

# Gruppentherapie im Armlabor für den schwer und mäßig betroffenen Arm nach Schlaganfall: Akzeptanz, Auslastung und erste klinische Ergebnisse

R. Buschfort<sup>1</sup>, A. Hess<sup>1</sup>, M. Breit<sup>1</sup>, C. Werner<sup>2</sup>, S. Hesse<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Klinik am Stein, Zentrum für NeuroGeriatric und Rehabilitationsmedizin, Olsberg

<sup>2</sup>Medical Park Berlin – Humboldtmühle, Berlin

## Zusammenfassung

Vorgestellt wird ein Armlabor für die schwer und mäßig betroffene obere Extremität (OE) nach Schlaganfall. Die Stationen bilden verschiedene Bewegungen und Aufgaben ab, Ziele sind die Intensivierung der Therapie, eine hohe Effizienz und eine Gruppendynamik.

Die Stationen sind in Anlehnung an die Arbeiten der Gruppe ein computergestützter Armtrainer (Bi-Manu-Track, BMT), ein elektromechanischer Fingertrainer (Reha-Digit, RD) und je zwei mechanische Armtrainer (Reha-Slide, RS, u. Reha-Slide duo, RSD). Konzeptionell eint sie das repetitive Üben isolierter Bewegungen, ein bilateraler Ansatz und ein distaler Beginn der Rehabilitation der OE.

Je nach Parese wurden die Patienten in drei Gruppen (A, B und C) unterteilt: hochplegisch (A), beginnende selektive Bewegungen proximal und distal (B) und in der Lage, einen Tennisball zu greifen und loszulassen (C). Weiteres Kriterium war der Fugl-Meyer Score (FM, 0–66): FM < 14, FM < 34, FM ≥ 35. Patienten der Gruppe A üben mit dem BMT und RD, Patienten der Gruppe B mit dem BMT und RS und Patienten der Gruppe C mit dem RS und RSD, eine Einheit dauerte 30–50 min jeden Werktag für drei Wochen.

Von 159 akut-stationären Patienten nahmen 119 teil. Relevante Nebenwirkungen traten nicht auf, die Patienten waren zufrieden. A-Patienten gaben vorwiegend eine Tonusminderung und Anbahnung erster motorischer Aktivitäten an, B- und C-Patienten kommunizierten zum Teil deutliche Verbesserungen bis hin zur Einsatzfähigkeit der betroffenen Hand. Die bei 21 konsekutiven Patienten erhobenen Scores zeigten: Patienten der Gruppe A (B) verbesserten ihren FM im Mittel um +12,3 (+18,3) und Patienten der Gruppe C den ARAT (0–57) um im Mittel +10,3 Punkte. Zusammen mit Patienten anderer Indikationen behandelten eine Therapeutin und eine Helferin im Mittel 22,9 Patienten pro Tag.

Zusammenfassend ist das Armlabor eine interessante Option zur Intensivierung der Rehabilitation der OE nach Schlaganfall. Die Ergebnisse rechtfertigen eine kontrollierte Studie.

**Schlüsselwörter:** Schlaganfall, Armparese, gerätegestützte Therapie, Gruppentherapie

## Arm laboratory to intensify the upper extremity rehabilitation in severely and moderately affected stroke patients: acceptance, utilisation, and clinical results

R. Buschfort, A. Hess, M. Breit, C. Werner, S. Hesse

## Abstract

The article deals with an arm laboratory for severely and moderately affected stroke patients. The workstations offer various movements and tasks, the goals are the increase of treatment intensity, a high efficiency and the provision of a stimulating group atmosphere.

Based on the group's previous work, stations are a computerized arm trainer (Bi-manu-Track, BMT), an electromechanical finger trainer (Reha-Digit, RD), and two mechanical arm trainers (Reha-Slide, RS, and Reha-Slide duo, RSD). A repetition of isolated movements, a bilateral approach and a distal begin of rehabilitation in the case of a severe paresis are common features.

Based on the grade of paresis, three groups of patients (A, B, C) were distinguished: plegic (A), starting selective movements proximal and distal (B), and able to grasp and release a tennis ball (C). A-patients practised with the BMT and RD, B-patients with the BMT and RS, and C-patients with the RS and RSD, each session lasted 30–50 min every workday, for a period of three weeks.

Out of 159 subacute stroke patients, 119 participated. Relevant side effects did not occur, the patients were content, A-patients predominantly reported a reduction of muscle tone and an initiation of motor functions, while B- and C-patients reported relevant improvements of their motor functions including the ability to use the paretic hand in daily activities in selected patients. Scores obtained in 21 consecutive patients reflected the patients' impression, the Fugl-Meyer Score (0–66) of the A- (B-)patients improved for a mean of +12.3 (+18.3), and the ARAT (0–57) of the C-patients for a mean of 10.3 points. Including patients of other indications, a therapist and a helper treated a mean of 22.9 patients every workday.

In summary, the arm lab is an interesting option to intensify the upper limb rehabilitation after stroke. The results so far justify a controlled trial as a next step.

**Key words:** stroke, arm paresis, robot-assisted therapy, group therapy

© Hippocampus Verlag 2009

## Einleitung

Der Einsatz von Geräten und Robotern zur Intensivierung der Rehabilitation nach Schlaganfall ist eine junge Entwicklung, die mit der Einführung des MIT-Manus für die obere und von Gangmaschinen wie dem Lokomat und dem Gangtrainer GT I für die untere Extremität ihren Ursprung nahm. Positive Metaanalysen [6, 11, 14] liegen vor, und Ingenieure weltweit entwickeln immer ausgefeiltere Geräte.

Die obere Extremität zeichnet sich durch die Fähigkeit zur bimanuellen Koordination und durch die große Anzahl an Freiheitsgraden aus. Keine Maschine kann es mit dieser Komplexität aufnehmen, auch steigen die Kosten mit jedem zusätzlichen Freiheitsgrad exponentiell. Ein Armlabor mit mehreren Stationen, die der Patient wie ein Zirkeltraining durchläuft, liegt somit auf der Hand. Der effizientere Einsatz des therapeutischen Personals sowie eine mögliche Gruppendynamik der Patienten untereinander sind weitere Argumente. Historisches Vorbild des Armlabors sind die sogenannten Zander-Institute, die zu Beginn des letzten Jahrhunderts eine Vielzahl von Geräten mit unterschiedlichen Freiheitsgraden anboten. Die Idee war die einer mechanisierten Heilgymnastik.

In der Rehabilitation der Parese der oberen Extremität – sie betrifft ca. 80% der überlebenden Patienten – kann die Gruppe der schwer betroffenen Patienten abgegrenzt werden. Die obere Extremität ist funktionslos bzw. deutlich funktionseingeschränkt, die Patienten weisen keine oder eine nur geringe Griffkraft auf, und die Prognose einer Wiederherstellung alltagsrelevanter motorischer Funktionen ist schlecht [10]. Hinzu kommt, dass der kompensatorische Einsatz der nicht betroffenen Extremität im ADL-Training und die Wiederherstellung der Stand- und Gangfunktion die Therapieinhalte der stationären Frührehabilitation bestimmen. Die Konsequenz ist eine geringe Therapieintensität, deren Steigerung nach heutigem Verständnis als wesentlich für das Rehabilitationsergebnis gilt.

In dieser Situation haben sich die Autoren entschieden, das Armlabor für den funktionslosen bzw. in seiner Alltags-

funktion deutlich eingeschränkten Arm zu konzipieren. Die verschiedenen Stationen sollte der Patient gemäß seinen therapeutischen Fortschritten wie eine Kaskade durchlaufen können. Dabei wurden in Abhängigkeit von der Schwere der Parese drei Kategorien von Patienten unterschieden: a) plegische Hand, allenfalls synergistische Bewegungen proximal, b) beginnende selektive Muskelaktivitäten distal und proximal mit der Fähigkeit, die Schulter unter Ausschaltung der Schwerkraft zu abduzieren bzw. zu elevieren, und c) in der Lage, einen sphärischen Gegenstand zu greifen und loszulassen.

Vorgestellt werden das Armlabor, die zugrundeliegenden Konzepte, die Annahme des Labors im klinischen Alltag, die Auslastung und erste Ergebnisse bei ausgewählten Patienten. Die Ergebnisse sollen die Frage nach einer möglichen kontrollierten Studie als nächsten Schritt beantworten helfen.

## Das Armlabor

Das Labor beinhaltet die folgenden sechs Geräte: einen computergesteuerten Armtrainer Bi-Manu-Track (BMT), den Fingertrainer Reha-Digit (RD) und je zwei mechanische Armtrainer Reha-Slide (RS) und Reha-Slide duo (RSD). Konzeptionell eint sie das repetitive Üben isolierter Bewegungen, ein bilateraler Ansatz und im Falle einer hochgradigen Parese ein distaler Beginn der Rehabilitation der OE. Der BMT (für eine ausführliche Beschreibung siehe [7]) folgt einem bilateralen distalen Ansatz, der Patient kann zwei Bewegungen üben: eine Pro-/Supination des Unterarms und eine Flexion/Extension des Handgelenks. Die beidseitige Steuerung der Antriebe gestattet drei Modi: passiv – passiv, aktiv – passiv, sodass die nicht betroffene Seite führt, und aktiv – aktiv, indem die betroffene Seite einen initialen isometrischen Widerstand überwinden muss, um die Bewegung freizugeben. In einer 20-minütigen Therapie übt der Patient mindestens 800 Bewegungszyklen, je 400-mal die Pro-/Supination des Unterarms und die Flexion/Extension des Handgelenks.



**Abb. 1:** Armlabor für den schwer betroffenen Arm nach Schlaganfall: Zwei Patienten üben an jeweils einer von fünf Stationen; Bi-Manu-Track (li) und dem REHA-Slide duo

Der Fingertrainer RD (ausführliche Beschreibung siehe [5]) besteht aus einer Nockenwelle, mit deren Hilfe die Finger II–V bewegt werden. Konkave Gegenrollen sichern die plegischen Finger vor dem Herausrutschen. Zusätzlich werden die Fingerbeeren mittels der sich drehenden Rollen taktil dynamisch stimuliert, eine Vibration (0–25 Hz) ist ein weiterer sensorischer Stimulus. Je nach Umlaufgeschwindigkeit der Rolle werden die Finger 150–300-mal innerhalb von 15 min bewegt.

Das auf einem höhenverstellbaren Tisch montierte RS (ausführliche Beschreibung siehe [6]) besteht aus zwei Griffen, die mit einer Stange verbunden sind. Der Patient kann die Griffe dreidimensional bewegen: vor und zurück, zur Seite und rotierend wie beim Gasgriff eines Motorrads. Optional ist ein rechnergestütztes Biofeedback. Innerhalb von 15–20 min übt der Patient zunächst ca. 400 Bewegungen, die Hälfte vor und zurück und je 100 Kreisbewegungen gegen oder im Uhrzeigersinn. Darauf folgt ein dem Patientenniveau angepasstes rechnergestütztes Spiel mit Ansprüchen an die selektive Koordination der Arme für ca. fünf Minuten.

Das auf einem höhenverstellbaren Tisch montierte RSD, das dem sogenannten BATRAC [12, 22] ähnelt, besteht aus zwei nicht miteinander verbundenen Griffen, die der Patient auf Profilen eindimensional vor und zurück bewegt, sei es parallel oder alternierend. Ein Metronom gibt den Takt vor. Der Widerstand ist seitengetrent einstellbar, die Griffe können so eingestellt werden, dass der Patient sowohl im Sitzen als auch im Stehen üben kann. Innerhalb von 20 min übt der Patient je 4 Blöcke à 5 min, in denen er die Griffe entweder parallel oder alternierend bewegt. In der Summe werden ca. 600 Durchgänge geübt.

### Auswahl der Patienten

Das therapeutische Team wählt die für das Armlabor in Frage kommenden Schlaganfallpatienten nach den folgenden Kriterien aus:

- funktionslose oder deutlich eingeschränkte obere Extremität gemäß klinischer Beobachtung beim selbstständigen Anziehen, bei Körperpflege und Essen,
- keine hochgradige Spastik, d. h. <3 Ashworth Scores (0–4) für die passive Handgelenk- und Fingerextension [13],
- keine aktivierte und/oder schmerzmittelpflichtige Arthrose/neuralgische Schmerzsymptomatik im Bereich beider oberer Extremitäten,
- rollstuhlmobilisiert,
- kognitiv in der Lage, den Instruktionen der Therapeuten Folge zu leisten.

### Behandlungsalgorithmus

Je nach Parese wurden die Patienten in drei Gruppen (A, B und C) unterteilt: hochplegisch, allenfalls synergistische Bewegungen proximal (A), beginnende selektive Bewegungen proximal und distal und in der Lage, die Schulter unter Ausschaltung der Schwerkraft zu abduzieren und zu elevieren (B), und in der Lage, einen Tennisball zu greifen und loszulassen (C). Weiteres Kriterium war in Zweifelsfällen der Fugl-Meyer Score (FM, 0–66): FM <14, FM <34, FM ≥35. Patienten der Gruppe A üben mit dem BMT und RD, Patienten der Gruppe B mit dem BMT und RS und Patienten der Gruppe C mit dem RS und RSD. Eine Einheit dauerte 30–50 min jeden Werktag für drei Wochen.

In jeder Sitzung übten die Patienten der Gruppe A mit dem BMT und dem RD. Patienten der Gruppe B übten mit dem BMT und dem RS und Patienten der Gruppe C mit dem RS und dem RSD. Ein Therapeut und ein Praktikant – beide waren zuvor ausführlich in die Handhabung der Geräte eingewiesen – waren für die sechs Stationen des Armlabors verantwortlich. Eine zumindest dreiwöchige Teilnahme am Armlabor wurde angestrebt.

Die konventionelle Rehabilitation wurde in allen Fällen fortgesetzt, d. h. die Patienten erhielten im Schnitt vier individuelle Physio- und drei individuelle Ergotherapien à 30 min pro Woche.

Inhalte der konventionellen Rehabilitation waren neben bekannten funktionsanbahnenden Maßnahmen für die obere Extremität und der Wiederherstellung der Mobilität das Training der ADL-Kompetenz, bevorzugt unter ausschließlichem Einsatz der nicht betroffenen oberen Extremität für die Patienten der Gruppen A und B. Für Patienten der Gruppe C erfolgten die Therapien unter funktionellem Einbezug der paretischen Extremität (z. B. Ausziehen eines Ärmels oder Kämmen mit der betroffenen Hand).

### Das Labor im Klinikalltag

Im sechsmonatigen Beobachtungszeitraum wurden 159 Schlaganfallpatienten stationär betreut. Von diesen erfüllten 119 die Einschlusskriterien, die drei häufigsten Gründe einer Nichtteilnahme waren: a) Arm leichter betroffen, b) Patient nicht rollstuhlmobilisiert oder c) kognitiv zu stark eingeschränkt. Unter den teilnehmenden Patienten waren 54 Männer und 65 Frauen, das mittlere Alter betrug 75 Jahre.

Das mittlere Schlaganfallintervall war 4,3 Wochen, 62 (57) Patienten wiesen eine Hemiparese rechts (links) auf. Die 119 Patienten wurden jeden Werktag über drei Wochen behandelt. Eine erfahrene Therapeutin und ein Praktikant betreuten die Patienten. Zusätzlich wurden stationäre Patienten mit anderen neurologischen (z. B. M. Parkinson) oder orthopädischen (z. B. Z. n. Schulterersatz) Erkrankungen und ambulante Patienten betreut, sodass im Mittel 22,9 Patienten jeden Werktag betreut wurden.

### Nebenwirkungen und subjektiver Eindruck der Patienten

Relevante Nebenwirkungen traten bei fachgerechter Anwendung der Geräte nicht auf. Zwecks Vermeidung von Schulterschmerzen übten nur Patienten am RS, die über eine selektive Schulteraktivität mit einem MRC-Grad von mindestens 2 verfügten (siehe oben). Auch durften die Hände während der Therapie mit dem RS und RSD mit angestelltem Brett nur bis auf Schulterhöhe geführt werden. Zusätzlich waren die Therapeuten angehalten, auf mögliche Scheuerstellen im Bereich der Finger und der Handinnenfläche, sowie auf Sehnen- und Gelenksbeschwerden als potentielle Risiken zu achten. Unmittelbare Gegenmaßnahmen waren eine sichere Fixierung der Hand mit der Schlaufe (BMT) sowie eine Einschränkung der Intensität und die Einleitung geeigneter physikalischer Maßnahmen.

Ein vom Patienten auszufüllender Beurteilungsbogen stellte sieben Fragen (Tab. 1), die der Patient auf einer fünfstufigen Ordinalskala entweder mit ++, +, 0, - oder -- entsprechend »beste Bewertung«, »gute Bewertung«, »neutral«, »schlechte Bewertung« oder »schlechteste Bewertung« beantworten konnten. Die Möglichkeit eines Kommentars war gegeben.

Der Bogen wurde zufällig 23 der 119 Patienten ausgehändigt. Alle konnten ihn selbstständig ausfüllen. Die meisten Patienten beantworteten die Fragen mit »sehr gut« bzw. »gut«, ein »schlecht« wurde nicht vergeben (siehe Tab. 1). Alle 23 Patienten äußerten sich zufrieden, 18 Patienten gaben an, dass sie »sehr gerne« (11) oder »gerne« (7) an den Geräten trainiert hatten, und dass ihre Motivation sich gesteigert hätte. Sechzehn Patienten bejahten die Frage, ob sie mit den Geräten weitgehend selbstständig üben konnten,

21 Patienten beurteilten die fachliche Anleitung als »gut«, 19 Patienten berichteten von einer Funktionsverbesserung und bis auf zwei Patienten konnten alle das Armstudio weiterempfehlen.

Auf Nachfrage, was sich denn verändert hätte, berichteten die schwerstbetroffenen Patienten der Gruppe A eine Tonusminderung, Patienten der Gruppen B und C dagegen berichteten zum Teil über deutliche funktionelle Verbesserungen, sodass sie die Hand im Alltag besser einsetzen konnten, angefangen vom Halten von Gegenständen wie zum Beispiel einer Zahnpastatube bis hin zum Aufdrehen des Verschlusses.

### Exemplarische Ergebnisse

Bei 21 konsekutiven Patienten (ein externer Rater stand nur eine begrenzte Zeit vor Ort zur Verfügung) der letzten sechs Monate wurden international gängige Assessment-Instrumente vor und nach der dreiwöchigen Therapie im Armlabor bestimmt (siehe Tab. 2). Drei Patienten gehörten der Gruppe A, sechs der Gruppe B und zwölf der Gruppe C an. Bei Patienten der Gruppe A und B wurde mittels des Fugl-Meyer Motor Score (FM, 0–66) die motorische Kontrolle des paretischen Armes getestet [17]. Er erfasst auf der Impairmentebene, ob Reflexe auslösbar sind und ob ein Patient eine geforderte Bewegung proximal und distal gar nicht (0 Punkte), teilweise (1 Punkt) oder vollständig (2 Punkte) ausführen kann. Der maximale Score beträgt 66. Ausgehend von synergistischen Bewegungen werden mit ansteigender Schwierigkeit immer selektivere Bewegungen gefordert. Für Patienten der Gruppe C wurde stattdessen der auf der Disabilityebene angesiedelte Action Research Arm Test (ARAT) durchgeführt [17]. Der Test überprüft 19 Aufgaben unterschiedlichen Schweregrades (u. a. Greifen und Plazieren von Holzklötzen, Pinzettengriff und proximale Bewegungen), die auf einer 4-Punkte-Ordinalskala (0–3, 0 = gar nicht möglich, 3 = normal) beurteilt werden. Die maximale Punktezahl ist 57.

Der FM der drei Patienten der Gruppe A verbesserte sich im Mittel um 12,3 ( $\pm 4,6$ ) Punkte, alle waren in der subakuten Phase mit einem Schlaganfallintervall vor Studienbeginn von 3, 3 und 5 Wochen.

n = 23	++	+	0	-	--
Wie zufrieden sind Sie mit dem ergänzenden Therapieangebot im Armlabor?	9	14	0	0	0
Trainieren Sie gerne an den Geräten?	11	7	4	1	0
Steigert dieses Training Ihre Motivation?	7	11	4	1	0
Ermöglichen Ihnen die Geräte ein weitgehend selbstständiges Trainieren?	4	12	5	2	0
Reicht die fachliche Anleitung und Unterstützung aus?	11	10	2	0	0
Meinen Sie, dass dieses Training Ihre Fähigkeiten und Funktionen der Arme verbessern kann?	9	10	4	0	0
Würden Sie das Armlabor als ergänzende Therapie weiterempfehlen?	10	11	2	0	0

Tab. 1: Auswertung des Fragebogens von 23 Patienten nach Beendigung der Therapie im Armlabor (++ beste Bewertung, + gute Bewertung, 0 neutral, - schlechte Bewertung, -- schlechteste Bewertung)

	Geschlecht	Diagnose	Hemi	Intervall [Wochen]	Alter	Assessment-Instrument	Assessmentwert Aufnahme ins Armlabor	Entlassung aus dem Armlabor
<b>Gruppe A</b>								
Pat. 1	m	Ischämie	rechts	3	66	FM (0–66)	5	20
Pat. 2	f	Ischämie	links	3	84	FM (0–66)	12	19
Pat. 3	m	Ischämie	rechts	5	83	FM (0–66)	8	23
Mittelwert (SD)				3,7 (± 1,2)	77,7 (± 10,1)		8,3 (± 3,5)	20,7 (± 2,1)
<b>Gruppe B</b>								
Pat.1	m	Ischämie	links	3	68	FM (0–66)	33	56
Pat.2	m	Ischämie	rechts	96	62	FM (0–66)	18	31
Pat.3	f	Ischämie	rechts	3	72	FM (0–66)	26	41
Pat.4	m	Ischämie	rechts	3	74	FM (0–66)	33	42
Pat.5	f	Ischämie	links	3	61	FM (0–66)	22	44
Pat.6	m	Ischämie	links	4	80	FM (0–66)	19	50
Mittelwert (SD)				18,7 (± 37,9)	69,5 (± 7,3)		25,2 (± 6,7)	44,0 (± 8,5)
<b>Gruppe C</b>								
Pat.1	f	Ischämie	links	74	81	ARAT (0–57)	18	27
Pat.2	f	Blutung	rechts	4	67	ARAT (0–57)	35	40
Pat.3	m	Ischämie	links	6	70	ARAT (0–57)	14	30
Pat.4	m	Blutung	rechts	8	80	ARAT (0–57)	29	38
Pat.5	m	Ischämie	links	3	74	ARAT (0–57)	49	55
Pat.6	m	Ischämie	links	80	68	ARAT (0–57)	29	38
Pat.7	m	Ischämie	links	3	70	ARAT (0–57)	37	57
Pat.8	f	Ischämie	rechts	3	88	ARAT (0–57)	25	36
Pat.9	f	Ischämie	links	3	81	ARAT (0–57)	52	57
Pat.10	f	Ischämie	links	3	86	ARAT (0–57)	37	43
Pat.11	m	Ischämie	links	3	79	ARAT (0–57)	38	44
Pat.12	f	Ischämie	rechts	4	77	ARAT (0–57)	36	57
Mittelwert (SD)				16,3 (± 28,4)	76,8 (± 7,0)		33,3 (± 11,2)	43,5 (± 10,7)

**Tab. 2:** Klinische Daten sowie initialer und terminaler Assessmentwert der motorischen Kontrolle des Armes bei Aufnahme und Entlassung aus dem Armlabor, FM = Fugl-Meyer Assessment Score (0–66)

Der FM der sechs Patienten der Gruppe B verbesserte sich im Mittel um 18,8 (± 8,0) Punkte. Patient Nummer 2 der Gruppe B (+13 FM Punkte) war chronisch, das Intervall vor Studienbeginn war ca. zwei Jahre.

Der ARAT der zwölf Patienten der Gruppe C steigerte sich um im Mittel 10,3 (± 5,7) Punkte. Der Score der beiden chronischen Patienten, deren Schlaganfall 1,5 bzw. 2 Jahre zurücklag, steigerte sich um jeweils neun Punkte.

Ein alltagsrelevanter Einsatz der betroffenen Hand wurde bei keinem Patienten der Gruppe A, bei vier der Gruppe B und bei zehn der Gruppe C beobachtet. Die Tätigkeiten reichten von der Mithilfe beim Hosehochziehen oder Pulloverausziehen bis hin zur beidhändigen Besteckbenutzung bei fünf Patienten, einer aus der Gruppe B und vier aus der Gruppe C.

## Diskussion

Die vorliegende Arbeit stellt das Konzept eines Armlabors für den schwer und mäßig betroffenen Patienten nach Schlaganfall, die Eingangskriterien für die einzelnen Stationen, die Akzeptanz eines solchen Therapiekonzeptes und erste Ergebnisse vor.

Die dem Armlabor zugrundeliegenden Konzepte sind die der passiven Mobilisation, des repetitiven Übens mehrerer isolierter Bewegungen [1, 3], ein distaler Rehabilitationsbeginn [16] und das bilaterale Üben [4, 15] im Falle der Geräte BMT, RS und RSD. Das bilaterale Üben zielt auf eine Fazilitation der paretischen Seite via interkallosaler Fasern, wie von *Renner et al.* unter der Voraussetzung eines Einsatzes der nicht betroffenen Hand mit mindestens 10% der Maximalkraft dargestellt [19]. Auch konnten *Staines et al.* für schwer betroffene Patienten in der Frühphase zeigen, dass ein bilaterales einseitiges Üben im klinischen Ergebnis und hinsichtlich der Aktivierung des primärmotorischen Kortex der betroffenen Hirnhälfte überlegen war [20]. Für den distalen Ansatz sprechen eine größere kortikale Repräsentation der Hand und der Finger im Vergleich zur Schulter und Überlegungen, wonach distale und proximale Segmente um plastisches Hirngewebe bei Schlaganfallpatienten konkurrieren [16].

Das repetitive Üben unterstützen eine Vielzahl von Arbeiten, ausgehend von der Arbeit von *Bütefish et al.*, die für die repetitive Handgelenkextension eine Funktionsverbesserung des gesamten Armes berichtete [1].

Die passive Mobilisation soll das Bewegungsgedächtnis aktivieren und einer immobilisationsbedingten Verkürzung der Muskulatur und der Gelenkkapseln entgegenwirken, letztere gilt als wesentlich in der Genese der Spastik nach Schlaganfall [2]. In der Bildgebung mittels Positronen-Emissions-Tomogramm zeigte sich, dass eine passive und aktive Bewegung bei Gesunden vergleichbare Hirnareale aktivierte [21]. Vergleichbar konnte in der Magnetenzephalographie gezeigt werden, dass die passive Bewegung der Finger einen 1-cm-Dipol innerhalb des Sulcus centralis generierte [18].

Die Auswahl der Geräte des Armlabors folgte zum einen den Arbeiten des Autors (siehe auch Interessenkonflikt), zum anderen einte sie das oben formulierte Konzept. Andere Stationen, wie z. B. angetriebene Kurbelgeräte oder die EMG-getriggerte Elektrostimulation, sind mögliche Alternativen.

Im Vergleich zur Therapie mit Einzelgeräten bietet ein Armlabor die Vorteile des sequentiellen Übens mehrerer Freiheitsgrade und die parallele Behandlung mehrerer Patienten unter Aufsicht einer Therapeutin und einer Praktikantin. Ein weiterer Vorteil ist sicherlich in der sich ergebenden Gruppendynamik des Armlabors zu sehen.

Als im Alltag praktikabel erwies es sich, die Patienten gemäß funktionellen Kriterien in die genannten drei Gruppen A, B und C zu unterteilen und daraus den Behandlungsalgorithmus abzuleiten. Über- oder Unterforderungen der Patienten konnten ebenso wie relevante Nebenwirkungen vermieden werden.

Für die einzelnen Stationen, mit Ausnahme des RD, liegen bereits positive Studien vor. Der BMT setzte sich gegen die Elektrostimulation der paretischen Handstrecker (ES) bei schwer betroffenen Patienten (n=44) durch, die primäre Variable war der Fugl-Meyer Score (FM, 0–66) [9]. Das RS und die ES erwiesen sich hinsichtlich des FM als gleichwertig, wohingegen signifikant mehr Patienten der RS-Gruppe (5 vs. 0 bei je 27 Patienten in beiden Gruppen) die Fähigkeit erreichten, ihre Hand alltagsrelevant einzusetzen [6]. Für das dem RSD verwandte BTRAC berichteten Luft et al. für chronische Patienten (n=21), dass das gerätegestützte Üben im Vergleich zur konventionellen Therapie zu einer vermehrten Hirnaktivierung der betroffenen Hemisphäre führte, motorische Funktionen dagegen unterschieden sich nicht [12]. Für das Gerät RD liegt bis dato erst eine Pilotstudie vor [5].

Die vorliegenden Ergebnisse rechtfertigen selbstverständlich keine Aussage hinsichtlich der Effektivität des Armstudios. Erste Hinweise lassen sich jedoch bereits erkennen. Die Patienten äußerten sich überwiegend positiv. Sie kommunizierten, es geschehe mehr mit ihrer paretischen Extremität, was die eingangs formulierte These der Dominanz des funktionellen Einhändertrainings stützt. Auch erlebten sie den Austausch mit anderen Patienten einschließlich des Vergleichs der Ergebnisse des rechnergestützten Biofeedbacks mit dem RSD als anregend. Das Armstudio übernahm zeitweise die Funktion eines Marktplatzes, den Patienten auch außerhalb ihres Termins aufsuchten. Hinsichtlich der

Effektivität berichteten die Patienten der Gruppe A vorwiegend über eine Tonusminderung, Patienten der Gruppen B und C dagegen über zum Teil deutliche funktionelle Verbesserungen. Diese Eindrücke spiegelten auch die ermittelten Ergebnisse wider. Die drei (sechs) Patienten der Gruppen A (B) konnten sich im Mittel um 12,3 (18,8) FM-Punkte verbessern, was umso bedeutsamer erscheint, da einer der Patienten der Gruppe B im chronischen Stadium war. Hesse et al. berichteten im Rahmen der Bi-Manu-Track-Studie bei ähnlich schwer betroffenen Patienten der subakuten Phase über eine vergleichbare FM-Verbesserung, allerdings hatten die Patienten sechs statt wie im Armstudio drei Wochen lang jeden Werktag mit dem Gerät geübt.

Sicherlich zielt das Armlabor nicht darauf, die konventionelle Therapie zu ersetzen, sondern zu ergänzen. Der Patient übt im Labor ausschließlich isolierte Bewegungen, die Therapie alltäglicher Verrichtungen bzw. der Einsatz der betroffenen Hand im Alltag dagegen sind weiterhin die Aufgabe der Individualtherapie.

Zusammenfassend ist das Armstudio eine interessante Option zur Intensivierung der Rehabilitation der OE nach Schlaganfall. Die Ergebnisse rechtfertigen eine kontrollierte Studie als nächsten Schritt.

## Literatur

1. Bütefisch C, Hummelsheim H, Denzler P, Mauritz KH. Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci* 1995; 130: 59-68.
2. Dietz V, Berger W. Interlimb coordination of posture in patients with spastic paresis. Impaired function of spinal reflexes. *Brain* 1984; 107: 965-978.
3. Eickhof CH. Die Therapie der zentralmotorischen Lähmung auf neurophysiologischer Grundlage. *Z Physiotherapie* 1999; 51: 966-978.
4. Foerster O, Buhnke O. *Handbuch der Neurologie* (Band 6), Springer Verlag, Berlin 1936.
5. Hesse S, Kuhlmann H, Wilk J, Tomelleri C, Kirker SGB. A new electromechanical trainer for sensorimotor rehabilitation of paralysed fingers: a case series in chronic and acute stroke patients. *J Neuroeng Rehabil* 2008; 5: 21-26.
6. Hesse S, Mehrholz J, Werner C. Roboter- und gerätegestützte Rehabilitation nach Schlaganfall. *Dt. Arztebl* 2008; 105: 330-336.
7. Hesse S, Schulte-Tiggas G, Konrad M, Bardeleben A, Werner C. Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movement in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 915-920.
8. Hesse S, Werner C, Pohl M, Mehrholz J, Puzich U, Krebs HI. Mechanical arm trainer for the treatment of severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centres. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 779-788.
9. Hesse S, Werner C, Pohl M, Rueckriem S, Mehrholz J, Lingnau ML. Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke. A single-blinded randomized trial in two centres. *Stroke* 2005; 36: 1960-1966.
10. Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJ. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb. The impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke* 2003; 34: 2181-2186.
11. Kwakkel G, Kollen BJ, Krebs HI. Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabil Neural Repair* 2008; 22: 11-21.
12. Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, Forrester LW, Macko R, Sorokin JD, Schulz JB, Goldberg AP, Hanley D. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004; 292: 1853-1861.
13. Masur H. *Skalen und Scores in der Neurologie*. 2. Aufl., Thieme Verlag, Stuttgart 2000.

14. Mehrholz J, Platz T, Kugler J, Pohl M. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving arm function and activities of daily living after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2008; 8; 4: CD006876.
15. Mudie MH, Matyas TA. Upper extremity retraining following stroke: effects of bilateral practice. *J Neurol Rehabil* 1996; 10: 167-184.
16. Muellbacher W, Richards C, Ziermann U, Wittenberg G, Wetz D, Boroojerdi B, Cohen L, Hallett M. Improving hand function in chronic stroke. *Arch Neurol* 2002; 59: 1278-1282.
17. Platz T. IOT Impairment-Oriented Training®. Schädigungs-orientiertes Training. Theorie und deutschsprachige Manuale für Therapie und Assessment. Arm-BASIS-Training®, Arm-Fähigkeits-Training®, Fugl-Meyer test (Arm), TEMPA. Deutscher Wissenschafts-Verlag (DWV), Baden-Baden 2006.
18. Radovanovic S, Korotkov A, Ljubisavljevic M, Lyskov E, Thunberg J, Kataeva G, Danko S, Roudas M, Pakhomov S, Medvedev S, Johansson H. Comparison of brain activity during different types of proprioceptive inputs: a positron emission tomography study. *Exp Brain Res* 2002; 143: 276-285.
19. Renner CIE, Woldag H, Atanasova R, Hummelsheim H. Change of facilitation during voluntary bilateral hand activation after stroke. *J Neurol Sci* 2005; 239: 25-30.
20. Staines WR, McIlroy WE, Graham SJ, Black SE. Bilateral movement enhances ipsilesional cortical activity in acute stroke: a pilot functional MRI study. *Neurology* 2001; 56: 401-404.
21. Weiller C, Jüptner M, Fellows S, Rijntjes M, Leonhardt G, Kiebel S, Müller S, Diener HC, Thilmann AF. Brain representation of active and passive movements. *Neuroimage* 1996; 4: 105-110.
22. Whittall J, McCombe S, Waller S, Silver KHC, Macko RF. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic patients. *Stroke* 2000; 31: 2390-2398.

**Interessenvermerk:**

Reha-Stim, Berlin, Dr. Beate Brandl-Hesse, vertreibt die Geräte Bi-Manu-Track, Reha-Digit, Reha-Slide und Reha-Slide duo. Die Inhaberin ist die Ehefrau des Autors SH.

**Korrespondenzadresse:**

Prof. Dr. med. Stefan Hesse  
 Medical Park Berlin – Humboldtmühle  
 Charité-Universitätsmedizin Berlin  
 An der Mühle 2–7  
 13507 Berlin  
 E-Mail: s.hesse@medicalpark.de

**ERRATUM**

## Ickenstein et al. Standardisierung des Untersuchungsablaufs bei Neurogener Oropharyngealer Dysphagie (NOD).

*Neurol Rehabil* 2009; 5: 290–300.

Im Text und in den Tabellen wird bei der Penetrationskala (PAS) von Rosenbek et al. bereits ab einem Score von 5 eine Aspiration konstatiert. Eine Aspiration liegt natürlich erst ab einem PAS-Score von >5 vor.

*Dr. Mario Prosiegel* für alle Verfasser des Artikels