



Elektrostimulation der schmerzhaften Schulter bei Hemiparese

**Gedenksymposium für
Klaus Vogedes & Dr. med. Wolfgang
Jenrich**

In 03.09.2022 – Koblenz

A. Conrad

VAMED Rehaklinik Damp

Prävalenz des Schulterschmerzes/Schulter-Arm-Syndrom nach Schlaganfall

- bis 84 % Schulterschmerz (1, 3, 4, 5)
- 12,5-27 % Schulter-Hand-Syndrom (1, 2)
 - (1) Braus DF, 1994; (2) Davis SW, 1977;
 - (3) Turner-Stokes L, Jackson D, 2002
 - (4) Van Ouwenaller C, 1986, (5) Walsh K, 2001
- Negativer Prädiktor für Outcome (Roy, 1994)

Subluxation + Dezentrierung

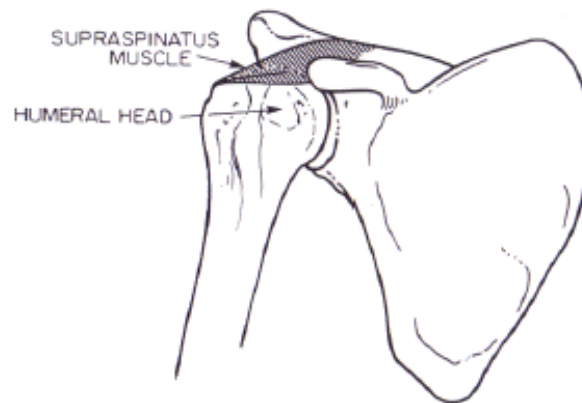


Figure 11.3.1 A. Normal Shoulder.

The humeral head is maintained in the glenoid fossa by the supraspinatus muscle.

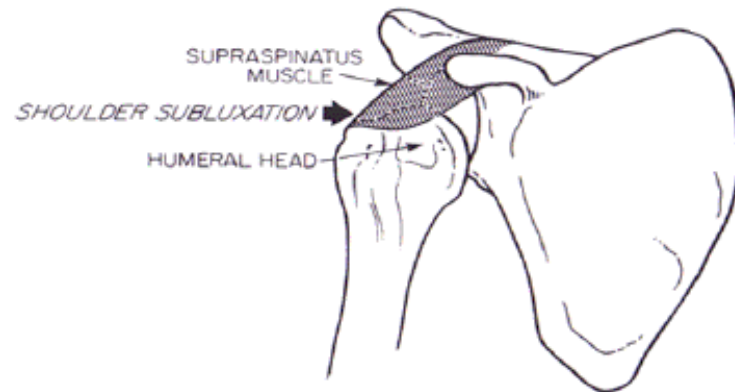
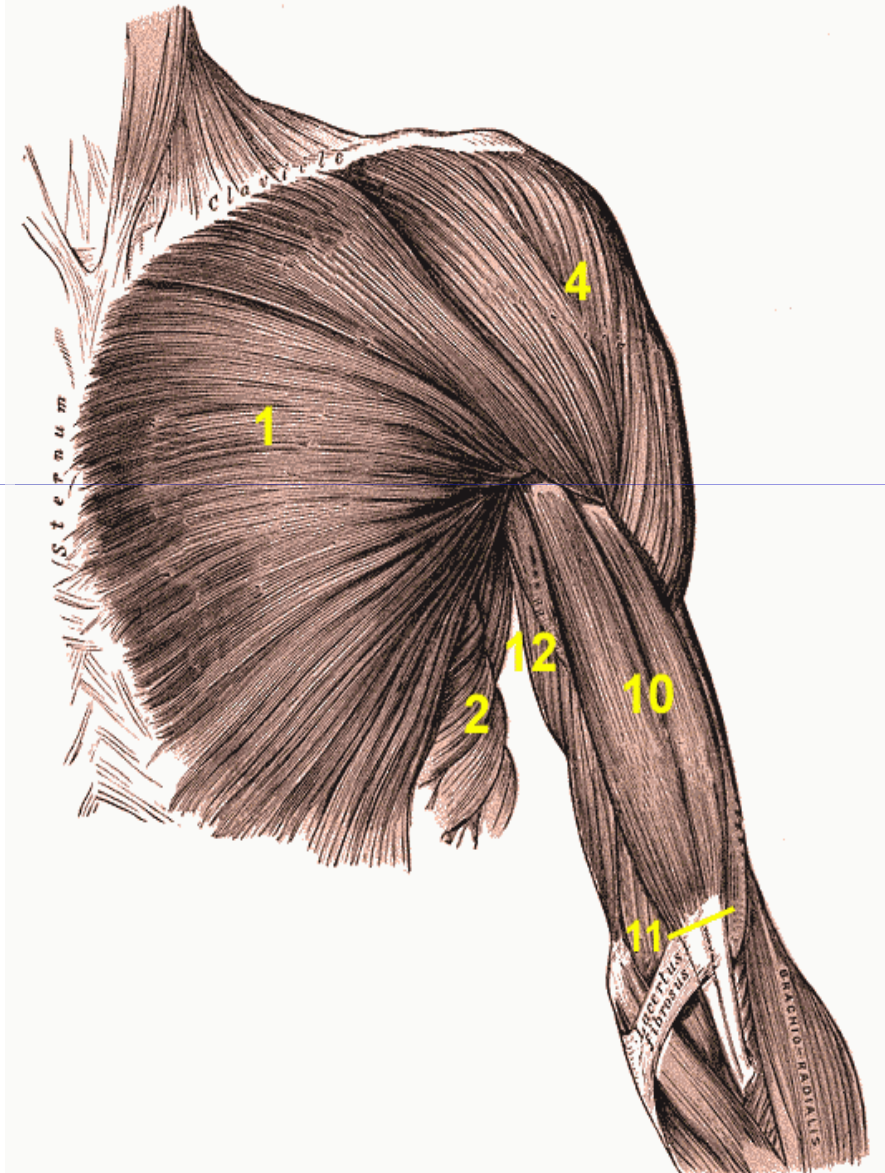


Figure 11.3.1 B. Shoulder Subluxation.

During the initial phase of hemiplegia, the supraspinatus muscle is flaccid. The weight of the unsupported arm can cause the humeral head to sublux downward in the glenoid fossa.



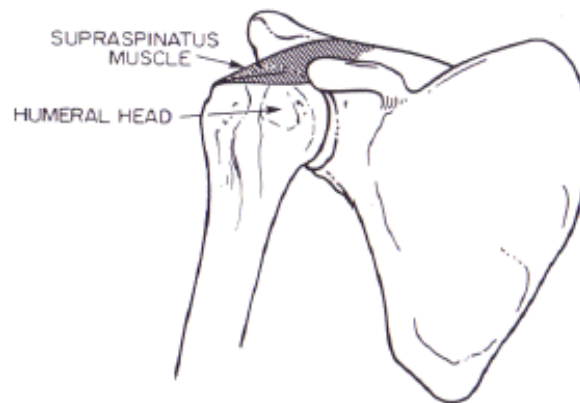


Figure 11.3.1 A. Normal Shoulder.

The humeral head is maintained in the glenoid fossa by the supraspinatus muscle.

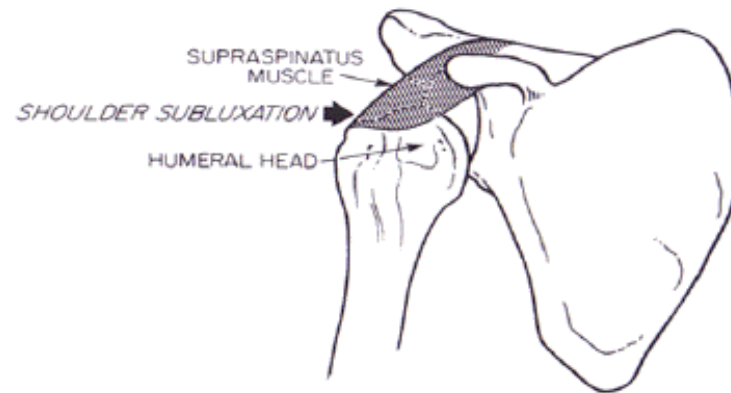
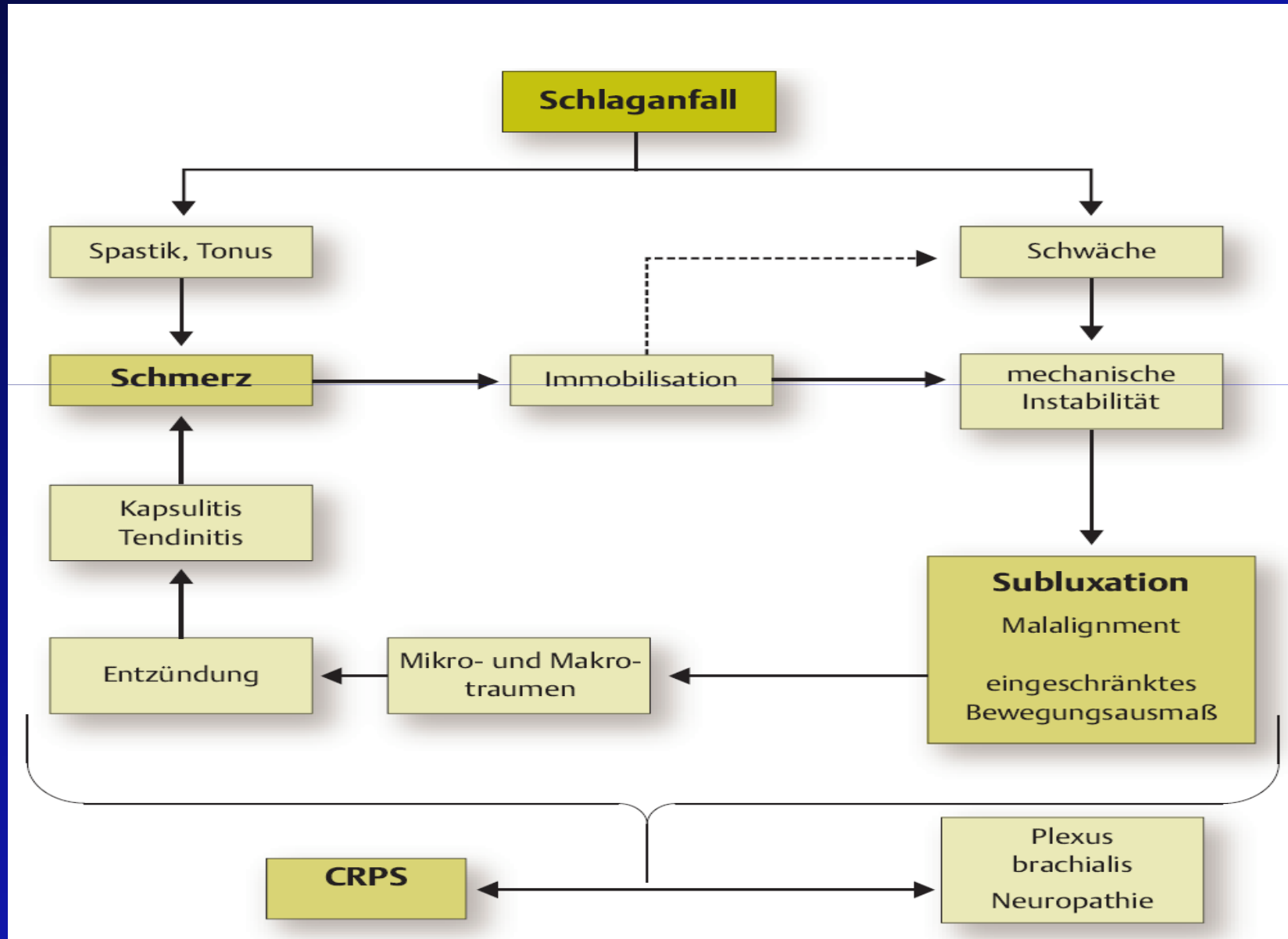


Figure 11.3.1 B. Shoulder Subluxation.

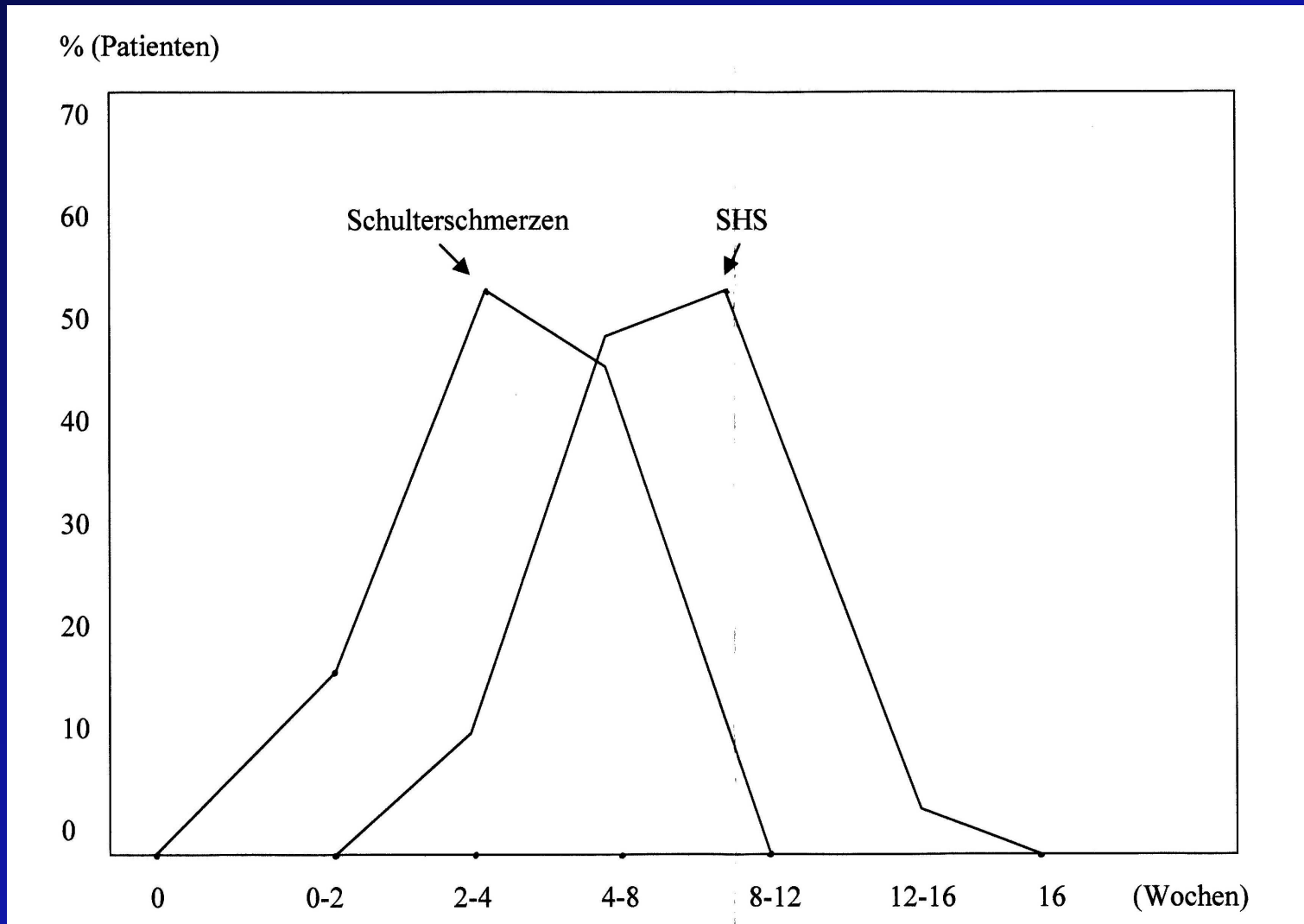
During the initial phase of hemiplegia, the supraspinatus muscle is flaccid. The weight of the unsupported arm can cause the humeral head to sublux downward in the glenoid fossa.

Mögliche Pathophysiologische Prozesse des HSP

aus: Starrost et al Neuroreha 2015



Schmerzhafte Schulter nach Schlaganfall - Manifestationszeitpunkt



(Braus et al., 1994; Poduri, 1993)

Schmerzhafte Schulter bei Schlaganfall

Pathophysiologische Konzepte

- Malalignment im Glenohumeral-Gelenk -
glenohumerale Subluxation
- Traumatisch (Handling,
Selbstverletzung, mangelnde Lagerung)
- Entzündlich (adhaesive Capsulitis)
- Degenerative Gelenkveränderungen
- Verletzung des Plexus brachialis
- Schulter-Hand-Syndrom (CRPS Typ I)
- Zentral: Thalamus-Schmerz

Schmerzhafte Schulter bei Schlaganfall

Risikofaktoren

- Höhergradige Parese im Schultergürtel (KG 0-2)
- Subluxation im Schultergelenk
- Spastizität
- Sensibilitätsstörungen
- Neglect, Hemianopsie

Lit: Braus, D.F. et al., Ann Neurol 36 (1994)

Shahnawaz Anwer, Ahmad Alghadir (Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 4962) Incidence, Prevalence, and Risk Factors of Hemiplegic Shoulder Pain: A Systematic Review

Nadler, M. et.al., (2020, Physiotherapy 107:142-149. Shoulder pain after recent stroke (SPARS): HSP incidence within 72hours poststroke and 8-10 week follow-up

DGNER-Leitlinie (Konsensusentwurf 2008)
Schmerzhafte Schulter nach Schlaganfall
Gemeinsame Jahrestagung 2008
ÖGNER, DGNER & SGNR/SNRG, Wien
Update 2010 und 2017

C. Herrmann, A. Conrad
Asklepios Kliniken Schildautal Seesen
Helios Rehaklinik Damp

Initial 587 Arbeiten,
davon 59 klinische Studien berücksichtigt, im Update-
Verfahren über 120 weitere Arbeiten in Sichtung

Schmerzhafte Schulter nach Schlaganfall - Zusammenfassung der Empfehlungen

Empfehlungsstärke	Subakutes Stadium	Chronisches Stadium
A	Präventionsprogramm (SHS)	
B	Basale Lagerungstherapie Rollstuhltisch, Armmulde Tape-Verbände Triangulare Schlinge Harris Schlinge Orale NSAR Botulinumtoxin A	Basale Lagerungstherapie Rollstuhltisch, Armmulde Triangulare Schlinge Harris Schlinge Orale NSAR Botulinumtoxin A
0	Dehnungslagerungen (additiv) Geräte-gestützte Mobilisierung Ultraschalltherapie Neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES)	Dehnungslagerungen (additiv) Geräte-gestützte Mobilisierung Ultraschalltherapie Neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES) Intraarticuläre Corticoid-Injektionen Subacromiale Corticoid-Injektionen Operativer Release
-B		Krvotherapie

Schulter-Hand-Syndrom nach Schlaganfall - Zusammenfassung der Empfehlungen

Empfehlungsstärke	Subakutes Stadium	Chronisches Stadium
A	Präventionsprogramme Orale Corticosteroide	
B	Calcitonin i.m. Capsaicin	
0	Mentales Training, Sympathikus-Blockaden, Manuelle Lymphdrainage <u>mit</u> andauernder Kompression, Intermittierende pneumatische Kompression <u>mit</u> andauernder Kompression	Mentales Training, Sympathikus-Blockaden, Manuelle Lymphdrainage <u>mit</u> andauernder Kompression, Intermittierende pneumatische Kompression <u>mit</u> andauernder Kompression,
-B	Manuelle Lymphdrainage <u>ohne</u> nachfolgende Kompression, Intermittierende pneumatische Kompression <u>ohne</u> andauernde Kompression	Manuelle Lymphdrainage <u>ohne</u> nachfolgende Kompression, Intermittierende pneumatische Kompression <u>ohne</u> andauernde Kompression

Ansatzpunkte der Elektrotherapie bei HSP

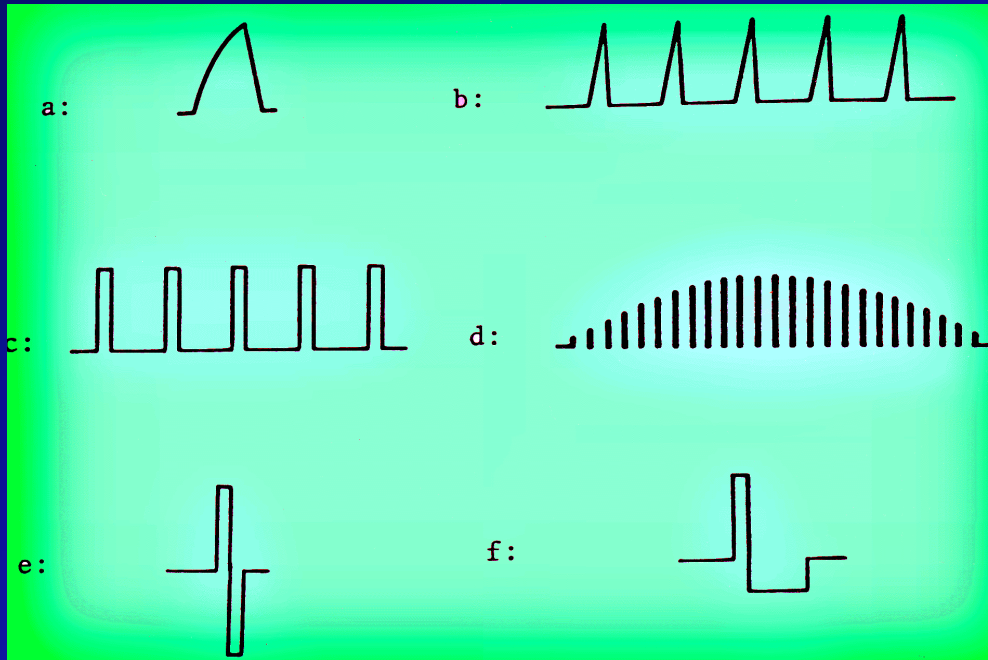
- Subglenoidale Subluxation bei schlaffer Parese M. deltoideus u. Rotatoren mit Überdehnung und Schädigung der angrenzenden Kapsel-Band-Strukturen: **NMES zur Kräftigung der Mm. deltoideus post. + supraspinatus , evtl. caput long. M.biceps u. Repositionierung Caput humeri**
- Myofasziale und neuropathische (Überdehnung Armplexusfasern, Thalamus) Schmerzen: **TENS, IFR, Ultraschall**

Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

- **Galvanik:** Gleichstrom, Stanger, 2- und 4-Zellenbäder
- **NMES** - neuromuskuläre Elektrostimulation allgemein
- **FES** – ES im funktionellem Kontext (z. B. Schulterabduktion, Fußhebung, komplexe Muster, ggf. mit intrakutanen Elektroden)
- **EMG-ES** – EMG-getriggerte Feedback- ES
- **TENS** – sensible ES unterschwellig überwiegend zur Therapie neuropathischer Schmerzen
- **IFR** – Interferenz zweier MF- Reizströme geringer Frequenzdifferenz mit Resultierender NF- ES in der Gewebstiefe

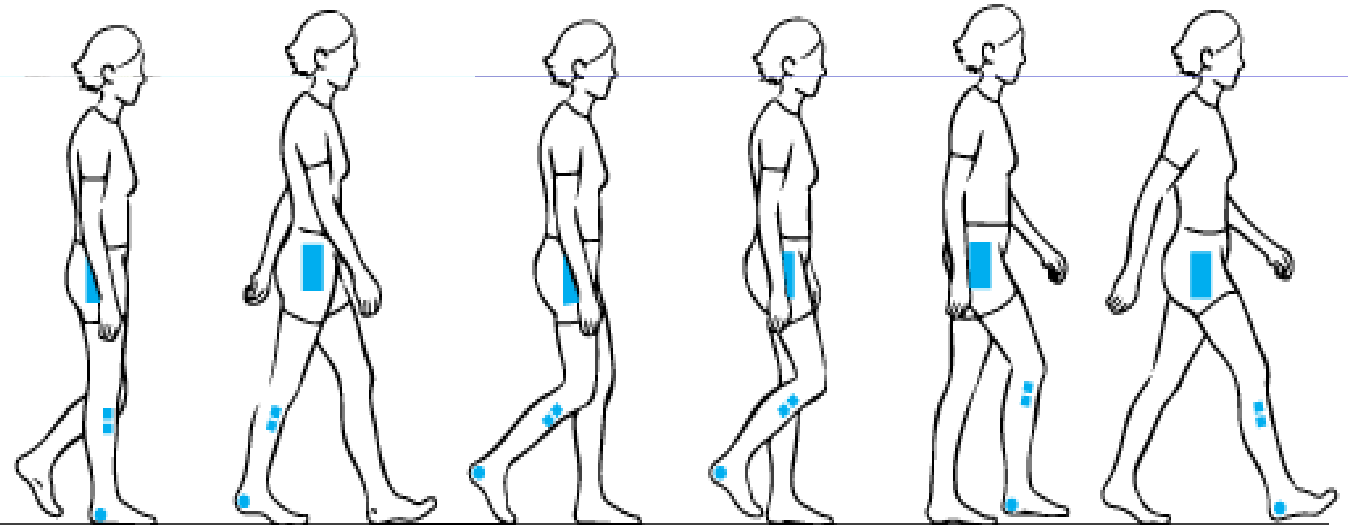
Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

- **NMES** - neuromuskuläre Elektrostimulation auch als gepulste Gleichstromstimulation
- Meist Rechteckimpulse biphasisch-(a-)symmetrisch
- Impulsbreite: $50 \mu\text{S}$ bis $250 \mu\text{S}$, $20 - 50 \text{ mA}$,
Frequenz: üblicherweise von 1 Hz bis 200 Hz



Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

- **FES** – ES im funktionellem Kontext (z. B. Schulterabduktion, Fußhebung, komplexe Muster, ggf. mit intrakutanen Elektroden)



When the foot is standing, there's no stimulation.

But the heel switch detects that the foot is rising...

...and sends stimulation to the electrodes on the calf...

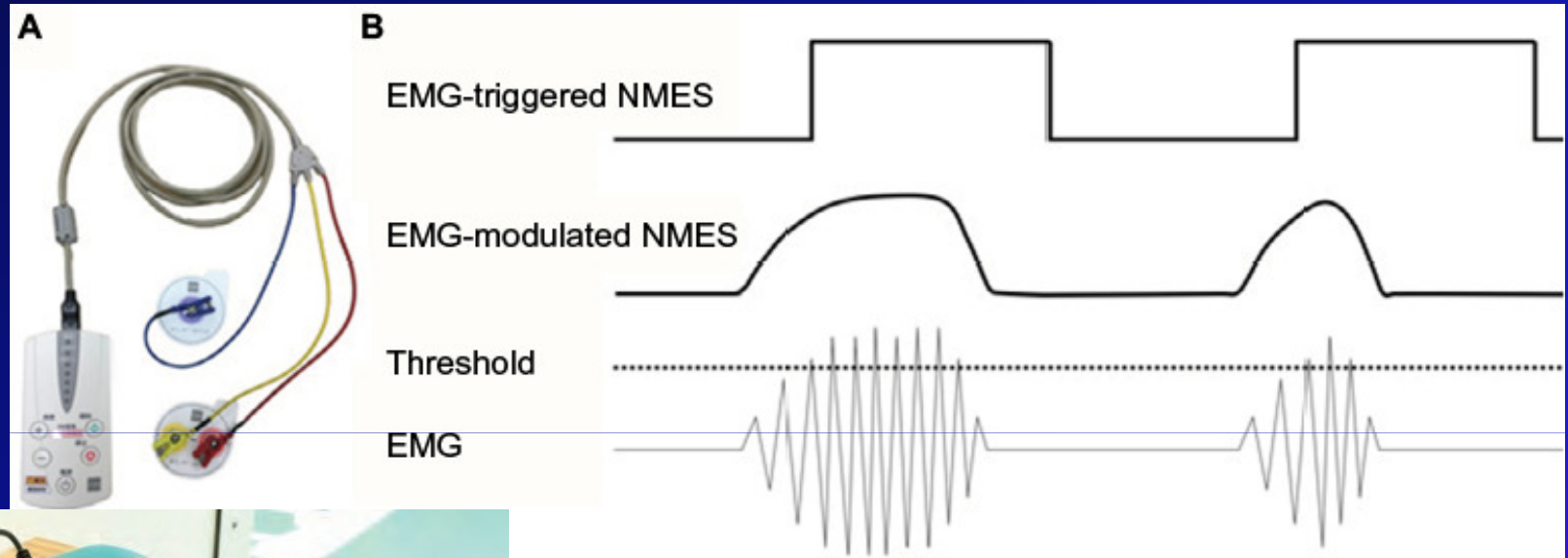
...this makes the foot lift correctly and not drag...

...as it swings to step forward.

When the heel hits the ground stimulation is switched off until the next step.

Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

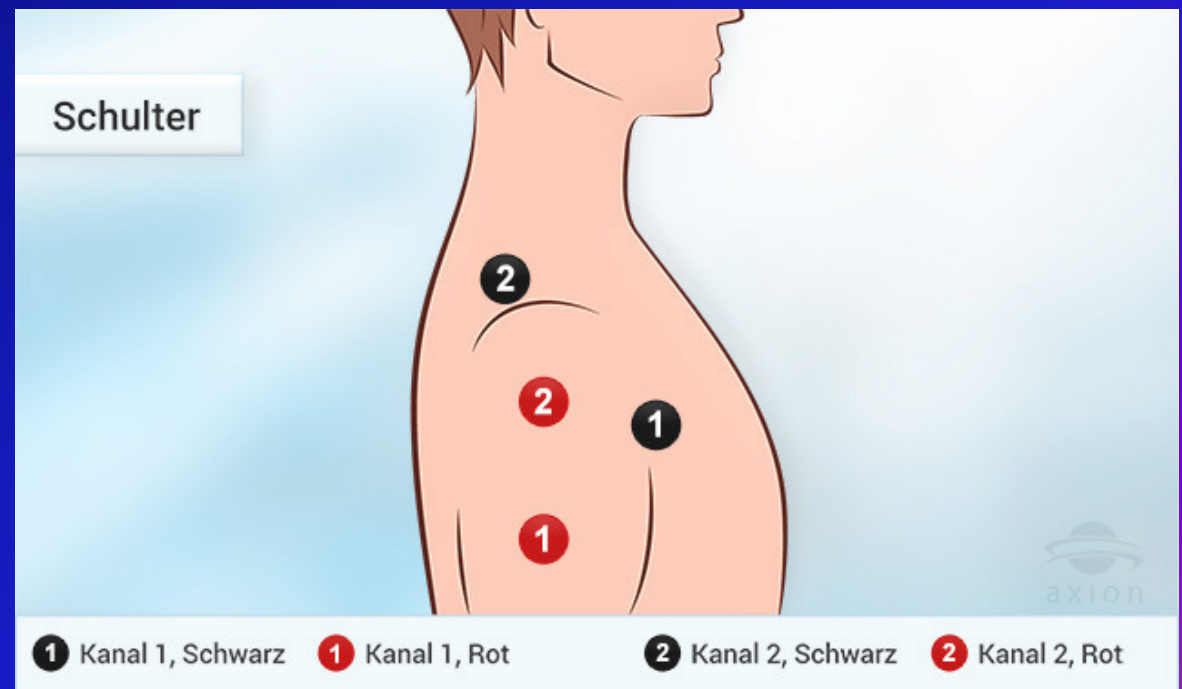
- EMG-ES – EMG-getriggerte Feedback-ES



Unterstützende Stimulation einer beginnenden, unvollständigen Willkürinnervation durch EMG-gesteuertes Feedback

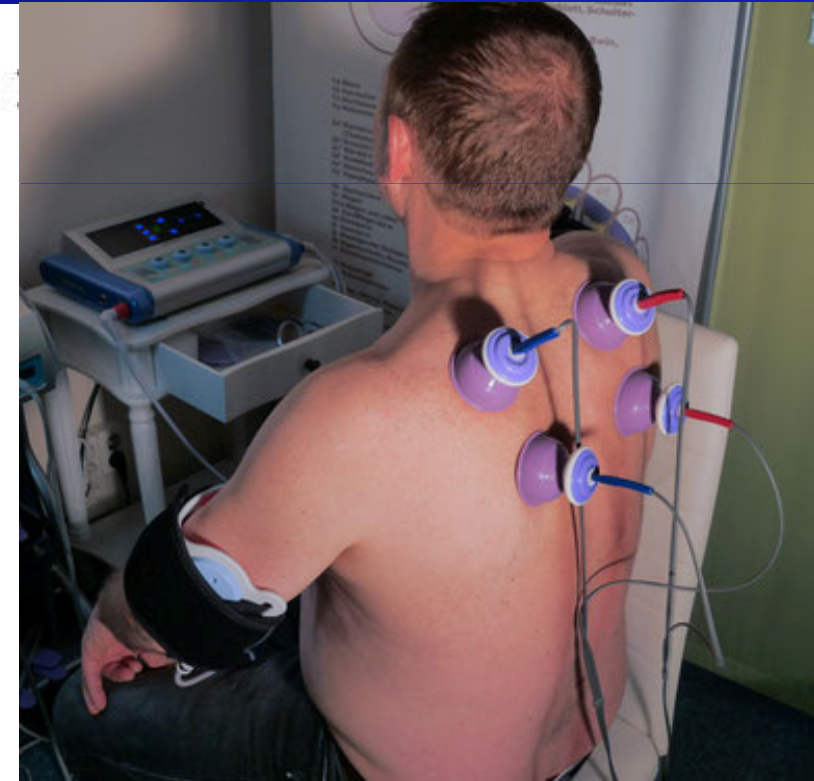
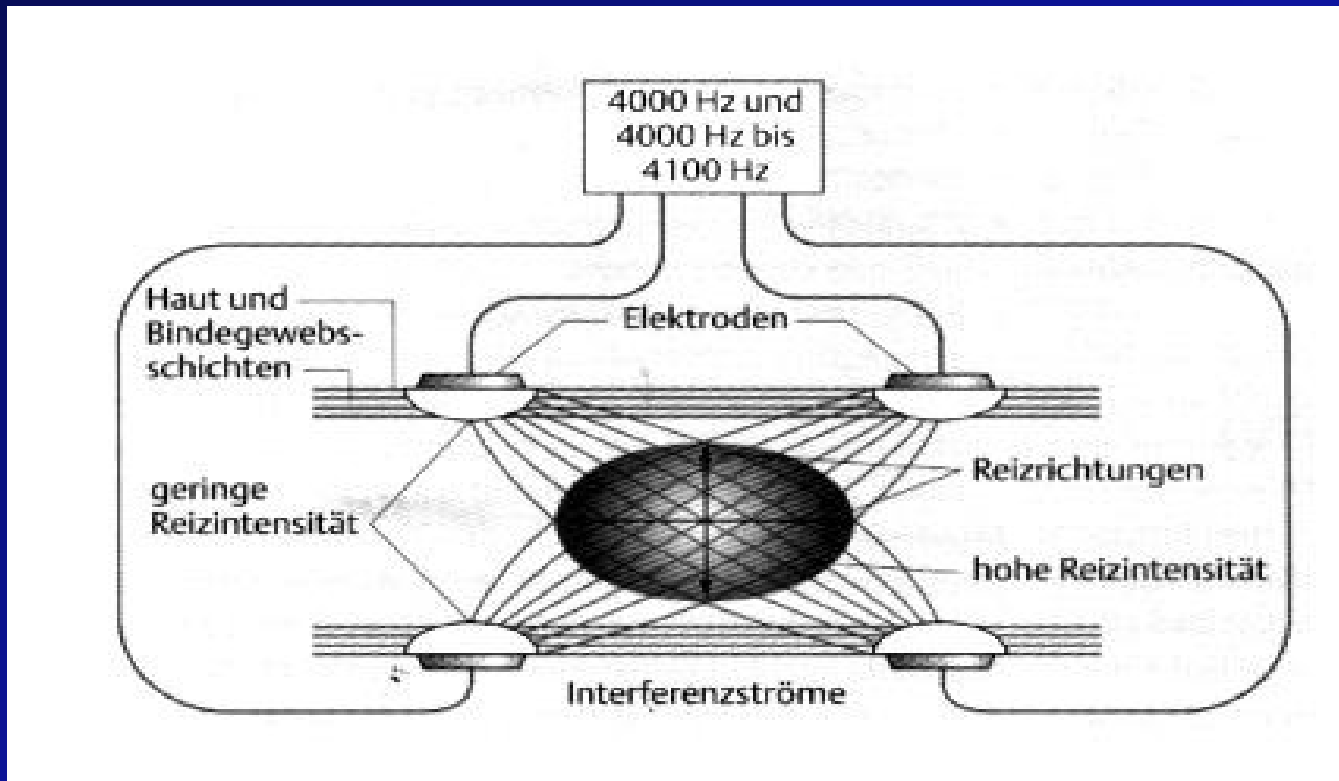
Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

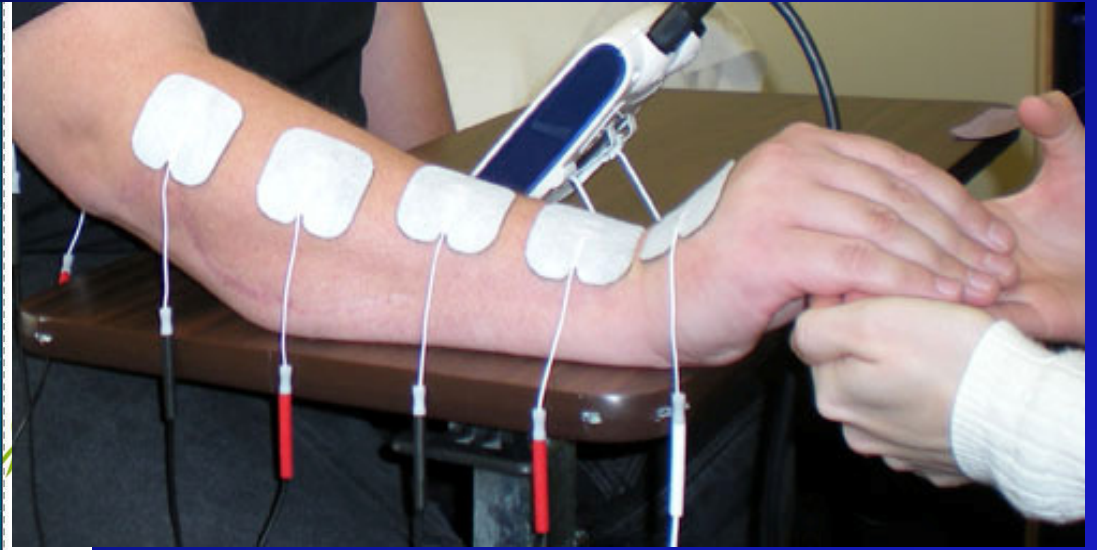
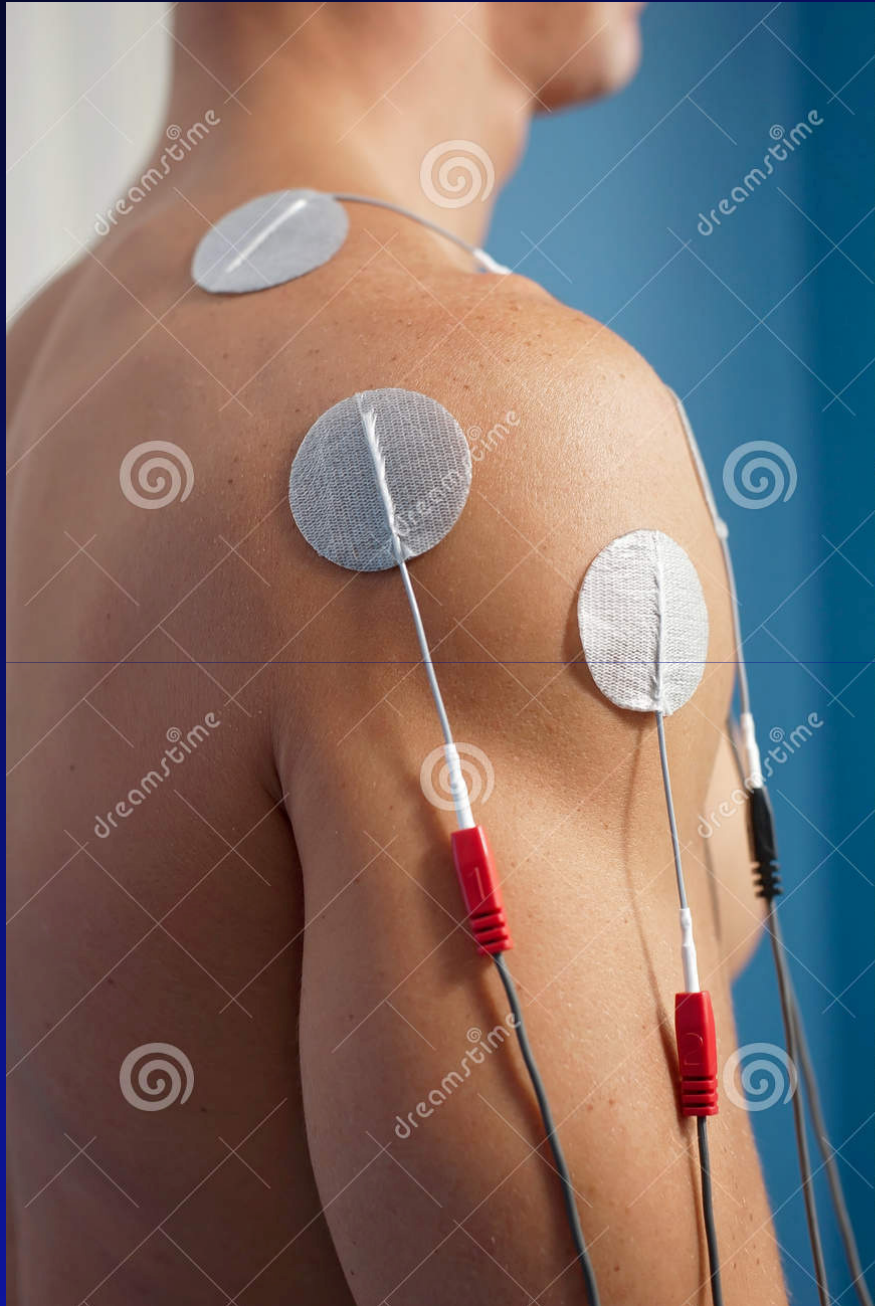
- **TENS** – sensible ES unterschwellig überwiegend zur Therapie neuropathischer Schmerzen, 80-100 Hz, auch acupunctur like (APL-TENS) 2 Hz überschwellig.
- Über dem Schmerzareal (Triggerpunkt), dem versorgenden Nerv oder dem Segment.
- Rasches Nachlassen,
- hoher Placeboeffekt



Begriffsbestimmungen der Elektrostimulation

- **IFR** – Interferenz zweier MF- Reizströme um 4 KHz geringer Frequenzdifferenz mit Resultierender NF- ES in der Gewebstiefe





DGNER-Leitlinie (Konsensusentwurf 2008)
Schmerzhafte Schulter nach Schlaganfall
Gemeinsame Jahrestagung 2008
ÖGNER, DGNER & SGNR/SNRG, Wien
Update 2010 und geplant 2018

C. Herrmann, A. Conrad
Asklepios Kliniken Schildautal Seesen
Helios Rehaklinik Damp

Initial 587 Arbeiten,
davon 59 klinische Studien berücksichtigt, im Update-
Verfahren über 120 weitere Arbeiten in Sichtung

Bewertung der NMES bei der LL-Erstellung 2008

- Auswertung von 20 Arbeiten mit ausreichender Evidenz, davon 5 Reviews, sonst überwiegend RCT's, überwiegend NMES Mm.deltoid.post.+supraspinatus, wenige TENS
- Daten von 1.428 definierten Patienten, 2 große Reviews ohne genau aufzuschlüsselnde Zahlen
- Nur in den frühen, kleineren RCT gute Effekte auf Schulterschmerz, in späteren großen RCT nur wenig oder keine (anhaltenden) Effekte auf Schulterschmerz, pROM oder Subluxation trotz z.T. mehrstündig/täglicher Behandlungen über 4-6 Wochen.
- Nur in den RCT mit perkutaner NMES konstant gute Effekte auf Schulterschmerz im subakuten u. chronischem Stadium, da Therapie für 6 Std./d parallel zur Reha und ADL möglich

Bewertung der NMES bei der LL-Erstellung 2008

■ Empfehlung 3.7

Es gibt keine klare Evidenz für die Wirksamkeit früher oder später NMES ausschließlich der Schulterregion bei hemiplegischem Schulterschmerz. Gegenwärtig kann keine Empfehlung für die NMES bei dieser Indikation ausgesprochen werden (**Empfehlungsgrad 0**). Dennoch kann die NMES der Schulter bei ausgewählten Patienten mit zeitlichem Zusammenhang zwischen einer unter schlaffer Hemiparese aufgetretenen Subluxation und Schulterschmerz angewandt werden (**Empfehlungsgrad 0**). In diesem Fall sollte eine ausreichende Therapie der distalen Armfunktion durchgeführt werden.

Neuere RCT u. Pilotstudien NMES

- **Koyuncu, E et al 2009, RCT, n = 50:** Intervention: Zusätzliche NMES Mm. delt.post + supraspinatus, Kontrolle: Standard Rehatherapie. Ergebnis: **nur Verbesserung der Subluxation**
- **De Jong et al 2013, RCT, n = 46, Level 1a:**
- NMES in Kombination mit Arm-Dehnungsübungen 2x45min täglich 5 Tage/Woche für 8 Wochen **ohne Effekt** auf ROM, Schulterschmerz, Armfunktion und ADL.
- **Manigandan JB, RCT 2014, n= 24:** FES langer M. biceps + supraspin. + deltoideus pars post. effektiver für Subluxation + Zufriedenheit

Neue RCT NMES + TENS

- **Chuang et al 2017, RCT, n = 38:**
- EMG-getriggerte NMES vs. TENS jeweils in Komb. mit bilateralem Armtraining: NMES bessere Effekte auf Schmerz während aktiver u. passiver Schulterbewegung und p-ROM beim follow-up
- Beide Gruppen mit Verbesserung des Ruheschmerzes, der ADL und des Fugl-Meyer-Score.
- Wirksamkeit sowohl bei subakuten als auch chronischen Schlaganfallspatienten.

Neue RCT NMES + TENS

- **Hochsprung, A. et al 2017, RCT n = 31**
- Kombination von NMES oder Kinesiotaping mit Konventioneller PT nicht besser als PT allein.
- **Zhou, M. et al 2018, RCT n = 90**
- NMES 15 Hz 200 ms vs. TENS 100 Hz 100 ms vs. Routine rehabilitation programm allein: HSP auf der NRS nach 4 Wochen mit 20 Stunden Stimulation gebessert NMES (n=36, 2,03 P.) > TENS (n=36, 1,44 P.) > Reha (n=18, 0,61 P.). Keine Unterschiede bei Mobilität, Funktion, Spastik, ADL und Lebensqualität.

Neuere RCT u. Pilotstudien: TENS, IFR, Laser, sensor.ES

- **Karabegovic 2009, RCT n = 70:** Laser besser als TENS + Galvanik bzgl. Schmerz, Schwellung +ADL.
- **Moniruzzaman 2010, RCT, n=45:** TENS wirksamer als US bzgl. Schmerz + PROM, US besser für aktiven ROM
- **Suriya-amarit, 2014, RCT, n= 30:** IFR gegen Sham wirksam bzgl. Schmerz + PROM
- **David et al 2015, Pilotstudie, n = 20:** Hoch-und niederfrequente repetitive sensorische Stimulation (ES-Bursts 20 Hz 1s/ 5s Intervall / 1 Hz) Fingerspitzen bei CRPS I 45 min tägl. für 5 Tage. Begrenzte Effekte HF-rSS auf taktile 2-Punkt-Diskrimin. + Schmerz, LF-rSS verschlechtert 2-Punkt-Diskrimination.
- **Jan et al 2017, RCT, n = 38:** Low Level Laser 905 nm/ 400 mW wirksamer gegen Schulterschmerz als IFR bei HSP

Neuere RCT u. Pilotstudien: TENS, IFR, Laser, sensor.ES

- **Eslamian, F. et al. (2020, Arch Physioth. 10:2) RCT, n = 46 (23+23):** IFR vs. Elektroakupunktur (EAP).
Konventionelle Therapie für beide Gruppen. IFR mit stärkerer Besserung im aktiven ROM + Funktion, EAP besser in der Schmerz-VAS
- **Korkmaz, N et al (2022, Lasers Med Sci. 37(1):645-653)**
- **RCT, n = 41:** Hochintensive Lasertherapie (HILT) 3mal/Woche für 3 Wochen vs. Konventionelle Reha (beide Gruppen). VAS, FIM, BRS, SPADI, NHP, and PTRCT in HILT- Gruppe signifikant besser.

Update NMES: Reviews u. Metaanalysen ohne wesentlich neue Gesichtspunkte

- **Price et al 2008, Cochrane Rev., n = 170:**
 - Verbesserung von PROM u. Sublux, **keine Verminderung von Schmerz**, keine ungünst. NW, keine neuen Aspekte
- **Vafadar et. al. 2015: 10 RCT**
 - FES kann früh (< 6 Monate) nach Schlaganfall einer Schultersubluxation vorbeugen oder sie reduzieren,
 - **Keine Auswirkungen auf Schulterschmerz** und motorische Funktion im Schulter-Oberarmbereich

Update NMES: Reviews u. Metaanalysen ohne wesentlich neue Gesichtspunkte

- **Ping Gu et al 2016:** 15 RCT, 10 RCT's aus Vafadar et. al. 2015 enthaltend, Einschränkung durch unterschiedl. Assessments u. Statistik **n = 672**,
- Bewertung wie bei Vafadar, zusätzlich: Keine Auswirkungen auf PROM, ADL und Lebensqualität. -> Studien > 6 Monate oder mit anderer Ätiologie des HSP ?
- **Lee et al 2017, Review + Metaanalyse, n = 432:**
- Effekt von NMES auf Subluxation bei akutem u. subakutem Stadium sowohl für unter als auch über 1 Stunde Therapie täglich, keine Wirksamkeit bei chronischen Pat., keine Effekte auf Armfunktion oder Schulterschmerz

Update FES Ping Gu et al: Inkonsistenz der Datenlage?

Table 1 Included studies on platelet-rich plasma clinical applications and their outcomes

Study	Year	Level of Evidence	No. of Patients	Mean Age (y):		Follow-Up Time (mo)	Outcome Measures
				ES; Control	Intervention		
Baker ³⁰	1986	II	63	56; 55	NES	3	Subluxation; pain
Faghri ²⁹	1994	II	26	65; 69	FES	3	Subluxation; pain; motor function
Linn ²⁸	1999	II	40	71; 73	ES	3	Subluxation; pain; motor function; arm girth
Kobayashi ²⁷	1999	III	17	64.3; 53.2	ES	1	Subluxation; pain; motor function
Kim ²⁶	2000	I	44	55.3; 58.2	FES	1	Subluxation
Wang ^{24,25}	2002; 2000	II	32	56.1; 56.4	FES	1	Subluxation; motor function
Church ²³	2006	I	176	75.5; 73.5	NMES	3	Pain; motor function
Mangold ²²	2009	I	23	62; 57.5	FES	1	Pain; motor function
Nakipoglu-Yuzer ²¹	2010	I	60	59.3; 62.83	FES	1	Motor function
Koyuncu ²⁰	2010	II	50	60.7; 62.0	FES	1	Subluxation; pain
Lin ¹⁹	2011	I	37	62.2; 66	NES	6	Motor function; quality of life
Thorsen ¹⁸	2013	II	11	42.6; 56.5	FES	3	Motor function; daily function
Boyaci ¹⁷	2013	II	21	56.1; 57.6	NMES	1	Motor function; daily function; quality of life
Fleming ¹⁶	2014	I	33	62.3; 60.6	SS	6	Motor function
Lee ¹⁵	2015	I	39	54.07; 53.75	NMES	3	Motor function; daily function; quality of life

Abbreviations: ES, electrical stimulation; NES, neuromuscular electrical stimulation; NMES, neuromuscular electrical stimulation; SS, somatosensory stimulation.

Update NMES: Reviews u. Metaanalysen ohne wesentlich neue Gesichtspunkte

- Teasell, R. et al 2016, Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation, Heart & Stroke Foundation – Canadian Partnership for Stroke Recovery, Auswertung von 163 Arbeiten:
- Transkutane NMES < 6 Monate effektiver als konventionelle Therapie allein zur Verminderung Subluxation, > 6 Monate keine Effekte (Evidenz-Level 1a und 2)
- P-NMES (i. m.-Elektroden) mit bis zu 12 Monate **anhaltenden Effekten auch auf Schulterschmerz** (Level 1a)
- **IFR wirksam bei Schulterschmerz** während u. kurz nach Th. (Level 1b)
- Hochvolt-NMES (> 150 V, 4-75 μ s, 50 Hz) begrenzt wirksam gegen Subluxation und Displacement (Level 2)
- High-Intensity-TENS begrenzt wirksam ausschließlich auf p-ROM (Level 2)

Neue Entwicklungen in der NMES der Schulter

- **Klauer, C. et al, TU Berlin 2016:**
- EMG- und Winkel/ Beschleunigungsmesser- gesteuertes FES- Feed-back-Device zur Unterstützung der Oberarm-Abduktion.
- Die vom Patienten angestrebte Abduktionstellung wird durch eine zusätzlich prozessierte Auswertung des FES-induzierten EMG-Signals aus dem M.deltoides erreicht.
- Über die kombinierte Erfassung u. Auswertung des Abduktions-Winkel per Beschleunigungssensor und fortlaufende EMG-Analyse kann sich das System selbst adjustieren und auch bei Muskelermüdung die Rekrutierung durch das Muskelstimulationssignal hochregeln.



FES-based arm weight relief: First invest stroke patients

C. Klauer, M. Ruppel, and T. Schauer, | Control Systems Group – TU-Berlin
S. Böttcher, F. Dähne, and L. Schmehl | ukb, Berlin | TAR 2017, Berlin

Introduction

Target group

- Stroke patients often suffer from a reduced volitional activity in the shoulder deltoid-muscle.
- A limited arm elevation hinders functional tasks.
- Functional Electrical Stimulation (FES) can be used to gain additional force.

Previous approaches

- Stimulation triggered/controlled by noisy measurements of the volitional Electromyography (vEMG).
- Limited performance

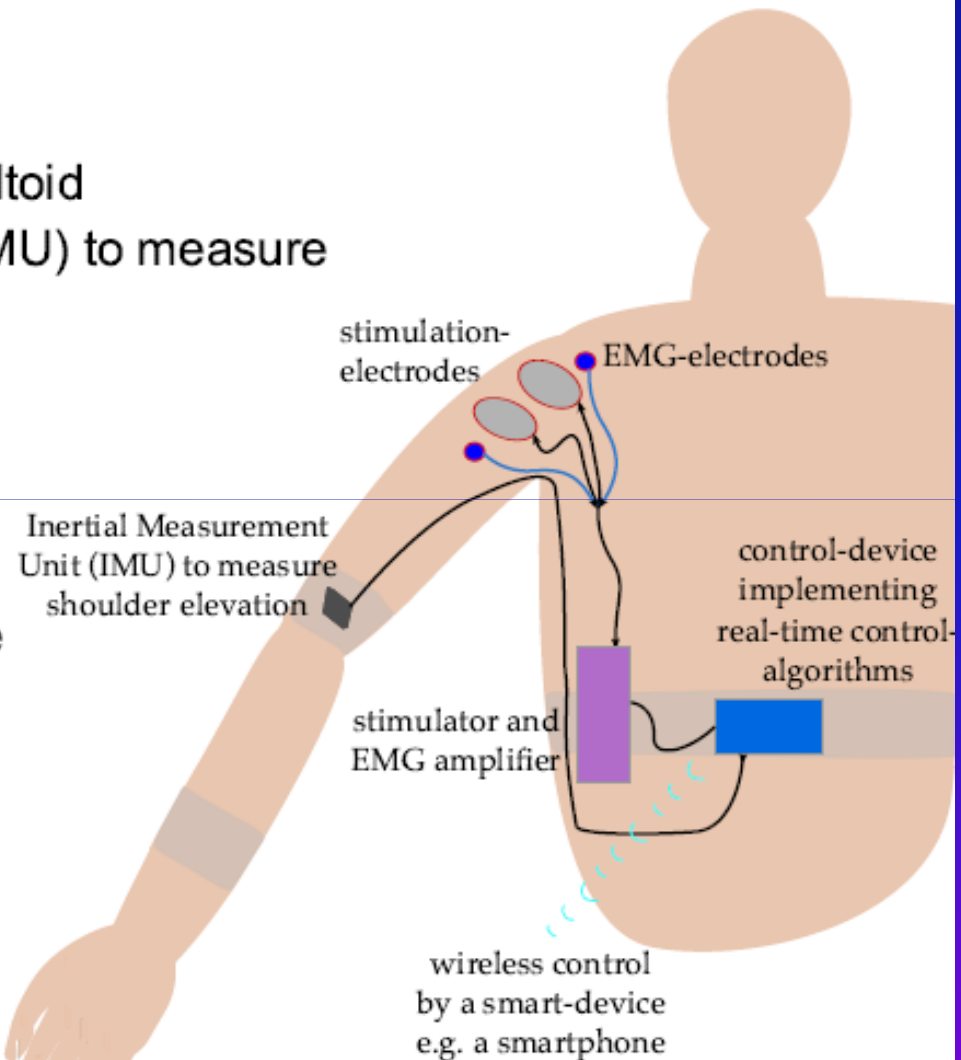
Setup

Human interface

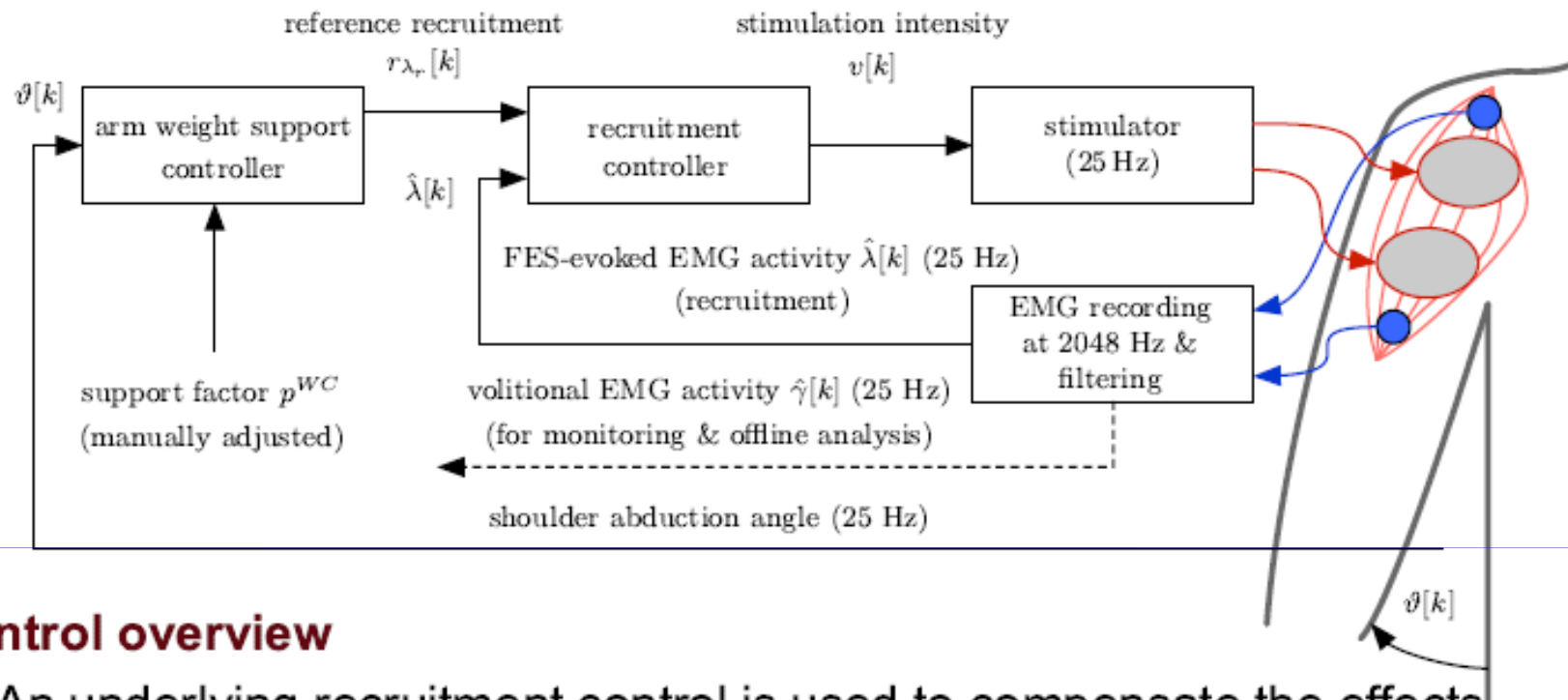
- FES applied to the frontal deltoid
- Inertial Measurement Unit (IMU) to measure the arm elevation angle
- EMG-measurement

Function overview

- Weight relief: FES activation proportional to the joint angle
- Hybrid muscle activation: Volitional- and FES-induced
- Targeting rehabilitation and daily-live support



Control Overview: Cascaded Control Scheme



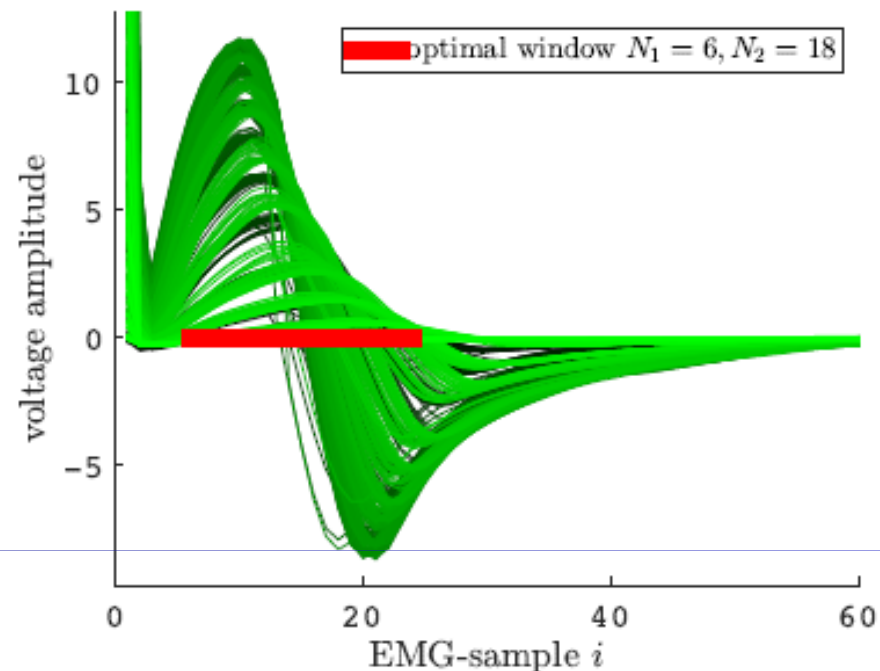
Control overview

- An underlying recruitment control is used to compensate the effects of muscle fatigue.
- An arm weight relief controller supports the user by a given percentage.
- The volitional activity $\hat{\gamma}$ is estimated for monitoring purposes.

Muscle Recruitment (λ) Control

Muscle fatigue

- Cannot be observed in hybrid muscle activation by joint angle measurements
- Feedback of the Stimulation-evoked EMG (eEMG)



Recruitment control

- The 1-norm of the m-wave is calculated for a **sub-window** of each interpulse interval yielding $\hat{\lambda}$.
- Window length and position are optimized to reduce noise and to maximize the degree of linearity for the static relation $\hat{\lambda} - \vartheta$.
- The stimulation intensity is adjusted to realize a desired recruitment-level $r_{\hat{\lambda}}$.

Subject 1: Acute stroke, strong paresis

- A – rest position
- B – maximal volitional elevation
- C – maximal elevation with 100% support
- D – maximal elevation with 70% support



A



B



C



D

Subject 2: Acute stroke, impaired functional movements

- A – maximal volitional elevation
- B – maximal elevation with 80% support
- C – maximal elevation after 10 minutes
- D – maximal volitional elevation in the end



A



B



C



D

Conclusions

Observations

- Easy to attach in less than 15 minutes
- Extension of the possible range of motion
- The user can volitionally control the arm elevation.
- For users with a strong paresis the controllability may become difficult.

Future

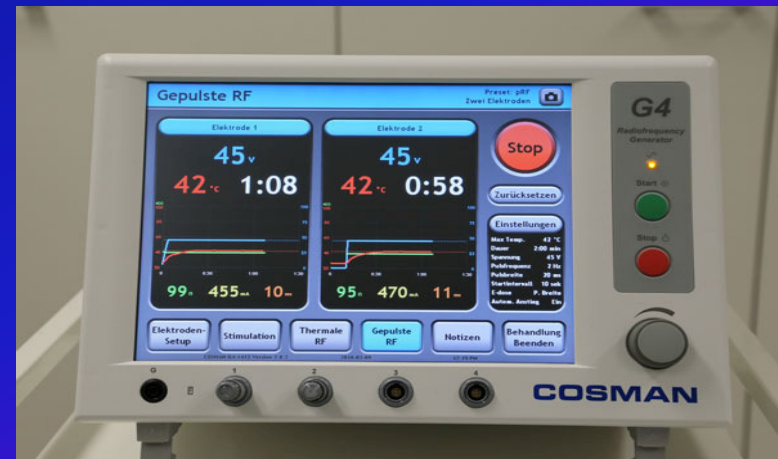
- Increase precision of joint angle measurement
- Auto tuning of the support factor
- Two channel stimulation; elbow joint angle

Clinical study

- Few system integration steps

Gepulste Radiofrequenztherapie (pRF)

- 500 KHz mit 120 Hz –Pulsen von 20 ms Dauer für 2 Minuten
- Abgabe über Nadelelektrode, die an den Nerven unter Bildkontrolle herangeführt wird.
- Effekt: lt. Literatur anhaltende Schmerzreduktion um 50 – 70%
- Häufig eingesetzt beim spinalem Facettensyndrom



pRF bei hemiplegischem Schulterschmerz

- **Alanbay, E. et al. (2020, Pain Physician. 23(3):245-252).**
RCT, n = 15 + 15: pRF vs. Nervenblockade mit Lidocain des N. suprascapularis der betroffenen Seite mit zusätzl. TENS + PT 3 Wochen für beide Gruppen. VAS und ROM der betroffenen Schulter signifikant besser nach 1 und 3 Monaten gegenüber Lidocain-Blockade.
- **Kim, TH, Chang, MC (2021, J Integr Neurosci. 20(3):687-693)** **RCT, n = 10 + 10:** pRF N. suprascapularis vs. Intraartikuläre Corticoid-Injektion. Nach 1 und 2 Monaten Besserung in beiden Gruppen für NRS und pROM, aber deutliche Überlegenheit der intraartikulären Corticoid-Injektion (ICI). Daher: pRF nur, wenn Kontraindikationen ICI

Hochfrequente Transkranielle Magnetstimulation (rTMS 10 Hz) des betroffenen primären motorischen Kortex bei HSP

- **Choi, GS, Chang, MC (2018, Int J Neurosci. 128(2):110-116, RCT, n = 12 + 12:**
- rTMS 10 Hz vs. Scheinstimulation
- Nach 1 Tag 30%, 1 Woche 29%, 2 Wochen 28% und 4 Wochen 25% Reduktion im NRS-Schmerzscore der Interventionsgruppe. Keine Besserung in der Kontrollgruppe. pROM und motorische Skalen in beiden Gruppen ohne Besserung.
- Fazit: nützlich als zusätzliche Anwendung

Zusammenfassung

- Keine einheitliche Ätiologie/Pathophysiologie des HSP, viele etablierte Verfahren ohne sicheren Wirksamkeitsnachweis.
- **NMES**: Effekte auf Subluxation, kaum auf HSP, **nur perkutane NMES** zeigt Wirksamkeit auf Schulterschmerz
- **TENS, IFR, Laser, US**: bessere, aber begrenzte Effekte auf den Schulterschmerz
- **NMES** weiterhin fallweise anwendbar, aber ohne konsistenten Wirksamkeitsnachweis. Die teilweise empfohlenen Behandlungszeiten bis zu 6 Stunden täglich für 5 Tage/Woche über 6 Wochen (Griffin 2014) übersteigen die Möglichkeiten normaler Rehakonzepte
- **Neue Entwicklungen und Kombinationen NMES zu erwarten?**

Zusammenfassung

- Grundsätzlich zu geringe Anzahlen an Studienteilnehmern bei z. T. schwierigen Rekrutierungsmöglichkeiten
- Beim Versuch, diesen Nachteil durch Zusammenfassung mehrerer Studienergebnisse auszugleichen, stoßen die Autoren von Metaanalysen und Reviews oft auf Grenzen durch inkonsistente Studiendesigns und Endpunkte/Zielparameter in den einzelnen Studien (Dyer, S. et al 2020, Int J Gen Md. 13:1411-1426)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !