de meest recente onderzoeken te includeren. Deze SR toont aan dat interventie met elektrostimulatie als toevoeging op een standaard fysiotherapie programma bij ernstig zieke patiënten op de ic niet sterk geassocieerd kan worden met een significant verschil in spierkracht en zelfredzaamheid. Daarentegen blijkt dat elektrostimulatie de spiermassa van ic-patiënten wel effectief kan behouden of zelfs verbeteren.

Om functionele status te interpreteren is ervoor gekozen om dit begrip op te splitsen in spiermassa, spierkracht en zelfredzaamheid tijdens ADL-vaardigheden. In eerste instantie zijn er ook veel cijfers gevonden over de ic-ligduur en totale ligduur. Deze uitkomstmaten zijn uiteindelijk weggelaten, omdat zij geen direct antwoord geven op de onderzoeksvraag.

Voor de spierkracht tonen de uitkomsten van slechts één studie een significant verschil tussen de NMES-groep en de controlegroep, in het voordeel van elektrostimulatie. 27 Dit verschil werd echter pas zichtbaar vanaf zeven dagen interventie. Na 14 dagen van interventie liet de NMES-groep een significante toename zien van de spierkracht, en de controle groep een significante afname van de spierkracht. De aanname dat dit effect is ontstaan door de langere behandelduur met NMES dan bij andere studies kan niet worden gedaan, omdat er andere studies zijn met een langere interventie periode die daarentegen geen significant verschil laten zien. 21,23 Het effect van de interventies kan niet bepaald worden door het berekenen van de effect-size, omdat de benodigde standaarddeviaties niet worden vermeld. De andere studies tonen geen meerwaarde aan van elektrostimulatie gecombineerd met standaard fysiotherapie ten opzichte van alleen fysiotherapie. Dit betekent dat er een gering bewijs is gevonden voor de meerwaarde van elektrostimulatie ten opzichte van standaard fysiotherapie voor de spierkracht.

Ook een gering bewijs is gevonden voor de meerwaarde van elektrostimulatie ten opzichte van standaard fysiotherapie voor de zelfredzaamheid bij patiënten op de IC. Slechts één studie toont een significant betere score op de BI in de interventiegroep. 20 Er lijkt wel een samenhang te zijn tussen een betere zelfredzaamheid en een kortere totale ligduur. Dezelfde studie laat namelijk een aanzienlijk kortere totale ligduur zien van de patiënten in de interventie groep. Deze bevindingen kunnen betekenen dat de effecten van elektrostimulatie pas zichtbaarder worden op langere termijn. De gemiddelde interventie periode in deze SR was echter maar 13 dagen, terwijl elektrostimulatie-trainingssessies over het algemeen 10-30 minuten duren voor een periode van vier tot vijf weken om de spierfunctie te kunnen verbeteren. 33 Interventie met elektrostimulatie zal in de praktijk daarom hoogstwaarschijnlijk een grotere meerwaarde kunnen bieden wanneer patiënten meerdere weken bedlegerig zijn voor behandeling van ernstige ziekte.

Sterk bewijs is daarentegen gevonden voor het behouden/verbeteren van de spiermassa door middel van elektrostimulatie bij ernstig zieke patiënten. Significante verschillen zijn gevonden tussen de groepen, waarbij elektrostimulatie zorgde voor een significant mindere afname of zelfs een niet-significante toename, maar waarbij de controlegroepen telkens een sterke afname van de spiermassa lieten zien. 22,26–28,30 Het constante bewijs van positieve effecten op spiermassa is in tegenspraak met het wisselende effect op spierkracht. Het lijkt hierdoor dat deze twee domeinen niet gerelateerd zijn. Drie studies onderzochten beide uitkomstmaten 26,27,30, waarvan slechts één een toename van beide liet zien 27. Deze bevinding is in eerste instantie in tegenspraak met de kennis dat er een sterke associatie is tussen spiermassa en spierkracht. 34 Maar ondanks deze toch wel logische associatie, blijkt de afname van spierkracht veel sneller dan het gelijktijdige verlies van massa, wat zou kunnen wijzen op een afname van spierkwaliteit. 35 Dit zou de afwezige samenhang tussen spiermassa en spierkracht binnen deze SR kunnen verklaren.

Een zwakte is onder andere een sterke heterogeniteit tussen de geïncludeerde studies. Een beperkte analyse voor de spierkracht wordt veroorzaakt door deze sterke heterogeniteit, die in eerste instantie kan worden toegewezen aan de primaire uitkomstmaten van de studies, deze varieerde van de globale spierkracht (een totaal van zes spiergroepen)20,24,29 tot de specifieke spierkracht van één spiergroep21,23,26,30. De globale spierkracht, doet een uitspraak over de spierkracht van de bovenste- en onderste extremiteit. Echter wordt binnen deze studies elektrostimulatie toegepast op enkel de onderste ledematen wat de globale spierkracht mogelijk heeft onderschat. Dit feit heeft mogelijk geleid tot een verlies van effect in de interventiegroepen. Daarnaast waren de participanten binnen de studie27 die wél significante aanpassing toont minder ernstig ziek, gebaseerd op de APACHE II/SOFA/SAPS II, dan de participanten van de andere studies, wat kan hebben meegedragen aan de positieve bevindingen binnen deze studie, omdat ernstig ziek zijn de prikkelbaarheid van spierweefsels kan beïnvloeden. 36

Daarnaast werd een beperking voor het beoordelen van de spierkracht veroorzaakt door de nadelen van handmatige spierkracht testen. Een slechte validiteit en onnauwkeurigheid van de subjectieve MRC-score37, zou gezien de afwezige medewerking van patiënten niet de voorkeur moeten krijgen in deze fase. Slechts twee studies maken maar gebruik van een andere meting, namelijk EPF27 en HHD26.

Ook uitkomsten van de spiermassa kunnen niet goed met elkaar vergeleken worden, omdat meetlocaties en -instrumenten sterk variëren. Spiermassa werd gemeten van 6 verschillende spiergroepen met echografie26–28,30 of CT-scan22, van één studie is het meetinstrument niet terug te vinden29. Deze problemen doen zich ook voor bij een analyse voor de zelfredzaamheid. Scores werden hiervoor gemeten met BI20,22,29, mmFIM21, FSS-ICU20, IMS29,30 en mobilisatieparameters23, waardoor uitkomsten niet goed met elkaar vergeleken kunnen worden.

Daarenboven zorgen verschil in dosering en duur van de interventies voor nog meer heterogeniteit. Geen harde criteria werden namelijk vooraf opgesteld voor de parameters die voor de elektrostimulatie werden gebruikt. Uit onderzoek blijkt dat elektrostimulatie met een hoge frequentie (50-100 Hz) zorgen voor een omgekeerde rekrutering van motor-units en het verbeteren van het maximale vermogen van het neuromusculaire systeem. 33 Daarentegen bevorderen contracties, veroorzaakt door een lage frequentie (10-50 Hz), juist de normale rekrutering van motor-units. Dit “size-principe”38 zou het gevonden verschil tussen het effect voor spiermassa en spierkracht kunnen verklaren. Binnen de geïncludeerde studies wordt namelijk uitsluitend laagfrequente elektrostimulatie stimulatie toegepast, variërend van 20Hz22,30-50Hz20,23,24,27,28 , welke niet voor een winst van spierprestatie zouden kunnen zorgen.

Een zwak punt van deze SR, is dat er vooraf geen criterium was opgesteld voor de mate van sedatie van de participanten. Hierdoor is het bij sommige studies onduidelijk of er binnen de onderzoekspopulaties sprake was van sedatie of niet. Bij enkele studies is de mate en/of periode van sedatie wel vermeld20,21,27,28,30, dit varieerde van 7 uren20 tot 25 dagen21. Het is aan de hand van deze SR niet mogelijk om een uitspraak te doen over de invloed van sedatie op de uitkomstmaten van dit onderzoek, omdat hier tijdens het opstellen van de inclusie- en exclusiecriteria geen rekening mee is gehouden. Een verband tussen sedativa en zwakte is mogelijk indirect, aangezien het lastig is om de gevolgen van sedativa te onderscheiden van door sedatie verplichte bedrust en immobiliteit. 39

Door de geringe follow-up en wisselende zorgtrajecten na de opname in de meeste studies is er geen tot weinig bewijs gevonden over de langetermijneffecten van elektrosimulatie. Slechts twee studies omvatten een follow up van 6 maanden24,29, waarbij er geen significante verschillen zijn gevonden voor de ADL-zelfstandigheid tussen de groepen29, maar de spierkracht na 6 maanden significant beter is voor de gestimuleerde groep dan de controlegroep24. Een concrete uitspraak over langetermijneffecten kan dus niet worden gedaan, maar de laatstgenoemde bevindingen doen denken dat herstel na het acute stadium van ziekte door elektrostimulatie kan worden versneld. Deze aanname kan worden ondersteund door resultaten uit een RCT uit 2010. 40 Uit dit onderzoek blijkt dat elektrostimulatie een verlies van spiermassa of functie niet kan voorkomen, maar dit in een later stadium wel significant kan laten toenemen, in tegenstelling tot standaard fysiotherapie. Deze uitkomsten komen overeen met de bevindingen uit deze SR.

Een sterk punt van deze SR is dat er uitsluitend gebruik is gemaakt van recente onderzoeken van ‘redelijke’ tot ‘goede’ kwaliteit, gescoord volgens de PEDro-scale. Er is daarnaast gezocht in drie databases met behulp van MeSH termen en vrijetekstwoorden, waardoor de kans erg klein is dat relevantie studies zijn gemist.

## Bestaande literatuur

Er zijn zes systematische reviews beschikbaar van de afgelopen tien jaar met tegensprekende resultaten. 13,14,41–44 Binnen een aantal studies werden lovende resultaten gevonden voor vroege interventie met een vorm van elektrostimulatie13,41–44, dat voor een kleinere kans op het ontwikkelen van ICU-AW zorgt13 en zorgt voor een toename van de spierkracht42,44 en functionele onafhankelijkheid41,42,44. Het effect bij ernstig zieke patiënten in de acute fase is echter nog onduidelijk14,43,44, terwijl vooral deze doelgroep zeer gebaat zou zijn bij nieuwe interventiemethodes. Omdat het met name de ernstig zieke patiënten zijn die niet in staat zijn om aan bijvoorbeeld oefentherapie mee te werken. 11 De tegenstrijdige bevindingen en het onvoldoende bewijs kunnen een gevolg zijn van de kleine steekproef omvangen binnen deze onderzoeken. De beste resultaten voor elektrostimulatie werden gevonden wanneer elektrostimulatie werd toegepast in een later stadium. 42

## Aanbeveling voor vervolgonderzoek

Meer onderzoek is nodig naar de effectiviteit van elektrostimulatie in de acute fase bij ernstig zieke patiënten. Voldoende bewijs is er dat deze interventiemethode werkt wanneer de patiënten al zeer zwak zijn, maar nog onvoldoende onderzoek is er gedaan naar de meerwaarde van elektrostimulatie om ernstige zwakte juist te voorkomen. Er moet daarnaast meer onderzoek worden gedaan naar de meest effectieve parameters voor elektrostimulatie en naar de veiligheid van hoogfrequentie elektrostimulatie bij deze doelgroep. Grotere interventiegroepen binnen nieuwe onderzoeken zijn nodig om een betere uitspraak te kunnen doen over de mate van bewijs. En om een uitspraak te kunnen doen over de langetermijneffecten van elektrostimulatie zijn gelijkwaardige vervolgtrajecten noodzakelijk. Tot slot zijn strikte inclusie- en exclusiecriteria dan nodig voor uitkomstmaten, meetinstrumenten en meetmomenten zodat resultaten goed met elkaar vergeleken kunnen worden.

## Aanbeveling voor in de praktijk

Het doel van deze systematische review was om inzichtelijk te maken voor het MCL of er een meerwaarde is om patiënten op de ic te behandelen met elektrostimulatie. Uit deze studie blijkt dat er gering bewijs is gevonden dat elektrostimulatie significant beter zou zorgen voor behoud van spierkracht21,24,26,29,30 en functionele onafhankelijkheid21–23,29,30 dan de standaard fysiotherapie op een ic. Elektrostimulatie zou wel een meerwaarde kunnen zijn voor patiënten die volledig gesedeerd zijn en daardoor niet bewust mee kunnen werken aan actieve mobilisaties om ernstige zwakte te voorkomen, dit is echter slechts een aanname waar nog niet voldoende bewijs voor is. Maar de indirecte gevolgen van diepe sedatie zouden wel een behandelindicatie kunnen zijn. Een andere indicatie voor het toepassen van elektrostimulatie in de praktijk is de behandelduur, omdat over het algemeen aangeraden wordt om minimaal vier weken met elektrostimulatie te behandelen. 33 Op basis van deze bevindingen wordt behandeling met elektrostimulatie alleen of wel in combinatie met fysiotherapie voor het verbeteren van spierkracht en zelfredzaamheid bij ernstig zieke patiënten aangeraden wanneer de locatie over één van de mogelijke apparaten en fysiotherapeuten beschikt en wanneer er een behandelduur van minimaal vier weken wordt verwacht. Naar de meest effectieve parameters moet nog verder onderzoek worden gedaan, maar laagfrequente elektrostimulatie bij de onderzochte doelgroep is veilig en effectief voor behoud van in ieder geval de spiermassa op een kortere termijn van minimaal vijf dagen. 22,26–30 Naar de werkzaamheid en veiligheid van hoogfrequente elektrostimulatie bij ernstig zieke patiënten moet verder onderzoek worden gedaan, dit wordt dan ook niet aangeraden voor deze doelgroep.

# Conclusie

Uit deze systematische review blijkt dat elektrostimulatie in de acute fase bij patiënten die langdurige ic zorg nodig hebben, geen meerwaarde lijkt te hebben voor behoud van spierkracht en functionele onafhankelijkheid. Een vroege interventie met een vorm van elektrostimulatie kan wel zorgen voor behoud of zelfs toename van spiermassa. Sterke heterogeniteit binnen deze systematische review zorgt er echter voor dat uitkomsten niet goed met elkaar vergeleken konden worden. Daarnaast ontbreekt er informatie over de langetermijneffecten van elektrostimulatie bij ernstig zieke patiënten.

Voor het toepassen in de praktijk lijkt de veilige manier van laagfrequente elektrostimulatie voor opnames met een duur van 5 tot 28 dagen alleen een meerwaarde te hebben voor behoud of verbetering van spiermassa. Om op deze korte termijn de spierkracht of zelfredzaamheid positief te beïnvloeden is in deze systematische review geen sterk bewijs gevonden.

# Bibliografie

1. Wang, W., Xu, C., Ma, X., Zhang, X. & Xie, P. Intensive Care Unit-Acquired Weakness: A Review of Recent Progress With a Look Toward the Future. *Frontiers in Medicine* **7**, (2020).

2. Koukourikos, K., Tsaloglidou, A. & Kourkouta, L. Muscle Atrophy in Intensive Care Unit Patients. *Acta Informatica Medica* **22**, 406 (2014).

3. Latronico, N. *et al.* The ICM research agenda on intensive care unit-acquired weakness. *Intensive Care Medicine* **43**, 1270–1281 (2017).

4. Joskova, V. *et al.* Critical evaluation of muscle mass loss as a prognostic marker of morbidity in critically ill patients and methods for its determination. *Journal of Rehabilitation Medicine* **50**, 696–704 (2018).

5. Yang, T., Li, Z., Jiang, L., Wang, Y. & Xi, X. Risk factors for intensive care unit-acquired weakness: A systematic review and meta-analysis. *Acta Neurologica Scandinavica* **138**, 104–114 (2018).

6. Hermans, G. & van den Berghe, G. Clinical review: intensive care unit acquired weakness. *Critical Care* **19**, 274 (2015).

7. Kramer, C. L. Intensive Care Unit–Acquired Weakness. *Neurologic Clinics* **35**, 723–736 (2017).

8. de Jonghe, B., Lacherade, J.-C., Sharshar, T. & Outin, H. Intensive care unit-acquired weakness: Risk factors and prevention. *Critical Care Medicine* **37**, S309–S315 (2009).

9. Dinglas, V. D. *et al.* Muscle Weakness and 5-Year Survival in Acute Respiratory Distress Syndrome Survivors\*. *Critical Care Medicine* **45**, 446–453 (2017).

10. van Aerde, N. *et al.* Five-year impact of ICU-acquired neuromuscular complications: a prospective, observational study. *Intensive Care Medicine* **46**, 1184–1193 (2020).

11. Vanhorebeek, I., Latronico, N. & van den Berghe, G. ICU-acquired weakness. *Intensive Care Medicine* **46**, 637–653 (2020).

12. de Campos Biazon, T. M. P. *et al.* The effect of passive mobilization associated with blood flow restriction and combined with electrical stimulation on cardiorespiratory safety, neuromuscular adaptations, physical function, and quality of life in comatose patients in an ICU: a randomized controlled clinical trial. *Trials* **22**, 969 (2021).

13. Anekwe, D. E., Biswas, S., Bussières, A. & Spahija, J. Early rehabilitation reduces the likelihood of developing intensive care unit-acquired weakness: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy* **107**, 1–10 (2020).

14. Zayed, Y. *et al.* Effects of neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Australian Critical Care* **33**, 203–210 (2020).

15. Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. & Elkins, M. Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Phys Ther* **83**, 713–21 (2003).

16. de Morton, N. A. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials: a demographic study. *Australian Journal of Physiotherapy* **55**, 129–133 (2009).

17. Cashin, A. G. & McAuley, J. H. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy* **66**, 59 (2020).

18. Cook, D. J. Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions. *Annals of Internal Medicine* **126**, 376 (1997).

19. van Tulder, M., Furlan, A., Bombardier, C. & Bouter, L. Updated Method Guidelines for Systematic Reviews in the Cochrane Collaboration Back Review Group. *Spine (Phila Pa 1976)* **28**, 1290–1299 (2003).

20. Leite, M. A. *et al.* Effects of Neuromuscular Electrical Stimulation of the Quadriceps and Diaphragm in Critically Ill Patients: A Pilot Study. *Critical Care Research and Practice* **2018**, 1–8 (2018).

21. Wollersheim, T. *et al.* Muscle wasting and function after muscle activation and early protocol-based physiotherapy: an explorative trial. *J Cachexia Sarcopenia Muscle* **10**, 734–747 (2019).

22. Nakamura, K. *et al.* Efficacy of belt electrode skeletal muscle electrical stimulation on reducing the rate of muscle volume loss in critically ill patients: A randomized controlled trial. *J Rehabil Med* **51**, 705–711 (2019).

23. Akar, O. *et al.* Efficacy of neuromuscular electrical stimulation in patients with COPD followed in intensive care unit. *Clin Respir J* **11**, 743–750 (2017).

24. Koutsioumpa, E. *et al.* Effect of Transcutaneous Electrical Neuromuscular Stimulation on Myopathy in Intensive Care Patients. *American Journal of Critical Care* **27**, 495–503 (2018).

25. dos Santos, F. V. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation combined with exercise decreases duration of mechanical ventilation in ICU patients: A randomized controlled trial. *Physiother Theory Pract* **36**, 580–588 (2020).

26. Segers, J. *et al.* Early neuromuscular electrical stimulation reduces the loss of muscle mass in critically ill patients – A within subject randomized controlled trial. *Journal of Critical Care* **62**, 65–71 (2021).

27. Silva, P. E. *et al.* Neuromuscular electrical stimulation in critically ill traumatic brain injury patients attenuates muscle atrophy, neurophysiological disorders, and weakness: a randomized controlled trial. *J Intensive Care* **7**, 59 (2019).

28. Acqua, A. *et al.* Use of neuromuscular electrical stimulation to preserve the thickness of abdominal and chest muscles of critically ill patients: A randomized clinical trial. *Journal of Rehabilitation Medicine* **49**, 40–48 (2017).

29. Fossat, G. *et al.* Effect of In-Bed Leg Cycling and Electrical Stimulation of the Quadriceps on Global Muscle Strength in Critically Ill Adults: A Randomized Clinical Trial. *JAMA* **320**, 368–378 (2018).

30. Nakanishi, N. *et al.* Effect of Electrical Muscle Stimulation on Upper and Lower Limb Muscles in Critically Ill Patients: A Two-Center Randomized Controlled Trial. *Crit Care Med* **48**, e997–e1003 (2020).

31. Morris, P. E. *et al.* Early intensive care unit mobility therapy in the treatment of acute respiratory failure\*. *Critical Care Medicine* **36**, 2238–2243 (2008).

32. Schweickert, W. D. *et al.* Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomised controlled trial. *The Lancet* **373**, 1874–1882 (2009).

33. Vanderthommen, M. & Duchateau, J. Electrical Stimulation as a Modality to Improve Performance of the Neuromuscular System. *Exercise and Sport Sciences Reviews* **35**, 180–185 (2007).

34. Newman, A. B. *et al.* Strength and Muscle Quality in a Well-Functioning Cohort of Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc* **51**, 323–330 (2003).

35. Goodpaster, B. H. *et al.* The Loss of Skeletal Muscle Strength, Mass, and Quality in Older Adults: The Health, Aging and Body Composition Study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* **61**, 1059–1064 (2006).

36. Poulsen, J. B. *et al.* Effect of transcutaneous electrical muscle stimulation on muscle volume in patients with septic shock\*. *Critical Care Medicine* **39**, 456–461 (2011).

37. Bohannon, R. W. Manual muscle testing: does it meet the standards of an adequate screening test? *Clinical Rehabilitation* **19**, 662–667 (2005).

38. Trimble, M. H. & Enoka, R. M. Mechanisms Underlying the Training Effects Associated with Neuromuscular Electrical Stimulation. *Physical Therapy* **71**, 273–280 (1991).

39. Foster, J. Complications of Sedation in Critical Illness. *Critical Care Nursing Clinics of North America* **28**, 227–239 (2016).

40. Gruther, W. *et al.* Effects of neuromuscular electrical stimulation on muscle layer thickness of knee extensor muscles in intensive care unit patients: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine* **42**, 593–597 (2010).

41. Goodwin, V. A. *et al.* Rehabilitation to enable recovery from COVID-19: a rapid systematic review. *Physiotherapy* **111**, 4–22 (2021).

42. Ferreira, L. L., Vanderlei, L. C. M. & Valenti, V. E. Neuromuscular electrical stimulation in critically ill patients in the intensive care unit: a systematic review. *Einstein (Sao Paulo, Brazil)* **12**, 361–5 (2014).

43. Parry, S. M. *et al.* Electrical Muscle Stimulation in the Intensive Care Setting. *Critical Care Medicine* **41**, 2406–2418 (2013).

44. Burke, D., Gorman, E., Stokes, D. & Lennon, O. An evaluation of neuromuscular electrical stimulation in critical care using the ICF framework: a systematic review and meta-analysis. *The Clinical Respiratory Journal* **10**, 407–420 (2016).

# Bijlagen

## Bijlage 1: zoekstrengen databases

|  |  |
| --- | --- |
| **Database** | **Zoekstreng** |
| PubMed | ("Critical Care"[Mesh] OR "Intensive Care Units"[Mesh] OR "Respiration, Artificial"[Mesh] OR intensive care[tiab] OR critical care[tiab] OR critically ill\*[tiab] OR ICU[tiab] OR artificial respirat\*[tiab] OR mechanically ventilated[tiab] OR mechanical ventilat\*[tiab]) AND ("Electric Stimulation Therapy"[Mesh] OR "Electroacupuncture"[Mesh] OR electrical stimulation[tiab] OR electric stimulation[tiab] OR electrostimulation[tiab] OR electro stimulation[tiab] OR neuromuscular electr\*[tiab] OR electrical muscle stimulation\*[tiab] OR acupoint electrical[tiab] OR electrical acupoint[tiab] OR electro acupoint[tiab] OR electroacupoint[tiab] OR electroacupunctur\*[tiab] OR electro acupunctur\*[tiab] OR acupoint stimulation\*[tiab]) |
| CINAHL | (“intensive care unit” OR “icu” OR “critical care” OR “critical care unit”) AND (“electrical stimulation” OR “functional electrical stimulation” OR “neuromuscular electrical stimulation” OR “fes” OR “nmes”) |
| Cochrane library | “Electrical stimulation” AND “intensive care unit” |

## Afbeelding met tekst Automatisch gegenereerde beschrijvingBijlage 2: PEDro-scale

## Bijlage 3: methodologische kwaliteit per studie

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | **11** | **Score** |
| Dos Santos | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | **6** |
| Segers | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | **7** |
| Wollersheim | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **4** |
| Silva | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | **8** |
| Dall’ Acqua | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **7** |
| Leite | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | **4** |
| Fossat | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | **7** |
| Nakamura | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **5** |
| Akar | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | **5** |
| Nakanishi | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | **6** |
| [Koutsioumpa](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Koutsioumpa+E&cauthor_id=30385541) | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | **4** |

## Bijlage 4: basis karakteristieken van de participanten per studie

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Studie (naam auteur/ publicatiedatum)** | **Studiegroep en aantal participanten** | **Leeftijd in jaren, gemiddelde** ± **SD** | **Geslacht, vrouw, N (%)** | **APACHE II, gemiddelde ± SD** | **SAPS II, gemiddelde** ± **SD** | **SOFA, gemiddelde ± SD** |
| **Segers (2021)** | NMES (47) | 60 ± 15 | 22 (47) | 26 ± 8 | - | - |
| **Wollersheim (2019)** | NMES (33) CG (17) | 54 (45-68) \*  45 (39-61) \* | 9 (27)  8 (47) | 24 (20-28) \*  26 (19-31) \*  *APACHE I* | 57 (44-65)  62 (43-68) | 12 (11-14) \*  14 (12-17) \* |
| **Silva (2019)** | NMES (30)  CG (30) | 30 (95% CI 27-33)  33 (95% CI 29-27) | 4 (13)  4 (13) | 11 (8-13) \*  11 (9-14) \* | 40 (30-48) \*  40 (32-47) \*  *SAPS III* | 5 (5-8) \*  6 (4-9) \* |
| **Dall’ Acqua (2017)** | NMES (11)  CG (14) | 56 ± 13  61 ± 15 | 4 (36)  5 (36) | 26 ± 5  29 ± 7 | - | - |
| **Leite (2018)** | NMES QG (24)  NMES DG (17)  CG (26) | 48.8 ± 19.69  41.3 ± 24.26  42.4 ± 12.74 | 6 (25)  2 (12)  6 (23) | 18.7 ± 4.01  17.9 ± 3.68  18.9 ± 1.93 | - | - |
| **Fossat (2018)** | EMS (158)  CG (154) | 65 ± 13  66 ± 15 | 55 (35)  56 (36) | -  - | 47 ± 19  46 ± 17 | 9 (6-12) \*  8.5 (6-12) \* |
| **Nakamura (2019)** | EMS (21)  CG (16) | 76.6 ± 11.0  74.6 ± 13.1 | 7 (33)  5 (31) | 22.8 ± 6.2  22.9 ± 3.9 | - | 8.6 ± 3.7  8.7 ± 2.8 |
| **Akar (2017)** | NMES + FT (10)  NMES (10)  FT (10) | 70 ± 12.28  62 ± 6.80  68 ± 17.77 | 6 (60)  4 (40)  5 (50) | - | - | - |
| **Nakanishi (2020)** | EMS (17)  CG (19) | 73 ± 3  66 ± 3 | 5 (29)  7 (37) | 25 (20-31) \*  22 (19-30) \* | - | 9 (6-12) \*  7 (5-10) \* |
| [**Koutsioumpa**](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=Koutsioumpa+E&cauthor_id=30385541) **(2018)** | TENMS (38)  CG (42) | 64 ± 12.4  66 ± 13.1 | 12 (32)  8 (19) | 17 ± 7.6  21 ± 7.9 | -  - | 8 ± 4.2  7 ± 4.1 |

*\*Mediaan (IQR)*

*Afkortingen:* ***SD:*** *standaarddeviatie,* ***APACHE II:*** *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II,* ***SAPS II:*** *Sequential Acute Physiology Score II****, SOFA:*** *Sequential Organ Failure Assessment,* ***IQR:*** *interkwartielafstand,* ***NMES:*** *neuromusculaire elektrostimulatie,* ***FT:*** *fysiotherapie,* ***CG:*** *controlegroep,* ***QG:*** *quadriceps groep,* ***DG:*** *diafragma groep,* ***EMS:*** *elektro musculaire stimulatie,* ***TENMS:*** *transcutane elektrische neuromusculaire stimulatie*