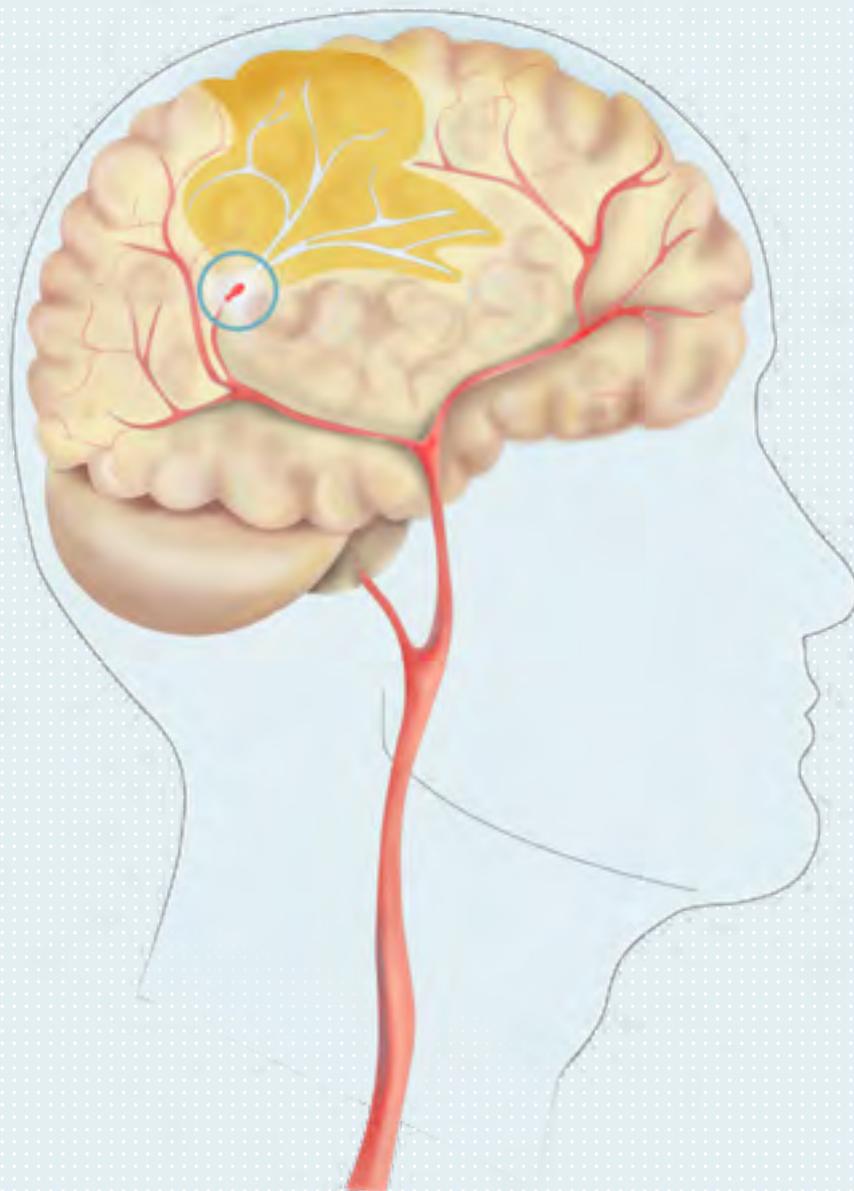


# NeuroRehabilitation

Übersicht klinischer Forschungsergebnisse



Quality for life

# Funktionelle Elektrostimulation (FES)

## Halbseitenlähmung mit Fußheberschwäche: Studie zur Wirksamkeit der FES über 1 Jahr

### Autoren

Lauer Y, Ring H, Sprecher E, Hausdorff JM

### Titel

Gait in Individuals with Chronic Hemiparesis:  
One-Year Follow-up of the Effects of a Neuroprosthesis That Ameliorates Foot Drop

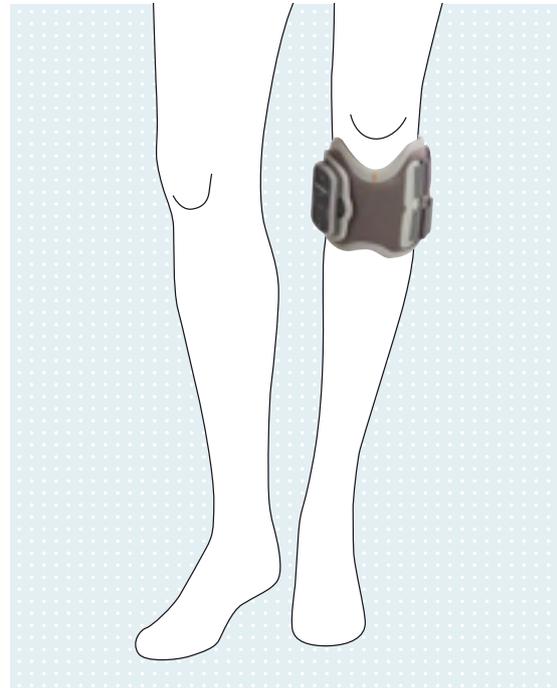
### Publikation

Journal of Neurologic Physical Therapy, 2009, 33(2),  
S. 104-110

Die Fußheberschwäche ist eine häufige Ursache von Gangstörungen bei Menschen mit Halbseitenlähmung. In der vorliegenden Studie wurden die kurz- und langfristigen Effekte eines Nervenstimulators auf das Gangbild untersucht, der eine Funktionelle Elektrostimulation ermöglicht.

### Ergebnisse

In der Studie wurden 16 Patienten mit chronischer Halbseitenlähmung unmittelbar vor sowie zwei Monate und ein Jahr nach Versorgung mit dem Nervenstimulator untersucht. Beide Nachbeobachtungen erfolgten bei Einsatz von FES, bei der 1-Jahres-Nachbeobachtung wurde zudem eine Untersuchung ohne FES vorgenommen:  
Signifikante Kurz- und Langzeiteffekte bei den meisten untersuchten Gangparametern ( $p=0,05$ )  
Anhaltende Verbesserung im 10-Meter-Gehtest von 0,67 m/sek (Studienbeginn) auf 0,86 m/sek (2 Monate, mit FES) und 1,06 m/sek (1 Jahr, mit FES)  
Übertragungseffekt (Studienbeginn vs. 1-Jahres-Nachbeobachtung ohne FES) bei der Dauer der Standphase auf der gelähmten Seite  
Übertragungseffekt (Studienbeginn vs. 1-Jahres-Nachbeobachtung ohne FES) bei Gehgeschwindigkeit: Zunahme im 10-Meter-Gehtest um 23,8 % (von 0,67 m/sek auf 0,83 m/sek)



### Zusammenfassung

Demnach scheint die langfristige Anwendung der FES das Gangbild zu verbessern, wobei die Besserungen mit der Zeit weiter zunehmen. Bei einigen Parametern übertragen sich die positiven Effekte sogar, so dass bei diesen auch während Untersuchungen ohne FES eine Besserung festzustellen ist.

## Wirksamkeit der FES in der Schlaganfall-Rehabilitation

### Autoren

Howlett OA, Lannin NA, Ada L, McKinstry C

### Titel

Functional Electrical Stimulation Improves Activity After Stroke: A Systematic Review With Meta-Analysis

### Publikation

Arch Phys Med Rehabil, 2015, 96, S. 934-943

In dem Review wurde die Wirksamkeit der FES auf die Aktivität analysiert sowie die Wirksamkeit der FES mit der Wirksamkeit von alleinigem Training verglichen.

### Ergebnisse

Die Meta-Analyse schloss 18 Studien ein.

- Moderate Effekte der FES auf die Aktivität:
  - vs. keine oder Scheinintervention
  - vs. alleinigem Training
- Subgruppen-Analyse:
  - Starker Effekt der FES auf die Aktivität der oberen Extremitäten
  - Geringer Effekt der FES auf die Gehgeschwindigkeit

### Zusammenfassung

Die FES scheint sowohl gegenüber keiner Intervention als auch gegenüber alleinigem Training die Aktivität moderat zu verbessern. Besonders ausgeprägt waren die Effekte auf die Aktivität der oberen Extremitäten. Das spricht dafür, die FES in der Schlaganfall-Rehabilitation einzusetzen.

## Review zur FES bei Multipler Sklerose

### Autoren

Springer S, Khamis S

### Titel

Effects of functional electrical stimulation on gait in people with multiple sclerosis – A systematic review

### Publikation

Mult Scler Relat Disord, 2017, 13, S. 4-12

Der Review analysierte Studien zu orthetischen und therapeutischen Effekten der FES bei Patienten mit Multipler Sklerose (MS).

### Ergebnisse

In die Analyse flossen 12 Studien (11 zur peronealen Stimulation, 3 zu therapeutischen Effekten) ein.

- Signifikante orthetische Effekte in den meisten Studien (gemessen während der Stimulation), vor allem auf die Gehgeschwindigkeit
- Kein Nachweis von therapeutischen Effekten (Übertragungseffekten)

### Zusammenfassung

In diesem Review erzielte die FES bei MS-Patienten positive orthetische Effekte auf das Gehen. Therapeutische, d.h. Übertragungseffekte ließen sich nicht finden, doch die Studien hatten meist Einkanalstimulatoren untersucht. Daher sind weitere Studien zu den Effekten von innovativeren FES-Methoden notwendig, die womöglich auch therapeutische Effekte zeigen.

## Review zur FES bei Multipler Sklerose

### Autoren

Miller L, McFadyen A, Lord AC, Hunter R, Paul L, Rafferty D, Bowers R, Mattison P

### Titel

Functional Electrical Stimulation for Foot Drop in Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effect on Gait Speed

### Publikation

Arch Phys Med Rehabil, 2017, 98(7), S. 1435-1452

In dem Review wurden die Effekte der FES bei Patienten mit Multipler Sklerose (MS) und Fußheberschwäche auf die Gehgeschwindigkeit in Kurzzeit- und Langzeit-Gehtests untersucht.

### Ergebnisse

Die Metaanalyse umfasst 19 Studien (beschrieben in 20 Artikeln) mit 490 Teilnehmern.

- Signifikante initiale und anhaltende orthetische Effekte auf die Gehgeschwindigkeit in Kurzzeit-Gehtests
- Keine initialen und anhaltenden orthetischen Effekte auf die Gehgeschwindigkeit in Langzeit-Gehtests
- Keine therapeutischen Effekte auf die Gehgeschwindigkeit in Kurzzeit- bzw. Langzeit-Gehtests

### Zusammenfassung

In diesem Review erzielte die FES positive Effekte bei MS-Patienten mit Fußheberschwäche im Kurzzeit-Gehstest.



## Studie zur Wirksamkeit der FES bei Schlaganfall im subakuten und chronischen Stadium

### Autoren

Sabut SK, Sikdar C, Kumar R, Mahadevappa M

### Titel

Improvement of Gait & Muscle Strength with Functional Electrical Stimulation in Sub-acute & Chronic Stroke Patients

### Publikation

33rd Annual International Conference of the IEEE EMBS Boston, Massachusetts, USA, 30.8.-3.9.2011

Bislang gab es keine Studien zur Wirksamkeit der Funktionellen Elektrostimulation (FES) in Kombination mit konventioneller Therapie beim Schlaganfall im subakuten bzw. chronischen Stadium. Daher wurden in der vorliegenden Studie die Effekte der FES in diesen beiden Schlaganfall-Stadien auf Gangparameter mittels 10-Meter-Gehtest und auf die Muskelkraft mittels Elektromyographie (EMG) untersucht und verglichen.

### Ergebnisse

In die Studie wurden 18 Schlaganfallpatienten mit Fußheberschwäche eingeschlossen und eingeteilt in subakutes (< 6 Monate nach Schlaganfall) bzw. chronisches (> 6 Monate nach Schlaganfall) Stadium. Beide Gruppen nahmen an einem konventionellen Rehabilitationsprogramm teil und erhielten zusätzlich eine FES für 12 Wochen:

- Zunahme der Gehgeschwindigkeit um 29,4 % (subakutes Stadium,  $p < 0,05$ ) bzw. 17,1 % (chronisches Stadium,  $p < 0,05$ )
- Zunahme der Schrittkadenz um 17,6 % (subakutes Stadium,  $p < 0,05$ ) bzw. 13,3 % (chronisches Stadium,  $p < 0,05$ )
- Reduktion des PCI (physiological cost index: Maß für den Energieverbrauch beim Gehen) um 73,1 % (subakutes Stadium) bzw. 46,5 % (chronisches Stadium)
- Verbesserung bei EMG-Parametern, wobei die Patienten im subakuten Stadium stärker profitierten als die Patienten im chronischen Stadium

### Zusammenfassung

Nach diesen Ergebnissen kann der frühe Einsatz von konventioneller Rehabilitation und FES bei Patienten nach Schlaganfall den Gang und die Muskelkraft signifikant verbessern.

## Studie zur langfristigen Wirksamkeit und Kosteneffektivität der FES bei Fußheberschwäche aufgrund von Verletzungen des oberen motorischen Neurons

### Autoren

Taylor P, Humphreys L, Swain I

### Titel

The long-term cost-effectiveness of the use of Functional Electrical Stimulation for the correction of dropped foot due to upper motor neuron lesion.

### Publikation

Journal of Rehabilitation Medicine, 2013, 45(2), S. 154-160

Für die Funktionelle Elektrostimulation zur Korrektur einer Fußheberschwäche konnte gezeigt werden, dass sie die Mobilität steigert, die Häufigkeit von Stürzen reduziert und die Lebensqualität verbessert. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, wie lange die Patienten von der Intervention profitieren und was diese kostet.

### Ergebnisse

Es handelt sich um eine retrospektive Analyse der Krankenakten von 126 Patienten mit Fußheberschwäche (Schlaganfall: 62, Multiple Sklerose: 39, Rückenmarksverletzung: 7, Cerebralparese: 3, andere Ursachen: 15), die 1999 mit einer üblichen Stimulation des Nervus peroneus communis begannen. Ausgewertet wurden u.a. die Dauer der FES-Anwendung, der Geschwindigkeit im 10-Meter-Gehtest (Woche 0 ohne FES, Tag 100 mit / ohne FES), die FWC (Functional Walking Category), ein Instrument zur Beurteilung der Gehfähigkeit, und die Kosten.

- Dauer der FES-Anwendung: median 3,6 Jahre, durchschnittlich 4,9 Jahre, wobei 33 Patienten die FES zum Zeitpunkt der Auswertung nach durchschnittlich 11,1 Jahren noch anwendeten
- Schlaganfall-Patienten: Zunahme der Gehgeschwindigkeit an Tag 100 mit vs. ohne FES um durchschnittlich 0,08 m/sek (17 %,  $p < 0,001$ , anhaltender Effekt der Orthese), an Tag 100 ohne FES vs. Woche 0 ohne FES um durchschnittlich 0,11 m/sek (24 %,  $p < 0,001$ , Trainingseffekt), an Tag 100 mit FES vs. Woche 0 ohne FES um durchschnittlich 0,18 m/sek (45 %,  $p < 0,001$ , Gesamteffekt der Orthese); 52 % der Patienten mit Verbesserung der FWC
- Patienten mit Multipler Sklerose: Zunahme der Gehgeschwindigkeit an Tag 100 mit vs. ohne FES um durchschnittlich 0,09 m/sek (29 %,  $p < 0,001$ , anhaltender Effekt der Orthese), jedoch kein Trainingseffekt; 40 % der Patienten mit Verbesserung der FWC
- Keine ausreichenden Daten für die anderen Patienten
- Kosten: durchschnittlich £ 3.095 pro Patient, d.h. durchschnittlich £ 15.406 pro QALY (Quality Adjusted Life Years)

### Zusammenfassung

Nach dieser Studie ist die FES eine langfristig wirksame und kosteneffektive Möglichkeit, eine Fußheberschwäche zu korrigieren.

## FES: Studie zur Wirksamkeit der Zweikanalstimulation bei Halbseitenlähmung mit Schwäche des Sprung- und Kniegelenks

### Autoren

Springer S, Vatine JJ, Lipson R, Wolf A, Laufer Y

### Titel

Effects of Dual-Channel Functional Electrical Stimulation on Gait Performance in Patients with Hemiparesis

### Publikation

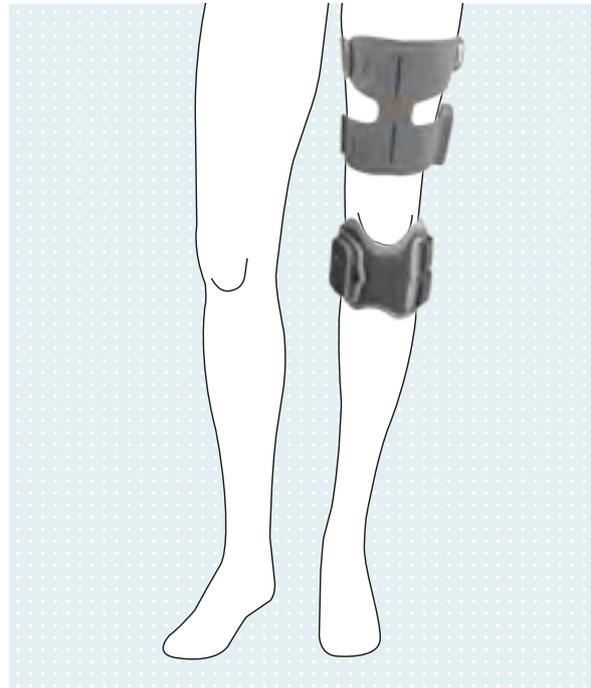
The Scientific World Journal, 2012, Artikel ID 530906

Viele Patienten mit Halbseitenlähmung und Fußheberschwäche, auf welche die Funktionelle Elektrostimulation mit einem Stimulationskanal abzielt, weisen zusätzlich eine Schwäche der Knieextensoren oder -flexoren auf, die ebenfalls wichtig für ein normales Gangbild sind. Daher wurden in der Studie bei Patienten mit Halbseitenlähmung und Schwäche des Sprung- sowie Kniegelenks die Effekte der täglichen Stimulation nicht nur des Nervus peroneus communis, sondern auch der Oberschenkelmuskulatur (je nach Dysfunktion Quadrizeps oder Hamstrings) mittels FES auf das Gangbild untersucht.

### Ergebnisse

Das Gangbild von 45 Patienten mit Halbseitenlähmung ( $5,37 \pm 5,43$  Jahre seit Diagnose) und Schwäche des Sprung- sowie Kniegelenks wurde untersucht im 2-Minuten-Gehtest mit / ohne Zweikanalstimulation und mit alleiniger Stimulation des Nervus peroneus communis sowohl zu Beginn als auch 6 Wochen nach täglicher Anwendung der FES.

- Signifikante Zunahme der Gehgeschwindigkeit beim initialen Test und beim Test nach 6 Wochen mit Zweikanal- vs. Einkanalstimulation (je  $p < 0,0001$ ), z.B. nach 6 Wochen durchschnittlich



0,66 m/sek (Einkanalstimulation) vs. 0,70 m/sek (Zweikanalstimulation)

- Verbesserung der Gangsymmetrie mit Zweikanal- vs. Einkanalstimulation nur bei Test nach 6 Wochen
- Verbesserung der Einbeinstandphase mit Zweikanal- vs. Einkanalstimulation nur bei initialem Test

### Zusammenfassung

Zusammenfassend kann bei Patienten mit Halbseitenlähmung und Schwäche des Sprung- sowie Kniegelenks die Zweikanalstimulation mittels FES das Gangbild stärker bessern als die Einkanalstimulation. Die Ergebnisse könnten die Behandlungserfolge der FES weiter optimieren.

## Wirksamkeit der FES bei akutem Schlaganfall und Plegie der unteren Extremität

### Autoren

Yan T, Hui-Chan CWY, Li LSW

### Titel

Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with acute stroke. A randomized placebo-controlled trial

### Publikation

Stroke, 2005, 36(1), S. 80-85

Die Wirksamkeit der Funktionellen Elektrostimulation war bis dahin bei chronischer Hemiplegie untersucht worden. Die vorliegende Studie überprüfte, ob die Methode bei akutem Schlaganfall mit Plegie der unteren Extremität effektiver ist als Standard-Rehamaßnahmen.

### Ergebnisse

45 Patienten mit akuter Hemiparese ( $\leq 3$  Tage) und CT-gesichertem Infarkt des Großhirns wurden randomisiert 3 Behandlungsgruppen zugeordnet: FES der Beuge- und Streckmuskulatur an Ober- und Unterschenkel für jeweils 30 Minuten, 5 Tage / Woche, 3 Wochen (n=15), Schein-FES für jeweils 60 Minuten, 5 Tage / Woche, 3 Wochen (n=15), keine Elektrostimulation (Kontrolle, n=15); Beobachtungsdauer 7-8 Wochen

- Spastizitäts-Score: Trotz schlechterer Ausgangswerte tendenziell bessere Werte unter FES, aber nur in Woche 3 signifikant vs. Schein-FES und vs. Kontrolle (je  $p < 0,05$ ); Schein-FES etwas besser als Kontrolle
- Maximale isometrische Spontankontraktion: Zunahme in allen 3 Gruppen, jedoch am stärksten mit FES (9,9 Nm nach 8 Wochen,  $p < 0,01$  vs. Schein-FES (6,8 Nm) und vs. Kontrolle (6,2 Nm))
- Aufsteh-und-Gehtest: Vorteile zugunsten FES, jedoch nicht signifikant
- Prozentualer Anteil gehfähiger Patienten: in Woche 3 und 8 signifikant höher unter FES (nach 8 Wochen 84,6 %,  $p < 0,05$  vs. Schein-FES (60 %) und vs. Kontrolle (46,2 %)); zudem unter FES im Mittel 2-3 Tage früher gehfähig
- Prozentualer Anteil der Patienten, die nach Hause zurückkehrten: höher unter FES (84,6 %), Schein-FES (53,3 %), Kontrolle (46,2 %,  $p = 0,03$  vs. FES)

### Zusammenfassung

In der Studie verbesserte eine frühe Elektrostimulation der unteren Extremität bei akutem Schlaganfall und Plegie der unteren Extremität die motorische Funktion und Gehfähigkeit. Der Erfolg des Therapiekonzepts erklärt sich über die neuronale Plastizität in der Regeneration und die speziell auf den menschlichen Gang abgestimmte Stimulation.