Extracorporale shockwave therapie bij hyperweerstand (spasticiteit) ten gevolge van een cerebro vasculair accident: systematische review

L. van Uijthoven-Disseldorp & A. de Haan – Lenferink, MSc

CONCEPT

Masterthesis Geriatric Physical Therapy (MGPT), Avans+ Breda

Begeleiders:

de Haan – Lenferink A., MSc

Janssen, T.W., MSc

Abstract Nederlands

INLEIDING: Spasticiteit – ook wel hyperweerstand - ontstaat bij 18-38% van de patiënten na een Cerebro Vasculair Accident en kent een negatieve invloed op de kwaliteit van leven. Directe kosten zijn bij hyperweerstand hoger. Extracorporale Shock Wave Therapie (ESWT) is een behandeling waarbij een mechanische drukgolf wordt toegediend aan spierweefsel. Deze review beoogt: 1) de effecten hiervan te beoordelen binnen de domeinen van International Classification of Functioning, Disability and Health, 2) de evidentie hiervan te beoordelen, 3) nagaan wat bekend is over duur van effect en bijwerkingen, 4) wat optimale parameters zijn, 5) aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

METHODE: Literatuuronderzoek werd verricht tot februari 2022 in de volgende databases: Pubmed, Cochrane, PEDro en Cinahl middels een Domein-Determinant-en-Outcome zoekstring. Selectie op basis van in- en exclusiecriteria en beoordeling op kwaliteit vond plaats door twee auteurs.

RESULTATEN: Van de 139 gevonden artikelen werden 15 Randomized-Controlled-Trials en 4 Clinical-Controlled-Trials geïncludeerd. De gemiddelde PEDro-score was 6,4. In totaal kregen 480 personen ESWT. Er zijn significante verbeteringen gevonden betreffende de Modified Ashworth Scale, Modified Tardieu Scale, range-of-motion van de enkel en pols, handknijpkracht en loopafstand op de zes minuten wandeltest. Daarnaast zijn significante verminderingen gevonden betreffende de pijnscore op de visueel analoge schaal, elektrische activiteit van spieren en hulpbehoevendheid. Effecten houden enkele weken aan en weinig bijwerkingen worden gerapporteerd.

CONCEPT

DISCUSSIE: Beperking van deze studie is dat mogelijk artikelen gemist zijn door de zoekopdracht en er niet op kwaliteit is geëxcludeerd. Effecten op langere termijn, optimale parameters en aantal sessies zijn onduidelijk.

CONCLUSIE: ESWT is effectief om hyperweerstand na een Cerebro Vasculair Accident te verminderen met positieve effecten op verschillende International Classification of Functioning, Disability and Health domeinen.

IMPACT STATEMENT: Met ESWT kan de geriatrie fysiotherapeut patiënten met hyperweerstand beter behandelen. Mogelijk kan zelfs verschuiving van behandeling door andere medische disciplines, richting de geriatrie fysiotherapeut plaatsvinden.

CONCEPT

Abstract Engels

INTRODUCTION: Spasticity – also called hyper-resistance - develops in 18-38% of patients after stroke and has a negative impact on the quality of life. Direct costs are higher among patients with hyper-resistance. Extracorporale Shockwave Therapie (ESWT) is a treatment that involves delivery of shockwaves to muscle tissue. This review aims to: 1) assess effects of ESWT in patients with hyper-resistance after stroke concerning the International Classification of Functioning, Disability and Health domains, 2) value the evidence, 3) investigate effect duration and side-effects, 4) search for optimal ESWT-parameters, 5) recommendations for further research.

METHOD: Literature search was performed up to February 2022 in the databases: Pubmed, Cochrane, PEDro and Cinahl using a Domain-Determinant-and-outcome-search-string. Selection, based on inclusion and exclusion criteria, and assessment for quality, was done by two authors.

RESULTS: Of the 139 articles found, 15 Randomized-Controlled-Trials and 4 Clinical-Controlled-Trials were included. The mean PEDro-score was 6,4. In total 480 people received ESWT. Significant effects were found on the Modified Ashworth Scale, Modified Tardieu Scale, ankle and wrist range-of-motion, hand grip strength, and walking distance on the six-minute walk test. In addition, significant reduction was found on pain in the visual-analog scale, electrical activity of muscles and the need for assistance in daily life activities. Effects lasts for several weeks, minimum side-effects were reported.

DISCUSSION: Limitation of this study is that articles may have been missed by search design and no studies were excluded on basis of quality. Long term effect, optimal parameters and best number of sessions remain unclear.

CONCEPT

CONCLUSION: ESWT is an effective treatment to reduce hyper-resistance with positive effects on several International Classification of Functioning, Disability and Health domains.

IMPACT STATEMENT: Using ESWT the geriatric physiotherapist can better treat patiënts with hyper-resistance. Maybe it is possible to shift treatment from other medical disciplines to the geriatric physiotherapist.

CONCEPT

Inleiding

Beroerte ofwel Cerebro Vasculair Accident (CVA) is de belangrijkste oorzaak van invaliditeit bij volwassenen in de Europese Unie. Jaarlijks krijgen ongeveer 1,1 miljoen inwoners van Europa een CVA.[1] Spasticiteit ontstaat bij 18-38% van de patiënten na een CVA.[2] Spasticiteit beïnvloedt beweging en kan spierpijn, gewrichtsstijfheid en functieverlies veroorzaken.[3] Het belemmert patiënten in hun dagelijkse activiteiten, sociale participatie en beïnvloedt de kwaliteit van leven negatief.[2] De meeste patiënten zijn niet in staat om op pre-morbide niveau te participeren op de arbeidsmarkt.[3] De directe kosten in het eerste jaar na een CVA zijn bij patiënten met een spasticiteit vier keer hoger dan bij patiënten zonder spasticiteit.[4] Behandelingen om spasticiteit te verminderen lijken dus wenselijk.[3]

In de literatuur wordt spasticiteit niet éénduidig gedefinieerd. Definities die vaak worden gebruikt zijn van Lance en Pandyan. Lance beschrijft spasticiteit als een fenomeen waarbij een gewricht van een patiënt met een “Upper-Motor-Neuron” laesie wordt gebogen of passief gestrekt met meerdere snelheden. Hogere snelheidsrek geeft een grotere elektrische spieractiviteit.[5]

Pandyan beschrijft spasme als een “gestoorde sensomotorische controle als gevolg van een laesie van de bovenste motorneuronen, die zich presenteert als intermitterende of aanhoudende onvrijwillige activering van spieren als gevolg van het Upper-Motor-Neuron-Syndrome”.[5]

Sinds 2017 is er Europese consensus bereikt over eenduidige terminologie en metingen aangaande pathofysiologische neuromusculaire respons op passieve spierrek. Hyperweerstand moet worden gebruikt om het fenomeen van een gestoorde neuromusculaire respons tijdens passieve rek te beschrijven, in plaats van

CONCEPT

bijvoorbeeld “spasticiteit” of “hypertonie”.[6] Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen neurale en niet-neurale bijdragen. Neurale bijdragen betreffen veranderingen in het zenuwstelsel, bijvoorbeeld: snelheidsafhankelijke rekhyperreflexie en niet-snelheidsafhankelijke onvrijwillige achtergrondactivering. Niet-neurale bijdragen omvatten veranderingen in het perifere weefsel, bijvoorbeeld: verandering van elasticiteit en viscositeit van de spier, en spierverkorting.[6]

In deze review wordt conform de Europese consensus de term hyperweerstand gebruikt om een gestoorde neuromusculaire respons aan te duiden.

Therapeutische interventies om de weerstand tegen passief bewegen te verbeteren zijn onder andere 1) farmacologische therapie, 2) fysiotherapie (elektrostimulatie, thermotherapie, oefentherapie), 3) ergotherapie, 4) botulinetoxine injecties, 5) chemische neurolyse, en 6) selectieve neurotomie.[3] Recent is aangetoond dat Extracorporale Shock Wave Therapie (ESWT) klachten door hyperweerstand bij een spastische cerebrale parese kan verminderen.[7,8] Het is nog onduidelijk wat de effecten zijn bij hyperweerstand na een CVA.

ESWT is een niet-invasieve behandeling. Er wordt een mechanische drukgolf – ofwel sonische puls – toegediend aan het weefsel. Deze schokgolf heeft bepaalde fysieke kenmerken. Aanvankelijk is er een hoge piekdruk in een korte tijd, in sommige gevallen wel meer dan 100 Megapascal binnen minder dan 10 nanoseconden. Dit wordt gevolgd door een lagere druk van iets langere duur, bijvoorbeeld 10 Megapascal voor de duur van 10 microseconden. De frequentie van de drukgolf ligt tussen de 4 en 20 Hz.[9] De intensiteit van de drukgolf word uitgedrukt in bar, Megapascal of in millijoule per vierkante millimeter (mJ/mm^2). ESWT is in te delen in twee soorten: gefocusseerde en radiale ESWT. De golven van de gefocusseerde ESWT worden gegenereerd aan de sonde van het apparaat en convergeren naar het

CONCEPT

doelgebied. De golven komen gerichter aan in het diepere weefsel. Bij radiale ESWT wordt de maximale energie van de golf pas ontwikkeld aan de sondepunt. Deze golf wordt radiaal verdeeld over het oppervlakkige weefsel en komt minder diep.[10]

ESWT veroorzaakt voorbijgaande disfunctie van de transmissie van acetylcholine in de neuro-musculaire-overgang. Uit onderzoek bij ratten[11,12] blijkt dat er een tijdelijke destructie van de motorische eindplaatjes ontstaat aan de musculaire zijde van de neuro-musculaire-overgang. Dit leidt tot degeneratie van de acetylcholine receptoren. De actiepotentiaalamplitude aan de behandelde spiergroepen blijft tot 8 weken nadien significant kleiner.

Ook bij mensen treedt na ESWT een disfunctie van zenuwgeleiding op. In 2020 verscheen een case-report[3] over een patiënt, waarbij uit het elektromyogram blijkt dat de neuromusculaire transmissie op post-synaptisch niveau wijzigt. ESWT heeft ook invloed op niet-neurale bijdragen van hyperweerstand, zoals vermindering van fibrosering van spierweefsel.[13]

Door vermindering van hyperweerstand kan mogelijk de kwaliteit van leven toenemen en de directe kosten afnemen. Er is onduidelijk wat de effecten van de ESWT behandeling zijn binnen de verschillende domeinen van de International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Er is op dit moment geen duidelijke plaatsbepaling van ESWT bij patiënten met hyperweerstand ten gevolge van een CVA. Ook is ESWT in de diverse Nederlandse richtlijnen omtrent hyperweestand nog onbesproken.

Bovenstaande onderschrijft de behoefte aan een overzicht van de huidige evidentie, alsmede een plaatsbepaling binnen het fysiotherapeutisch behandelspectrum van de behandeling met ESWT bij patiënten met hyperweerstand ten gevolge van een CVA.

CONCEPT

De geriatrie fysiotherapeut kan door toevoeging van ESWT aan het behandelspectrum mogelijk een prominentere rol gaan spelen in de behandeling van deze groep patiënten.

Het doel van deze review is een antwoord te verkrijgen op de volgende vragen: 1) Wat is er vanuit de meest recente wetenschappelijke onderzoeken bekend over de effecten van ESWT op uitkomstmaten binnen de domeinen van de ICF? 2) Wat is de waarde van deze evidentie conform de Evidence Based Richtlijn Ontwikkeling van het kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg (EBRO/CBO[14])? 3) Wat is er bekend over de duur van de effecten, de bijwerkingen of nadelige gevolgen? 4) Wat zijn de optimale behandelparameters? 5) Wat zijn aanbevelingen voor toekomstig onderzoek?

CONCEPT

Methode

Onderzoeksdesign en populatie

Het doel van deze systematische review is om effecten – gecategoriseerd binnen de domeinen van de ICF – van ESWT te beschrijven bij patiënten met hyperweerstand na een CVA. De eerste auteur zal zich hierop richten alsmede op de duur van het effect, behandelparameters en eventueel nadelige effecten van ESWT. De analyse wordt verricht conform de richtlijn van de Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).[15] Deze systematisch review volgt de auteursrichtlijnen van Physical Therapy Journal .[16] Er is geen aanvraag bij een medisch ethische commissie (METC) nodig voor een systematische review.

Bronnen en zoekopdrachten

Het literatuuronderzoek vond plaats in de volgende databases: Pubmed, Cochrane, PEDro en Cinahl middels een Domein-Determinant-en-Outcome (DDO) zoekstring. De zoekstring bevatte als domein ouderen met CVA, als determinant ESWT, en als outcome ten minste één item dat valt onder de ICF domeinen zoals lichaamsfunctie, activiteiten, participatie en persoonlijke- en omgevingsfactoren. Om een zo breed mogelijk overzicht van de ICF-domeinen te krijgen, is geen gebruik gemaakt van een Patiënt-Intervention-Comparison-Outcome (PICO) analyse.

Het literatuuronderzoek werd verricht door de eerste auteur (LvUD) en vond plaats tot februari 2022. Er werd gezocht in de Engelse taal. Er werd gebruik gemaakt van Medical Subject Headings (Mesh) termen, vrije zoektermen en hun synoniemen, waaronder onder andere: *“Shock-Wave-Therapy”, “Spasticity”, “Abnormal-reflex”, “Spasms”, “Clonus”, “Range-of-motion”, “Muscle-weakness”, “Fatigue”, “Dystonie”, “Myalgia”, “Contracture”, “Quality-of-life”, “Social-problems”, “Social-participation”,*

CONCEPT

"International-classification-of-functioning-disability-and-health". De gehele zoekstring is te vinden in de Bijlage 1.

Studieselectie

De gevonden artikelen werden door de eerste auteur gescreend op de titel en abstract. Exclusie volgde als reeds duidelijk bleek dat er sprake was van een exclusiecriterium. De abstracts van de overgebleven artikelen werden door de eerste en de tweede auteur (AdHL) onafhankelijk van elkaar doorgenomen op in- en exclusiecriteria. Artikelen die niet voldeden aan de inclusiecriteria werden geëxcludeerd. Verschil in mening werd bediscussieerd tot er consensus bereikt was. De vervolgens geselecteerde artikelen werden allen "full-tekst" gelezen door beide auteurs. Van deze artikelen én van de geëxcludeerde reviews controleerde de eerste auteur de referentielijsten, om mogelijk relevante artikelen te vinden die niet uit de zoektocht naar voren kwamen.

Artikelen werden geïncludeerd als: 1) het onderzoek gedaan was bij patiënten na een CVA; 2) ESWT werd ingezet om hyperweerstand te behandelen; 3) er minstens één uitkomstmaat was conform een ICF-domein (lichaamsfuncties, activiteiten en participatie, persoonlijke factoren of omgevingsfactoren); 4) de taal van publicatie Engels was.

Exclusie volgde als er: 1) naast ESWT sprake was van een invasieve behandeling; 2) onderzoek werd verricht op andere pathologie dan CVA; 3) bij Randomized Clinical Trials (RCTs) geen controlegroep was of de controlegroep andere therapie kreeg dan conventionele therapie, placebotherapie of geen therapie; 5) bij Clinical Control Trails (CCTs) geen controle meetmoment was bij de onderzoeksgroep; 6) bij een systematic review de kwaliteitsbeoordeling conform de EBRO/CBO minder was dan A1.

CONCEPT

Gegevensextractie

Gegevensextractie werd gedaan door de eerste auteur en later gecontroleerd door de tweede auteur. Details over de populatie zoals aantal proefpersonen, leeftijd, geslacht en pathologie werden geregistreerd. Significante resultaten van de behandelingen werden gecategoriseerd conform de ICF-domeinen. De duur van het effect, behandelparameters en eventuele nadelige effecten van ESWT werden geregistreerd.

Kwaliteitsbeoordeling

Geselecteerde artikelen werden door de eerste en tweede auteur onafhankelijk van elkaar beoordeeld op methodologische kwaliteit. Gekeken werd naar de volgende studiekarakteristieken: studieontwerp, beschikbare deelnemersinformatie, beschrijving van de interventies en de gerapporteerde uitkomsten. Om de methodologische kwaliteit te beoordelen gebruikten de auteurs de Physiotherapy Evidence Database (PEDro) score.[17] Een slechte kwaliteit komt overeen met een PEDro-score van 0 tot 3, een redelijke kwaliteit met een score van 4 tot 5, een goede kwaliteit met een score van 6 tot 8, en een zeer goede kwaliteit komt overeen met een score van 9 tot 10. Hierna beoordeelden beide auteurs de mate van het bewijsniveau conform de EBRO/CBO.[14] Niveau A2 indiceert een gerandomiseerd onderzoek van goede kwaliteit en voldoende omvang. Niveau B indiceert een vergelijkend onderzoek met niet alle kenmerken van niveau A2.

Beoordeling hyperweerstand

Hyperweerstand is een relatief nieuwe term. Internationaal wordt nog steeds de term spasticiteit gebruikt en is de Modified-Ashworth-Scale (MAS) het meest gebruikte meetinstrument om een uitspraak te doen over spasticiteit.[18] De onderzoeker scoort hierbij de waargenomen weerstand tijdens het passief bewegen op een ordinale

CONCEPT

schaal van nul tot vier. Betrouwbaarheid en validiteit van de MAS zijn in meerdere onderzoeken aangetoond.[18–20] De MAS is echter niet geheel valide en betrouwbaar voor het meten hyperweerstand of spasticiteit, omdat de snelheidsafhankelijke component niet meegenomen wordt.[21,22] Daarbij is de waargenomen weerstand een optelsom van niet-neurale en neurale bijdragen,[18] die niet van elkaar te scheiden zijn met de MAS.[6] In dit onderzoek wordt de term hyperweerstand gebruikt daar waar de oorspronkelijke artikelen de term spasticiteit gebruiken, en de uitslagen van de MAS dienen betrokken te worden tot de lichaamsstoornis “weerstand tegen passief bewegen” en niet voor het effect op spasticiteit.

CONCEPT

Resultaten

Het Prisma[15] diagram laat een samenvatting zien van het literatuuronderzoek. Van de 139 gevonden artikelen werden er 100 op basis van de titel en abstract geëxcludeerd. Van de 39 overgebleven artikelen werden vijftien RCTs en vier CCTs geïncludeerd. De overige artikelen voldeden niet aan de inclusiecriteria of bevatten exclusiecriteria.

Hier figuur 1.

Van de geïncludeerde studies is de beoordeling van de kwaliteit te vinden in Tabel 1. De PEDro-score was bij één RCT[23] slecht, en bij vier CCTs[24–27] en twee RCTs[28,29] redelijk. Acht RCTs[30–37] scoorden goed en vier RCTs[38–41] scoorden zeer goed. De gemiddelde PEDro-score van alle geïncludeerde artikelen was 6,4. Dit indiceert een gemiddeld tot goede kwaliteit. De beoordeling van de mate van het bewijsniveau conform de EBRO/CBO gaf vier studies het niveau A2[38–41], en vijftien studies het niveau B[23–37].

In totaal ontvingen 480 van de 811 personen ESWT. Een overzicht van geïncludeerde studies met persoonskenmerken van de deelnemers, de soort interventies, de behandelde spier(-groep), de uitkomstmaten en de follow-up momenten is te vinden in Tabel 2. Tabel 3 laat per studie de behandelparameters van de ESWT-behandeling en de behandeltijd zien. De significante uitkomsten van de onderzoeken, duur van het effect en de bijwerkingen zijn vermeld in Tabel 4.

De duur van klachten werd onderverdeeld in vroege fase (tussen 24 uur en 3 maanden), revalidatie fase (tussen 3 en 6 maanden) en chronische fase (langer dan 6 maanden). Vijf studies[26,33,35,38,41] includeerden patiënten uit alle fasen en twaalf studies[23–25,27,28,30–32,34,37,39,40] includeerden alleen patiënten in de chronische fase.

CONCEPT

Eén studie[36] includeerde de vroege fase en de revalidatie fase, en één studie[29] includeerde de revalidatiefase en de chronische fase.

Vijf studies[26,27,35,39,41] onderzochten de onderste extremiteit, dertien studies[23–25,28–34,36,38,40] de bovenste extremiteit en één studie beide.[37]

Twaalf studies[24–27,29–31,34,37,39–41] maakten gebruik van een controlegroep met placebobehandeling. Slechts één studie[41] vergeleek drie groepen: een groep met ESWT, een groep met placebobehandeling en een controlegroep met conventionele therapie.

Onderstaand worden de uitkomsten besproken aan de hand van de ICF-domeinen. Duur van het effect, bijwerkingen en behandelparameters van ESWT worden erna besproken.

Lichaamsfuncties

Weerstand tegen passief bewegen

Modified Ashworth Scale

De MAS wordt in zestien studies gebruikt om de mate van weerstand tegen passief bewegen uit te drukken. Drie CCTs[24–26] en twee RCTs[28,29] van redelijke kwaliteit, zeven RCTs[30–33,35–37] van goede kwaliteit en vier RCTs[38–41] van zeer goede kwaliteit concluderen dat de MAS significante afname laat zien na ESWT. Eén studie[32] vond beter effect bij ESWT op de agonist in plaats van op de antagonist.

Modified-Tardieu-schaal (MTS)

Twee RCTs van goede[33,37] en twee RCTs van zeer goede[39,41] kwaliteit gebruikten de MTS om de weerstand tegen passief bewegen te kwantificeren. Hierbij wordt de reactie van de spier op verschillende reksnelheden beoordeeld alsmede de hoek van

CONCEPT

het gewricht waarbij de hyperweerstand optreedt. Men vond een significante verbetering in het voordeel van ESWT ten opzichte van drie placebo groepen en twee groepen met conventionele therapie.

Range-of-motion (ROM)

Vier RCTs[29,35,39,41] en drie CCTs[25–27] onderzochten de ROM. Eén RCT[29] en drie CCTs[25–27] van redelijke kwaliteit, één RCT[35] van goede kwaliteit en twee RCTs van zeer goede kwaliteit [34,402824,26] vonden – gebruik makend van een (digitale)[25,27,29] goniometer[35] – een significante toename in dorsaalflexie van de enkel-[27,35,41] en polsextensie.[25,29]

Handknijpkracht

Eén studie[30] van goede kwaliteit onderzocht de handknijpkracht en vond na behandeling met ESWT een significante toename.

Visuele-Analoge-Schaal (VAS)

Drie RCTs waarvan één met redelijke[29] en twee met goede[33,35] kwaliteit, onderzochten de pijnscore met de VAS. Allen vonden een significante vermindering van de pijnscore. De VAS-score nam met meer dan 30% af.

Spiereigenschappen

Om spiereigenschappen waaronder spierspanning en -stijfheid te meten werd er door verschillende studies gebruik gemaakt van de MyotonPRO, elektromyogram, neuroflexor, een isokinetische dynamometer en ultrasonografische beoordelingen.

Van de zes studies die het elektromyogram[24,25,27,30,31,36] gebruikten vonden twee RCTs[31,36] van goede kwaliteit een significante afname in elektrische activiteit van de spieren. Twee CCTs[24,27] van redelijke kwaliteit beschreven een significante afname

CONCEPT

van de H/M-ratio op het elektromyogram. Dit is een maat voor de prikkelbaarheid van de alpha-motorneuronen. Bij één RCT[39] van zeer goede kwaliteit liet ultrasonografische beoordeling een significante afname van de achillespeeslengte zien en een toename van de lengte van de spierbundel. Dit geeft een afname van de pennatiehoek: de hoek die de spiervezels maken met hun werk-as.

Eén RCT[34] van goede en één RCT[38] van zeer goede kwaliteit constateerden met de MyotonPRO een significante afname van spierspanning, -stijfheid en verbetering van de elasticiteit na ESWT. Eén CCT[26] van redelijke kwaliteit gebruikte de isokinetische dynamometer en vond een significante vermindering van de Peak-Eccentric-Torgue (PET) en de Torque-Threshold-Angle (TTA). Deze testen beoordelen de koppel, ofwel de kracht, die op een gewricht inwerkt.

Activiteiten en participatie

Fugl-Meyer

Zeven RCTs waarvan één van slechte[23], drie van goede[32,33,36] en drie van zeer goede[38–40] kwaliteit gebruikten de Fugl-Meyer om de mate van functiebeperkingen in te kaderen en lieten allen een significante vooruitgang zien na ESWT.

Wandeltesten van 3, 6 en 10 meter

Eén CCT[27] van redelijke kwaliteit, één RCT[35] van goede en één RCT[41] van zeer goede kwaliteit, vonden allen een significante toename van de loopafstand bij uitvoering van de wandeltesten.

Lower extremety functional score

CONCEPT

Eén RCT[35] van goede kwaliteit gebruikte de Lower extremety functional score en vond een significant hogere score en dus een betere functie van de onderste extremiteiten na behandeling met ESWT.

Modified-Barthel-index

Eén RCT[36] van goede en één RCT[41] van zeer goede kwaliteit gebruikten de Modified-Barthel-index om de mate van benodigde hulp in het Algemeen Dagelijks Leven (ADL) te meten en vonden beide een significante verbetering in het voordeel van ESWT.

Persoonlijke en omgevingsfactoren

Geen van de geïncludeerde studies gaf informatie over invloed op persoonlijke en omgevingsfactoren van het ADL.

Duur van het effect

De beoordeling hiervan hangt af van de gekozen follow-up momenten. Eén CCT[25] van redelijke kwaliteit, één RCT[33] van goede en twee RCTs [39,41] van zeer goede kwaliteit, vermeldden na vier weken een significant effect op de volgende punten: weerstand tegen passief bewegen[25,33,39,41], verminderde pijnklachten[33], verbeterde ROM[25,41], vergrote “angle-of-catch”[33], vooruitgang op de zes minuten wandeltest[41], op ultrasoon onderzoek een kortere peeslengte, langere spierbuik, dunnere spierdikte en kleinere pennatiehoek van de kuitspier[39], minder hulpbehoevend bij het ADL en een afname van beperking in functioneren.[39,41] Eén CCT[24] van redelijke kwaliteit beschrijft na vijf weken een significant effect in de weerstand tegen passief bewegen en de H/M-ratio. Een andere RCT[40] van zeer goede kwaliteit vond acht weken na één ESWT-behandeling significante vermindering van de weerstand tegen passief bewegen van de pols en een verbeterde handfunctie. Na negen weken

CONCEPT

spreekt een RCT van goede kwaliteit[35] van een significant effect op de weerstand tegen passief bewegen, vermindering van pijn, verbeterde bewegingsuitslag en functionaliteit van de onderste extremiteiten.

Na twaalf weken beschrijft een CCT[25] van matige kwaliteit over een significante vermindering van de weerstand tegen passief bewegen van de vingerflexoren. De eerder genoemde RCT[40] van zeer goede kwaliteit, vond na drie ESWT behandelingen bij de follow-up na twaalf weken een significante vermindering van de weerstand tegen passief bewegen en verbetering van de handfunctie.

Eén RCT[32] van goede kwaliteit vond bij de follow-up na twaalf maanden een significant verschil van de weerstand tegen passief bewegen en een vermindering van beperkingen in functie tussen de ESWT-groep en de controlegroep. Er waren geen studies met verdere follow-up.

Bijwerkingen

Een RCT[41] van zeer goede kwaliteit benoemt milde pijnklachten als bijwerking. Echter, één CCT[26] van matige kwaliteit, en drie RCTs van goede[30–32,40] en één van zeer goede[40] kwaliteit, rapporteren dat ESWT pijnloos is. Andere studies vermelden niets over bijwerkingen.

Parameters

De ESWT behandelingen van de studies hadden verschillende eigenschappen. Er waren verschillen in de fysieke kenmerken van de drukgolf, zoals radiaal of gefocusseerd. Deze verschillen worden deels verklaard door de aard en ligging van de behandelde spier(groep). Ook verschilde het aantal shocks per behandeling en de behandelduur.

CONCEPT

Elf van de geïncludeerde studies[23,24,29–31,33,36,38–41] maakten gebruik van radiale ESWT. Zeven studies hadden een totaal aantal van één[24,31,38–40], drie[40] of vier[30,41] ESWT behandelingen met een frequentie van ééns per week. Twee studies[29,33] gaven vijf ESWT behandelingen, met een frequentie van om de vier of om de zeven dagen. Eén studie[23] gaf zes ESWT behandelingen met een interval van eens per week. Eén studie[36] gaf twintig ESWT behandelingen met een frequentie van vijfmaal per week.

Het aantal shocks per behandeling varieerde tussen de 1500[23,24,29–31,38,40,41], 2000[39], 3200[29,30], 4000[23,40] en 6000[33]. De studies gebruikten verschillende intensiteiten: 1.2-1.4 bar[33],1.5 bar[24,38], 2.0 bar[41], 2.5 bar[29], 3.0 tot 3.5 bar[23,38,40], [23,40] en 0.030mJ/mm2[24,30,31], 0.038mJ/mm2[38], 0.06-0.07mJ/mm2[33], 0.1mJ/mm2[39], 0.11mJ/mm2[36] en 0.23mJ/mm2[29]. De frequentie van de golf varieerde van 4Hz[36,38,39], 5Hz[23,31,40], 8Hz[29], 10Hz[41] tot 18Hz[33].

Acht studies gebruikte gefocusseerde ESWT[25–28,32,34,35,37]. Het aantal behandelingen met ESWT varieerde van één[25], drie[26,28,35,37] tot zes[27] sessies met een interval van eens per week. Eén RCT[34] gaf zestien behandelingen met een interval van twee sessies per week. Eén RCT[32] gaf twintig behandelingen met een frequentie van vijfmaal per week.

Het aantal shocks per behandeling varieerde tussen de 1200[28] , 1500[25–27,34,35,37], 2000[32] en 3200[34]. De studies gebruiken verschillende intensiteiten: 1.5bar[35], 2.0-3.0bar[32 25,27,343631] en 0.030mJ/mm2[25,34], 0.068-0.093mJ/mm2[37], 0.089mJ/mm2[26], 0.1 mJ/mm2[35] en 0.12mJ/mm2[28]. De frequentie van de golf varieerde van 4Hz[26,28,35], 5Hz[37] tot 8Hz[32]

CONCEPT

Mate van bewijsniveau conform EBRO/CBO

Het is aangetoond dat ESWT de weerstand tegen passief bewegen verminderd[24–26,28–33,35–41] en dat de mate van beperkingen in functie wordt verminderd[23,27,32,33,36,38–40].

Aannemelijk is dat het bewegingsbereik van pols en enkel verbeteren na ESWT[25,27,29,35,41], de pijn gemeten op de VAS-schaal afneemt[29,33,35], het looptempo verbetert[27,35,41] en de benodigde hulp in het ADL gemeten met de Modified-Barthel-index afneemt.[28,41].

Voorts is ook aannemelijk dat de MTS-scores[33,37,41] toenemen na ESWT. Dit ondersteunt de afname van de weerstand bij passief bewegen.

Tot slot is aannemelijk dat de werking van ESWT ten minste vier weken aanhoudt[25,32,33,35,39–41] en dat de behandeling geen tot weinig bijwerkingen kent.[23,26,30–32,40,41]

CONCEPT

Discussie

Het doel van deze studie is de effecten van ESWT bij patiënten met hyperweerstand ten gevolge van een CVA te beschrijven op de domeinen van de ICF. De resultaten tonen aan dat de weerstand tegen passief bewegen vermindert, maken aannemelijk dat pijnklachten afnemen, de ROM van de pols en de enkel toeneemt, het looptempo verbetert, en beperkingen en hulpbehoevendheid bij het ADL afnemen. Aannemelijk is dat effecten enkele weken aanhouden, en weinig bijwerkingen worden gerapporteerd. Het is voorstelbaar dat door ESWT de directe kosten na een CVA afnemen en mogelijk dat zelfs de druk op de zorg afneemt omdat patiënten meer zelfredzaam worden.

Er zijn meerdere (systematische) reviews gevonden over de effecten van ESWT bij hyperweerstand[42–48]. Veelal betrof het onderzoek bij een ander onderliggend ziektebeeld, zoals bijvoorbeeld multiple sclerose of cerebral palsy. Of includeerde men studies waarbij ESWT werd gecombineerd met andere behandelingen zoals bijvoorbeeld botulinetoxine injecties. De uitkomsten werden niet beschreven op de ICF-domeinen en veelal was de maximale follow-up duur vier weken. Echter zijn de gevonden resultaten wel vergelijkbaar met de resultaten van deze studie op het gebied van verminderen van de weerstand tegen passief bewegen[42–47], het verbeteren van de ROM[45,46], het verminderen van pijnklachten[46,48], het verbeteren van het motorische functioneren[42,45,48], en het verbeteren van de functionele onafhankelijkheid[48]. Voorts wordt ook gevonden dat het effect minimaal 4 weken[44,46] aanhoudt en weinig bijwerkingen beschreven.[42–47]

Van de artikelen uit onze studie hebben negen studies een follow-up moment direct tot één week na laatste ESWT[23,27,29–31,34,36–38]. Deze studies kunnen geen uitspraak

CONCEPT

448 doen over een effect op langere termijn. Slechts drie studies[26,32,40] met in totaal 102
449 patiënten, hebben een follow-up duur van twaalf weken of langer. Hoewel zij een
450 aanhoudend significant effect aantonen, is vanwege het summiere aantal geen
451 zekere uitspraak te doen over het lange termijn effect. Opvallend hierbij is dat het
452 effect op de zenuwgeleiding van voorbijgaande aard is en circa acht weken
453 aanhoudt[11,12]. De vraag dient zich aan hoe het kan dat bovengenoemde studies een
454 langer aanhoudend effect vinden. Wellicht spelen niet-neurale bijdrage een rol.

455 Vier studies[24,31,38,39] onderzochten de effecten van één enkele sessie. Eén andere
456 studie[40] vergeleek één enkele sessie met drie sessies. Tot zestien weken was er een
457 significant verschil in MAS en Fugl-Meyer tussen de interventiegroepen en de
458 controlegroep, maar er was ook een significant verschil tussen de interventiegroepen
459 in het nadeel van de groep met één sessie. Hieruit kan mogelijk afgeleid worden dat
460 meerdere sessies op de lange termijn gunstiger zijn. Nader onderzoek moet hierover
461 uitsluitsel geven.

462 De MAS is het meest gebruikte meetinstrument, maar er is een risico dat niet alle
463 items van de hyperweerstand gemeten worden. Tien studies[24–27,30,31,34,36,38,39]
464 maakten gebruik van technische meetinstrumenten om een uitspraak te doen over
465 hyperweerstand. Dit meet mogelijk vollediger, maar vergt meer tijd, is duurder en
466 minder gemakkelijk beschikbaar.

467 Geen van de geïncludeerde studies waarin de MAS en MTS werd gebruikt,
468 benoemde een minimaal klinisch relevant verschil. Dat blijft vooralsnog voor
469 hyperweerstand onduidelijk. De pijnscore op de VAS neemt met meer dan 30% af,
470 wat een klinisch relevante verbetering betekent.[49] De klinische relevantie is belangrijk
471 om inzichtelijk te maken of de patiënt zelf wat merkt van de behandeling en helpt ook

CONCEPT

om de behandeling te positioneren binnen de ICF-domeinen. Verder onderzoek dient zich absoluut op klinische relevantie te richten.

Hoewel één RCT[41] milde pijn als bijwerking noemt, blijven in de meeste studies bijwerkingen onbesproken. Dit is een mogelijke rapportage-bias: Patiënten hebben mogelijk ongemakken ervaren waar niet naar gevraagd is. Ook lange termijn bijwerkingen zijn onbesproken. Verder onderzoek dient zich hierop te richten.

De geïncludeerde studies werden gedaan in verschillende werelddelen bij patiënten met verschillende etniciteit en verschillende normen van neurorevalidatie. Hoewel meegenomen in de PEDRO-analyse, is de externe validiteit van de studies niet verder onderzocht. De meeste studies waren monocentrisch en hadden een kleine steekproef. [23,28,29,32,33,35–41] Dit kan een vertekend beeld geven van de resultaten. Ook waren de onderzochte spiergroepen niet homogeen: er waren studies naar bovenste[23–25,28–34,36–38,40] en onderste extremiteiten[26,27,35,37,39,41]. Dit alles kan de generaliseerbaarheid van de resultaten beïnvloeden.

Beperkingen van onze studie zijn onder andere dat alleen Engels geschreven artikelen zijn geïncludeerd en dat onderzoeken zonder controlegroep – of een controlegroep anders dan placebo-, conventionele- of geen behandeling – werden geëxcludeerd. Deze keuze is gemaakt om “confounders” zoveel mogelijk uit te sluiten. Hierdoor kunnen echter artikelen gemist zijn met informatie over de onderzoeksvraag. Er kwam één studie[50] naar voren die hoge en lage intensiteit van de mechanische drukgolf met elkaar vergeleek. Dit onderzoek werd geëxcludeerd omdat beide groepen ESWT kregen, maar had wellicht wel zinvolle informatie kunnen geven over de behandelparameters. Hetzelfde geldt voor een studie[10] die gefocusseerde en radiale ESWT met elkaar vergeleek. Er is één studie[23] geïncludeerd waarbij ook infraroodtherapie werd gebruikt. Omdat het in alle groepen

CONCEPT

gebruikt werd, hebben de auteurs consensus bereikt de studie te includeren. Het effect van ESWT kan echter worden overschat door de combinatie met infraroodtherapie. Een verdere beperking is dat er geen RCTs of CCTs zijn geëxcludeerd op basis van hun kwaliteit. Daardoor is één RCT[23] met een slechte PEDro-score geïncludeerd.

De gevonden artikelen in deze systematische review zijn door twee auteurs onafhankelijk beoordeeld op kwaliteit: dit maakt deze review methodologisch sterker. Slechts één geïncludeerde studie had een lagere PEDro-score. Twaalf studies waren methodologisch van goede kwaliteit[30–36,38–41], waarvan er vier[38–41] van zeer goede kwaliteit waren. Twaalf studies[24–27,29–31,34,37,39–411] maakten gebruik van een placebogroep. Eén studie[41] had naast placebo ook een controlegroep die conventioneel werd behandeld.

Er is geen duidelijkheid over de ideale parameters van de mechanische drukgolf en de frequentie van ESWT. De gevonden studies vinden een verschillende – en soms tegenstrijdige – duur van effect. Pas als dit duidelijker is, kan men overwegen met welke tussenpozen ESWT-behandeling gegeven kan worden. Dit dient verder onderzocht te worden alvorens behandelprotocollen en -richtlijnen kunnen worden opgesteld.

De fysiotherapeut is qua anatomische en fysiologische kennis bij uitstek de professional die de symptomen van hyperweerstand kan herkennen en ESWT kan toepassen. Naast aanschaf en onderhoud van de apparatuur zijn er geen extra kosten. Dit maakt ESWT gemakkelijk kosteneffectief.

CONCEPT

Conclusie

ESWT is een effectieve, veilige, en niet-invasieve manier om hyperweerstand na een CVA te verminderen en bewegingsbereik en -functie te verbeteren. Binnen het ICF-domein “lichaamsfuncties” is aangetoond dat ESWT de weerstand tegen passief bewegen vermindert, is het aannemelijk dat de pijnklachten afnemen en de ROM van de pols en de enkel toenemen. Binnen het ICF-domein “activiteiten en participatie” is aannemelijk is dat het looptempo verbetert, de beperkingen in het functioneren afnemen, en de hulpbehoevendheid bij het ADL afneemt. Het is aannemelijk dat de effecten enkele weken aanhouden en er weinig tot geen bijwerkingen zijn.

De geriatrie fysiotherapeut kan door inzet van ESWT een centralere rol gaan spelen in de behandeling van patiënten met hyperweerstand na een CVA. Mogelijk kan er zelfs een verschuiving van de behandeling van andere disciplines naar de geriatrie fysiotherapeut plaatsvinden.

Vervolgonderzoek is nodig alvorens er een behandelprotocol of -richtlijn kan worden opgesteld. Dit onderzoek dient zich te richten op de klinische relevantie, de ideale parameters van de mechanische drukgolf, de frequentie en duur van het effect. Bij voorkeur dient dit per extremiteit of spier(groep) te worden onderzocht. Ook dient er aandacht te zijn voor bijwerkingen en effecten op de lange termijn.

CONCEPT

Conflict of interest statement

De auteurs kregen geen financiële steun voor dit onderzoek en verklaren dat er geen belangenverstrengelingen is.

CONCEPT

Referenties

1. Wafa HA, Wolfe CDA, Emmett E, Roth GA, Johnson CO, Wang Y. Burden of stroke in Europe: thirty-year projections of incidence, prevalence, deaths, and disability-adjusted life years. *Stroke*. 2020;51(8):2418-2427. doi:10.1161/STROKEAHA.120.029606

2. Hara T, Momosaki R, Niimi M, Yamada N, Hara H, Abo M. Botulinum toxin therapy combined with rehabilitation for stroke: a systematic review of effect on motor function. *Toxins (Basel)*. 2019;11(12). doi:10.3390/toxins11120707

3. Fernández-Cuadros ME, Martín-Martín LM, Albaladejo-Florín MJ, Casique-Bocanegra LO, Álava-Rabasa S, Pérez-Moro OS. Radial shock waves modify post-synaptic neuromuscular transmission in the medial spastic gastrocnemius muscle: case report, neurophysiological evaluation, and review. *SN Comprehensive Clinical Medicine*. 2020;2(10):1914-1921. doi:10.1007/s42399-020-00489-5

4. Dymarek R, Ptaszkowski K, Słupska L, Halski T, Taradaj J, Rosińczuk J. Effects of extracorporeal shock wave on upper and lower limb spasticity in post-stroke patients: a narrative review. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2016;23(4):293-303. doi:10.1080/10749357.2016.1141492

5. Pandyan AD, Gregoric M, Barnes MP, et al. Spasticity: clinical perceptions, neurological realities and meaningful measurement. *Disability and Rehabilitation*. 2005;27(1-2):2-6. doi:10.1080/09638280400014576

6. van den Noort JC, Bar-On L, Aertbeliën E, et al. European consensus on the concepts and measurement of the pathophysiological neuromuscular responses to passive muscle stretch. *European Journal of Neurology*. 2017;24(7):981-e38. doi:10.1111/ene.13322

7. Park DS, Kwon DR, Park GY, Lee MY. Therapeutic effect of extracorporeal shock wave therapy according to treatment session on gastrocnemius muscle spasticity in children with spastic cerebral palsy: A pilot study. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2015;39(6):914-921. doi:10.5535/arm.2015.39.6.914

8. El-Shamy SM, Eid MA, El-Banna MF. Effect of extracorporeal shock wave therapy on gait pattern in hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2014;93(12):1065-1072. doi:10.1097/PHM.0000000000000133

9. Ching-Jen Wang MD. An overview of shock wave therapy in musculoskeletal disorders. *Chang Gung Med J*. 2003;26(4):220-232.

10. Wu YT, Chang CN, Chen YM, Hu GC. Comparison of the effect of focused and radial extracorporeal shock waves on spastic equinus in patients with stroke: a randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018;54(4):518-525. doi:10.23736/S1973-9087.17.04801-8

11. Kenmoku T, Ochiai N, Ohtori S, et al. Degeneration and recovery of the neuromuscular junction after application of extracorporeal shock wave therapy. *Journal of Orthopaedic Research*. 2012;30(10):1660-1665. doi:10.1002/jor.22111

CONCEPT

12. Kenmoku T, Nemoto N, Iwakura N, et al. Extracorporeal shock wave treatment can selectively destroy end plates in neuromuscular junctions. *Muscle and Nerve*. 2018;57(3):466-472. doi:10.1002/mus.25754

13. Sokolakis I, Dimitriadis F, Teo P, Hatzichristodoulou G, Hatzichristou D, Giuliano F. The basic science behind low-Intensity extracorporeal shockwave therapy for erectile dysfunction: a systematic scoping review of pre-clinical studies. *Journal of Sexual Medicine*. 2019;16(2):168-194. doi:10.1016/j.jsxm.2018.12.016

14. Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO. Evidence-based richtlijnontwikkeling handleiding voor werkgroepen. Beschikbaar op: https://docplayer.nl/8157534-Evidence-based-richtlijnontwikkeling-handleiding-voor-werkgroepleden.html. Bezocht op 20 januari 2022.

15. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*. 2009;6(7). doi:10.1371/journal.pmed.1000097

16. American Physical Therapy Association. Author Guidelines PTJ. beschikbaar op: https://academic.oup.com/ptj/pages/Author_Guidelines. Bezocht op 6 januari 2022.

17. Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of Physiotherapy*. 2020;66(1):59. doi:10.1016/j.jphys.2019.08.005

18. Nederlandse Vereniging van Revalidatieartsen. Richtlijn cerebrale en/of spinale spasticiteit. Beschikbaar op: https://richtlijnendatabase.nl/richtlijn/cerebrale_en_of_spinale_spasticiteit/cerebrale_en_of_spinale_spasticiteit_-_startpagina.html. Bezocht op 5 januari 2022.

19. Meseguer-Henarejos AB, Sănchez-Meca J, López-Pina JA, Carles-Hernandez R. Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018;54(4):576-590. doi:10.23736/S1973-9087.17.04796-7

20. Meetinstrumenten in de zorg. Modified Ashworth Scale. Beschikbaar op: https://meetinstrumentenzorg.nl/wp-content/uploads/instrumenten/MAS-meetinstr.pdf. Bezocht op 6 januari 2022.

21. Fleuren JF, Voerman GE, Erren-Wolters C, et al. Stop using the Ashworth Scale for the assessment of spasticity. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 2010;81(1):46-52. doi:10.1136/jnnp.2009.177071

22. Pandyan AD, Johnson GR, Price CIM, Curless RH, Barnes MP, Rodgers H. A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clinical Rehabilitation*. 1999;13(5):373-383. doi:10.1191/026921599677595404

23. Kamaluddin M, Setiawati E, Kesoema TA. Improvement of hand motor function after radial shock wave therapy in chronic stroke patients. *IndoJPMR*. 2018;7(1).

24. Daliri SS, Forogh B, Emami Razavi SZ, Ahadi T, Madjlesi F, Ansari NN. A single blind, clinical trial to investigate the effects of a single session extracorporeal shock wave therapy on wrist flexor spasticity after stroke. *NeuroRehabilitation*. 2015;36(1):67-72. doi:10.3233/NRE-141193

CONCEPT

25. Manganotti P, Amelio E. Long-term effect of shock wave therapy on upper limb hypertonia in patients affected by stroke. *Stroke*. 2005;36(9):1967-1971. doi:10.1161/01.STR.0000177880.06663.5c

26. Moon SW, Kim JH, Jung MJ, et al. The effect of extracorporeal shock wave therapy on lower limb spasticity in subacute stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2013;37(4):461-470. doi:10.5535/arm.2013.37.4.461

27. Sawan S, Abd-Allah F, Hegazy MM, Farrag MA, El-Den NHS. Effect of shock wave therapy on ankle plantar flexors spasticity in stroke patients. *NeuroRehabilitation*. 2017;40(1):115-118. doi:10.3233/NRE-161396

28. Bae H, Lee JM, Lee KH. The effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in chronic stroke patients. *Journal of the Korean Academy of Rehabilitation Medicine*. 2010;34(6):663-669.

29. Fouda K, Sharaf M. Efficacy of radial shock wave therapy on spasticity in stroke patients. *International Journal of Health and Rehabilitation Sciences (IJHRS)*. 2015;4(1):19. doi:10.5455/ijhrs.000000072

30. Ahmed GM, Nassif AA, Fahmy EM, el Gohary AM. Effect of extracorporeal shock wave therapy on wrist flexors spasticity in stroke patients. *IOSR Journal of XXXXXXXX* . 2018;X(X(XXXX-XXXX 2018)):xx-xx. doi:10.9790/0853-XXXXXXX

31. Dymarek R, Taradaj J, Rosińczuk J. The effect of radial extracorporeal shock wave stimulation on upper limb spasticity in chronic stroke patients: a single-blind, randomized, placebo-controlled study. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2016;42(8):1862-1875. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2016.03.006

32. Guo J, Qian S, Wang Y, Xu A. Clinical study of combined mirror and extracorporeal shock wave therapy on upper limb spasticity in poststroke patients. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2019;42(1):31-35. doi:10.1097/MRR.0000000000000316

33. Li G, Yuan W, Liu G, et al. Effects of radial extracorporeal shockwave therapy on spasticity of upper-limb agonist/antagonist muscles in patients affected by stroke: A randomized, single-blind clinical trial. *Age and Ageing*. 2020;49(2):246-252. doi:10.1093/ageing/afz159

34. Park SK, Yang J, Uhm H, Hyuk J, Kim JH. Effects of extracorporeal shock wave therapy on upper extremity muscle tone in chronic stroke patients. *The Journal of Physical Therapy Science*. 2018;30:361-364.

35. Taheri P, Vahdatpour B, Mellat M, Ashtari F, Akbari M. Effect of extracorporeal shock wave therapy on lower limb spasticity in stroke patients. *Archives of Iranian Medicine*. 2017;20(6):338-343.

36. Xu D, Cao H, Fan Y, Yan D, Su M. Comparative analysis of the effect of low-frequency repeated transcranial magnetic stimulation and extracorporeal shock wave on improving the spasm of flexor after stroke. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2021(Article ID 7769581). doi:10.1155/2021/7769581

37. Yoon SH, Shin MK, Choi EJ, Kang HJ. Effective site for the application of extracorporeal shock-wave therapy on spasticity in chronic stroke: Muscle belly or myotendinous junction. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2017;41(4):547-555. doi:10.5535/arm.2017.41.4.547

CONCEPT

38. Leng Y, Lo WLA, Hu C, et al. The effects of extracorporeal shock wave therapy on spastic muscle of the wrist joint in stroke survivors: evidence from neuromechanical analysis. *Frontiers in Neuroscience*. 2021;14. doi:10.3389/fnins.2020.580762

39. Lee CH, Lee SH, Yoo J il, Lee SU. Ultrasonographic evaluation for the effect of extracorporeal shock wave therapy on gastrocnemius muscle spasticity in patients with chronic stroke. *PM and R*. 2019;11(4):363-371. doi:10.1016/j.pmrj.2018.08.379

40. Li TY, Chang CY, Chou YC, et al. Effect of radial shock wave therapy on spasticity of the upper limb in patients with chronic stroke a prospective, randomized, single blind, controlled trial. *Medicine (United States)*. 2016;95(18):e3544. doi:10.1097/MD.0000000000003544

41. Yoldaş Aslan Ş, Kutlay S, Düsünceli Atman E, Elhan AH, Gök H, Küçükdeveci AA. Does extracorporeal shock wave therapy decrease spasticity of ankle plantar flexor muscles in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2021;35(10):1442-1453. doi:10.1177/02692155211011320

42. Dymarek R, Ptaszkowski K, Ptaszkowska L, et al. Shockwaves as a treatment modality for spasticity reduction and recovery improvement in post-stroke adults – current evidence and qualitative systematic review. *Clinical Interventions in Aging*. 2020;15:9-28. doi:10.2147/CIA.S221032

43. Yang E, Lew HL, Özçakar L, Wu CH. Recent advances in the treatment of spasticity: Extracorporeal shock wave therapy. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(20). doi:10.3390/jcm10204723

44. Guo P, Gao F, Zhao T, Sun W, Wang B, Li Z. Positive effects of extracorporeal shock wave therapy on spasticity in poststroke patients: a meta-analysis. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*. 2017;26(11):2470-2476. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2017.08.019

45. Cabanas-Valdés R, Calvo-Sanz J, Urrùtia G, Serra-Llobet P, Pérez-Bellmunt A, Germán-Romero A. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy to reduce lower limb spasticity in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2020;27(2):137-157. doi:10.1080/10749357.2019.1654242

46. Cabanas-Valdés R, Serra-Llobet P, Rodriguez-Rubio PR, López-de–Celis C, Llauró-Fores M, Calvo-Sanz J. The effectiveness of extracorporeal shock wave therapy for improving upper limb spasticity and functionality in stroke patients: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*. 2020;34(9):1141-1156. doi:10.1177/0269215520932196

47. Opara J, Taradaj J, Walewicz K, Rosińczuk J, Dymarek R. The current state of knowledge on the clinical and methodological aspects of extracorporeal shock waves therapy in the management of post-stroke spasticity—overview of 20 years of experiences. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(2):1-29. doi:10.3390/jcm10020261

48. Martínez IM, Sempere-Rubio N, Navarro O, Faubel R. Effectiveness of shock wave therapy as a treatment for spasticity: A systematic review. *Brain Sciences*. 2021;11(1):1-18. doi:10.3390/brainsci11010015

49. Emshoff R, Bertram S, Emshoff I. Clinically important difference thresholds of the visual analog scale: A conceptual model for identifying meaningful intraindividual changes for pain intensity. *Pain*. 2011;152(10):2277-2282. doi:10.1016/j.pain.2011.06.003

CONCEPT

50. Fouda KZ, Mansour WT. Effect of different energy levels of radial shock wave therapy on spasticity in patients with stroke. *International Journal of Physiotherapy and Research*. 2018;6(1):2613-2618. doi:10.16965/ijpr.2017.264

CONCEPT

Tabel 1. Level of evidence

Referentie	Jaartal publicatie	Design	PEDro score	Classificatie	Level of evidence
Ahmed et al.	2018	RCT single-blind	6	Goed	B
Bae et al.	2010	RCT non-blind	4	Redelijk	B
Daliri et al.	2015	CCT single-blind	4	Redelijk	B
Dymarek et al.	2016	RCT single-blind	8	Goed	B
Fouda et al.	2015	RCT single-blind	5	Redelijk	B
Guo et al.	2019	RCT single-blind	8	Goed	B
Kamaluddin et al.	2018	RCT non-blind	3	slecht	B
Leng et al.	2021	RCT double blind	9	Zeer goed	A2
Lee et al.	2019	RCT double blind	9	Zeer Goed	A2
Li et al.	2020	RCT single-blind	8	Goed	B
Li et al.	2016	RCT double-blind	9	Zeer Goed	A2
Manganotti et al.	2005	CCT non-blind	4	Redelijk	B
Moon et al.	2013	CCT non-blind	4	Redelijk	B
Park et al.	2018	RCT single-blind	7	Goed	B
Sawan et al.	2017	CCT non-blind	5	Redelijk	B
Taheri et al.	2017	RCT non-blind	6	Goed	B
Xu et al.	2021	RCT non-blind	7	Goed	B
Yoldaş Aslan et al.	2021	RCT double-blind	10	Zeer Goed	A2
Yoon et al.	2017	RCT non-blind	6	goed	B

CCT: Clinical Controlled Trial; RCT: Randomized Controlled Trial

CONCEPT

710 **Tabel 2. Kenmerken van de geïncludeerde onderzoeken die opgenomen zijn in deze systematische review**

Auteur /jaar	Soort studie	Deelnemers (M/V)	Type beroerte (infarct/ bloeding)	Interventies (ESWT/CG)	Gemiddelde leeftijd (jaren) ± SD	Aantal maanden (m) na beroerte	Behandelde spier	Anatomisch gebied	Outcome	Follow-up
Ahmed et al. 2018	RCT	N=30 (17/13) IG: 15 CG: 15	30/0	IG: 4x 1 ESWT/week samen met 4 weken lang 3x fysiotherapie/week CG: : 4x 1 placebo ESWT/week samen met 4 weken lang 3x fysiotherapie/week	IG: 46.93 ± 4.43 CG: 47.46 ± 4.71	IG: 9.26 ± 2.52 CG: 9.4 ± 2.29	Flexor carpi ulnaris Flexor carpi radialis Intrinsieke handspieren	Spierbuik paretische kant	MAS Handknijp-kracht H/M ratio	T0 (baseline) T1 (na behandelsessies)
Bae et al. 2010	RCT	N=32 (21/12) IG: 15/8 CG: 5/4	IG: 13/10 CG: 3/6	IG A (n=12): 3x 1 ESWT/week spierbuik IG B (n=11): 3x 1 ESWT/week spier pees overgang CG: NB	IG: 56.7 ± 12.4 CG: 53.4 ± 16.8	IG: 22.0 ± 8.2 CG: 25.1 ±14.6	Biceps	12 patiënten op de spierbuik 11 patiënten spier pees overgang	MAS MTS K-MBI	To (baseline) T1 (meteen na ESWT) T2 (1 week erna) T3 (4 weken erna)
Daliri et al. 2015	CCT	N=15 12/3	13/2	To-placebo-T1-T2-ESWT-T3-T4-T5	54.4 ± 9.4	30.0 ± 22.5	Flexor carpi ulnaris Flexor carpi radialis	NB	MAS Brunnstrom recovery stage H/M ratio	T0 (baseline) T1(onmiddellijk na placebo) T2 (1 week later vóór de ESWT) T3 (meteen erna) T4 (1 week Na ESWT) T5 (5 weken na ESWT)
Dymarek et al. 2016	RCT	N=60 IG:19/11 CG: 15/15	IG: 30/0 CG: 30/0	IG: 1x ESWT CG: 1x placebo ESWT	IG: 61.43 ±12.74 CG: 60.87 ± 9.51	IG: 51.30 ± 25.46 CG: 51.53 ± 26.13	Flexor carpi radialis en flexor carpi ulnaris	spierbuik	MAS EMG IRT	T0 (baseline) T1: (onmiddellijk na ESWT) T2: (1 na uur) T3: (na 24 uur)
Fouda et al. 2015	RCT	N=30 IG: 15/0 CG: 15/0	IG: 58/10 CG: 6/9	IG: 5x 1/week ESWT en traditionele fysiotherapie CG: 5x 1/week placebo- ESWT en traditionele fysiotherapie	IG: 52.72 ± 5.90 CG: 51.83 ± 6.80	IG: 12.2 ± 8.12 CG: 14.6 ± 9.21	Flexoren onderarm en palmaire interosseus- spieren	NB	MAS ROM VAS	T: (voor behandeling) T1: (na behandeling)
Guo et al. 2019	RCT	N=60 (32/28) IG:16/14 CG:16/14	IG:12/18 CG:13/17	IG: ESWT 20min/dag, 5/week, gedurende 4 weken + conventionele revalidatie therapie 30 minuten/dag, 5x/week gedurende 4 weken CG: conventionele revalidatie therapie 30 minuten/dag, 5x/week gedurende 4 weken	IG: 66.79 ±11.02 CG: 69.72 ± 11.13	IG: 3.23 ± 0.82 CG: 3.49 ±0.93	Intrinsieke spieren en flexor digitorum pees	Spierbuik Intrinsieke spieren flexor digitorum pees	FMA MAS	T0 (baseline) T1 (1 maand na de interventies) T2 (3 maanden na de interventies) T3 (6 maanden na de interventies) T4 (12 maanden na de interventies)

CONCEPT

Kamaluddin et al. 2018	RCT	N=30 IG: 7/8 CG: 6/9	IG: 14/1 CG: 15/0	IG: 6x 3/week Infrarood+ stretching+ 6x 1/week ESWT CG: 6x 3/week infrarood+ stretching	IG: 56.4 ± 6.03 CG: 54.9 ± 4.50	IG: 21.6 ± 9.72 CG: 22.8 ± 9.48	-Buik pols flexor -Intrinsieke spiergroep hand -Pees flexor digitorum	Pees en buik	FMA (pols hand)	T0 (voor interventie) T1)na interventies)
Lee et al. 2019	RCT	N=18 IG: 7/2 CG: 9/0	IG: 4/5 CG: 2/7	IG: 1x ESWT +fysiotherapie, ROM oefeningen+ spasmeremmers CG: placebo ESWT+ fysiotherapie, ROM oefeningen+ spasmeremmers	IG: 50.89 ± 8.81 CG: 44.11 ± 4.07	IG: 12.89 ± 8.99 CG: 10.44 ± 9.11	Gastrocnemius spier	Spierbuik mediaal	MAS PROM FMA ATL MFL MT PA	T) (baseline) T1 (na 30 minuten) T2 (na 1 week) T3 (na 4 weken)
Leng et al. 2021	RCT	N=30 IG: 11/3 CG: 11/2	IG: 8/6 CG: 10/3	IG: 1 sessie + conventionele therapie (5x/week 1,5 uur) CG: conventionele therapie (5x/week 1,5 uur)	IG: 51.14 ± 13.68 CG: 58.92± 10.08	IG: 17.39- 29.18 CG: 24.42- 37.09	Flexor carpi radialis	Spierbuik paretische en niet-paretische kant	NC EC VC F S R X Y MAS FMA	T0 (baseline) T2 (meteen na ESWT) T3 (1 week)
Li et al. 2020	RCT	N=82 IG A: 20/7 IG B: 21/9 CG: 22/3	IG A:24/3 IG B:22/8 CG: 20/5	IG A: 1x/4dagen rESWT op agonist (totaal 5 sessies) + 3x 6/week conventionele fysiotherapie IG B: rESWT op antagonist 1x/4 dagen rESWT (totaal 5 sessies) + conventionele fysiotherapie CG: conventionele fysiotherapie	IG A: 65 ± 10 IG B: 61 ±12 CG: 61 ± 13	IG A: ≤1m:3 ≥1,≤3 m:9 >3,≤6 m: 9 >6m: 6 IG B: ≤1m:1 ≥1,≤3 m:17 >3,≤6 m: 9 >6m: 3 CG: ≤1m:1 ≥1,≤3 m:11 >3,≤6 m: 9 >6m: 4	IG A: spierbuik biceps, brachioradialis, pronator teres en bicepspees IG B: spierbuik en pezen triceps	Spierbuik en perzen	MAS MTS VAS FMA SS	T0 (baseline) T1 (24 uur na 5e behandeling) T2 (na4 weken follow-up)

CONCEPT

Li et al. 2016	RCT	N=60 IG A: 12/8 IG B: 15/5 CG: 14/6	 IG A: 10/10 IG B: 10/10 CG: 12/8	IG A: 3x 1ESWT/week IG B: 1x ESWT CG c: 3x 1placebo ESWT/ week	IG A: 55.35 ± 3.05 IG B: 56.80 ± 3.00 CG: 55.95 ± 2.64	IG A: 61.70 ± 9.73 IG B: 66.65 ± 9.56 CG: 66.95 ± 10.4	Flexoren onder arm intrinsieke spieren flexor digitorumpees	Spierbuik en pees	MAS FMA	T0 (baseline) T1 (meteen na de behandeling of behandelreeks) T2 (na 1 week) T3 (ma 4 weken) T4 (na 8 weken T5 (na 12 weken) T6 (na 16 weken)
Mangannotti et al. 2005	CCT	N=20 (11/9)	15/5	To-placebo-T1-T2-ESWT-T3-T4-T5	Gemiddeld: 63 (38-76)	≥ 9 maanden	Flexoren onderarm Interosseus	spierbuik	MAS ROM EMG	T0 (baseline) T1(onmiddellijk na placebo) T2 (1 week later vóór de ESWT) T3 (meteen erna) T4 (1 week Na ESWT) T5 (4 weken na ESWT) T6 (12 weken na ESWT
Moon et al. 2013	CCT	N 30 (17/13)	16/14	To-placebo-T1-3x ESWT-T2-T3-T4	52.6 ±14.9	Gemiddeld 80.5 ±46.5	Laterale en mediale gastrocnemius	Spier- pees overgang	MAS ROM FMA IDT	T0 (baseline) T1(onmiddellijk na placebo) T2 (meteen na ESWT) T3 (1 week Na ESWT) T4 (4 weken na ESWT)
Park et al. 2018	RCT	N=30 IG (9/6) CG (10/5)	 IG 10/5 CG 9/6	IG: 8x 2/week ESWT CG: 8x 2/week placebo ESWT	IG 64.2 ± 5.1 CG 65.0 ± 4.8	IG 18.1 ± 7.2 CG 16.9 ±7.7	flexor carpi ulnaris en radialis, en over intrinsieke spieren en flexor digitorum pees	Met name de spierbuik	MyotonPRO: -Tone -Stijfheid =S -Elasticiteit =EC	T0 (baseline) T1 (na behandeling)
Sawan et al. 2017	CCT	N=40 IG 20 CG 20	40/0	IG: 6x 1/week ESWT + 6x 3/week conventionele fysiotherapie CG: : 6x 1/week placebo- ESWT + 6x 3/week conventionele fysiotherapie	IG 50.6 ± 6.7 CG: 84.8 ±5.9	6-18 maanden	Plantair flexoren	Met name: Mediale kop gastrocnemius	-H/M Ratio -AROM dorsaalflexie -10 meter looptest	T0 (baseline) T 1 (na behandelsessies)
Taheri et al. 2017	RCT	N=25 IG: 9/4 CG: 8/4	IG: 11/2 CG: 11/1	IG: 3x 1/week ESWT + rekoefeningen 30min/dag 5x/week + orale anti spastische medicatie CG: rekoefeningen 30min/dag 5x/week + orale anti spastische medicatie	IG: 56.5 ± 11.6 CG: 54.9 ± 9.4	IG: 33 ± 21.4 CG: 25.8 ± 9.9	Mediale en laterale kop gastrocnemius	Musculotendineuse kruising mediale en laterale kop gastrocnemius	-VAS -MAS -ROM -clonus score -3 meter looptest -LEFS	T0 (baseline) T1 (eind van week 1) T2 (eind week 3) T3 (eind week 12)

CONCEPT

Xu et al. 2021	RTC	N=44 IG(16/6) CG(15/7)	IG: 20/2 CG: 16/6	IG: 4x 5x/week ESWT + Conventionele therapie CG: conventionele revalidatie therapie 4x 5x/week 30 minuten	IG: 68.86 ± 5.82 CG: 68.86 ± 3.09	Allemaal 2 weken tot 6 maanden na infarct	Biceps	Spierbuik en pees	-FMA-UE -iEMG -MAS -MBI	T0 (baseline) T1 (na behandeling)
Yoldaş Aslan et al. 2021	RCT	N=51 IG A: 9/8 IG B: 9/7 CG: 9/7	-	IG A: 2x 2/week rESWT + conventionele therapie IG B: 2x 2/week placebo ESWT + conventionele therapie CG: conventionele therapie	IG A: 57.5 ± 14.3 IG B: 58.8 ± 10.8 CG: 60.6 ± 96	IG A: 35.5 ± 70.2 IGB: 28.9 ± 76.5 CG: 3.8 ±2.8	Plantair flexoren	gastrocnemius-spierbuik en de musculotendineuze overgang	MAS Tardieu ROM 6 meter wandeltest Modified Barthel index Stijfheid via strain index (s)	T0 (baseline) T1 (meteen erna) T2 (na 4 weken follow-up/ 6 weken na start)
Yoon et al. 2017	RCT	N=124 elleboog flexor: IG A 26/0 IG B 26/1 CG:23/3 Knie flexor: IG A 13/0 IG B 13/0 CG:16/2	NB	IG A: Belly: 3x 1/week ESWT IG B: junction: 3x 1/week CG 3x 1/week placebo:	elleboog: IG Belly 58.7 ± 15.7 IG Junction 63.1 ± 11.8 CG: 64.4 ± 13.8 knie flexor: IG Belly 61.0 ± 12.2 IG junction: 66.9 ± 4.9 CG: 59.5 ± 16.9	Elleboog: IG Belly: 100.3 ± 98.3 IG Junction: 66.8 ± 51.9 CG: 63.5 ± 94.1 Knie: IG Belly: 99.1 ± 85.1 IG Junction: 51.1 ± 36.0 CG: 38.7 ± 30.2	Biceps brachii Semi tendinosis	Buik of junction	MAS MTS	T0(baseline) T1 (1 week na 1e ESWT) T2 (week2) T3(week 3) T4 (week 4)

ATL: lengte achilles pees; AROM: Active Range Of Motion; CCT: Clinical Contral Trail; CG: controle groep; EC: elastische component; ESWT: extracorporale shockwave therapie; EMG: Elektromyogram; F:spierspanning; fESWT: focus extracorporale shockwave therapie; FMA: Fugl-Meyer beoordeling; FMA-UE: Fugl-Meyer bovenste extremiteit; H/M-ratio: de verhouding tussen de maximale amplitude van H-golf (Hmax) en die van M-golf (Mmax); IDT: isokinetische dynamometer; iEMG: myoelectric signal time-domain range interval values; IG: interventie groep; IG A: interventiegroep A; IG B: interventiegroep B; IRT:infrarood thermische beeldvorming; K-MBI: Korean-modified Barthel index; LEFS:Lower extremety functional score; m: maanden; M/V: man/vrouw; MAS: modified Asworth -Scale; MBI; modified Barthel index; MFL: lengte spierbundel, MT: spierdikte; MTS: modified Tardieu Scale; N: aantal proefpersonen; NB: niet benoemd; NC: neurale component; NG: niet beschreven; PA=pennatie hoek; PROM: Passieve Range Of Motion; R:weerstand; ROM: Range Of Motion; rESWT radiale shockwave therapie; RCT: Random Controlled Trail; S: stijfheid; SD: Standaard Deviatie; SS swelling scale; T: testmoment; VAS: Visuele Analoge Schaal; VC:viscositeit component; X: reactantie; y: fasehoek

CONCEPT

718 **Tabel 3. Parameters voor extracorporale shock wave therapie van de geïncludeerde artikelen**

Studie	Type shockwave	Aantal sessies	Frequentie	behandeling	Behandel tijd (weken)	Duur sessie
Ahmed et al. 2018	rESWT	4	1/week	0.030mJ/mm2 1500 shots/sessie polsflexoren en 3200 shots intrinsieke handspieren	4	NB
Bae et al. 2010	fESWT	3	1/week	1200 shots/sessie 0.12 mJ/mm2 4Hz	4	5 minuten
Daliri et al. 2015	rESWT	1	-	1500 shots 0.030mJ/mm2 1.5 bar	2	-
Dymarek et al. 2016	rESWT	1	-	1500 shots 0.03mJ/mm2 5Hz	0.1	NB
Fouda et al. 2015	rESWT	5	1/week	Flexor onderarm: 1500 shots 0.23mJ/mm2 2.5 bar Palmaire interosseus- spieren van de hand: 3200 shots (800/spier) 8Hz	5	-
Guo et al. 2019	fESWT	20	5/week	2000 shots/sessie 2.0-3.0 bar 8Hz	4	20minuten/ dag
Kamaluddin et al. 2018	rESWT	6	1/week	Buik polsflexor: 1500 shots/ sessie 3.5 bar 5Hz Intrinsieke spiergroepen hand+pees flexor digitorum: 4000 shots 3 bar, 5Hz	6	NB
Lee et al. 2019	rESWT	1	-	0.1 mJ/mm2 2000 shots 4Hz	4	NB
Leng et al. 2021	rESWT	1	-	0.038mJ/mm2 1.5 bar 1500 shots 4Hz	1	NB
Li net al. 2020	rESWT	5	1/ 4 dagen	0.06-0.07 mJ/mm2	3	NB

CONCEPT

				6000 shots 1.2-1.4 bar 18Hz		
Li et al. 2016	rESWT	3 en 1	1/week	Flexor carpi ulnaris en radiales: 1500 shots 3.5 bar 5Hz Intrinsieke spieren+ flexor digitorumpees : 4000 shots 3 bar 5Hz	3	NB
Manganotti et al. 2005	fESWT	1	-	Flexoren onderarm: 1500 shots Interosseus: 3200 shots (800 elk) 0.030mJ/mm2	2	geen
Moon et al. 2013	fESWT	3	1/week	1500 shots 0.089mJ/mm2 4Hz	4	geen
Park et al. 2018	fESWT	16	2/week	Flexoren onderarm: 1500 shots Interosseus: 3200 shots (800 elk) 0.030mJ/mm2	8	NB
Sawan et al. 2017	fESWT	6	1/week	1500 shots	6	NB
Taheri et al. 201 7	fESWT	3	1/week	1500shots 0.1mJ/mm2 1.5 bar 4 Hz	3	NB
Xu et al. 2021	rESWT	20	5x/week	0.11mJ/mm2 3 bar 4Hz	4	20 minuten/ sessie
Yoldaş Aslan et al. 2021	rESWT	4	2/week	1500 shots 2 bar 10Hz		-
Yoon et al. 2017	fESWT	3	1/week	1500 shots 0.068-0.093mJ/mm2 5Hz	4	NB

719 fESWT: focussed extracorporale shockwave therapie; Hz: Herz; mJ/mm2: millijoule per vierkante millimeter; NB; niet beschreven; rESWT radiale extracorporale shockwave therapie

CONCEPT

720 **Tabel 4. Uitkomstmaten, significante uitkomst van behandeling en duur van de effecten**

Studie	Significante uitkomst na behandeling t0 -> laatste meting (gemiddelde ± SD)	Effectduur	bijwerkingen
Ahmed et al. 2018	MAS: IG gemiddeld 2.0 → gemiddeld 1.0** CG gemiddeld 2.0 → gemiddeld 1.5* Verschil IG en CG na ESWT significant* Hand Grip strength: IG: 1.13 ± 0.51 → 2.2 ± 0.41** CG: 1.06 ± 0.96 → 1.46 ± 0.91* Verschil IG en CG na ESWT significant*	Gemeten na interventies	geen
Bae et al. 2010	MAS: IG 2.9 ± 0.3 → T1: 1.6 ±1.0* (onmiddellijk na behandeling) MTS: IG: 40.7 ± 25.4 → T1: 73.4 ± 27.0 * (onmiddellijk na behandeling) verschil IG A en IG B: B> A maar niet significant	Gemeten na 4 weken, 1 week effect	NB
Daliri et al. 2015	MAS: na ESWT →T3,T4,T5 2* H/M ratio → T4,T5*	Effect tot 5 weken na ESWT	NB
Dymarek et al. 2016	MAS radio carpale gewrichten: 1.70 ± 0.70 → T1: 1.30 ± 0.50* MAS vinger gewrichten: 2.10 ± 0.90 → T1: 1.50 ± 0.80* T2: 1.40 ± 0.60* T3: 1.70 ± 0.80 * EMG flexor carpi radialis: IG: 6.35 ± 2.35 → T1: 4.83 ± 1.28** T2: 4.74 ± 1.04** T3: 4.71 ± 1.28** EMG flexor carpi ulnaris: IG: 6.15 ± 2.24 → T1: 4.77 ±1.26* T2: 4.92 ± 1.31* T3: 4.72 ± 1.24*	Na 24 uur	NB
Fouda et al. 2015	IG: MAS pols flexoren: 3.4 ± 0.4 →2.1 ± 0.6** MAS vinger flexoren: 3.2 ± 0.5 → 1.4 ± 0.4** ROM 51.4 ± 4.8 → 75.5 ± 5.5** VAS 5.79 ± 0.8 → 2.63 ± 0.6**	5 weken	NB
Guo et al. 2019	FMA: IG:13.06 ± 3.01 →T1: 16.53 ± 4.13* (na 1 maand) T2: 19.08 ± 3.96 **(na 3 maanden) T3: 20.12 ± 2.21**(na 6 maanden) T4: 23.98 ± 2.91**(na 12 maanden) MAS: IG:3.13 ± 0.81 → T1: 2.87 ± 0.92* T2: 2.19 ± 1.02 * T3:1.49 ± 1.08* T4: 1.07± 0.89*	12 maanden	geen
Kamaluddin et al. 2018	Pols: IG FMA: 2→ 5* CG FMA: 3→4* Hand: IG 4→6* CG 4→5*	Gemeten na 6 weken interventie	geen

CONCEPT

Lee et al. 2019	IG: MAS: 2.22 ± 1.09 → T3: 1.56 ± 0.52* FMA: 21.89 ± 6.00 →T2: 23.44 ± 5.81* T3: 25.22 ± 5.82* ALT: 55.53 ± 5.13 → T1: 51.88 ± 4.63* T2: 50.65 ± 4.64* T3: 50.92 ± 6.62* MFL: 44.13 ± 6.32 → T1: 46.73 ± 6.18* T2: 48.13 ± 6.23* T3: 48.85 ± 6.41* MT: 13.58 ± 0.99 → T1: 12.63 ± 0.85* T2: 11.87 ± 1.03* T3: 10.91 ± 0.97* PA: 22.73 ± 1.84 → T1: 21.00 ± 1.37* T2: 19.92 ± 1.74* T3: 18.82 ± 1.76*	MAS na 4 weken pas significant Laatste meting na 4 weken	NB
Leng et al. 2021	F: IG 19.66 ± 2.38 → 16.79 ± 1.81* S: IG 385.50 ± 88.15 → 303.57 ± 42.05* MAS: IG 2.00 ± 0.78 → 1.07 ± 0.73* Fugl- Meyer: IG 22.79 ± 14.37 → 25.50 ± 13.73** CG 30.23 ± 20.73 → 32.76 ± 20.73**	Gemeten 1 week na behandeling	NB
Li et al. 2020	MAS: significante verbetering in beide rESWT groepen na 5 behandelingen, effect op agonist was beter dan op antagonist MTS: na 5 behandelingen significante veranderingen voor R1 en R2, na 4 weken follow-up verbeterde de hoek R1 in de ESWT groepen en bleef R2 onveranderd VAS: In beide ESWT groepen significante verlaging, ook bij follow-up na 4 weken ESWT agonist: T0: 2.5±1.4→ T1:0.7±0.8 T2:0.3±0.5 Antagonist: T0: 2.2±1.4→T1:1.0±0.9 T2: 0.6±0.9 FMA: binnen groepen CG, IGA en IGB significante vooruitgang	na 4 weken follow-up	NB
Li et al. 2016	MAS hand: alle testmomenten: A vs C ** T1,2,3,5: B vs C**, T4 B vs C* T1,T4,T5,T6 A vs B ** MAS pols: alle testmomenten: A vs C ** Tot week 8 B vs C** T4 B vs C * T1,T4, T5, T6 A vs B ** T3 A vs B * FMA: handfunctie: op alle testmomenten: A vs C** T1,2,3,4 A vs B** T5 A vs B* Pols: T1,T2,T3 A vs C** T1,2,3 A vs B** T5 A vs B*	MAS: Serie 3x ESWT > 16mnd effect 1x ESWT >8 weken effect Handfunctie FMA: 16 weken significant effect handfunctie, 8 weken effect pols control	Geen

CONCEPT

Manganotti et al. 2005	MAS: vinger flexoren: T1 (P 0.001)** T5 na 4 weken (P 0.02)* en T6=12 weken (P 0.05)* Pols flexoren: T1 =na 1 week (P 0.001)* en T5= vierde week (P 0.05)* ROM: T0: 20 ±7→ T3= meteen erna: 50 ± 6* T4= na 1 week: 50 ± 7 T5= na 4 weken 40 ± 6	Tot 12 weken effec op vinger flexoren, ruim 4 weken effect ROM	NB
Moon et al. 2013	MAS: T0: 2.5 ±0.67 → T2(post ESWT) 1.41 ± 0.67* T3 (na 1 week) 1.67 ± 0.65* PET: T2= post ESWT 60Nm, 180Nm,240Nm * T3= na 1 week 180, 240Nm * TTA: T2 post ESWT 60,180, 240Nm*	Tot 1 week na ESWT significant	geen
Park et al. 2018	flexor carpi ulnaris en radialis, intrinsieke spieren en flexor digitorum : Toon* S= Stijfheid* EC= Elasticiteit*	Gemeten na behandelserie	NB
Sawan et al. 2017	H/M Ratio IG: 2.93 ± 0.64 → 1.79 ± 0.40 ** AROM IG: 9.90 ± 1.74 → 16.40 ± 1.14** 10 meter looptest IG: 36.15 ± 7.79 → 25.95 ± 6.72**	Gemeten eind week 6	NB
Taheri et al. 2017	VAS: IG: alle meetmomenten significante verlaging pijnscore** IG: T0: 4.5±3.4→T1: 3.5±3 T2: 2±1.8 T3: 1.9±2 MAS:IG: alle meetmomenten significante verlaging MAS-score** ROM: IG: alle meetmomenten significante verhoging ROM-score** 3 meter wandelduur: IG: Significante vermindering van duur ** LEFS: IG: Significant beter**	Gemeter eind week 12	NB
Xu et al. 2021	FMA-UE: IG: 9.05 ± 1.25 → 27.14 ± 3.84* CG: 8.27 ± 1.32 → 22.68 ± 3.34* iEMG: IG: 12.8 ± 4.66 → 4.43 ± 1.59* CG: 14.30 ± 4.05 → 8.9 ± 2.62 MAS: IG: 2.46 ± 0.51 →1.36 ± 0.33* MBI: IG: 28.36 ± 1.65 → 38.32 ± 2.77* CG: 27.86 ± 1.32 → 33.55 ± 2.34*	Gemeten eind week 4	NB
Yoldaş Aslan et al. 2021	MAS IG A: meteen na ESWT(week 2) ** Tardieu IG A: meteen na ESWT(week 2) ** ROM: IG A: vanaf week 6* Modified Barthel index verbeterde significant in de 3 groepen** 6 meter looptest: IGA: tijd in week 2 en 6 significant afgenomen* Strain: significante afname in alle groepen in week 2 en 6*	Na 4 weken gemeten	Milde pijn (2)
Yoon et al. 2017	elleboog: IG belly: MAS: 2.81 ± 0.69 → 2.62 ± 0.75* MTS: 53.63 ± 16.26 → 64.50 ± 15.87** IG Junction: MAS: 2.86 ± 0.52 → 2.68 ± 0.55*	Gemeten eind week 4	NB

CONCEPT

	MTS: 49.61 ± 13.74 → 59.71 ± 14.55** Knie: IG Belly: MAS: 2.92 ± 1.03 → 2.38 ± 0.76* MTS: 52.38 ± 25.15 → 66.62 ± 20.41** IG Junction: MAS: 2.85 ± 0.55 → 2.31 ± 0.63* MTS: 55.46 ± 14.87 → 63.46 ± 14.63**		

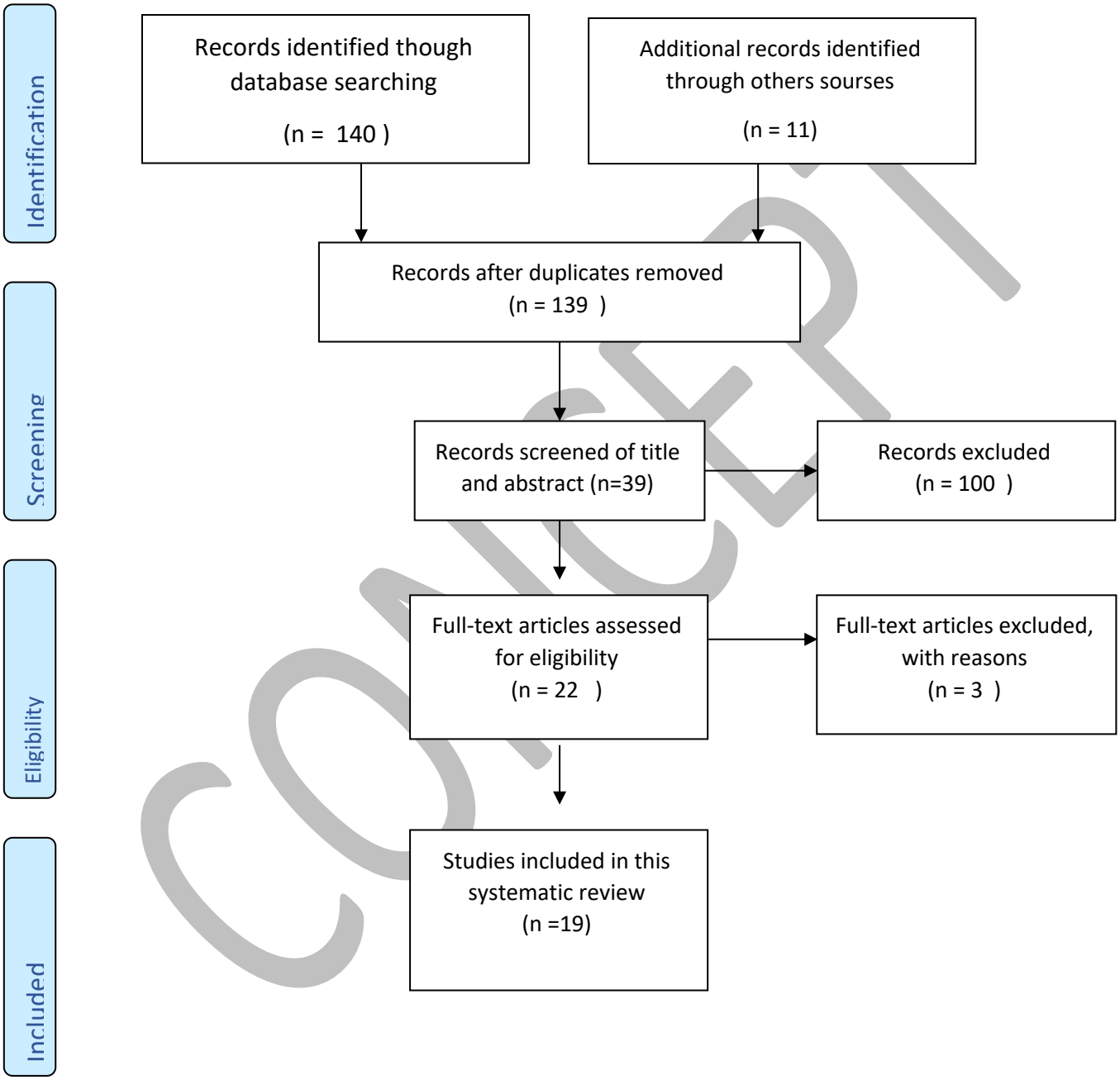
ATL: lengte achilles pees; AROM: Active Range Of Motion; CG: controle groep; EC: elastische component; ESWT: extracorporale shockwave therapie; EMG: Elektromyogram; F:spierspanning; FMA: Fugl-Meyer beoordeling; FMA-UE: Fugl-Meyer bovenste extremiteit; H/M-ratio: de verhouding tussen de maximale amplitude van H-golf (Hmax) en die van M-golf (Mmax); iEMG: myoelectric signal time-domain range interval values; IG: interventie groep; IG A: interventiegroep A; IG B: interventiegroep B; LEFS:Lower extremety functional score; MAS: modified Asworth -Scale; MBI; modified Barthel index; MFL: lengte spierbundel, MT: spierdikte; MTS: modified Tardieu Scale; NB: niet benoemd; PA: pennatie hoek; PET: peak eccentric torque; ROM: Range Of Motion; S: stijfheid; SD: Standaard Deviatie; T: testmoment; TTA: Torque threshold angle; VAS: Visuele Analoge Schaal;; vs: versus;*P<0.05; **P<0.001

CONCEPT

Figuur 1.



PRISMA 2009 Flow Diagram



CONCEPT

Bijlage 1:

Zoekstring Pubmed:

(("Stroke"[Mesh] OR "Stroke" OR "Strokes" OR "Cerebrovascular Accident" OR "CerebrovascularAccidents" OR "CVA" OR "CVAs" OR "CerebrovascularApoplexy" OR "Apoplexy" OR "Vascular Accident" OR "Brain Vascular Accident" OR "Brain VascularAccidents" OR "CerebrovascularStroke" OR "CerebrovascularStrokes" OR "Acute Stroke" OR "Acute Strokes" OR "Acute Cerebrovascular Accident" OR "Acute CerebrovascularAccidents" OR "MuscleSpasticity" OR "strokerehabilitation" OR "Spasm"[Mesh] OR "Spasm" OR "Spams" OR "MuscleSpasm" OR "MuscleSpasms" OR "MuscularSpasm" OR "MuscularSpasms" OR "GeneralizedSpasm" OR "GeneralizedSpasms" OR "MuscleSpasticity") AND ("Extracorporeal Shockwave Therapy"[Mesh] OR "Extracorporeal Shockwave Therapy" OR "shock wave therapy" OR "extra corporeal shock wave therapy "OR "extra corporeal shock wave" OR "Extracorporeal shock wave therapy" OR "Extracorporeal shock wave" OR "shockwave therapy" OR "extracorporeal shockwave therapy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shockwave lithotripsy" OR "shockwave treatment" OR "shock wave treatment" OR "radial shock wave therapy" OR "radial shockwave therapy" OR "focused shockwave therapy" OR "focused shock wave therapy" OR "ESWT" OR "shock-wave therapy" OR "shock-wave treatment")) AND ("Spasm"[Mesh] OR "MuscleSpasticity" OR "Reflex, Abnormal" OR "AutonomicDysreflexia" OR "MuscleHypertonia" OR "Spasm" OR "Spasms, Infantile" OR "Range of Motion, Articular " OR "Dystonia" OR "Pain" OR "Acute Pain" OR "ChronicPain" OR "Myalgia" OR "MuscleWeakness" OR "MuscleStrength" OR "Contracture" OR "Fatigue" OR "Gait" OR "Gait Disorders, Neurologic" OR "Motor Skills" OR "Motor Skills Disorders" OR "Sleep" OR "Quality of Life" OR "SocialProblems" OR "SocialParticipation" OR "PatientParticipation" OR

CONCEPT

"International Classification of Functioning, Disability and Health" OR "RefusaltoParticipate" OR "spasticity" OR "spasticitycerebral" OR "limbspasticity" OR "spasticity treatment" OR "therapy spasticity" OR "hyperreflexia" OR "clonus" OR "withdrawal response" OR "positive support reaction" OR "associatedreaction" OR "co-contractions" OR "spasm" OR "spasms" OR "passive range of motion" OR "active range of motion" OR "range of motion" OR "atactica" OR "diskinetic" OR "dyskinetic" OR "spasticdystonia" OR "motor selectivity" OR "gross motor skills" OR "gross motor skill" OR "discomfort" OR "discomforts" OR "musclestiffness" OR "gait analysis" OR "gaitrehabilitation" OR "gaitpattern" OR "gait index" OR "gait parameters" OR "gross motor function" OR "hyperresistance" OR "hyper-resistance" OR "hyper resistance")

Zoekstring Cochrane:

[Stroke] OR "Stroke" OR "Strokes" OR "Cerebrovascular Accident" OR "CerebrovascularAccidents" OR "CVA" OR "CVAs" OR "CerebrovascularApoplexy" OR "Apoplexy" OR "Vascular Accident" OR "Brain Vascular Accident" OR "Brain VascularAccidents" OR "CerebrovascularStroke" OR "CerebrovascularStrokes" OR "Acute Stroke" OR "Acute Strokes" OR "Acute Cerebrovascular Accident" OR "Acute CerebrovascularAccidents" OR "MuscleSpasticity" OR "strokerehabilitation" AND [Spasm] OR "Spasm" OR "Spams" OR "MuscleSpasm" OR "MuscleSpasms" OR "MuscularSpasm" OR "MuscularSpasms" OR "GeneralizedSpasm" OR "GeneralizedSpasms" OR "MuscleSpasticity" AND [Extracorporeal Shockwave Therapy] OR "Extracorporeal Shockwave Therapy" OR "shock wave therapy" OR "extra corporeal shock wave therapy "OR "extra corporeal shock wave" OR

CONCEPT

"Extracorporeal shock wave therapy" OR "Extracorporeal shock wave" OR "shockwave therapy" OR "extracorporeal shockwave therapy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shockwave lithotripsy" OR "shockwave treatment" OR "shock wave treatment" OR "radial shock wave therapy" OR "radial shockwave therapy" OR "focused shockwave therapy" OR "focused shock wave therapy" OR "ESWT" OR "shock-wave therapy" OR "shock-wave treatment" AND [Spasm] OR "MuscleSpasticity" OR "Reflex, Abnormal" OR "AutonomicDysreflexia" OR "MuscleHypertonia" OR "Spasm" OR "Spasms, Infantile" OR "Range of Motion, Articular " OR "Dystonia" OR "Pain" OR "Acute Pain" OR "ChronicPain" OR "Myalgia" OR "MuscleWeakness" OR "MuscleStrength" OR "Contracture" OR "Fatigue" OR "Gait" OR "Gait Disorders, Neurologic" OR "Motor Skills" OR "Motor Skills Disorders" OR "Sleep" OR "Quality of Life" OR "SocialProblems" OR "SocialParticipation" OR "PatientParticipation" OR "International Classification of Functioning, Disability and Health" OR "RefusaltoParticipate" OR "spasticity" OR "spasticitycerebral" OR "limbspasticity" OR "spasticity treatment" OR "therapy spasticity" OR "hyperreflexia" OR "clonus" OR "withdrawal response" OR "positive support reaction" OR "associatedreaction" OR "co-contractions" OR "spasm" OR "spasms" OR "passive range of motion" OR "active range of motion" OR "range of motion" OR "atactica" OR "diskinetic" OR "dyskinetic" OR "spasticdystonia" OR "motor selectivity" OR "gross motor skills" OR "gross motor skill" OR "discomfort" OR "discomforts" OR "musclestiffness" OR "gait analysis" OR "gaitrehabilitation" OR "gaitpattern" OR "gait index" OR "gait parameters" OR "gross motor function" OR "hyperresistance" OR "hyper-resistance" OR "hyper resistance"

CONCEPT

Zoekstring PEDro:

"extracorporeal shockwave therapy" stroke*

Zoekstring Cinahl:

(MH "Stroke") OR "Stroke" OR "Strokes" OR "Cerebrovascular Accident" OR "Cerebrovascular Accidents" OR "CVA" OR "CVAs" OR "Cerebrovascular Apoplexy" OR "Apoplexy" OR "Vascular Accident" OR "Brain Vascular Accident" OR "Brain Vascular Accidents" OR "Cerebrovascular Stroke" OR "Cerebrovascular Strokes" OR "Acute Stroke" OR "Acute Strokes" OR "Acute Cerebrovascular Accident" OR "Acute Cerebrovascular Accidents" OR “Muscle Spasticity” OR “stroke rehabilitation” OR "Spasm"[Mesh] OR "Spasm" OR "Spams" OR "Muscle Spasm" OR "Muscle Spasms" OR "Muscular Spasm" OR "Muscular Spasms" OR "Generalized Spasm" OR "Generalized Spasms" OR "Muscle Spasticity" AND "Extracorporeal Shockwave Therapy" OR "shock wave therapy" OR "extra corporeal shock wave therapy "OR "extra corporeal shock wave" OR "Extracorporeal shock wave therapy" OR "Extracorporeal shock wave" OR "shockwave therapy" OR "extracorporeal shockwave therapy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shock wave lithotripsy" OR "shockwave lithotripsy" OR "shockwave treatment" OR "shock wave treatment" OR "radial shock wave therapy" OR "radial shockwave therapy" OR "focused shockwave therapy" OR "focused shock wave therapy" OR "ESWT" OR "shock-wave therapy" OR "shock-wave treatment" AND (MH “Muscle Spasticity”) OR “Muscle Spasticity” OR “Reflex, Abnormal” OR “Autonomic Dysreflexia” OR “Muscle Hypertonia” OR “Spasm” OR ”Spasms, Infantile” OR “Range of Motion, Articular “ OR “Dystonia” OR “Pain” OR “Acute Pain” OR “Chronic Pain” OR “Myalgia” OR “Muscle Weakness” OR

CONCEPT

"Muscle Strength" OR "Contracture" OR "Fatigue" OR "Gait" OR "Gait Disorders, Neurologic" OR "Motor Skills" OR "Motor Skills Disorders" OR "Sleep" OR "Quality of Life" OR "Social Problems" OR "Social Participation" OR "Patient Participation" OR "International Classification of Functioning, Disability and Health" OR "Refusal to Participate" OR "spasticity" OR "spasticity cerebral" OR "limb spasticity" OR "spasticity treatment" OR "therapy spasticity" OR "hyperreflexia" OR "clonus" OR "withdrawal response" OR "positive support reaction" OR "associated reaction" OR "co-contractions" OR "spasm" OR "spasms" OR "passive range of motion" OR "active range of motion" OR "range of motion" OR "atactica" OR "diskinetic" OR "dyskinetic" OR "spastic dystonia" OR "motor selectivity" OR "gross motor skills" OR "gross motor skill" OR "discomfort" OR "discomforts" OR "muscle stiffness" OR "gait analysis" OR "gait rehabilitation" OR "gait pattern" OR "gait index" OR "gait parameters" OR "gross motor function" OR "hyperresistance" OR "hyper-resistance" OR "hyper resistance"

CONCEPT