

# Elektrisk stimulerings effekt på post-stroke spasticitet och motorfunktion

Shereen Abdelbari  
2014

Filosofie magisterexamen  
Sjukgymnastik

Luleå tekniska universitet  
Institutionen för hälsovetenskap

LULEÅ TEKNISKA UNIVERSITET  
Institutionen för hälsovetenskap

Elektrisk stimulerings effekt på post-stroke spasticitet  
och motorfunktion

*Electrical stimulation effect on post-stroke spasticity and  
motor function*

Shereen Abdelbari

SJUKGYMNASTIK  
Examensarbete på avancerad nivå, 15 hp  
Vårterminen 2014  
Handledare: Irene Vikman universitetslektor  
Lars Nyberg, professor i sjukgymnastik

*Ett stort TACK till min huvudhandledare Irene Vikman som hon har  
med sin kritiska läsning, genomtänkta kommentarer och uppmuntrande  
ord betytt mycket för mig på resan*

## **Abstrakt:**

**Inledning:** Elektrisk stimulering kan öka både spinala vägar och kortikal plasticitet, vilken leder till förbättring i motorfunktion och spasticitet hos stroke patienter.

Elektrisk simulering modaliteter (ES) är en relativt riskfri och enkel att implementeras vid rehabilitering.

**Syftet:** En kunskapssammanställning som undersöker effekten av klinisk tillämpning av elektrisk stimulerings modaliteter på post-stroke spasticitet och motor funktion.

**Metod:** En systematisk kunskap sammansättning för att skapa en överblick över kunskapsläget inom elektrisk stimulerings effekt på post-stroke spasticitet och motorfunktion. Inkluderade studier har identifierats via sökning databaser. I studien har 5 observation studier och 12 RCT granskats och poängbedömts enligt PEDro evidensskala.

**Resultat:** Majoriteten av studierna rapporterade signifikanta effekter av elektrisk stimulering på åtminstone ett effektmått. Elektrisk stimulering med konventionell rehabilitering program minskar övre respektive nedre extremiteters spasticitet vilken kan bidra till förbättring i motorfunktionen.

**Konklusion:** Icke-invasiv Elektrisk Simulering modaliteter kan vara en effektiv behandlingsmetod när den kombineras med andra konventionella rehabilitering program vid post-stroke spasticitet.

**Nyckelord:** Elektrisk stimulering, Gång förmåga, Hand funktion, Motorisk funktion, Muskel spasticitet, Stroke.

<b>Abstrakt:</b> .....	<b>3</b>
<b>Bakgrund</b> .....	<b>5</b>
Vad är spasticitet och hur spasticitet utvecklas: .....	5
Inverkan av spasticitet på funktionsförmåga: .....	5
Hur mäter man spasticitet: .....	6
Behandlingsmetoder av spasticitet: .....	6
Effekten av elektrisk stimulering på spasticitet och motor funktion hos personer med stroke: .....	7
<b>Metod</b> .....	<b>9</b>
Inklusions kriterier: .....	9
Exklusions kriterier: .....	9
Deltagare: .....	9
Intervention: .....	9
Sökord: .....	9
Databaser: .....	9
Informationssökning: .....	9
<b>Resultat</b> .....	<b>11</b>
Effekten av icke invasiv elektrisk stimulerings modaliteter på spasticitet och motorfunktion för övre-extremitet hos personer med stroke: .....	16
Effekten av icke invasiv elektrisk stimulerings modaliteter på spasticitet och motorfunktion för nedre-extremitet hos personer med stroke: .....	17
<i>Neuromuskulär elektrisk stimulering:</i> .....	17
<i>Funktionell elektrisk stimulering:</i> .....	17
<i>Transkutan elektrisk stimulering:</i> .....	18
<b>Diskussion:</b> .....	<b>19</b>
Metoddiskussion: .....	19
Resultat diskussion: .....	20
<b>Konklusion:</b> .....	<b>22</b>
<b>Referenser:</b> .....	<b>23</b>
<b>BILAGOR:</b> .....	<b>28</b>
BILAGA (1) .....	28
BILAGA (2) .....	29
BILAGA (3) .....	30

## **Bakgrund**

Stroke är en term som används för att beskriva hjärnskada som orsakas av en abnormitet i blodtillförseln till en del av hjärnan. Stroke leder till funktionshinder på grund av sensoriska, fysiska, språk, kognitiva och känslomässiga förändringar. De motoriska och sensoriska funktionsnedsättningarna påverkar individens livskvalitet. (Caplan & Louis, 2005)

### **Vad är spasticitet och hur spasticitet utvecklas:**

Spasticitet är motståndet mot passiv rörelse. Den är en del av övre motor neuron sjukdomar, kännetecknas av en ökad hastighet associerad tonic stretch reflex (muscle tone) och en ökad senreflex på grund av hyperexcitabilitet av stretch reflexen (Mukherjee & Chakravarty, 2010). Centrala nervsystemets lesioner påverkar vägarna i både pyramidala och extrapyramidala systemen. Ökad muskeltonus uppstår som ett resultat av neuroplastic förändringar som ett resultat av övre motor neuron lesion (Pandyan, et al.2009).

Spasticitet orsakas inte av en enda mekanism, utan snarare av en invecklad kedja av förändringar i olika ömsesidigt beroende nätverk, vilket omfattar: (1) spinala mekanismer som omfattar avvikelser i spinala nervceller och spinal subsystem funktion, (2) supraspinala och suprasegmental mekanismer, och (3) abnormitet av muskelns mekaniska egenskaper. (Mukherjee & Chakravarty, 2010).

### **Inverkan av spasticitet på funktionsförmåga:**

Spasticitet är vanligt besvär som utvecklas efter stroke och anses vara en viktig faktor som orsakar sekundära komplikationer som exempelvis begränsad rörlighet, försening i återhämtning av den paretiska extremiteten (Leijon, Boivie & Johansson, 1989).

Wu et al. (2013) anser att muskeltonus är ett stort problem som hindrar ytterligare förbättringar av motorisk funktion i övre extremitet i subakuta och kroniska fasen i sjukdomen stroke.

Spasticitet orsakar muskelsvaghet och utvecklar deformiteter som leder till begränsning i dagliga aktiviteterna (O' Dwyer, et al., 1996). Nedsatt rörlighet i övre extremitet är vanligt och upplevs av stroke patienter som ett besvärande problem. Sex månader efter stroke kan omkring 65 % av patienterna inte införliva den drabbade handen i vanliga aktiviteter. (Sahin et al., 2012). Gåendet är en av de viktigaste dagliga aktiviteter. Spasticitet i gastrocnemius muskel leder till ineffektiv fotleds dorsi-flexion under svängfasen (dropp fot) vilket stör gångmönstret och resulterat i

nedsatt gånghastighet och ökad energiåtgång (Yamaguchi, Tanabe, Muraoka, Masakado, Kimura, Tsuji, & Liu, 2012a). Spastiska extremiteter hindrar egenvårds aktiviteter och orsakar balansstörning och ökar beroendet i utförande av ADL (Cho et al., 2013).

### **Hur mäter man spasticitet:**

För att kliniskt bedöma hypertonus utförs en snabb passiv rörelse över en led och graden av hypertonus bedöms utifrån det motstånd som uppkommer i någon del rörelsebanan och skattas genom skattningsskalan Ashworth skalan. Bryan Ashworth som först utvecklade den ursprungliga skalan (OAS) för att utvärdera muskelspasticitet var en 5-gradig poängskala (Nakhostin Ansari et al., 2012). Bohannon och Smith (1987) ändrade OAS genom att tillsätta en grad, 1 + för att öka precisionen vid mildare grad av hypertonus. Denna skala betecknas som Modified Ashworth Scale (MAS) (Nakhostin Ansari et al., 2012). Ashworth skala är graderad enligt följande: 0 = normal muskeltonus; 1 = liten ökning av muskeltonus, "fångas när lemman flyttas; 2 = mer markant ökning av muskeltonus, men lemman lätt att böjas; 3 = kraftig ökning i muskeltonus; och 4 = lemman styv i flexion eller extension. Vissa studier har visat att MAS har god interbedömarreliabilitet för armbågens spasticitet.

Bohannon & Smith, (1987) och handled (Bodin et al., 1991) däremot har Nuyens et al. (1994) visar mindre bra reliabilitet vid bedömningen av nedre- extremiteters spasticitet. Blackburn et al. (2002) har undersökt interbedömar och intrabedömarreliabilitet av MAS. Resultatet visade att MAS har bra reliabilitet för nedre extremiteter. Spasticitet vid utvärdering av en bedömare däremot visades lägre reliabilitet vid utvärdering av två bedömare.

### **Behandlingsmetoder av spasticitet:**

Att behandla spasticitet anses i allmänhet nödvändig för att förebygga deformiteter, förbättra funktion och för att lindra plågsamma symptom (Elovic & Bogey, 2004). Det finns ett brett utbud av behandlingsalternativ för spasticitet, från de konservativa behandlingarna som exempelvis mediciner, splint, fysiska behandlingsmetoder och övning till kirurgi (Gallichio et al., 2004).

Det kan kräva flera interventioner, bland annat positionering, stretching, fysiska modaliteter, elektrisk stimulering, orala och transdermala läkemedel, nervblockeringar

och kirurgiska ingrepp. Orala och transdermala läkemedel är inte alltid effektivt och kan vara svåra att tolereras på grund av biverkningar. (Elovic & Bogey, 2004). En effektiv metod för att minska spasticitet är neuromuskulär elektrisk stimulering (NMES) över agonist-eller antagonistmuskler av spastiska muskler. Det finns vissa belägg som visar att elektrisk stimulering av antagonistmusklerna kan minska spasticitet omedelbart efter behandlingen. (Carmick, 1993 & Santos et al., 2006). Det har också hävdats att minskning av spasticitet genom denna metod inte orsakar någon muskelsvaghet eller paralis. (Santos et al., 2006).

Bogataj et al. (1995) fann att neuromuskulär elektrisk stimulering kan öka sensorisk input i det centrala nervsystemet vilken leder till snabbare motorisk inlärning (Bakhtiary & Fatemy, 2008). Det har hävdats att elektrisk stimulering kan minska muskel tonicitet via reduktion av stretch reflexen, vilket orsakar lägre spasticitet och tillåter ökad rörelse och kan förebygga styvhet och kontrakturer av mjukdelsvävnad (Vitenzon, Mironov & Petrushanskaya, 2005).

### **Effekten av elektrisk stimulering på spasticitet och motor funktion hos personer med stroke:**

Neuromuskulär elektrisk stimulering är en rehabilitering- och tränings modalitet som består av leverering av elektriska pulser genom huden för att aktivera musklerna. (Motta-Oishi, Magalhães, & Mícolis de Azevedo, 2013).

Neuromuskulär elektrisk stimulering har visat sig vara effektivt för att förbättra funktionen hos patienter med centrala nervsystemets (CNS) lesioner, såsom hos stroke patienter. En sådan stimulans modalitet kan förbättra neuromuskulär funktionellt tillstånd, inte bara genom att stärka muskler, minska smärta och öka rörelseomfång (ROM), men också genom att minska spasticitet (Schuhfried, 2012) Funktionell elektrisk stimulering (FES) har också använts i sjukgymnastik för att hjälpa paretiska muskler att utföra funktionella aktiviteter (Chen, 1997).

Tidig tillämpning av funktionell elektrisk stimulering har hos stroke patienter med nedsättning av funktionell rörelse i övre extremiteten använts för att öka handledens rörlighet och extension av fingrar, samt förbättra muskelstyrka för handleden och handens grepp (Karakus, et al., 2013).

FES har också använts för att förbättra gångförmågan hos stroke patienter (Yan, Hui-Chan & L.S.W. Li, 2005). Nyttan av FES-assisterad cykling inkluderar förbättring av muskelstyrka och uthållighet, ökad bentäthet, kardiopulmonell förbättring, minskad spasticitet och många andra fysiologiska och psykologiska fördelar (Gfohler &



Lugner, 2000). I en systematisk översikt av Kottink et al. (2004) som undersöker effekten av FES med ortos på gångförmåga hos stroke patienter med dropp fot, visar resultatet på positiva effekter av funktionell elektrisk stimulering på gånghastighet. Tidigare studier har rapporterat att funktionella aktiviteter som utförs av den hemiplegiska handen förbättras efter behandlingen med elektrisk stimulering (Wu, Seo & Cohen, 2006). Dessutom har vissa studier visat att kombination av botulinum toxin typ A och FES kan vara en effektiv metod för att minska övre-extremiteters spasticitet och spastisk dropp fot efter stroke (Hesse et al., 1998; Johnson et al., 2004). Botulinumtoxin typ A (BTX) är en neuromuskulär blockerare som tillåter fokal behandling av överaktiva muskler; det ges intramuskulärt och används kliniskt för att förbättra motorisk kontroll och öka toleransen för passiv stretching. BTX är effektiv för att minska spasticitet i vadmuskulatur hos strokepatienter upp till 4 veckor efter injektion. Burbaud et al. (1996) fann att minskning av spasticitet kan vara mer effektiv för patienterna inom det först året efter stroke (Johnson, et al., 2004). Transkutan elektrisk stimulering (TENS) kan också minska spasticitet i nedre extremiteter.

Han et al. (1991) påpekade att endast hög-TENS (100 Hz) och inte låg-frekvens (2 Hz) vid specificerade akupunkturpunkter (ST 36) hade en effekt på att minska spasticitet. Hög TENS frekvens behandlar spasticitet genom frisläppandet av *dynorfin* som minskar alfa-motorneuron aktivitet (Sonde, Kalimo, & Viitanen, 2000). Neurovetenskaplig forskning ger belägg att stimulering av hjärnan leder till förändringar i kortikala excitabiliteten som skulle kunna användas för att underlätta återinläraning och återhämtning av funktion hos strokepatienter (Popovic et al., 2009). Transkraniell likström stimulering (tDCS) och repetitiv transkraniell magnetisk stimulering (rTMS) är en hjärnas stimulering, icke-invasiva och smärtfri intervention. Studierna som har rTMS interventionen har visat en förbättring av spasticitet hos patienter med multipel skleros, cerebral pares, ryggmärgsskada, och stroke (Barros Galvão et al., 2014).

**Syftet** med uppsatsen är en systematisk kunskapssammanställning om vilka effekter har elektrisk stimulerings behandlings modaliteter på post-stroke spasticitet och motor funktion.

## Metod

För att besvara frågeställningen har en systematisk kunskapssammanställning genomförts Friberg (2006).

### Inklusions kriterier:

- Studier som undersöker effekten av icke-invasiv elektrisk stimulering på spasticitet och motor funktion hos vuxna personer med stroke.

### Exklusions kriterier:

- Fallbeskrivningar och pilotstudier har exkluderats för dessa designers anses ha otillräckligt vetenskapligt underlag enligt GRADE systemet.

### Deltagare:

Inkluderade deltagare har en klinisk diagnos av stroke, oberoende av drabbade sidan, tiden sedan debut, samtidiga sjukdomar, tidigare stroke eller initial motorisk försämring.

### Intervention:

Studierna har icke-invasiv elektrisk stimulering som intervention. Den kan vara neuromuskulär elektrisk stimulering, funktionell elektrisk stimulering, transkutan elektrisk stimulering, transkranial likström stimulering.

**Utfalls effektmått:** spasticitet i övre/nedre extremiteters, motorfunktion, gångförmåga, funktionell nivå av ADL.

### Sökord:

Stroke, Muscle spasticity/ Hypertonia, Electrical Stimulation, Motor function. Lower-upper/ extremiteties/ limbs, Gait, Hand function

### Databaser:

Informationssökning har skett systematiskt genom LTU bibliotekets websidan.

Det har skett genom enskilda databaserna Scopus och CINAHL, MedLine, Pub Med och PEDro med ovanstående sökord som har används i olika ordkombinationer.

### Informationssökning:

Sökord kombinationer som har lett till antal träffar och de utvalda artiklarna i varje databas har presenterats i Tabell 1 och Tabell 2. I den primära sökning har jag hittat stort antal av artiklar som rör spasticitet och elektrisk stimulering. Vissa artiklar har exkluderat på grund av antingen gemensamhet eller för att artiklarna inte uppfyllde

inklusions kriterierna. Hundra sjuttiofyra studier har tänkts relevant enligt sina titlar. Hundra fyra artiklar har exkluderat efter läsning av abstrakt. Texten av sextionio artiklar har lästs och 17 relevanta artiklar har valts ut. Nio av utvalda artiklar har hittats i Scopus med ordkombinationer: ES AND Stroke AND muscle spasticity/hypertonia/ Motor function/ Gait.

Inkluderade artiklar presenteras i Tabell 3. Artiklarna har sökt behandlings effekt av Elektrisk Stimulering på post-stroke spasticitet. Elektrisk stimulering modaliteter är undersöknings intervention och vuxna stroke patienter med muskel spasticitet är den undersökningsgruppen.

Tabell 1.

Databaser/ sökord	sökord	Antal träffar/första sökning	Antal lästatitlar	Lästa abstrakt	Antal valda artiklar
Pub Med	Stroke AND spasticity AND ES AND gait/ motor function	32/42	7/9	6	1/1
CINAHL	Stroke AND spasticity AND ES	79	40	23	2
PEDro	Stroke AND spasticity AND ES	21	5	4	1
AMED	Stroke AND spasticity, AND ES	19	7	4	1
MedLine(proquest)/	Stroke AND spasticity AND ES	111	20	10	2

Tabell 2.

Databas/Scopus	Antalträffar	Antal lästa titlar	Antal lästa abstrakt	Antal utvalda artiklar
ES AND Stroke AND muscle spasticity/hypertonia	72/ 10	28/ 2	11	6
ES AND stroke AND muscle spasticity/ hypertonia, UL	18/ 3	2/ 3	2	0 / 0
ES AND stroke AND muscle spasticity/ hypertonia AND LL	2 / 16	2 / 3	1	0 / 0
ES AND stroke AND motor function AND UL/ LL	39/98	9 /20	3	0 / 1
ES AND stroke AND spasticity AND gait	38	10	3	1
ES AND stroke AND spasticity AND hand function	43	5	2	1

Den metodologiska kvaliteten på de inkluderade studierna med RCT design har granskats enligt PEDro skala (bilaga 1). Skalan har utvecklats och distribueras av Centrum för Evidensbaserad praktik i Australien. Skalan har visat sig ha god reliabilitet och validitet (Foley et al., 2006). Tolv RCT studier har kvalitetsgranskats med PEDro (Bakhtiar & Fatemy, 2008; Barros Galvão, Borba Costa Dos Santos, Borba Dos Santos, Cabral, & Monte-Silva, 2014; Cho HY et al., 2013; Karakus et al., 2013; Mesci, Ozdemir, Kabayel, & Tokuc, 2009; Ng & Hui-Chan, 2007a; Sahin et al., 2012; Wu et al., 2012; Yamaguchi, Tanabe, Muraoka, Masakado, Kimura, Tsuji, & Liu, 2012) medan SBUs granskningsmallen för observationsstudier (bilaga 2) har används för granskning av fem studier observationsstudier (Chen et al., 2005; Lo, Hsu, Hsueh, & Yeh, 2012; Sabut et al., 2010a; Sabut, Sikdar, Kumar, & Mahadevappa, 2011a; Sonde, Kalimo, & Viitanen, 2000). Granskningen av RCT studier presenterats i bilaga(1) och observationsstudierna i bilaga(2).

## Resultat

I den här kunskapssammanställningen har 17 studier granskats, tolv av de studierna är randomiserad kontrollerade studier (RCT) och de övriga fem studier är observationsstudier med intervention och kontroll grupper. Alla studier undersöker effekten av icke invasiva elektrisk stimulering modaliteter på övre respektive nedre extremiteters post- stroke spasticitet och motorfunktion Tabell 1. Utförligare redovisning av resultat från studierna finns i bilaga 3.

Tabell 3. Inkluderade studiers – design och patients karakteristika:

Författaren/ År	Studie design	studielängd	Studie grupper; Intervention vs kontroll	Patiente r (n) Medel ålder (år)	Utfalls- Effektmått (mätinstrument)  <i>Resultat</i>	Studie kvalité
Barros Galvão, Borba Costa dos Santos, Borba dos Santos,	RCT	10 sessioner, 3dgr/v,  4 veckor uppföljning	I:(rTMS) (1500 pulser, 1 Hz, 90% + fysioterapi  K: fysioterapi	n =20  I= 10 Exkluder ad.= 1 57,4  K: 10	Handled spasticitet (MAS). <i>Sig. förbättrad handledsfunktion – interventionsgrupp.</i>  UL motor funktion återhämtning (UE- FMA) <i>Icke-signifikant förbättring av motoriska funktioner</i>	Stark

Cabral, & Monte-Silva, 2014				Exkluderad = 1 64,6		
Karakus, D., Ersoz, M., Koyuncu, G., Turk, D., Sasmaz, F. M., & Akyuz, M. (2013)	RCT	2 veckor	I: Standard rehabilitering program + FES 30 m., 5d/v, 2 veckor  K: Standard rehabilitering program	n=28  I: 14 55,6  K: 14 62,3	Armbåge, Handled och Fingrar spasticitet. <i>Icke-signifikant förbättring i UL spasticitet.</i>  UL. motorfunktion <i>Sig. förbättring i UL motorfunktionen i interventionsgruppen</i>	Måttligt
Cho, H., In, T. S., Cho, K. H., & Song, C. H. (2013)	RCT	Intervention dag och en dag efter	I: TENS, 100Hz, 2-3 gånger/d + 60 min. standard rehab. program  K: placebo-TENS + 60 m standard rehab. program?	I: 25 Exc.:3 55,2  K: 25 Exc. 5 55,65  Kvar: 22/20	Plantar flexor spasticitet, <i>Sign. förbättring i plantar flexor spasticitet direkt efter interventionen men inte efter en dag</i>  Postural balans: (Postural sway length) öppna ögon, stängda ögon, instabil yta med öppna ögon. <i>Det finns statistisk signifikant mellan grupp differens vid stängd ögon läge p (0,029). Ökning i balansen. vid stängd ögon läge p (0,029). Ökning i balansen.</i>	Stark
Wu, D., Qian, L., Zorowitz, R. D., Zhang, L., Qu, Y., & Yuan, Y. (2013)	RCT	4 veckor & 4 veckor uppföljning	I: Aktiv tDCS 20 m./dag 5d/v. för 4 v., Konventionell fysioterapi  K: sham (placeb) tDCS & PT	n = 90  I: 45 45,9  K:45 49,3	UL spasticitet. <i>Sig. förbättring i armbåge och handled spast. p &lt;0,001</i>  Motor funktion. <i>Sig. Förbättring i FMA av- UL. Motorfunktion.</i>  ADL. <i>Sig. Förbättring i ADL (Barthel index)</i>	Stark
Yamaguchi, T., Tanabe, S., Muraoka, Y., Masakado, Y., Kimura, A., Tsuji, T., et al. (2012).	RCT	20 minuter/session	I: ES & locomotion-like movement K1: ES.  K2: locomotion like	n=27  I: 9 61,4 K1:9 66,4 K2:9 64,9	Ankel dorsiflexor spasticitet <i>Icke-sig. mellan grupp differens p (0,23), men det finns förbättring efter interventionen i alla grupper</i>  Gånghastighet Signifikant förbättring i gånghastighet i den ES kombinerat med locomotion-like movement grup och ES vs locomotion-	Måttligt

			movement		like movement p (0,049) respektive p (0,025)	
Sahin, N., Ugurlu, H., Albayrak, I., Sahin, N., Ugurlu, H., Albayrak, I., et al. (2012).	RCT	4 veckor, 20 session 5gg/v	I: NMES 15 m. PNF, Infraröd 15m.  K: Stretching med PNF teknik, Infraröd 15m.	n= 42  I: 21 60,2  K:21 59,3	Handled spasticitet (MAS) Motor funktion (BS) Handled ROM, ADL (FIM)  <i>Signifikant förbättring sågs i interventions grupp jämfört med kontroll grupp i alla parametrar p (0,001, 0,04, 0,001, respektive 0,028)</i>	Stark
Mesci, N., Ozdemir, F., Kabayel, D. D., & Tokuc, B. (2009)	RCT	4 veckor	I: Konventionell fysioterapi & NMES  K: Konventionell fysioterapi	n= 40  I: 20 62,65  K: 20 59,1	Fotled passiv dorsiflexion(ROM) LL. Spasticitet (MAS) Funktionell nivå av ADL(FIM) LL neurofysiologisk förbättring BS Motorfunktion (RMAS)  <i>Signifikant förbättring i interventions grupp jämfört med kontroll grupp P(0,000, 0,000, 0,005 0,018) respektive 0,004).</i>	Stark
Bakhtiary, A. H., & Fatemy, E. (2008). Iran	RCT	4 veckor	I: infra red 10m., bobath tech.15m. & NMES 9 m.  K: infra red 10 m.& bobath tech.15m.	I: 20 Exc. 2 Kvar:18 42-65  K: 20 Exc. 3 Kvar: 17 55	LL plantar flexor spasticitet (MAS) Fotled dorsiflexion ROM, Dorsiflexor muskelstyrka, Soleus muskel H-reflex amplitud.  <i>Signifikant förbättring i MAS, ROM, muskelstyrka men inte H/M max amplitud p(0,001), p(0,0001), p(0,04) respektive p(0,243).</i>	Stark
Ng, S. S. M., & Hui-Chan, C. (2007)	RCT Enkel-blind	4 veckor & 4 veckor uppföljning	TENS (100Hz) 60 m.  TENS & task-relaterad träning(TRT), 20 sess., 5/v. för 4 v.  placebo TENS & TRT(60 m.)	n = 88 TENS= 22 56,4  TENS & TRT(tas k-relaterad träning) =22 58,4	LL plantarflexor spasticitet  Dorsi & plantarflexor tourgue MIVC,  Gånghastighet  <i>När den kombineras med placebo TENS+ task-relaterad träning (TRT) visar TENS+TRT grupp signifikant tidigt och större minskning i plantar-flexor spasticitet och i dorsiflexor torque vid två veckor p &lt; (0,01).</i>	Stark

			kontroll grupp	plac. TE NS & TRT=22 57,1  kontroll= 22 57,3	<i>När den kombineras med de tre grupper visar TENS+ TRT signifikant förbättring i gångshastighet <math>p &lt; (0,01)</math>.</i>	
Yan, et al.,(2005)	RCT	4 veckor & 4 uppföljning	I: 30 min FES & SR  K1: 60 min. Placebo FES  K2: SR	n= 46 i: 13 p: 15 k: 13	Fotled plantar-flexor spasticitet (css) (composite spasticity score) Fotled dorsi-flexion torque (MIVC) Gångförmåga (TUG score)  <i>Sig. förbättring i plantar-flexor spasticitet. och fotled torque <math>p &lt; (0,05)</math>.</i>  <i>Sig. förbättring i gångförmåga (<math>P &lt; 0,05</math>). 84,6% av deltagare av FES grupp kunde återkomma hem, 53,3 % av placebo grupp och 46,2% av SR grupp.</i>	Stark
Johnson, et al., (2004)	RCT	16 veckor	I: BtxA +ES 200 unit dsport I gastrocnemius och 400 U. I tibialis- posterior  K: PT 45 min./d 3g/v	n =18.  I: 8 Stimuler ade Icke stimulerade  K: 10	Gångshastighet Fotled plantar-flexor spasticitet (MAS) Motorfunktion (RMA) fysiologisk kostnadsindex för gång <i>Signifikant förbättring i gångshastighet och plantarflexor spasticitet.</i>	Måttligt
Hesse, et al., (1998)	RCT	12 veckor	A: 1000 unit BtxA+ES (30m.3gg/d, 3d/v)  B: 1000 unit BtxA  C: placebo+ES  D: placebo BtxA	n =24 a: 6 b: 6 c: 6 d: 6	Armbåge, handled och fingrar spasticitet, UL. motor- task  <i>Sig. förbättring i armbåge spasticitet (<math>p =</math> 0,011) men inte i handled och fingrar spasticitet. För UL. motor task, grupp A (BtxA + Estim) skiljer sig signifikant från grupp B (BtxA) <math>p =</math> (0,007) och från grupp D (placebo BtxA) <math>p =</math> (0,008), men inte från grupp C (placebo + E- Stim., (<math>p = 071</math>).</i>	Stark

Lo, H., Hsu, Y., Hsueh, Y., & Yeh, C. (2012).	Två grupp Pre-post test	20 min.	I:(FES)- cycling träning.20 min.  K: cykling träning	n = 20 I: 10  K:10	LL spasticitet (MAS) Postural Kontroll förmåga (balans test)  <i>Signifikant förbättring i LL. spat. och postural kontroll</i> <i>Signifikant mellan grupp differens i förändrings kvot av styrförmåga i framåt direction (p = .022)</i> <i>H/M-kvot visar signifikant skillnad (p = 0,015) mellan interventions och kontroll grupp bland personer med högre muskeltonus.</i>	Begränsad
Sabut, S. K., Sikdar, C., Kumar, R., & Mahadevappa, M. (2011).	Prospektive interventionell studie  Två grupper Pre-post test	12 veckor	I: FES 20- 30 min. & en timme konventionell rehabiliterings program per dag, 5d/v  K: CRP	n = 51 I: 27  K: 24	Plantarflexor spasticitet (MAS), LL motor funktion(FMA) Dorsiflexor styrka(MMT) Aktiv/passiv fotled dorsiflexor ROM (HHG)  <i>Sig. förbättring av plantar flexor spasticitet och motor- funktion i FES grupp(P &lt;0,05).</i> <i>Mellan grupp differens visar en signifikant förbättring p (0,005, 0,0070,007 respektive 0,001) mättes i alla bedömda parametrar</i>	Begränsad
Sabut, et al., (2010)	Två grupper Pre-post test	12 veckor	I: 30 min FES +60 min. PT = OT/d, 5d/v.  K: PT+ OT	n=30 i: 16 k: 14	Gastrocnemius muskel spasticitet Gångparametrar: (gångshastighet, kadiance, steglängd), PCI, fotled ROM  <i>Sig. förbättring i gastrocnemius muskel spasticitet (p &lt; 0.05).</i> <i>Sig. förbättring i gångshastighet efter interventionen i FES grupp (p &lt; 0,001)</i> <i>FES gruppen visar signifikant förbättring jämfört med kontrollgruppen i gångparametrar (t.ex. gångshastighet, kadens, steglängd), fysiologiska Index (PCI), fotled ROM, Fugl-Meyer score, och (RMSmax)</i>	Begränsad
Chen, S. C., Chen, Y. L., Chen, C. J., Lai, C. H., Chiang, W.	Två grupp Pre-post test	4 veckor	I: ES. 20 min./d 6d/ v, 4 veckor	n = 24 I:12  K: 12	Gastrocnemius Spasticitet (MAS) F max/M max (%) H-reflex latency (ms), 10-metr gångtid (s). <i>Sig. förbättring i LL. Spasticitet (p &lt;</i>	Begränsad



H., & Chen, W. L. (2005).			K: 20 min. placebo ES		0.01). 10-meters gångtid minskas signifikant efter ES ( $p < .0,01$ ). I kontrollgruppen, ingen av de åtgärderna visar en statistiskt signifikant förändring.	
Sonde, L., Kalimo, H., & Viitanen, M. (2000)	en grupp pre-post-test design	Pre- post-test & 2veckor uppföljning	Hi TENS frekvens 30 min. På S 36 akupunkturpunkt	n = 16	LL. muskler spasticitet (MAS) Gångtid (10 m. gång)  Sig. förbättring i LL spasticitet och gångstig.	Begränsad

UL= upper limb, LL= lower limb, MAS= Modified Ashworth scale, RMAS= Rivermead Motor Assessment Scale.  
BS = Brunstrom motor scale, FIM= functional independent measurement, ADL= Activity Daily Living, FMA= Fugl-Meyer Assessment MMT= Manuel Muscle Test, MVIC= maximum voluntary Isometric Contraction, SR= Standard Rehabilitating

### Effekten av icke invasiv elektrisk stimulerings modaliteter på spasticitet och motorfunktion för övre-extremitet hos personer med stroke:

I den här kunskapsmanstämningen har fem studier undersökt elektrisk stimulerings modaliteter på över- extremitet Barros Galvão et al. (2014); Karakus et al. (2013); Sahin et al., (2012); Wu, D., et al. (2013); Hesse, et al. (1998). Sahin et al., (2012) studie, med stark kvalitet, anser att neuromuskulär elektrisk stimulering (NMES) som tillämpas för att stärka antagonistmuskler tillsammans med PNF stretching teknik för behandling av övre motor neuron lesion associerade spasticitet visar signifikant minskning av spasticitet i övre extremitet och förbättring i motorfunktion och ADL förmåga. Wu et al. (2013) studie har en stark studie kvalitet och visar att tDCS behandlingsmetod minskar signifikant spasticitet i övre extremitet och signifikant förbättring av motor-funktionen i övre extremitet mätt med Fugl-Meyer Assessment hos stroke patienter. En annan studie (Barros Galvão et al., 2014) med stark kvalitet visar att inhibitoriska rTMS över opåverkad hemisfär samtidigt med sjukgymnastik minskar signifikant spasticitet i övre extremiteterna. Metoden visar ingen signifikant förbättring i övre extremitets motor funktion. Effekten kvarstod 4 veckor efter interventionen.

Karakus et al., (2013) med måttlig studie kvalitet visade att funktionell elektrisk stimulering (FES) tillsammans med ett standard rehabiliteringsprogram har en positiv effekt på övre extremiteters motoriska funktion men den visar ingen signifikant minskning av spasticitet. Hess et al. (1998) studie har stark studie kvalitet och visade att FES i kombination med botulinumtoxin (BTX) signifikant minskade spasticitet i armbågsledens muskulatur men inte handledens och fingrars spasticitet.

### **Effekten av icke invasiv elektrisk stimulerings modaliteter på spasticitet och motorfunktion för nedre-extremitet hos personer med stroke:**

#### **Neuromuskulär elektrisk stimulering:**

Två studier med stark kvalitet Bakhtiary & Fatemy (2008); Mesci et al. (2009) och en observation studie Chen et al. (2005) visade i sina resultat att NMES signifikant minskar spasticiteten i nedre extremitet, förbättrar fotled dorsalflexion, ökar gånghastighet och dessutom bidrar till att uppnå ett förbättrat gångmönster och snabbare motor och funktionell återhämtning. Dessutom föreslår Bakhtiary & Fatemy, (2008) Mesci et al., (2009) att NMES kan användas i kombination med andra fysioterapi tekniker, och som ett stöd till grundläggande rehabiliteringsprogram för att ge effektivare återhämtning av motoriska funktioner.

Å andra sidan visar Yamaguchi et al. (2012) i en studie, med måttligt kvalitet att NMES signifikant förbättrar gånghastighet när den kombineras med gång liknande rörelser (locomotion-like movement). Spasticiteten minskades dock inte signifikant.

#### **Funktionell elektrisk stimulering:**

Två observations studier Sabut et al. (2010); Sabut, Sikdar, Kumar, & Mahadevappa, (2011) visade att FES i kombination med konventionellt behandlingsprogram kan signifikant minska spasticiteten i nedre extremitet och förbättrar gångförmåga, ROM, muskel styrka och motorisk återhämtning jämfört med enbart konventionell terapi vid stroke. En annan observation studie Lo et al. (2012) fann att FES kombinerad med 20 minuter cykelträning förbättrade postural kontroll och minskade muskeltonus.

Cykelträning, med eller utan FES kan minska spasticitet hos strokepatienter men den visar sig mer effektiv hos strokepatienter med hög muskeltonus Lo et al. (2012)

En RCT studier med stark kvalitet visade att FES kan signifikant förbättra funktionen, motoriska återhämtningen och minska spasticitet i nedre extremitet hos personer med akut stroke. Yan, Hui-Chan, & Li (2005)

En annan RCT studie av Johanson et al. (2004) med måttlig studie kvalitet visade att FES förbättrar effektiviteten av botulinumtoxin (BTX) behandling vilken kan minska spastisk dropp fot när den behandlas med BTX och FES vilket tyder på att interventionen även kan förbättra funktion.

#### **Transkutan elektrisk stimulering:**

Två RCT studier med hög studie kvalitet Cho et al., 2013; Ng & Hui-Chan (2007) och en observation studie Sonde et al. (2000) visade att hög frekvens, 100 Hz TENS, är en effektiv metod för att signifikant minska spasticitet i nedre extremitet och förbättra motor funktion Cho et al. (2013); Ng & Hui-Chan (2007). En kombination av TENS med uppgifts-relaterad träning (TRT) har i en studie visat sig ge signifikant minskad spasticitet i plantar flexor muskulaturen, förbättrat styrkan i dorsal- och plantar flexor muskulaturen, ökad gånghastighet jämfört med enbart TENS, placebo+ task-relaterad träning (TRT), eller ingen behandling. Förbättringarna kvarstod fyra veckor efter att behandlingen avslutas Ng & Hui-Chan (2007) medan stimulering av akupunktur punkt ST 36 med hög frekvens (100 Hz) TENS kan vara en klinisk metod för att minska spasticitet och öka gångförmågan i paretiska benet efter stroke, men den har inte signifikant inverkan på motorfunktion Sonde et al. (2000). Dessutom visar också Cho, et al. (2013) förbättring av spasticitet i nedre extremitet och postural balans efter TENS behandling.

Två studier Karakus et al. (2013); Yamaguchi et al. (2012) visar icke-signifikant minskning av spasticitet i övre respektive nedre extremitet och en studie Barros Galvão et al. (2014) visar icke-signifikant förbättring i motor funktion övre extremitet, övriga 14 studier visar signifikant förbättring i en eller fler av övre respektive nedre extremitets motor funktion parametrar och minskning i spasticiteten vilken visar att elektrisk stimulerings modaliteter kan vara en effektiv behandlingsmetod vid post-stroke spasticitet särskilt när den kombineras med någon konventionella fysioterapi eller rehabiliteringsprogram.

## **Diskussion:**

### **Metoddiskussion:**

En systematisk kunskapssammanställning av behandling med elektrisk stimulering på post-stroke spasticitet har genomförts.

Utvalda sökord/ämnesord var relevanta utifrån studies syfte. Vissa ordkombinationer ledde till flest relevanta artiklar medan det fanns ordkombinationer inte gav någon träff. Informationssökning har skett i ämnesvisa databaser som har vetenskapliga artiklar. För att specificera sökningen sattes det krav att inkluderade studiers deltagare ska vara vuxna med stroke diagnos. Däremot sattes inget krav på drabbad sidan, typ av stroke eller tiden sedan debut etc..

Denna kunskapssammanställning undersöker effekten av icke-invasiv elektrisk stimulering oberoende på vilken typ av elektrisk stimulering modalitet studierna har. Därför var det viktigt att utföra en så bred sökning som möjligt för att studies syfte uppnås. Studiernas undersöker effekten av elektroterapi intervention därför hade Pilot och fall- studier exkluderat pga. otillräcklig vetenskaplig kvalitet enligt GRADE systemet.

RCT studier har granskat enligt PEDro skala. Den övergripande metodologiska kvaliteten på de inkluderade studierna, som utvärderats med hjälp av PEDro skala var bra. De flesta objekt av skalan betygsattes positivt hos majoriteten av studierna. I den här studien har granskningsfasen bedömts varje studies kvalitet individuellt därför ser man att ensam granskare kan vara en svaghet i den studien.

RCT studierna har haft stark och måttlig evidens styrka. Tre RCT (Karakus, et al., 2013; Yamaguchi, et al., 2012; Johanson et al., 2004) nedgraderas ett steg dvs. till måttlig evidensstyrka pga. att studierna saknar statistiskt power vilket kan påverka dataprecision i studien. Observationsstudier ger viktig tilläggsinformation och bidra till den samlade evidensgraderingen i både positiv och negativ riktning ([sbu.se/metoddbok](http://sbu.se/metoddbok)).

Fem observation studier som inkluderas i studien (Lo et al., 2012; Sabut, et al., 2011; Sabut et al., 2010; Chen et al., 2005; Sonde et al., 2000) har pekat på samma håll att det finns positiva effekter av elektrisk stimulering på spasticitet vilken kommer överens med flesta av RCT som inkluderas i den kunskap sammanställning. Studierna har gjorts av olika forskargrupper med olika populationer vilken minskar risken av publikationsbias. Den samstämmigheten ökar trovärdigheten i det samlade materialet

(Sbu.se/metodbok).

När det gäller överförbarhet som menas i vilken utsträckning det vetenskapliga underlaget är generaliserbart och relevant för svenska förhållanden, ser man att både intervention och kontrollgrupper har fått de behandlingar som är tillgängliga i Sverige och som kommer överens med den man ser i daglig svensk praxis (Sbu.se/metodbok). Data analys för att testa dataprecision och effektstorlek har inte genomförts och den kan vara svaghet i studien. Vilken kan nedgradera den sammanlagda evidens styrka. På andra sidan ser man att den sammanvägda RCT studie kvalitet är stark. Dessutom ser man att både RCT och observation studier pekar på samma håll att elektrisk stimulering kan signifikant minska post-stroke spasticitet och förbättra motor funktion. Denna överensstämmelse kan höja evidensgradering av det vetenskapliga underlaget. Enligt ovan ser man att det vetenskapliga underlaget kan motivera sannolikt att elektrisk stimulering effektiv metod som kan tillämpas under förutsättning att den ekonomiska, etiska och sociala analysen i utvärderingen ger stöd för metoden.

(Sbu.se/metodbok)

### **Resultat diskussion:**

Studies resultat visar att elektrisk stimulering signifikant minskar post-stroke spasticitet och förbättrar motor- funktion, den är en effektiv behandlingsmetod när den kombineras med konventionellt rehabiliteringsprogram.

I denna kunskapssammanställning visar 9 av 12 RCT studier och 5 observation studier en överensstämmelse att elektrisk stimulering har positiva effekter på spasticitet och motorfunktion hos personer med stroke. Det finns studier som visar endast positiva effekter på antingen spasticitet Barros Galvão et al. (2014); Malhotra et al. (2013) eller motorfunktion Karakus et al. (2013); Yamaguchi et al., 2012). Begränsad antal deltagare i vissa studier Karakus et al. (2013); Yamaguchi et al. (2012) kan vara orsaken för att statistiskt power inte uppnås i vissa effektmått av motorfunktion. Uppföljning tid i studierna ligger mellan 2 upp till 8 veckor för att söka långtids effekter av elektrisk stimulering.

Cho et al. (2013); Yamaguchi et al. (2012) studier har undersökt omedelbara och korttids effekter på samma eller en dag efter behandlingen. Vissa studier visar att minskad post-stroke spasticitet efter behandlingen kan fortsätta upp till sex månader efter interventionen. Pease (1998); Weingarden et al. (1998).

Det finns studier som har undersökt de sannolika mekanismer som förklarar effekten av elektrisk stimulering. Vissa neurofysiologiska studier Okuma et al. (2002); Rothwell (1994) rapporterade att implementering av elektrisk stimulering på agonist och antagonist musklerna minskar spasticitet. Stimulering av en antagonist ökar inhiberande effekten, som kallas reciprok inhibition på agonist muskel och därför minskar spasticitet. Yeh, Tsai, Su, & Lo, (2010) är en studie som förslår att tillräckligt stimulering av nedre-extremiteter muskler kan minska spasticitet, ju högre stimuleringsintensitet desto fler nervfibrer som stimuleras, vilket orsakar växlingen av nervbanor och producerar fler muskelsammandragning, vilket ökar blodflödet och minskar muskelspasticitet.

Både Shain et al. (2012) och Bakhtiary et al. (2008) visar att kombination av NMES med inhibitorisk teknik som PNF respektive Bobath inhibitorisk teknik kan minska spasticitet i övre respektive nedre-extremiteter. Minskad spasticitet, ökad muskelstyrka, ökad ROM i lederna, och inducerad neuroplasticitet är några av de möjliga mekanismer som kan förklara förbättringen Karakus et al. (2013)

Det finns studier som undersökt effektiviteten av elektrisk stimulering i subakut/kroniska fasen. JR de Kroon et al. (2002); Cauraugh et al. (2002).

Vuagnat et al. (2003) rapporterade att funktionell elektrisk stimulering leder till funktionell restaurering och motorisk utveckling i den akutfasen. Likaså Mangold et al. (2009) betonade effekten av funktionell elektrisk stimulering på både axeln och handleden i den tidiga fasen, och rapporterade att det leder till funktionell förbättring. Funktionell elektrisk stimulering verkar vara mer effektiv när det kombineras med cykelträning vilken förbättrar motoriska funktionen. Implementering av FES på nedre- extremiteter visar ökning av rörelseomfånget i fotleden framförallt i dorsi-flexion vilken leder till ökad gånghastighet Yeh et al. (2010).

Å andra sidan har studier visat att TENS på akupunkturpunkter minskar plantar-flexor spasticitet och förbättrad dorsi-flexor styrka hos patienter med kronisk stroke Ng & Hui-Chan (2007); Sonde et al. (2000). En systematisk översikt Laufer et al. (2011) har granskat 15 RCT studier som sökt effekten av sensorisk input av TENS på motor återhämtning post-stroke. Resultatet visar att sensorisk stimulering via TENS kan vara fördelaktigt för att förbättra motor funktionen hos stroke patienter särskilt när den kombineras med aktiv träning. Möjliga mekanismer bakom förbättringarna skulle kunna tillskrivas en ökning av presynaptisk inhibition av den hyperaktiva stretch

reflexer i spastiska muskler, minskning i co-kontraktion av spastiska antagonister, och disinhibition av fallande frivilliga kommandon till de motoriska nervcellerna i paretiska muskler Levin (1992).

Detta resultat är motsatt till Johansson et al. (2001) studie som visade att implementering av TENS på akupunkturpunkter under en 10-veckors period hade inga positiva effekter på patienter efter akut stroke. Sådana skillnader i resultaten kan hänföras till skillnader i tidslängden sedan insjuknandet i stroke och/eller behandling intensitet och deras mätverktyg. Karakus et al. (2013) ser att frånvaron av statistiska skillnader i vissa utfallsmått kan relateras till förkorta tillämpning och uppföljning av funktionell elektrisk stimulering. Det har hävdats att olika parametrar som används vid implementering och utvärdering av elektrisk stimulering, vilken kan vara orsaken till olika rapporterade resultat Low J, Reed A. (2006).

Även om det inte finns något samförstånd om vilken är den ideala våg formen för NMES, hävdar vissa studier att symmetrisk bifasisk våg form är lättare att tillämpa än osymmetriska bifasiska och monofasiska våg former McCulloch & Nelson (1995). Enligt Laufer et al., 2001 är den symmetriska monofasisk och bifasisk elektrisk stimulering genererar sammandragningar med större *torque* mindre tröttande än polyfasisk simulering. De två bågformerna har rapporterat betydande vinster i behandlingsresultat.

Generellt sett, en stimulering med frekvens på 30-50 Hz och varaktighet 1-400  $\mu$ sn är tillräckliga för att generera muskelkontraktion. Studier som används sådan frekvens och varaktighet rapporterade signifikant minskning av spasticitet, ökad ROM och förbättrad gångfunktion Mesci et al. (2009).

Mera forskning behövs för att undersöka effekten av enskild elektrisk stimulering modalitet och med vilken konventionell behandling kan den kombineras för att ge den bästa effekten på spasticitet och motor funktion. Genomförandet av studier med hög kvalité och med jämförbara experimentella parametrar av ES och mätverktyg kan ge mer säkrare resultat och ökar evidensstyrka.

## **Konklusion:**

Det finns forskningsresultat som visar att elektrisk stimulering har positiva effekter på post-stroke spasticitet och motorfunktion. Det innebär att icke invasiv ES metod kan

vara en effektiv metod vid behandlingen av post-stroke spasticitet. i rehabilitering program

## Referenser:

- Bakhtiary, A. H., & Fatemy, E. (2008). Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 22(5), 418-425. doi:10.1177/0269215507084008
- Barbeau, H., Ladouceur, M., Mirbagheri, M.M, Kearney, R.E. (2002). The effect of locomotor training combined with functional electrical stimulation in chronic spinal cord injured subjects: walking and reflex studies *Brain Res Brain Res Rev*, 40(1-3), 274–291.
- Baudewig, J., Nitsche, M.A., Paulus, W., Frahm, J. (2001). Regional modulation of BOLD MRI responses to human sensorimotor activation by transcranial direct current stimulation. *Magn Reson Med*, 45(2), 196–201.
- Bauch F. M., Steinberg H. (2005). The Validity and Reliability of the Modified Ashworth Scale as a Measurement Tool for the Evaluation of Spasticity and its Applicability to Children with Cerebral Palsy, A systematic review. European School of Physiotherapy, Class of, Hogeschool van Amsterdam, The Netherlands.
- Blackburn, M., Vliet, P.V., and Mockett, S.P. (2002). Reliability of Measurements Obtained With the Modified Ashworth Scale in the Lower Extremities of People With Stroke. *Physical Therapy*, 82(1), 25-34.
- Bodin PG, Morris ME. (1991). Interrater reliability of the modified Ashworth scale for wrist flexor spasticity following stroke. In: *Proceedings of the 11th Congress of the World Confederation for Physical Therapy*. 505–507.
- Bohannon RW, Smith MB. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67(2), 206–207.
- Caplan, L. R. (2005). *AAN press quality of life guide: Stroke*. New York, NY, USA: Demos Medical Publishing
- Carmick J. (1993). Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy, Part 1: Lower extremity. *Physical Therapy*, 73(8), 505–13.
- Carda S, Molteni F. (2005). Taping versus electrical stimulation after botulinum toxin type A injection for wrist and finger spasticity. A case-control study. *Clin Rehabil*; 19(6), 621–26.



- Cauraugh J, Light K, Kim S, Thigpen M, Behrman A. (2000). Chronic motor dysfunction after stroke recovering wrist and finger extension by electromyography-triggered neuromuscular stimulation. *Stroke*, 31(6), 1360-4.
- Cho HY, In TS, Cho KH, Song CH, Cho HY, In TS, et al. (2013). A single trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves spasticity and balance in patients with chronic stroke. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 229(3), 187-193.
- Chen, J.J., Yu, Y.N., Hung,D.G., Ann, B.T., Chang G.C. (1997). Applying fuzzy logic to control of cycling movement induced by functional electrical stimulation. *IEEE Trans Rehabil Eng*, 5(2), 158–169
- Duarte, E., Marco, E., Cervantes, C., Diaz, D., Chiarella, S. C., & Escalada, F. (2011). Effects of botulinum toxin type A and electrostimulation on distal flexor spasticity of the upper limb in stroke. randomized clinical trial. *Rehabilitacion*, 45(3), 194.
- Elovic, E., Bogey, R. (2004) Spasticity and movement disorder. J.A. DeLisa, B.M. Gans, N.E. Walsh (Eds.) et al., *Physical medicine and rehabilitation: principles and practice* (4th ed.), Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1428–1441.
- Foley NC, Bhogal SK, Teasell RW, Bureau Y, Speechley MR. (2006). Estimates of quality and reliability with the physiotherapy evidence-based database scale to assess the methodology of randomized controlled trials of pharmacological and nonpharmacological interventions. *Phys Ther*. 86(6), 817-824.
- Gfohler, M., Lugner, P. (2000). Cycling by means of functional electrical stimulation *IEEE Trans Rehabil Eng*, 8(2), 233–243.
- Han JS, Chen XH, Sun SL, et al. (1991). Effect of low- and high-frequency TENS on Met-enkephalin-Arg- Phe and dynorphin A immunoreactivity in human lumbar CSF. *Pain*; 47(3), 295–8.
- Hesse, S., Reiter, F., Konrad, M., & Jahnke, M. T. (1998). Botulinum toxin type A and short-term electrical stimulation in the treatment of upper limb flexor spasticity after stroke: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 12 (5), 381-8.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1191/026921598668275996>
- Johansson BB, Haker E, Von Arbin M, Britton M, Langstrom G, Terent A, Ursing D, Asplund K. (2001). Acupuncture and transcutaneous nerve stimulation in stroke rehabilitation: a randomized, controlled trial. *Stroke*, 32(3), 707–713.
- Johnson, C. A., Burridge, J. H., Strike, P. W., Wood, D. E., & Swain, I. D. (2004). The effect of combined use of botulinum toxin type A and functional

electric stimulation in the treatment of spastic drop foot after stroke: A preliminary investigation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(6), 902-909.

doi:<http://dx.doi.org.proxy.lib.ltu.se/10.1016/j.apmr.2003.08.081>

- JR de Kroon, JH vander Lee, MJ IJzerman, Lankhorst GJ. (2002). Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: a systematic review. *Clin Rehabil*; 16(4), 350-60.
- Karakus, D., Ersoz, M., Koyuncu, G., Turk, D., Sasmaz, F. M., & Akyuz, M. (2013). Effects of functional electrical stimulation on wrist function and spasticity in stroke: A randomized controlled study/Inmede fonksiyonel elektrik stimulasyonunun el bilegi fonksiyonlari ve spastisiteye etkisi: Randomize kontrollu bir calisma.(original Article/Orijinal makale)(clinical report). *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 59(2), 97.
- Kottink, A. I. R., Oostendorp, L. J. M., Buurke, J. H., Nene, A. V., Hermens, H. J., & IJzerman, M. J. (2004). The orthotic effect of functional electrical stimulation on the improvement of walking in stroke patients with a dropped foot: A systematic review. *Artificial Organs*, 28(6), 577-586.  
doi:10.1111/j.1525-1594.2004.07310.x
- Laufer Y, Ries JD, Leininger PM, Alon G. (2001). Quadriceps femoris muscle torques and fatigue generated by neuromuscular electrical stimulation with three different waveforms. *Phys Ther*; 81(7),1307–1316
- Laufer, Y., Elboim-Gabyzon, M., Laufer, Y., & Elboim-Gabyzon, M. (2011). Does sensory transcutaneous electrical stimulation enhance motor recovery following a stroke? A systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(9), 799-809.
- Levin MF, Hui-Chan CWY. (1992). Relief of hemiparetic spasticity by TENS is associated with improvement in reflex and voluntary motor functions. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*; 85, 131–142.
- Lo, H., Hsu, Y., Hsueh, Y., & Yeh, C. (2012). Cycling exercise with functional electrical stimulation improves postural control in stroke patients. *Gait & Posture*, 35(3), 506-510. doi:10.1016/j.gaitpost.2011.11.017
- Low J, Reed A. (2006) *Electrotherapy explained: principles and practice*. Butterworth Heinemann, 220–35.
- Malhotra, S., Rosewilliam, S., Hermens, H., Roffe, C., Jones, P., & Pandyan, A. D. (2013). A randomized controlled trial of surface neuromuscular electrical stimulation applied early after acute stroke: Effects on wrist pain, spasticity and contractures. *Clinical Rehabilitation*, 27(7), 579-590.  
doi:10.1177/0269215512464502

- Mangold S, Schuster C, Keller T, Zimmermann-Schlatter A, Ettl T. (2009). Motor training of upper extremity with functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*; 23(2), 184-90.
- McCulloch KL, Nelson CM. (1995). Electrical stimulation and electromyographic biofeedback. In: Umphred DA, editor. *Neurological rehabilitation*. 3rd ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 852–871.
- Mesci, N., Ozdemir, F., Kabayel, D. D., & Tokuc, B. (2009). The effects of neuromuscular electrical stimulation on clinical improvement in hemiplegic lower extremity rehabilitation in chronic stroke: A single- blind, randomised, controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 31(24), 2047-2054. doi:10.3109/09638280902893626
- Miller L, Mattison P, Paul L, Wood L. (2007). The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) on spasticity in multiple sclerosis. *Mult Scler*; 13(4), 527–33.
- Motta-Oishi, A. A. P., Magalhães, F. H., & Mícolis de Azevedo, F. (2013). Neuromuscular electrical stimulation for stroke rehabilitation: Is spinal plasticity a possible mechanism associated with diminished spasticity? *Medical Hypotheses*, 81(5), 784-788. doi:http://dx.doi.org.proxy.lib.ltu.se/10.1016/j.mehy.2013.08.013
- Mukherjee, A., (2010) Chakravarty, A. Spasticity mechanisms – for the clinician *Front Neurol*, 1, 149.
- Nakhostin Ansari, N., Naghdi, S., Forogh, B., Hasson, S., Atashband, M., Lashgari, E., et al. (2012). Development of the persian version of the modified modified ashworth scale: Translation, adaptation, and examination of interrater and intrarater reliability in patients with poststroke elbow flexor spasticity. *Disability & Rehabilitation*, 34(21), 1843-1847.
- Nitsche M.A., Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol*, 527(3), 633–639
- Ng, S. S. M., & Hui-Chan, C. (2007). Transcutaneous electrical nerve stimulation combined with task- related training improves lower limb functions in subjects with chronic stroke. *Stroke*, 38(11), 2953-2959. doi:10.1161/STROKEAHA.107.490318
- Nuyens G, De Weerd W, Ketalaer P, et al. (1994). Interrater reliability of the Ashworth scale in multiple sclerosis. *Clinical Rehabilitation*, 8(4), 286–92.
- Okuma Y., Mizuno, Lee, R.G. (2002). Reciprocal Ia inhibition in patients with asymmetric spinal spasticity *Clin Neurophysiol*, 113(2), 292–297

- Pease WS. (1998). Therapeutic electrical stimulation for spasticity: quantitative gait analysis. *Am J Phys Med Rehabil*; 77(4), 351–55.
- Popovic DB, Sinkjaer T, Popovic MB, Popović DB, Sinkaer T, Popović MB, et al. (2009). Electrical stimulation as a means for achieving recovery of function in stroke patients. *Neurorehabilitation*, 25(1), 45-58.
- Rothwell, J. (1994). *Control of human voluntary movement*(2nd ed.) Chapman & Hall Pr, London.
- Sabut, S. K., Sikdar, C., Kumar, R., & Mahadevappa, M. (2011). Functional electrical stimulation of dorsiflexor muscle: Effects on dorsiflexor strength, plantarflexor spasticity, and motor recovery in stroke patients. *Neurorehabilitation*, 29(4), 393-400. doi:10.3233/NRE-2011-0717
- Sabut, S. K., Sikdar, C., Kumar, R., & Mahadevappa, M. (2011). Clinical use of functional electrical stimulation for correction of foot drop: A comparison between subacute and chronic stroke patients. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 11(5), 1165-1177.
- Sabut, S. K., Sikdar, C., Mondal, R., Kumar, R., Mahadevappa, M., Sabut, S. K., et al. (2010). *Disability & Rehabilitation*, 32(19), 1594-1603.
- Sahin, N., Ugurlu, H., Albayrak, I., Sahin, N., Ugurlu, H., Albayrak, I., et al. (2012). The efficacy of electrical stimulation in reducing the post-stroke spasticity: A randomized controlled study. *Disability & Rehabilitation*, 34(2), 151-156.
- Santos M, Zahner LH, McKiernan BJ, Mahnken JD, Quaney B. (2006) Neuromuscular electrical stimulation improves severe hand dysfunction for individuals with chronic stroke: a pilot study. *J Neurol Phys Ther*, 30(4), 175–83.
- Schuhfried, O., Crevenna, R., Fialka-Moser, V., & Paternostro-Sluga, T. (2012). Non-invasive neuromuscular electrical stimulation in patients with central nervous system lesions: An educational review. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 44(2), 99-105.
- Sonde, L., Kalimo, H., & Viitanen, M. (2000). Stimulation with high-frequency TENS -- effects on lower limb spasticity after stroke. *Advances In Physiotherapy*, 2(4), 183-187.
- Terao, Y., Ugawa, Y. (2002). Basic mechanisms of TMS. *J Clin Neurophysiol*, 19, 322–343
- Vitenzon AS, Mironov EM, Petrushanskaya KA. (2005). Functional electrostimulation of muscles as a method for restoring motor functions. *Neurosci Behav Physiol*, 35(7), 709–14

- Vuagnat H, Chantraine A. (2003). Shoulder pain in hemiplegia revisited: contribution of functional electrical stimulation and other therapies. *J Rehabil Med*, 358(2), 49-56.
- Wu, D., Qian, L., Zorowitz, R. D., Zhang, L., Qu, Y., & Yuan, Y. (2013). Effects on decreasing upper- limb poststroke muscle tone using transcranial direct current stimulation: A randomized sham- controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(1), 1-8.  
doi:10.1016/j.apmr.2012.07.022
- Wu, C.W., Seo, H.J., Cohen, L.G. (2006). Influence of electric somatosensory stimulation on paretic-hand in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 87(3), 351–357.
- Weingarden HP, Zeilig G, Heruti R. (1998). Hybrid functional electrical stimulation orthosis system for the upper limb: effects on spasticity in chronic stable hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil*, 77(4), 276–81.
- Yamaguchi, T., Tanabe, S., Muraoka, Y., Masakado, Y., Kimura, A., Tsuji, T., et al. (2012). Immediate effects of electrical stimulation combined with passive locomotion- like movement on gait velocity and spasticity in persons with hemiparetic stroke: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 26(7), 619-628. doi:10.1177/0269215511426803
- Yan, T., Hui-Chan, C. W., & Li, L. S. (2005). Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: A randomized placebo-controlled trial. *Stroke*, 36(1), 80.

## **BILAGOR:**

### **BILAGA (1)**

*Granskning av RCT studier:*

Studie frågor	Fråga 1	Fråga 2	Fråga 3	Fråga 4	Fråga 5	Fråga 6	Fråga 7	Fråga 8	Fråga 9	Fråga 10	Fråga 11	Evidens styrka
Barros Galvão et al., 2014	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
sCho et al., 20013	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Karakus et al., 2013	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Yamaguchi et al., 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Sahin et al., 2012	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Wu et al., 2012	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Mesci et al., 2009	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Bakhtiary & Fatemy, 2008	Ja	Ja	Oklart	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Ng, S. S. M., & Hui-Chan, C. (2007)	Ja	Ja	Oklart	Ja	Nej	Nej	Ja	Ja	Oklart	Ja	Ja	
Yan,et al., (2005)	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Oklart</i>	<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Nej</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	
Johnson,et al., (2004)	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nej</i>	<i>Ja</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>No</i>	<i>Ja</i>	<i>Oklart</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	
Hesse, et al., (1998)	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>oklart</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>oklart</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	

## BILAGA (2)

Granskning av icke RCT studier:

Study/author	Aims	Theoretical basis	Baseline characteristics described	Experimental design			Outcome measures			
				Randomized order of trials	Control condition	Blinding of assessor	Reliable method	Valid	Appropriate statistics	Findings well described
Lo, H., Hsu, Y., Hsueh, Y., & Yeh, C. (2012).	All	yes	Yes	Yes	Yes	No	yes	yes	Yes	Yes
Sabut, S. K., Sikdar, C., Kumar, R., & Mahadevappa, M. (2011).	yes	Yes	yes	No	yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes

Sabut, et al., (2010)	yes	yes	yes	No	yes	No	yes	yes	yes	yes
Chen,et al., (2005)	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Sonde, L., Kalimo, H., & Viitanen, M. (2000)	Yes	Yes	Yes	No	No	No	Yes	Yes	yes	yes

### BILAGA (3)

#### *Sammanfattnings resultattabell:*

Författaren/ Studie år	Syfte	Resultat sammanfattning	kommentar
(Barros Galvão et al., 2014)	Utvärdering av rTMS effektiviteten i minskning av UL spasticitet efter kronisk stroke	Det finns en signifikant mellan grupper och inom grupp differens i handleds spasticitet $p$ (0,001) respektive $p$ (0,001). MAS $\geq 1$ vilken presenterar CID. I försöksgruppen, 90 % av patienterna vid postintervention och 55,5% vid uppföljningen visar en minskning på $\geq 1$ i MAS-poäng, vilket motsvarar kliniskt viktiga skillnader CID. I kontrollgruppen, 30 % av patienterna vid postintervention och 22,2% vid	Handled spasticitet mellan grupper differens (CI) Post/ följ. minus baslinje Exp. minus kon. 0,5 (0-1) respektive 0,4 (0-0,8)

		<p>uppföljningen upplevde kliniskt signifikant förändringar. Exp. grupp: baslinje- vs post-intervention och uppföljningen <math>p(0,001)</math> respektive <math>p(0,03)</math>.</p> <p>Kon. Grupp: har ingen signifikant skillnad mellan bas. vs post och uppfölj. <math>p(0,102)</math> respektive <math>p(0,157)</math></p> <p>Det finns utveckling men inte signifikant, Inga signifikant skillnader mellan grupperna vid alla tidpunkter av sekundära effektmått.</p>	
<b>Karakus, D., Ersoz, M., Koyuncu, G., Turk, D., Sasmaz, F. M., &amp; Akyuz, M. (2013)</b>	Undersöker effekten av FES på handled spasticitet och UL motor funktion hos personer med akut/kronisk stroke	<p>Ingen statistisk signifikant mellan grupperna efter interventionen i armbåge, handled, fingrar spasticitet <math>p(0,875)</math>, <math>p(0,736)</math> respektive <math>p(0,233)</math>.</p> <p>Ingen statistisk signifikant i Motricity score som används vid utvärdering av UL motor funktion <math>p(0,073)</math> efter interventionen, men den kan beräknas som utveckling. Intra grupp skillnader före och efter behandlingen (delta gain) visar statistiskt signifikant i Motricity score <math>p(0,027)</math> men inte i UL spasticitet (<math>p &gt; 0,05</math>).</p>	<p>Enligt författaren studien har en liten Provstorlek. Data precision kan påverkas.</p> <p>Isokinetisk utvärdering metod används för att kvantifierar spasticitet</p>
<b>Cho, H., In, T. S., Cho, K. H., &amp; Song, C. H. (2013)</b>	Undersöker effekten av TENS på spasticitet och balans hos kroniskt stroke patienter	<p>Det finns signifikant minskning i fotled plantar-flexor spasticitet efter interventionen i både TENS och placebo TENS grupp</p> <p>Enligt MAS: <math>p(0,000)</math> respektive <math>p(0,000)</math> HHD: <math>p(0,001)</math> respektive <math>p(0,042)</math>.</p> <p>Det också finns signifikant mellan grupp differens i minskning av spasticitet post interventionen men inte i följsamheten.</p> <p>Enligt MAS: <math>p(0,024)</math> respektive <math>p(0,796)</math> Enligt HHD: <math>p(0,024)</math> respektive <math>p(0,586)</math>.</p> <p>Det finns statistisk signifikant i postural sway längd post intervention i Exp. grupp i både öppna ögon och stänga ögon läge men inte instabil yta-öppna ögon läge <math>p(0,010)</math>, <math>p(0,000)</math> respektive <math>p(0,079)</math>.</p> <p>Det finns mellan grupper statistisk signifikant vid stängd ögon läge <math>p(0,029)</math> ökning i balansen.</p>	<p>Både MAS och HHD (hand held dynamometer) används för att mäta LL (plantar-flexor) spasticitet.</p> <p>Alla värde åter-kom till baslinje värde en dag efter interventionen.</p> <p>Studien har: G-power gav provstorlek vid 21 Power och alfa nivå är 0,080 respektive 0,05 Effektmått: 0,8 enligt en prior analys.</p>
<b>Wu, D.,</b>	Utvärdering av	Aktiv tDCS grupp:	mean differens mellan



<p><b>Qian, L., Zorowitz, R. D., Zhang, L., Qu, Y., &amp; Yuan, Y. (2013)</b></p>	<p>effektiviteten av transkrnial likstöm stimulering (tDCS) i minskning av UL spasticitet efter stroke</p>	<p>Det finn statistiskt signifikant i armbåge spast. efter behandlingen men inte i uppfölj. <math>p</math> (0,001) respektive <math>p</math> (0,157),  Handled spas. <math>p</math> (0,001) respektive <math>p</math> (0,059),  Motor funktion(FMA): <math>p</math> (0,001) respektive (0,001)  ADL(BI): <math>p &lt; (0,001)</math> respektive <math>p &lt; . (0,001)</math>.  Det finns sig. förbättring (mellan grupp differens) i aktiv tDCS i jämförelse med sham grupp i alla studie parametrar efter behandlingen och i följ. (armbåge &amp; handled MAS, FMA, BI) <math>p</math> (0,001. 0,001. 0,006)  Respektive <math>p</math> (0,001) för alla.  Mean skillnader mellan grupper visar statistiskt signifikant efter behandlingen och följsamhet i utvärdering av armbåge &amp; handled MAS: respektive <math>p &lt; 0,001</math>  FMA: ): respektive <math>p &lt; 0,001</math>  BI: ): <math>p</math> (0,043) respektive (0,041)</p>	<p>grupper(CI) efter beh. Och i följ.  armbåge: -0,6 (- 0,81 till - 0,39) respektive - 1,9 (- 1,42 till 0,95)  handled: - 0,65 (-0,9 till - 0,4) respektive - 1,38 (- 1,66 till - 1,11)  motor funktion: 6,71 (3,26 till 10,17 ) respektive 14,71 (10,98 till 18,44)  ADL: 8,16 (0,24 till 16,07) respektive 9,86 (2,08 till 17,64 )</p>
<p><b>Yamaguchi, T., Tanabe, S., Muraoka, Y., Masakado, Y., Kimura, A., Tsuji, T., et al. (2012).</b></p>	<p>Undersöker medelbara effekter av ES kombinerad med passiv locomotion like movement på post-stroke gång hastighet och spasticitet</p>	<p>Det finns signifikant mellan grupp differens i gånghastighet  ES kombinerad med locomotion- like movement vs ES / locomotion- like movement grupp <math>p</math> (0,049) respektive <math>p</math> (0,025)  Ingen statistiskt signifikant mellan ES grupp och locomotion- like movement grupp <math>p</math> (0,06).  Det finns ingen statistiskt signifikant mellan tre grupper differens i fotled dorsi-flexor spasticitet <math>p</math> (0,23) men det finns utveckling ses i MAS i ES kombinerad locomotion- like movement, ES, locomotion- like movement efter interventionen  66,6% , 33,3% respektive 22,2%</p>	<p>En liten provstorlek vilken kan påverka data precision.  Baslinje egenskaper mellan tre grupper har inte testats(risk för selektion bias)  Ingen deltagare eller behandlare bildning (risk av behandling bias).  OBS Författare försökte minska begränsningar</p>
<p><b>Sahin, N., Ugurlu, H., Albayrak, I., Sahin, N., Ugurlu, H.,Albayrak, I., et al. (2012).</b></p>	<p>Utvärdering av effektiviteten av NMES på spasticitet som uppträder i handled flexor efter stroke</p>	<p>Både grupperna har visat signifikant förbättring efter interventionen i MAS, handled ROM, motor funktion (brunstrom motor skala) och ADL(FIM).  CTG: <math>p(0,003, 0,001, 0,02)</math> respektive <math>0,01</math>  PG: <math>p</math> (0,008, 0,001, 0,03) respektive <math>0,03</math>  Mer signifikant förbättring(CTG) sågs i interventions grupp jämfört med kontroll grupp (PG)i alla parametrar <math>p</math></p>	<p>mean differens i CTG parametra:  (- 1,4, 16,5 , 1,2 respektive 2,1)  PG: (-1, 15,9 0,9 respektive 1)</p>

		(0,001, 0,001, 0,04 respektive 0,028)	
<b>Mesci, N., Ozdemir, F., Kabayel, D. D., &amp; Tokuc, B. (2009)</b>	Utvärdering av effektiviteten av NMES på LL spasticitet hos personer med kronisk stroke	Signifikant förbättring i (IG) efter behandlingen i fotled passiv dorsiflexion(ROM), spasticitet(MAS), BS, FIM, RMAS respektive $P(0,000)$ (pre-post test) Det finns mer signifikant (mellan grupper) förbättring i IG jämfört med (KG) $P(0,000, 0,000, 0,005, 0,018)$ respektive 0,004) förbättring i Rivermead fot och trunk poäng.	
<b>Bakhtiary, A. H., &amp; Fatemy, E. (2008). Iran</b>	Undersökning av terapeutiska effekter ES på LL. plantar- flexor spasticitet efter stroke	Det finns statistiskt signifikant i både IG och KG efter behandlingen i MAS, ROM, muskel styrka och <i>H/M max</i> amplitud kvot IG: $p(0,0001)$ för alla. KG: $p(0,0001), p(0,002), p(0,0001)$ respektive $p(0,0001)$ . Det finns mellan grupper differens sågs i MAS, ROM, styrka men inte <i>H/M max</i> amplitud $p(0,001), p(0,0001), p(0,04)$ respektive $p(0,243)$	Provstorlek anpassad för att nå 80 % chans ( $B$ nivå = 0,2)
<b>Ng, S. S. M., &amp; Hui-Chan, C. (2007)</b>	Undersöka om TNES kan inducerar sensorisk input när den kombineras med TRT hem baserad program och öka motorisk output efter kronisk stroke jämfört med enbart TRT eller ingen behandling	Jämfört med TENS grupp visar TENS+ task-relaterad träning (TRT) grupp mer signifikant förbättring i fotled dorsiflexion torque vid följs. Och i plantarflexor torque vid 2 veckor $p < (0,01)$ När den kombineras med placebo TENS+ task-relaterad träning (TRT) visar TENS+TRT grupp signifikant tidigt och större minskning i plantar-flexor spasticitet och i dorsiflexor torque vid två veckor $p < (0,01)$ . När det kombineras med de tre grupper visar TENS+ TRT signifikant förbättring i gånghastighet $p < (0,01)$ .	
<b>Yan, et al.,(2005)</b>	Undersöker om FES vid akut stroke är mer effektive i förbättring av LL motor funktion och gångförmåga än enbart standard rehab. Prog.	Efter 3 veckor av behandlingen det finns signifikant i procentandel av Composite spasticity score (css) och signifikant utveckling i dorsiflexion torque (MIVC) $p < (0,01)$ , åtföljs av ökning i agonist EMG och minskning i EMG Kontraktion kvot. i FES grupp jämfört med de två andra grupper $p < (0,05)$ . Den $\chi^2$ analys bekräftade signifikant mellan grupp differens (FES och de andra 2 grupperna) vid vecka 2 eller 3 och 8 ( $P < 0,05$ ). Alla deltagare kunde gå efter behandlingen 84,6% av deltagare	

		av FES grupp kunde återkom hem, 53,3 % PLBO grupp och 46,2% SP grupp.	
<b>Johnson, et al., (2004)</b>	Undersöka effekten av kombinerade botulinumtoxin typ A (BTX) behandling med funktionell elektrisk stimulering (FES) på spastisk droppfot i stroke.	Gånghastighet har ökat signifikant under 12 veckor i både kontroll (KG)(P = .020) och behandlingsgrupperna (IG) (nonstimulated, P = .004; stimuleras, P = 0,042). Baslinjen korrigerade (kovariansanalys) ökning i genomsnittlig gånghastighet vid 12 veckor, jämfört med kontrollerna, var 0,04 m/s (95 % konfidensintervall [CI], 0,003-0,090) utan stimulering, och .09 m/s (95% CI, 0,031-0,150) med stimulans.  PCI: statistiskt signifikant IG: (nonstimulated, P = .007; stimuleras, P = .020), men inte i KG: (P = 0,292).  Signifikant minskning i fotled plantar-flexor vid vecka 8 P = (.020) men inte i antingen quadriceps femoris ( P = .051). eller hamstring ( P = .326).  Statistikal signifikant i RAM total score i IG. (P=.024) men inte i KG: (P=.200)	För att statistiskt power uppnås, har studien 32 deltagare som preliminär provstorlek men det är inte alla som klarade behandlingen. Det finns bortfall över experimentell tidsram.
<b>Hesse, et al., (1998)</b>	Undersöker om den kombinerade metoden av botulinumtoxin typ A (BtxA) och elektrisk stimulering är effektivare än enbart (BtxA) i behandling-en av UL kronisk post-stroke spasticitet	De flesta förbättringarna har observerats hos patienter i grupp A. Rengöring palm aktivitet skiljer sig mellan grupperna (p = 0,004).  För aktivitet A, grupp A (BtxA + Estim) skiljer sig signifikant från grupp B (BtxA) p = (0,007) och från grupp D (placebo BtxA) p = (0,008), men inte från grupp C (placebo + E-Stim. (p = 071).  Mellan grupper differens visar signifikant minskning i armbågen spasticitet (p = 0,011), men inte i fingrar och handled spasticitet (p = 0,064) respektive (p = 0,053)	
<b>Lo, H., Hsu, Y., Hsueh, Y., &amp; Yeh, C. (2012).</b>	att avgöra om korttids funktionell elektrisk stimulering (FES) assisterad cykelträning kan påverka postural	Det finns signifikant minskning i muskeltonus efter interventionen. En Hoffmanns reflex/motor responskvot (H/M-kvot) med (p = 0,014, 0,005, FES-CG respektive CG).  Mellan grupp differens i H/M-kvot visade signifikant skillnad bland personer med högre muskeltonus. (p = 0,015)	Randomiserad fördelning av deltagare till FES-cykel gruppen (FES-CG) för att utföra cykelträning med FES, eller till cykel gruppen (CG) för att utföra samma träning utan FES.

	<p>kontroll av strokepatienter, och huruvida tillämpning av FES kan förstärka effekten av cykelträning</p>	<p>Studie mätningar inkluderade ett balanstest (för att kvantifiera postural kontroll förmåga). Balanstestet visar signifikant interventionseffekter mellan FES-CG-gruppen och CG-gruppen.</p> <p>I den relaxation index (<math>p = 0,005</math>, <math>.0,047</math>, FES-CG respektive CG) visade signifikant skillnad mellan FES-CG och CG grupp.</p> <p>Det finns mellan grupp differens (FES-CG och CG bland personer med högre muskeltonus) i styrförmåga i framåt direktion och H/M-kvot (<math>p = .022</math>, <math>0,015</math>).</p> <p>Efter cykelträning, det postural kontroll förmåga av drabbade extremiteten i FES-CG gruppen visade signifikanta skillnader efter interventionen i MVL (<math>p = 0,028</math>), EPE (<math>p = 0,032</math>), MXE (<math>p = .008</math>) och DCL (<math>p = 0,049</math>), <b>respektive</b> i EPE (<math>p = .008</math>), MXE (<math>p = .005</math>) och DCL (<math>p = 0,017</math>) hos CG-gruppen</p>	
<p><b>Sabut, S. K., Sikdar, C., Kumar, R., &amp; Mahadevappa, M. (2011).</b></p>	<p>Utvärderar terapeutiska effekter av (FES) i tibialis-anterior muskeln på plantarflexor spasticitet, dorsiflexor styrka, volontär fotled dorsalflexion och nedre extremiteten motor återhämtning hos stroke personer</p>	<p>Efter 12 V. av intervention var det en signifikant minskning av plantarflexor spasticitet ( <math>38,3\%</math> ) i FES grupp och (<math>21,2\%</math> ) i kontrollgruppen (<math>P &lt; 0,05</math>).</p> <p>Dorsiflexor muskelstyrkan ökades signifikant med <math>56,6\%</math> och <math>27,7\%</math> i FES respektive kontrollgrupp. Likaså har volontär fotled dorsalflexion (<math>47,1\%</math> in FES grupp and <math>24,2\%</math> i KG) och nedre extremitet motorik förbättrats signifikant i båda grupperna (<math>32,8\%</math> respektive <math>11,6\%</math>).</p> <p>Jämfört med kontrollgruppen, en signifikant förbättring <math>p</math> (<math>0,005</math>, <math>0,001</math> <math>0,007</math> respektive <math>0,007</math>) mättes i alla bedömda parametrar i FES grupp vid utvärdering efter behandlingen, vilket gör FES terapi har bättre effekt på återhämtningsprocessen i post-stroke rehabilitering.</p>	<p>Inga signifikanta skillnader påträffades i baslinjen mått bland grupperna.</p> <p>Procentuella förändringen mellan före och efter behandling <math>\Delta</math> i intervention grupp: (<math>38,3</math>, <math>68,7</math>, <math>47,1</math>, respektive <math>29,1</math>)% KG: (<math>21,2</math> <math>22,5</math> <math>24,2</math> respektive <math>11,6</math> )%</p>
<p><b>Sabut, et al., (2010)</b></p>	<p>Utvärderar kliniska effekten av (FES) på tibialis anterior i gång återställning och förbättring i</p>	<p>FES grupp visar en <math>26,3\%</math> signifikant förbättring av gånghastighet uppmätts med 10-m gångväg (<math>p &lt; 0,001</math>) respektive <math>11,5\%</math> (<math>p &lt; 0,01</math>). i kontrollgruppen.</p> <p>Det finns sig. mellan grupp differens i gångparametrar (t.ex. kadens, steglängd), fysiologiska Index (PCI), fotled</p>	

	motor återhämtningen hos strokepatienter.	ROM, gastrocnemius muskel spasticitet, Fugl-Meyer poäng, och (RMSmax).  Det finns 0,8 poäng minskning av gastrocnemius muskel spasticitet på skalan som en förbättring på 44,4% i FES-gruppen	
<b>Chen, S. C., Chen, Y. L., Chen, C. J., Lai, C. H., Chiang, W. H., &amp; Chen, W. L. (2005).</b>	Att undersöka effekten av minskad spasticitet med (ES) intervention på muskel- tendon junction av spastiska gastrocnemius muskler i stroke.	I ES-grupp, visar modifierade Ashworth Skala minskning av spasticitet efter en månadsbehandling. Den Fmax/Mmax kvoten minskas från 8,10 % 4,84 % till 4,00 % 1,36 % ( $p < .0,01$ ); H-reflexen latens ökar från 28,87 2,45 ms till 29,40 2,57 ms ( $p < .0,01$ ); H-reflex återhämtning kurvor visar ett nedåtgående skift; och 10-meters gångtid minskas signifikant efter ES ( $p < .0,01$ ) . I kontrollgruppen, ingen av de åtgärderna visar en statistiskt signifikant förändring.	
<b>Sonde, L., Kalimo, H., &amp; Viitanen, M. (2000)</b>	Undersöka om TENS med hög frekvens på en specifik akupunktur punkt ska minska spasticitet i	Det finns signifikant minskning i LL(knä extensor och plantar flexor) spasticitet i slutligen av behandlingen och 10 patienter hade minskning i spasticitet två veckor efter den.  Signifikant utveckling i gångtid	

