

Mit Innovation zur Motivation: Reha mit Robotik und VR neu definiert

Dr. Ernst Walther

Mira Spitkowski & Matthias Diener



**BEWEGUNG
BEGINNT IM KOPF**

Neurologisches Therapiezentrum
St. Georg

Interessenskonflikte



Der Referent erklärt hiermit, dass KEINE

- direkten finanziellen Vorteile wie Aktienbesitz, Honorare, Beraterverträge oder Geschenke von Lieferanten/ Konkurrenten vorliegen.
- Nebentätigkeiten bei Lieferanten oder Geschäftspartnern vorliegen.

Die im Vortrag gezeigten Produktvideos wurden von den Herstellern zur Verfügung gestellt und dienen ausschließlich Ihrer Information zu unseren Therapiemethoden.

Auf Videoaufnahmen mit unseren Patienten wurde aus Datenschutzgründen verzichtet.



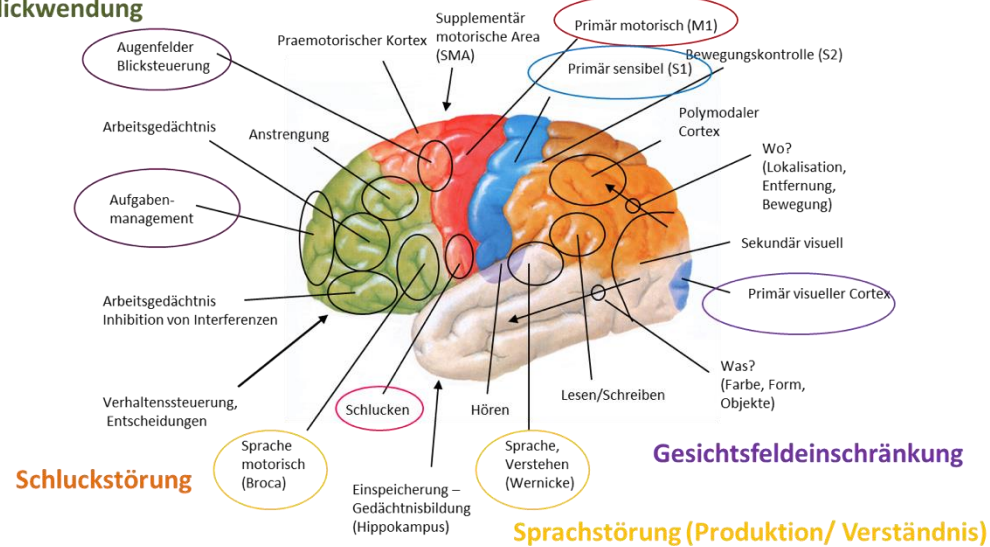
Neurophysiologie und Neuro-Rehabilitation

Antriebsstörung
Konzentrationsstörung

Blickwendung

Lähmung

Gefühlsstörung



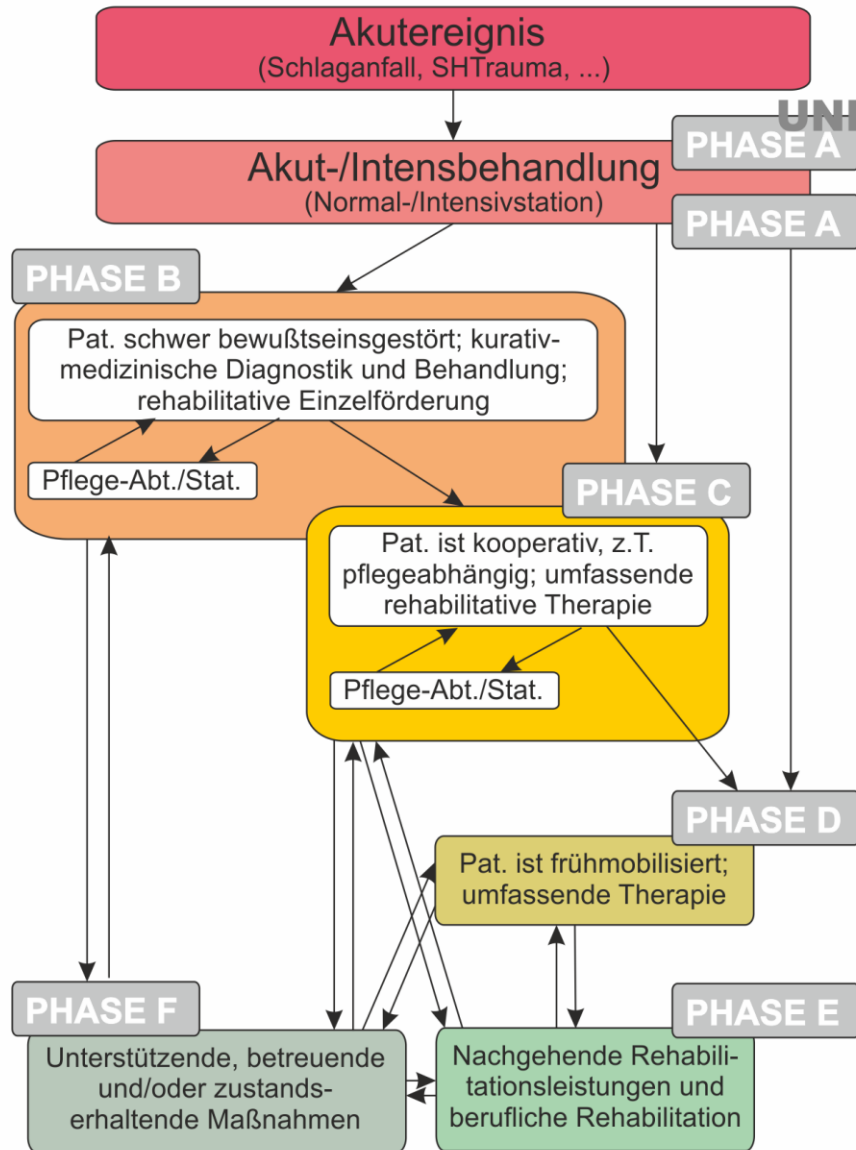
- Lähmung
- Schluckstörung
- Sprech- und Sprachstörung
- Gefühlsstörung
- Antriebsstörung
- Konzentrationsstörung
- Neglect
- Gesichtsfeldeinschränkung



➡ **Wiedererlangung von Funktion und Fähigkeiten**

Ziele: Restitution, Kompensation, Adaption, Emotionale Akzeptanz

Reha in Deutschland heute – Theorie und Realität



„Behandlungs- und Reha-Phasen in der Neurologie“ (BAR 1998)*

*) Die Bundesarbeitsgemeinschaft für Rehabilitation (BAR) ist die gemeinsame Repräsentanz aller Verbände der gesetzlichen Krankenversicherung, Unfallversicherung, Rentenversicherung, Sozialhilfe und weiteren.



Demographischer Wandel

- 50.000 Menschen leben in Hamburg mit den Folgen eines Schlaganfalls.
- Rasant steigende Nachfrage einer ambulanten Nachsorge neurologischer Erkrankungen.
- Regional erhebliche Lücken zeitgemäßer ambulanter, **interdisziplinär abgestimmter** Versorgungsmodelle
- Fehlende Rahmenbedingungen für ganzheitliche Therapien mit evidenzbasiert technologisch unterstütztem Training **unter einem Dach**.
- Folge: immer mehr Betroffene müssen aus der stationären Rehabilitation zurück ins häusliche Umfeld, obwohl das verbleibende Rehapotential nicht voll ausgeschöpft ist und eine adäquate ambulante Versorgung nicht gewährleistet werden kann.
- Erhebliche Auswirkungen für Betroffene und Angehörige.
- Massive langfristige gesundheitsökonomische Folgen.



Rehabilitation nach Schlaganfall in Deutschland I



Gutachten des Sachverständigenrats (SVR-G 2001):

- Weiterhin Defizite in der Patientenversorgung und speziell der strukturierten Nachsorge
- Die Schnittstellen zwischen Leistungssektoren sind zentrale Schwachstellen.

Sachverständigenrat zur Begutachtung der Entwicklung im Gesundheitswesen 2007:

„Es braucht *ambulante multiprofessionelle Teams*, die die Versorgung einer älter werdenden, an chronischen ...Erkrankungen leidenden Bevölkerung zur Aufgabe haben und alle Berufsgruppen umfassen, die für die Versorgungnotwendig sind.“



Rehabilitation nach Schlaganfall in Deutschland II

aQua Institut im Auftrag des GBA 2015: „**Unzureichende Rehabilitation.**“

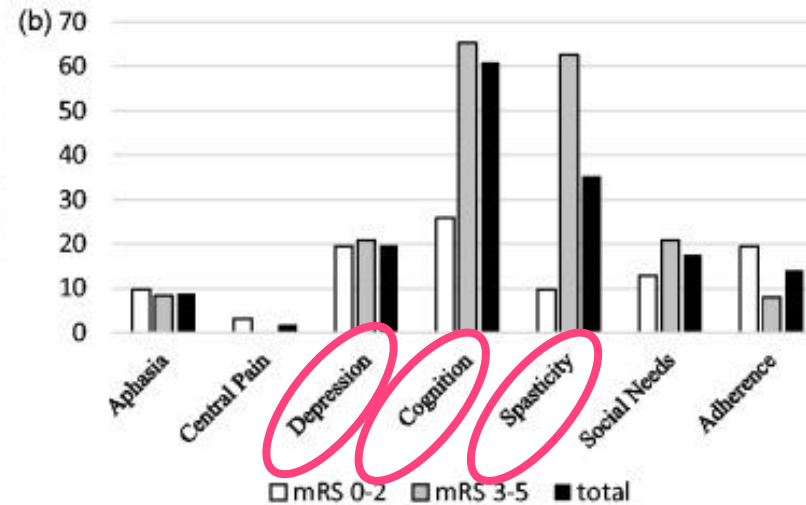
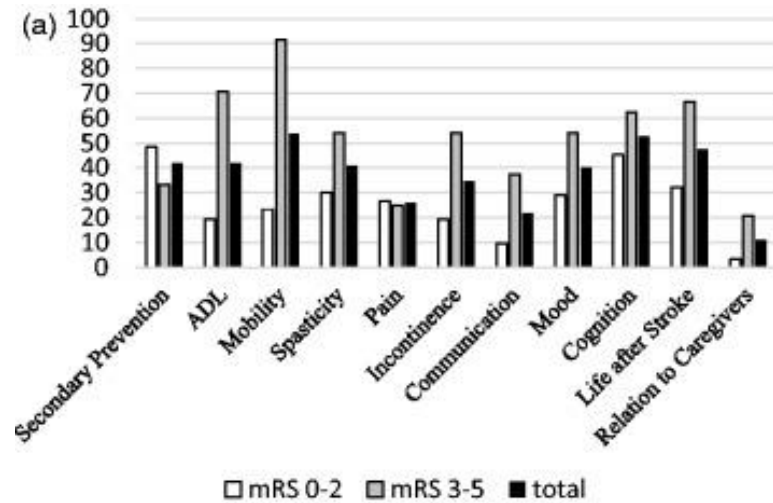
- Nur 41 % der Patienten erhielten neurologische Rehabilitation der Phase B bis D, 11 % eine geriatrische und 2 % sonstige Rehabilitationsmaßnahmen
- Versorgung mit Logopädie und neuropsychologischer Therapie kaum untersucht.
- Es fehlen
 - Nachsorgeprogramme
 - qualitativ hochwertige Leitlinien
 - strukturierte Behandlungspfade in der Nachsorge
 - „Disease-Management“-Programme



Rehabilitation nach Schlaganfall in Deutschland III

- Ein Jahr nach stationärer Entlassung leiden $\frac{1}{4}$ der Patienten an schweren bis sehr schweren Funktionseinschränkungen
- Defizite v.a. Kraft, Handkraft, Mobilität und Aktivitäten des täglichen Lebens.
- 54,2 % aller Befragten erhalten ambulante Therapie, dabei
 - 45,4 % Physiotherapie (PT)
 - 16,8 % Ergotherapie (ET)
 - 18,1 % Logopädie (Logo)
- Meist Einzeltherapie Logo (84%) oder PT (75%)
- Kombinationen PT/ ET oder PT/ Logo oder andere 2,8-7,5%
- Therapiefrequenz meist 2x/ Woche (60%)

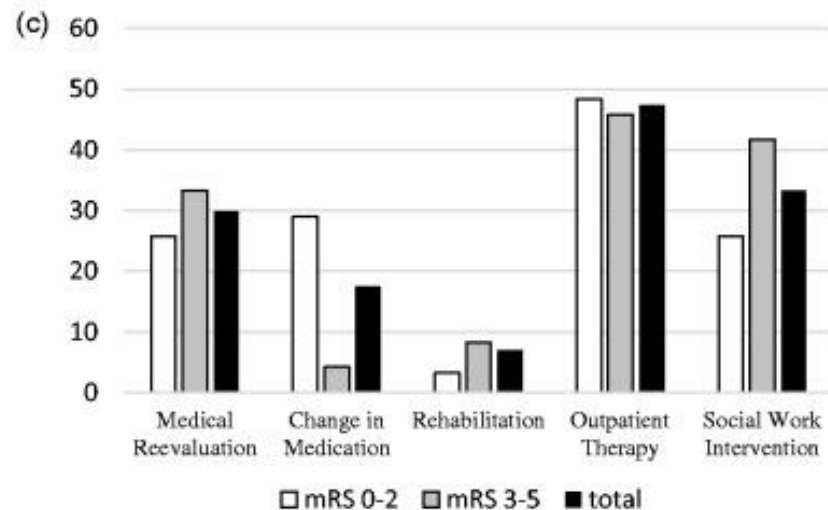
Berichtete Defizite und Bedarf nach Schlaganfall in Deutschland



(a) Patientenreport

(b) Nach klin. Untersuchung

(c) Adhärenz zu Empfehlungen



Spastik und soziale Schwierigkeiten hatten den größten Einfluss auf die Lebensqualität!

Defizite und Bedarf nach Schlaganfall in Deutschland





Grundlage der Erholung: Neuroplastizität!

Aktivitätsabhängige Steigerung von Nervenzell-Verknüpfungen (Synapsen) in motorischen Nervenbahnen.

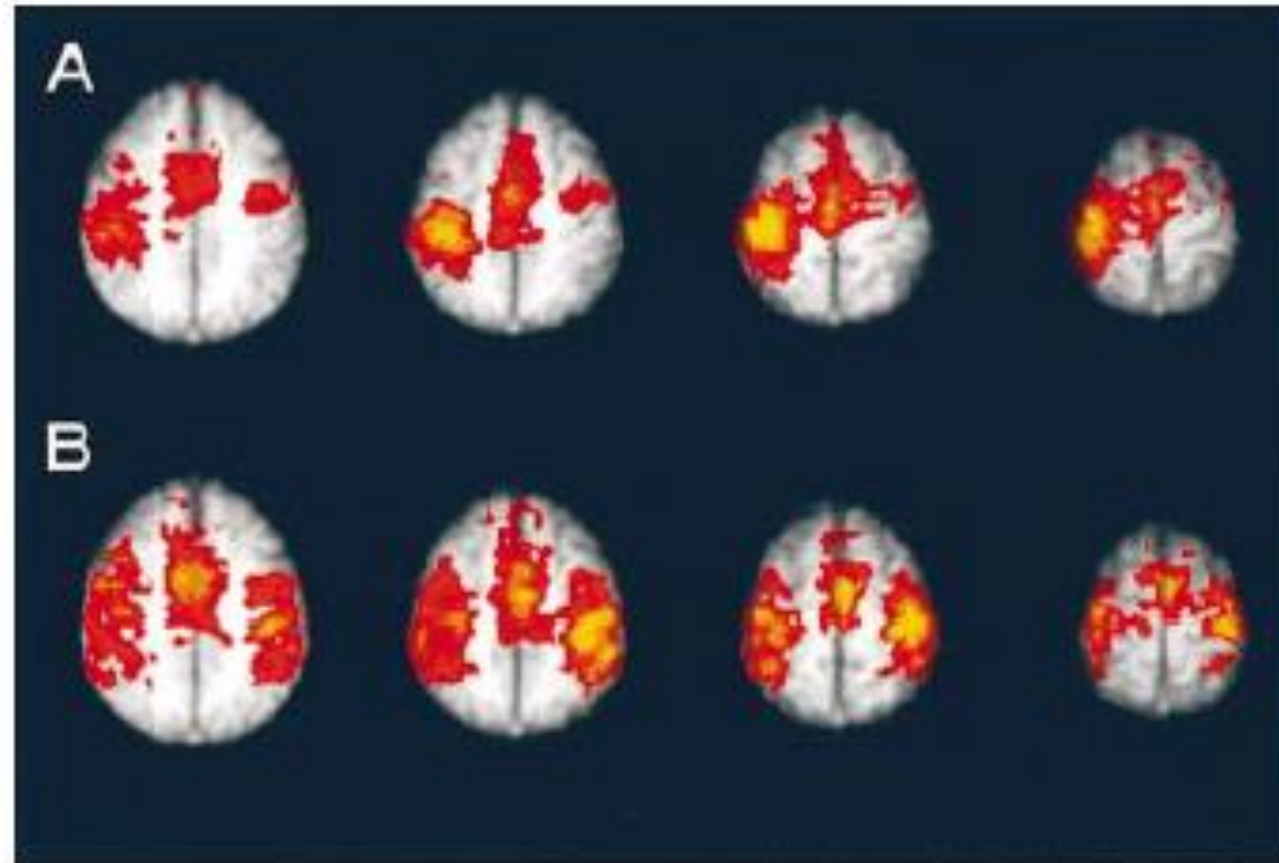


Neuroplastizität im fMRT

Hier: Läsionsinduzierte, **beidseitige** Aktivierung motorischer Areale (B) im Vergleich zur einseitigen Aktivierung der gesunden Seite (A) bei Schlaganfallpatienten (n=7)

A: Bewegung der
gesunden Hand

B: Bewegung der
gelähmten Hand





Training! – aber wann, womit, wie, wie oft und wie lange?

Konsens aller publizierten Leitlinien für **stationäre** Patienten:

- („mehrere“) ≥ 3 Stunden Fachtherapie/ Tag
- zusätzlich aktivierende Pflege, meist mindestens 3 Stunden
- Intensität mindestens 5 Tage/ Woche, besser mehr
- Dauer mindestens 8 bis 12 Wochen, besser länger
- Beginn so früh wie möglich nach akutem Schlaganfall

BAR Empfehlungen 1995; Canadian SPBR 2019; NICE 2023

Ambulante/ poststationäre Patienten

- Deutschland: Keine Leitlinie oder Empfehlung
„üblich“ sind 1-3 Einheiten PT und/ oder ET oder Logo pro Woche
- Kanada: Empfehlung für 2-3 bedarfsorientierte Einheiten ≥ 45 min
pro Woche und Fachrichtung (PT, ET, Logo) an 2-5 Tagen pro Woche
über mindestens 8 Wochen

Canadian Stroke Best Practice Recommendations, 2019

Rehabilitation nach Schlaganfall - wieviel Aktivität ist real?



Muskelerverlust während Bettruhe



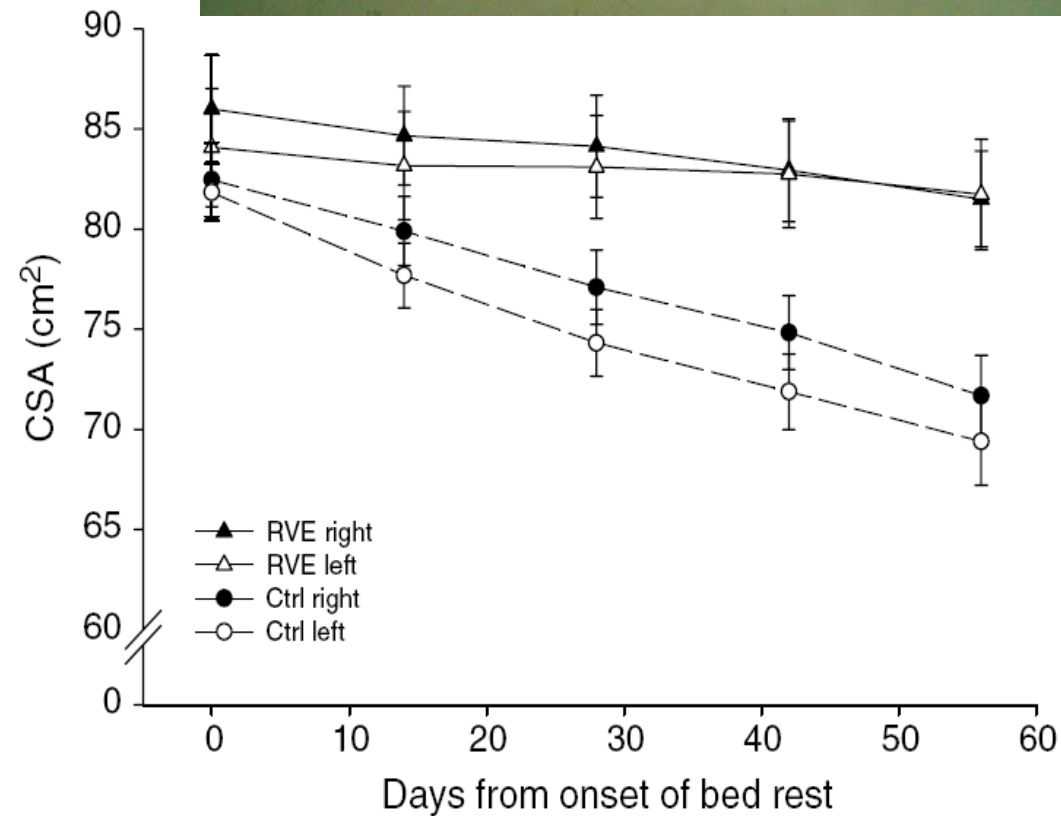
Bed Rest Syndrome

M. quadriceps femoris
cross sectional area in cm^2

8 Wochen Bettruhe

Mit Widerstandsübung (RVE*)
Kontrolle ohne Widerstandsübung

* Resistive Vibrating Exercise





Aktivität und Motivation - Rehabilitation nach Schlaganfall

- Körperposition auch in stationärer Reha zu 87% sitzend!

Barrett M et al., Top Stroke Rehab 2018 25: 366-374.

- Motivation nimmt innerhalb der ersten 3 Behandlungsmonate ab

Yoshida T et al., Front Neurol 2023 14:1185813

- Positive Wahrnehmung auch bei hoch intensivem, anstrengendem Training sofern
 - das Therapieprogramm auf die Person und ihre Lebensumstände maßgeschneidert sind
 - Fortschritte sichtbar und messbar sind
 - harte Arbeit als sinnvoll empfunden wird
 - Gruppenmitglieder und auch Therapeuten untereinander harmonisieren

- Die eigenen Fortschritte werden so mit der geleisteten Trainingsintensität korreliert

Signal N et al., NeuroRehabilitation 2016 39: 507-517



Someday it's hard to find motivation.



Someday motivation finds you!



Die Hirnschädigung liegt über 6 Monate zurück... ...welchen Effekt hat Training noch in der chronischen Phase?

RCT: Eine 3-wöchige, intensive Intervalltherapie mit ≥ 10 Einheiten Logopädie/ Woche führt zu deutlicher Verbesserung der verbalen Kommunikation

Breitenstein C. et al. Lancet 2017;389(10078):1528-1538.

RCT: Eine 4-wöchige Spiegeltherapie 5 Stunden/ Tag, 5 Tage/ Woche führt zu deutlicher Verbesserung der Motorik, Sensibilität und AdL Funktionen

Wu CY et al., Arch Phys Med Rehabil 2013 94(6):1023-30

RCT Phase IIb: “Dosage Matters” – Die Menge an Trainingseinheiten (0, 15, 30, 60 E) korreliert mit dem Effekt an motorischer Arm-Aktivität

Winstein C et al. Stroke. 2019 50(7):1831-1837.



Elektromechanisch („Roboter“)- unterstützte Gangtherapie

Metaanalyse (update von 2007, 2017 und 2020) aus 101 Studien mit 4224 Probanden:

Roboter-unterstützte Gangtherapie nach Schlaganfall

- Ist in Kombination mit PT der konventionellen PT überlegen
- Erhöht die Wahrscheinlichkeit, unabhängig gehfähig zu werden
- NNT: 9 Patienten, um 1 Gang-Abhängigkeit (Hilfsmittel) zu verhindern
- Besonders effektiv bei Patienten ohne Gehfähigkeit und innerhalb der ersten 3 Monate nach Schlaganfall

Mehrholz J et al., Cochrane Database Syst Rev 2025; 5:CD006185



WALK LAB





Therapie der Arm- und Handfunktion

- Empfehlung für CIMT, wenn Handgelenk-Streckung $\geq 20^\circ$ und Fingerextension $\geq 10^\circ$ und keine kognitiven sowie nur minimale sensible Defizite vorliegen

European Consensus Framework - Guidelines AU/NZ, CA, NL, UK, US. Kwakkel et al., Europ Stroke J 2023; 8:880-894

- Empfehlung für Roboter-assistierte Therapie in Ergänzung zu konventioneller Therapie:
 - Verbesserung von Kraft, dissoziierten Bewegungen, Schmerz (NL)
 - ermöglicht intensiveres Training bei moderater bis schwerer Parese der OEx (US)
 - nur im Rahmen klinischer Studien (UK)

European Consensus Framework - Guidelines NL, UK, US. Kwakkel et al., Europ Stroke J 2023; 8:880-894

- Aktuell diskutierter Therapieansatz bei chronischer Schädigung (> 6 Monate):
Training des **ipsiläsionalen** Arms (3 E/ Woche über 5 Wochen)
führt zu anhaltender Verbesserung der Handfunktion und Arbeitsgeschwindigkeit.

Maenza C et al., JAMA Neurol 2025. 5496



Arm-Lab

Amdeo

Diego

Myro

Stimp



Spiegeltherapie

NICE Guidelines 2023 (UK)

- Spiegeltherapie für obere oder untere Extremität ist empfohlen
- Spiegeltherapie sollte innerhalb der ersten 6 Monate nach Schlaganfall begonnen werden
- Therapieeinheiten sollten mindestens
 - 30 min dauern
 - 5x/ Woche erfolgen
 - über 4 Wochen durchgeführt werden



Videobasierte Spiegel- und Neglecttherapie



MIRRORLAB

IVS3 für die obere Extremität



IVS4 für die untere Extremität



Neuromuskuläre Elektrostimulation in Kombination mit ET / PT



Obere Extremität (NMES an Handgelenk und Unterarm)

- reduziert motorische Defizite
- verbessert Funktion, Muskelkraft und dissoziierte Bewegungsmuster

Niederländische Leitlinie Physiotherapie 2017; Kanadische Leitlinie Schlaganfall-Rehabilitation 2019

- Empfehlung für Patienten mit minimaler Willküraktivität innerhalb der ersten Monate

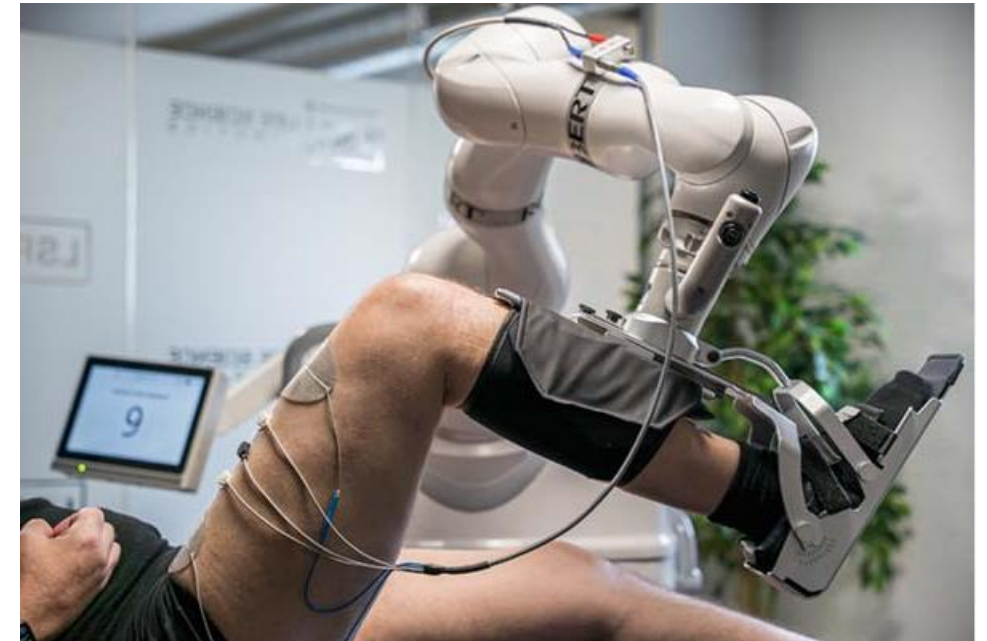
Winstein CJ et al., 2016. US-Leitlinie Schlaganfall-Rehabilitation

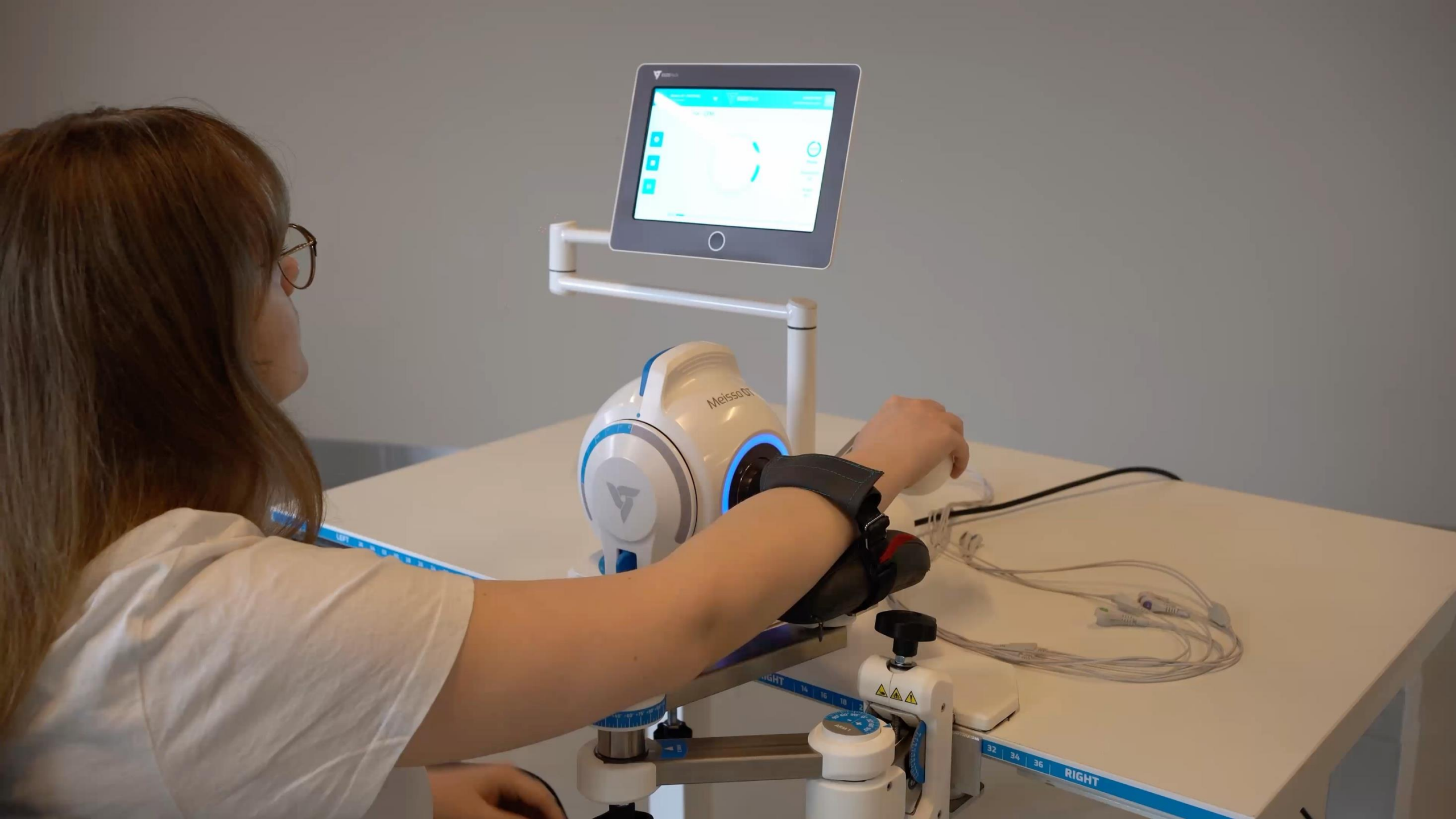
Untere Extremität (Fußheberparese):

Funktionelle NMES ist alternativ zur Fußheberschiene empfohlen

Leitlinien der NL, CA, UK und US- Schlaganfall-Rehabilitation

- Gezielter Einsatz von Elektromyographie (EMG) und funktioneller Elektrostimulation (FES)
- Die Geräte erkennen bereits geringste Muskelaktivitäten und setzen daraufhin funktionelle Stromimpulse zur Bahnung und Unterstützung von Bewegungen
- Anwendung über mehrere Kanäle
- Kann mit assistiven Robotiksystemen sowie hochrepetitivem Training der Armmotorik kombiniert werden.
- Ziel: Verbesserung der Muskelaktivierung, Bewegungsqualität und funktioneller Leistungsfähigkeit







Repetitives Funktionstraining

NICE Guidelines 2023 (UK)

Starke Empfehlung für repetitives funktionelles Training

- der oberen Extremität
 - Reichweite
 - Greiffunktion
 - Zeigefunktion
 - Objektgebrauch
- der unteren Extremität
 - Übergang Sitz-Stand
 - Treppenstufen
 - Gang





Krafttraining

Metaanalyse aus 9 Studien mit 225 Probanden:

- Krafttraining führt zu einer **Verbesserung** von
 - Spastik
 - Muskelkraft
 - Gangbild
 - Gleichgewicht
- Krafttraining ist gegenüber konventioneller Therapie mindestens gleichwertig, im Vergleich zu keiner Therapie sicher überlegen

Chacon-Barba JC et al., Brain Sci 2024; 14(1):57

NICE Guidelines 2023 (UK)

- Empfehlung von Krafttraining mit Steigerungen von Gewicht und Wiederholungen

NICE Guideline. RefNr NG236. 18 October 2023

Medizinische Trainingstherapie/ KG am Gerät



- Spezifisches Kraft-, Koordinations- und Ausdauertraining
- Maximierung von Intensität bei Entlastung der Therapeuten
- Funktionelles Training im ADL-Transfer
- Effizienter Betreuungsschlüssel
- Standardisierte Assessments
- Apparative Verlaufsdokumentation
- High-End Technologie



Kognitive Funktionen - Therapeutische Evidenz

- Kognitive Einschränkungen nach Schlaganfall häufig (37-67% MCI; 21-42% Demenz).
- Exekutivfunktionen, Gedächtnis und Aufmerksamkeit korrelieren mit IAdL.

Einstad MS et al., Arch Phys Med Rehab 2022; 103:1320-6

- VR-gestütztes Training fördert Erholung kognitiver- und AdL-Funktionen.
- Verbesserungen gemessen an MMSE, MoCa, LOTCA, RBMT-II, BI, MBI, FIM

Metaanalyse aus 21 RCT (n=1149): Chen X et al., Arch Phys Med Rehab 2022; 103:1422-35

- VR-gestütztes Training verbessert Exekutivfunktionen, Gedächtnis und visuell-räumliche Funktionen.

Metanalyse aus 23 RCT (n=894): Zhang Q et al., J Med Internet Res 2021; 23 (11)e31007

- **VR-gestütztes kognitives Training** ist konventionellem Training in Bezug auf Motivation, kognitive Funktionen (MoCa), Depression/ Angst (HAM-A/D), Selbstbewusstsein und sozialer Interaktion **überlegen**.

Maggio MG et al., Scientific Reports 2025; 15-25258

Aufmerksamkeit und Alertness

- Basale und phasische Alertness
- Geteilte Aufmerksamkeit (dual task)
- Selektive Aufmerksamkeit
- Daueraufmerksamkeit / Vigilanz
- Reaktionsgeschwindigkeit
- Reizverarbeitung unter Zeitdruck

Exekutivfunktionen

- Handlungsplanung und Problemlösung
- Kognitive Flexibilität
- Inhibition und Impulskontrolle
- Fehlerkontrolle und -selbstmonitoring

Wahrnehmung und visuelle Kognition



- Visuelle Exploration
- Visuelle und räumliche Wahrnehmung
- Figur-Grund-Differenzierung
- Gesichtsfeldtraining
- Neglect- und Aufmerksamkeitstraining

Gedächtnis und Lernen

- Kurzzeit- und Arbeitsgedächtnis
- Verbales Gedächtnis
- Visuelles Gedächtnis
- Merk- und Kompensationsstrategien

Psychomotorik und Reaktionsverhalten

- Reaktionsschnelligkeit
- Hand-Auge- Koordination
- Entscheidungsfindung unter Zeitdruck

Was bieten wir an?

Alltagsnahes, evidenzbasiertes adaptiertes Training zentraler Hirnleistungsfunktionen mit

- VR Therapiesystem Cureo
- PC- basierten Trainingsprogrammen wie COGNIShine und RehaCom®
- STIIMP
- Individueller Anpassung an Leistungsniveau und Therapieziel des Patienten







Zusammenfassung: Aktuelle Situation und Leitlinien - Rehabilitation nach Hirnschädigung I

- **Versorgungslücke** zwischen stationären und ambulanten Therapieangeboten
- Zunehmender **Bedarf** aufgrund des demographischen Wandels
- Erhebliche Implikationen für die **Gesundheits-** und **Sozialsysteme**
- **Hochfrequente**, interdisziplinär abgestimmte Therapie ist wirksam und empfohlen
- Gute Behandlungsergebnisse auch bei chronischer Hirnschädigung (> 6 Monate)
- Intrinsische Motivation ist entscheidend für Therapiefrequenz, -intensität und das Rehabilitationsergebnis
- VR-gestützte Therapie in Kombination ist konventioneller Therapie alleine überlegen
- Roboter-gestützte Therapieverfahren sind zum Gangtraining wirksam und empfohlen
- Spiegeltherapie und CIMT-basierte Methoden zum Armtraining sind hoch effektiv



Zusammenfassung: Aktuelle Situation und Leitlinien - Rehabilitation nach Hirnschädigung II

- Repetitives funktionelles Training ist für obere und untere Extremität empfohlen
- NMES und FES verbessern Funktion, Muskelkraft und dissoziierte Bewegungsmuster
- Krafttraining verbessert Spastik, Muskelkraft, Gangbild und Gleichgewicht
- Kognitive Einschränkungen sind nach Schlaganfall häufig
- Exekutivfunktionen, Gedächtnis und Aufmerksamkeit korrelieren mit IAdL.
- VR-gestütztes Training fördert Erholung kognitiver- und AdL-Funktionen.
- **VR-gestütztes kognitives Training** ist konventionellem Training **überlegen**.



Fazit: Jede Trainingseinheit hilft! Einfach Anfangen!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

