

Behandlung von Missempfindungen nach Schlaganfall mittels Spiegeltherapie: eine Fallstudie

Neurol Rehabil 2011; 17 (5/6): 251–257
© Hippocampus Verlag 2011

S. Reinhart, A. K. Schaadt, G. Kerkhoff

Zusammenfassung

Es wird der Fall eines Patienten dargestellt, der infolge eines ausgedehnten rechtsseitigen Posteriorinfarktes mit Thalamusbeteiligung sowie einer kleineren Perfusionsstörung im Media-stromgebiet der linken Hemisphäre unter einer residualen Hemiparese mit initialer verminderter Sensitivität im linken Arm litt. Während der Akutbehandlung wurde über vier Tage hinweg eine Langzeit-Blutdruckmessung durchgeführt. Der Patient klagte bei unserem ersten Kontakt darüber, er könne immer noch – mehrere Monate nach der Entlassung aus der Klinik – den Druck der Blutdruckmanschette spüren, genau so, als wäre sie noch angelegt. Es wurde daraufhin ein dreiwöchiges Training mit visuellem Feedback durch einen Spiegel durchgeführt, was zu einer massiven und anhaltenden Reduktion der Symptome führte. Die Spiegeltherapie eignet sich somit auch als wirksamer Interventionsansatz bei Missempfindungen nach Schlaganfall. Abschließend diskutieren wir diese Ergebnisse im Kontext von kortikaler Reorganisation, Phantomschmerzen und der von Melzack [33] postulierten Neuromatrix als zerebralem Korrelat des Körperbildes.

Schlüsselwörter: Phantomschmerz, Missempfindung, Neuromatrix, Therapie, Rehabilitation, Spiegeltraining, Spiegeltherapie

Klinische Neuropsychologie und Neuropsychologische Ambulanz, Universität des Saarlandes, Saarbrücken

Einleitung

Wenn wir unsere Umwelt und die darin befindlichen Gegenstände betrachten, sehen wir nicht die Szenen wie sie sind, sondern erleben eine durch das Gehirn prozessierte Repräsentation davon. Somit kennen wir die reale Welt im Grunde nur als imaginatives Konstrukt [18]. Diese Repräsentationen der Welt werden aus den aktuellen, wechselnden Informationen der verschiedenen sensorischen Systeme zu mehr oder weniger stabilen subjektiven Eindrücken integriert.

Um beispielsweise mit Objekten im Raum interagieren zu können, sind egozentrische Repräsentationen der Körpergrenzen, Körperhaltung und Position unserer Gliedmaßen notwendig. Entsprechende Körperrepräsentationen werden in der Literatur auch als »Körperschema« oder »Körperbild« bezeichnet [26], auch wenn dieser Begriff in der Literatur keinesfalls einheitlich verwendet wird (einen kritischen Überblick über die Verwendung der Konzepte in der Literatur geben [5, 16, 41]). Das Körperbild wird in der Regel subjektiv als stabil und für alle Modalitäten integriert empfunden: Wir fühlen ein Körperteil an der Stelle, an der wir es sehen, und nicht an einer anderen Stelle. Gleichzeitig gehen wir davon aus, dass sich dort, wo wir etwas fühlen, auch ein Körperteil befindet. Auch wenn das Erleben des Körpers als stabile Einheit auf den ersten Blick banal erscheint, zeigen verschiedene psychisch oder neurologisch bedingte Störungen, dass ein stabiles Körper-

bild als »1:1«-Repräsentation des Körpers alles andere als selbstverständlich ist. Besonders deutlich wird dies bei Patienten mit sogenannten Phantomgliedern (kurz: Phantome). Die meisten dieser Patienten berichten nach Amputation von Gliedmaßen spontan vom subjektiven Erleben, sie könnten das amputierte Glied noch spüren, genau so, als wäre es noch vorhanden [17, 19, 22]. Andere Patienten konkretisieren die empfundenen Sensationen neben der generellen Anwesenheit als Jucken, Kribbeln, Wärme, Kälte oder Druck in dem nicht mehr vorhandenen Arm oder Bein. Manche berichten auch von ungewöhnlichen Positionen der Gliedmaßen oder von komplexeren Empfindungen wie Nässe oder Bewegungen ihrer amputierten Glieder [19, 34, 44]. Die illusionären Sinneseindrücke können also qualitativ sehr vielfältig sein und werden darüber hinaus von den Betroffenen als sehr real beschrieben [34]. Ihre Auftretensfrequenz reicht von gelegentlich bis andauernd spürbar [34]. Nicht selten sind diese Phänomene schmerzhaft und persistieren unverändert über Jahre hinweg [25, 33, 34, 45].

Auch bei gesunden Menschen kann das eigene Körperbild vor allem durch die Dominanz des visuellen Systems über die anderen sensorischen Systeme leicht irritiert werden, wie beispielsweise Ramachandran [43] mit einem eindrucksvollen Experiment beschreibt. Die Versuchspersonen hielten dabei eine Hand für sie unsichtbar unter einem Tisch. Während der Versuchsleiter diese Hand taktil stimulierte, konnten die Probanden sehen, wie er simultan über einen Schuh auf dem Tisch

Mirror training of phantom sensations after stroke: a case study

S. Reinhart, A. K. Schaadt, G. Kerkhoff

Abstract

We report on a patient who suffered from a left-sided residual hemiparesis and partial sensitivity loss of the left arm after a large right-sided posterior cerebral artery infarction and a smaller left-sided middle cerebral artery infarction. During his acute treatment at a clinic, an automatic long term blood pressure measurement was executed for 4 days on his left upper arm. At the first contact with us, 2 months after his discharge from hospital, the patient complained that he still felt a permanent pressure on his left upper arm as if the cuff were still placed there. This abnormal and unpleasant sensation was treated with visual feedback training using a mirror, which resulted in a massive and lasting reduction of his symptoms. Visual feedback training with a mirror appears thus as an effective treatment approach for abnormal and painful skin sensations. We discuss these results in the context of cortical reorganisation, phantom limb pain and Melzack's [33] theory of the neuromatrix as a cerebral correlate of the body image.

Key words: phantom pain, phantom limbs, neuromatrix, treatment, rehabilitation, mirror training, mirror therapy

Neurol Rehabil 2011; 17 (5/6): 251–257
© Hippocampus Verlag 2011

(über der Hand) strich. Die Koinzidenz der empfundenen taktilen Stimulation mit dem visuellen Eindruck führte bereits nach kurzer Zeit bei den Versuchspersonen zu der Empfindung, anstatt ihrer eigenen Hand den Schuh zu spüren. Der Schuh wurde somit scheinbar in das Körperschema der Patienten integriert. Andere Autoren erzielten ähnliche Ergebnisse mit der synchronen visuo-taktilen Stimulation einer unsichtbaren Hand und einer sichtbaren Gummihand [7, 40]. Auch diese wurde nach wenigen Minuten als eigener Körperteil empfunden.

Anhand von Einzelzelleableitungen am Kortex von Makaken konnten Iriki und Kollegen [21, 27] Rückschlüsse auf die neuronalen Korrelate des Körperschemas und über dessen Reorganisationsfähigkeit gewinnen. In ihren Experimenten leiteten die Autoren bimodale (visuell, haptisch) Neuronen im somatosensiblen Kortex der Tiere ab. Diese Neuronen feuerten, wenn die Tiere Berührungen ihrer eigenen Hände sahen. Nachdem die Tiere im Gebrauch von Werkzeugen trainiert worden waren, zeigte sich bereits bei einer Berührung des in der Hand des Tieres befindlichen Werkzeugs eine Aktivierung der betreffenden Neuronen. Das Werkzeug war offensichtlich in das Körperschema der Tiere integriert worden.

Die Ergebnisse weiterer Studien lassen den Schluss zu, dass auch beim Menschen der Werkzeuggebrauch dazu führt, dass das entsprechende Werkzeug in das Körperschema integriert und als Teil des eigenen Körpers empfunden wird [54]. Eine wichtige Hirnregion ist hierfür möglicherweise der parietale Kortex, genauer der jeweils ipsiläsionale intraparietale Sulcus [20].

Als Ursache für Phantomempfindungen nach Amputationen wurden lange vor allem die Schädigung oder Deafferenzierung peripherer Nerven (z.B. durch Amputationen oder Läsionen des Plexus brachialis [36]) diskutiert. Nach dieser Theorie geben die nach der Deafferenzierung zu Neuomen verwachsenen Ner-

venendigungen im Stumpf weiterhin afferente Impulse ab, die über das Rückenmark und den Thalamus in die somatosensorischen und motorischen Areale weitergeleitet werden [34, 44]. Gegen diese Theorie sprechen allerdings gleich mehrere Punkte. Zum einen führt die Resektion der Neuome nicht zum Verschwinden des Phantoms. Zum anderen treten Phantomphänomene auch nach vollständiger Sektion der Spinalnerven auf [35], also auch dann, wenn keine afferenten Informationen aus der Peripherie weitergeleitet werden können. Darüber hinaus wird die Neuom-Theorie weder der Komplexität noch der qualitativen Variabilität der Phantomempfindungen gerecht, sodass heute eher zentrale Gehirnfunktionen als Ursache in Betracht gezogen werden. Einige Autoren (z. B. [13, 14, 47]) postulieren als Erklärung eine durch Deafferenzierung ausgelöste, ungünstige kortikale Reorganisation primärer somatosensorischer und motorischer Areale, die sowohl bei Primaten [42] als auch beim Menschen [12] nachgewiesen werden konnte und die mit dem Auftreten von Phantomschmerzen korreliert [14, 15, 24, 46].

Melzack [31, 32, 33, 34] postulierte als zerebrales Korrelat des Körperbildes die Existenz einer sogenannten »Neuromatrix«. Diese kann als ein weitverzweigtes, genetisch determiniertes Netzwerk von Neuronen verstanden werden, welches das Körperschema für alle somatosensorischen Qualitäten produziert und welches durch afferente sensorische Information (v.a. taktile, propriozeptive, somatosensorische und visuelle [28]) getriggert und angepasst wird. Zusätzlich wird das Körperbild auch durch gespeicherte sensorische (visuelle) Information, Affekte sowie durch abstraktes Wissen über den Körper geprägt [32]. Phantomempfindungen entstehen nach dieser Theorie dadurch, dass die Neuromatrix das Körperempfinden auch in Abwesenheit sensorischer Information generiert.

Phantomglieder als Folge zerebraler Läsionen wurden – im Gegensatz zu Phantomen nach Schädigungen peripherer Nerven infolge von Amputationen – lange Zeit als seltenes Phänomen angesehen und überwiegend in Einzelfällen, vor allem nach rechtshemisphärischen Läsionen, berichtet [3, 38]. In einer erst kürzlich veröffentlichten Studie berichten Antoniello, Kluger, Sahlein und Heilman [2] allerdings von einer Prävalenz für Phantome bei 54% ihrer 50 systematisch danach befragten Schlaganfallpatienten. Die erfassten Qualitäten der Missempfindungen waren sehr vielfältig und reichten von empfundenen Bewegungen der Phantome über erlebte willentliche Handkontrolle (trotz vollständiger Parese) bis hin zu illusionären Stellungen der Gliedmaßen, die nicht mit der aktuellen Position korrespondierten. Auch in dieser Studie waren die Missempfindungen häufiger nach rechts- als nach linkshemisphärischer Schädigung zu beobachten. Interessanterweise wurden die Phänomene von den meisten Patienten nachts und mit geschlossenen Augen wahrgenommen, also dann, wenn die aktuelle visuelle Information über den Körper für die multisensorische Integration des Körperschemas nicht verfügbar ist.

Dieser Befund in Zusammenhang mit der oben beschriebenen leichten Irritierbarkeit des Körperschemas durch synchrone visuo-taktile Stimulation macht deutlich, dass der visuellen Modalität eine besonders dominante Rolle bei der multimodalen Integration des Körperschemas zukommt. Die Empfindungen der anderen Modalitäten werden offensichtlich der visuellen Information untergeordnet und derart modifiziert, dass sie zu dieser passen.

Diese Dominanz visueller Information versucht man sich durch die sogenannte Spiegeltherapie (alternativ: visuelles Feedbacktraining) für die Rehabilitation zunutze zu machen. Spiegel werden in der Physiotherapie vor allem als etabliertes Hilfsmittel eingesetzt, um den Patienten korrekte Körper-/Gliedmaßenhaltungen oder Gangarten zu demonstrieren [29]. Visuelles Feedback durch Spiegel scheint aber auch weitere Effekte zu haben, die über diese lerntheoretisch begründbare Steigerung der Effizienz mototherapeutischer Maßnahmen an gelähmten Gliedmaßen hinausgehen. Erstmals beschrieben Ramachandran und Rogers-Ramachandran [47] den Einsatz von Spiegeln zur Behandlung von Patienten mit Phantomen nach Armamputationen. Die Patienten positionierten sich dabei vor einem Spiegel, sodass sie anstelle des (nicht mehr vorhandenen) amputierten Armes den gesunden und funktionsfähigen Arm sahen. Dadurch entstand bei den Probanden sowohl der visuelle als auch der gefühlte Eindruck, der amputierte Körperteil existiere wieder und könne auch wieder bewegt werden. In den berichteten Fällen führte wiederholtes Training zu einer massiven Reduktion der Phantomschmerzen und der empfundenen Spasmen und zu einer Auflösung von illusionären Arm- und Handpositionen. Seit diesen ersten, vor allem qualitativen Beschreibungen von Einzelfällen [10, 47] sowie auch quantitativen Analysen größerer Stichproben [8, 9] des erfolgreichen Einsatzes von Spiegeln bei Phantomschmerzen wurde die Wirksamkeit visuellen Feedbacks bei der Rehabilitation unterschiedlicher Erkrankungen untersucht, darunter das komplexe regionale Schmerzsyndrom (CRPS) [23, 30, 50, 53] und Paresen nach Schlaganfall. So fanden Altschuler et al. [1] eine partielle Restitution der motorischen Funktionsfähigkeit nach vierwöchigem Spiegeltraining bei chronisch hemiparetischen Patienten. In weiteren Einzelfällen [49, 51] und auch in randomisierten Studien mit größeren Stichproben konnten ebenfalls vielversprechende positive Therapieeffekte der Therapie bei akuter [55] und subakuter [11, 52] Hemiparese in der motorischen Funktionsfähigkeit gefunden werden. Dohle et al. [11] fanden zusätzlich eine signifikant höhere Reduktion der Neglectsymptomatik nach Spiegeltherapie im Vergleich zur Kontrollbehandlung ohne Spiegel.

Dennoch ist die Befundlage für keine der beschriebenen Störungen eindeutig (siehe [48] für einen systematischen Review zur Wirksamkeit der Spiegeltherapie bei Hemiparese und CRPS oder [4] für eine Kasuistikserie bei Phantomschmerzen). Kürzlich untersuchten Michielssen et al. [37] in einer Phase-II-Studie mit 40 Patienten

die Effekte der Spiegeltherapie bei chronischer Parese der oberen Extremitäten. Alle alltagsrelevanten Variablen (Spastizität, Schmerz, Handgeschicklichkeit, Benutzung der Hand im Alltag und Lebensqualität) blieben durch das sechswöchige Training unbeeinflusst. Es ist daher davon auszugehen, dass die Spiegeltherapie nicht für jeden Patienten gleichermaßen geeignet ist. Wahrscheinlich stellen der Beginn der Therapie und das Ausmaß der durch die Läsion involvierten motorischen Areale kritische Variablen für die Wirksamkeit der Therapie bei Hemiparese dar.

In der vorliegenden Studie untersuchten wir die Wirksamkeit visuellen Feedbacks bei einem Patienten (K. F.), der seit einem Schlaganfall in der rechten Hemisphäre an einer Missempfindung im linken Oberarm litt, die unserer Ansicht nach eine Art Phantompfindung darstellt.

Fallbeschreibung

K. F. ist ein 76-jähriger männlicher Patient, der drei Monate vor dem Untersuchungszeitraum einen ausgedehnten rechtsseitigen Posteriorinfarkt sowie Diffusionsstörungen im rechtsseitigen Thalamus und im basalen Bereich des rechten Kleinhirns erlitt (siehe Abbildung 1). Diese Läsionen resultierten in einer linksseitigen homonymen Hemianopsie sowie einer residualen linksseitigen

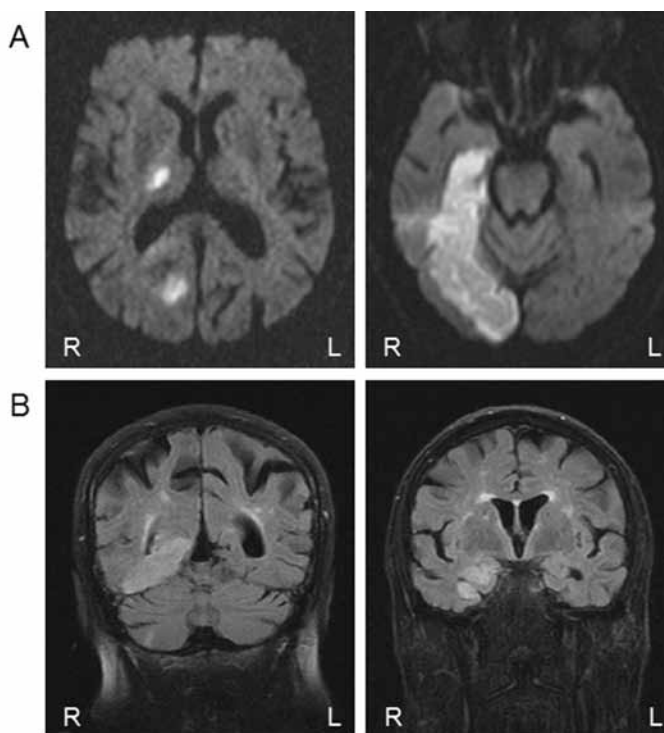


Abb. 1: A: Diffusionsgewichtete MRT (Horizontalschnitte) des rechtsseitigen Posteriorinfarktes (rechtes und linkes Bild) und des rechtsseitigen Thalamusinfarktes (linkes Bild). B: Flair-gewichtetes MRT (Frontalschnitte) des Posteriorinfarktes (linkes und rechtes Bild) sowie des linksseitigen Medialinfarktes auf Ebene der Cella media (linkes Bild). L/R: linke/rechte Gehirnhälfte

1. Wie stark war Ihre Missempfindung in der letzten Stunde?

gar nicht sehr schwach schwach mittelmäßig stark sehr stark extrem stark

2. Wie unangenehm/störend empfanden Sie diese?

gar nicht sehr störend schwach mittelmäßig stark sehr stark extrem störend

3. Wie genau fühlt/e sich die Missempfindung an? **Kribbelnd**

gar nicht sehr schwach schwach mittelmäßig stark sehr stark extrem stark

 Drückend

gar nicht sehr schwach schwach mittelmäßig stark sehr stark extrem stark

 Kalt

gar nicht sehr schwach schwach mittelmäßig stark sehr stark extrem stark

Abb. 2: Fragen aus dem Fragebogen zur Erfassung der Missempfindungen am linken Arm, die K.F. bei jeder Messung beantwortete (Kodierung: 0 = gar nicht; 6 = maximal)

Hemiparese. Bei der radiologischen Untersuchung (MRT) wurden zusätzlich ein kleiner subakuter linkshirniger Infarkt im Mediastromgebiet auf der Ebene der Cella media und ältere multiple lakunäre Infarkte periventriculär sowie im Bereich der Stammganglien diagnostiziert (siehe Abbildung 1 A und B, jeweils linkes Bild). Die Zeit zwischen den Infarkten und dem Beginn unserer Untersuchung betrug drei Monate.

Beschreibung der Missempfindung

K. F. wurde infolge des Schlaganfalls stationär in einem Krankenhaus behandelt. Während dieser Zeit wurde eine automatische Langzeitmessung des Blutdrucks vier Tage lang (24 Stunden/Tag) über eine am linken Oberarm angebrachte Manschette durchgeführt. Das Gerät führte die Messung im halbstündigen Rhythmus aus. Da der Patient in der Regel auf der linken Seite liegend schläft, wurde nachts der Druck, den die aufgepumpte Manschette auf den Oberarm ausübte, zusätzlich durch das Gewicht des Oberkörpers verstärkt. K. F. gab beim ersten Besuch in unserer Neuropsychologischen Ambulanz an, dass er seit der Blutdruckmessung im linken Oberarm ein kontinuierlich vorhandenes und unangenehmes Druckgefühl empfinde, genau so, als wäre die aufgepumpte Manschette noch um seinen Oberarm platziert. Darüber hinaus spüre er ein dauerndes kribbelndes Gefühl in der linken Hand sowie ein permanentes Kälteempfinden über den ganzen linken Arm hinweg. An der rechten Körperhälfte habe er zu keinem Zeitpunkt solche Missempfindungen gehabt.

Messung der Missempfindung und therapeutische Intervention

Wir baten K. F., die Intensität dieser Empfindungen auf einer siebenstufigen Skala (0 = »gar nicht« bis 6 = »extrem

stark«) zu quantifizieren und erstellten zur Verlaufsmessung einen kurzen Fragebogen. Auf diesem wurden die verschiedenen Qualitäten der Missempfindung (Druck, Kribbeln, Kälte und inwieweit diese Empfindungen insgesamt als unangenehm bewertet werden) im Verlauf der Untersuchung quantitativ erfasst (siehe Abbildung 2). Die ersten beiden Baseline-Messungen wurden eine Woche vor der ersten Intervention telefonisch bei K. F. erhoben. Eine dritte Baseline-Messung wurde während eines Hausbesuchs beim Patienten erfasst. K. F. skalierte bei jeder dieser Messungen sowohl die Intensität der Missempfindungen maximal auf sechs (»extrem stark«) als auch, inwieweit er die Missempfindungen aktuell als unangenehm empfand (»extrem störend«). Darüber hinaus gab er an, dass er die Intensität sowie die Qualitäten seit seiner Entlassung aus der Klinik nahezu unverändert als äußerst stark und unangenehm erlebt habe (auf der Skala jeweils mindestens bei 5, meistens aber bei 6).

Nach dieser ersten Erfassung der Symptome absolvierte K. F. ein dreiwöchiges Training. Der Patient wurde für die erste Interventionsphase (Intervention 1) instruiert, sich täglich fünf Minuten lang vor dem Spiegel selbst eine Massage an der Stelle der Missempfindung am Oberarm zu verabreichen und diese im Spiegel zu beobachten. Nach etwa der Hälfte der Zeit wurde die Massagetechnik des Patienten kontrolliert. Zusätzlich zur Massage sollte K. F. – ebenfalls unter visuellem Feedback durch den Spiegel – in einer zweiten Interventionsphase (Intervention 2) fünf Minuten lang den Arm heben und wieder absenken. Der Patient gab an, dass er bereits vor unseren Interventionen eigeninitiativ den Arm selbst mit Massagen behandelt hätte, allerdings ohne visuelles Feedback durch den Spiegel. Diese Intervention habe nur das Kälteempfinden vorübergehend (wenige Minuten bis eine Stunde lang) reduziert. Da K. F. eigeninitiativ ähnliche Übungen ausgeführt hatte und der Unterschied zu unseren Interventionen nur in der zusätzlichen Anwendung des Spiegels lag, kann der Patient für die statistische Einzelfallanalyse als seine eigene Kontrollbedingung gelten.

Assessment und statistische Analyse

Insgesamt wurden während des dreiwöchigen Trainings 18 Messungen erhoben (jeweils neun pro Interventionsphase). Die Skalierung der Missempfindungen auf dem Fragebogen erfolgte dabei telefonisch ein- bis zweimal pro Tag (morgens und nachmittags). Die Zeitpunkte der Anrufe wurden dabei variiert, sodass K. F. vorher nicht wusste, wann genau ein Anruf erfolgen sollte.

Der Patient gab sowohl die Qualitäten der Missempfindung als auch die Bewertung (im Sinne von störend/unangenehm) für den Zeitraum seit der Entlassung aus der Klinik bis zur Intervention als konstant spürbar an. Alle drei Baseline-Messungen vor der ersten Intervention ergaben quantitativ maximale Einschätzungen (Werte von 6) auf den jeweiligen Skalen. Die jeweiligen Intensitäten schätzte er für den Zeitraum vor dem ersten Besuch

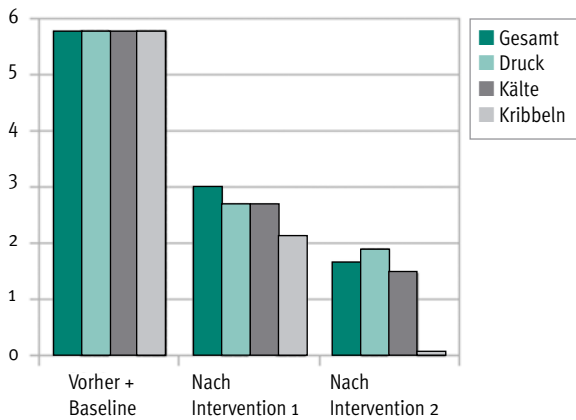


Abb. 3: Einschätzung der Intensität der verschiedenen Qualitäten der Missempfindung gemittelt über die Baseline-Messungen, Interventionszeitraum 1 und Interventionszeitraum 2

in der Neuropsychologischen Ambulanz zwischen 5 und 6 ein. Daher wurden im Sinne einer konservativen statistischen Testung für die einzelnen Skalen (siehe Abbildung 1) t-Tests für eine Stichprobe gegen den konstanten Wert 5 gerechnet. Die durchschnittliche Reduktion der Missempfindung war für alle Qualitäten sowohl für den ersten (kleinster t-Wert bei Gesamteinschätzung, $t(9) = -6,93$; $p < 0,001$) als auch für den zweiten (kleinster t-Wert bei Gesamteinschätzung, $t(9) = -7,00$; $p < 0,001$) Interventionszeitraum signifikant von 5 verschieden. Alle Skalenwerte unterschieden sich ebenfalls signifikant zwischen dem ersten und dem zweiten Interventionszeitraum (t-Test für gepaarte Stichproben; kleinster t-Wert bei »Druckempfindung«, $t(8) = -1,94$; $p = 0,044$). Die Ergebnisse sind in den Abbildungen 3 (Mittelwerte), 4 und 5 (Verlauf der einzelnen Messungen) dargestellt.

Diskussion

Die Missempfindung konnte in allen Qualitäten substantiell (um mindestens 60%; Mittelwerte der zweiten Interventionsphase relativiert am Skalenwert 5, siehe Abbildung 3) reduziert werden. Das von K. F. angegebene Kribbelgefühl im Arm und in der Hand auf der linken Seite verschwand sogar vollständig. K. F. hatte bereits vor unseren Interventionen Massagen des Oberarmes ohne visuelles Feedback an der Stelle der Missempfindung ausgeführt, die jedoch keinen andauernden Effekt bewirkt hatten. Daher kann angenommen werden, dass das visuelle Feedback eine entscheidende Variable bei der Remission der Missempfindungen unseres Patienten war. Dieser Befund steht im Einklang zur positiven Wirkung von visuellem Feedback bei der Behandlung von Phantomgliedern und Phantomschmerzen [44]. Allerdings unterscheiden sich der hier beschriebene Patient und auch die Anwendung des visuellen Feedbacks von den diskutierten Fällen mit Phantomschmerzen in mindestens zwei Punkten. Erstens lag bei K. F. keine offensicht-

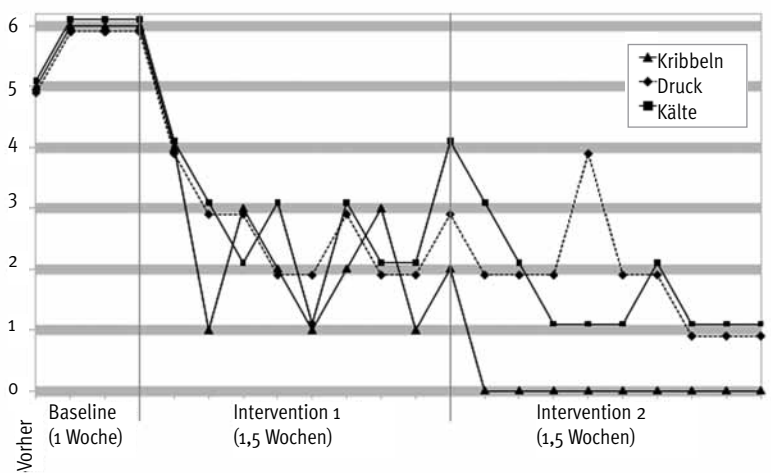


Abb. 4: Verlauf der Intensitätseinschätzungen der verschiedenen Empfindungen (Druck, Kribbeln und Kälte). Die einzelnen Linien sind zur besseren Unterscheidbarkeit versetzt dargestellt

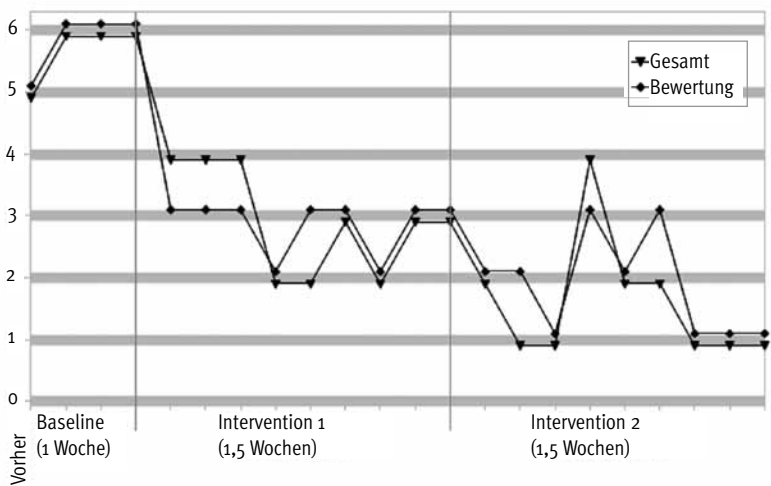


Abb. 5: Verlauf der quantitativen Gesamteinschätzung der Missempfindung(en) und der subjektiven Bewertung ihrer Intensität, d. h. inwieweit diese als störend/unangenehm eingeschätzt wurde. Die einzelnen Linien sind zur besseren Unterscheidbarkeit versetzt dargestellt

liche Schädigung peripherer Nerven durch Amputation vor. Zweitens wurde das visuelle Feedback nicht durch die Beobachtung von Bewegungen des intakten Armes erzeugt, sondern direkt durch die Beobachtung der Intervention an der betroffenen linken Körperseite. Daher stellt sich die Frage nach den möglichen Ursachen der gestörten Körperwahrnehmung bei K. F. Auch wenn unser Patient seine Empfindungen nicht als schmerzhaft empfand, liegt dennoch die Analogie zu den Beschreibungen von Patienten mit chronischem Schmerz nahe [6].

Man definiert chronischen Schmerz als Schmerz, der auch nach einer Heilung bestehen bleibt. Bei unserem Patienten persistierte die Empfindung der angelegten Blutdruckmanschette, obwohl das dadurch ausgelöste Druckempfinden normalerweise nach einigen Minuten wieder verschwindet. Durch das lange Tragen der Blut-

druckmanschette, die möglicherweise zu eng angelegt wurde, sind minimale nervale oder auch muskuläre Läsionen im Oberarm unseres Patienten denkbar. Solche Mikroläsionen sind zwar für das Auftreten von Missempfindungen oder Phantomschmerzen keine notwendige Bedingung [32], können aber die Auftretenswahrscheinlichkeit von chronischem Schmerz begünstigen [31].

Zahlreiche Studien bringen chronischen Schmerz mit einer Störung des Körperbildes [39] bzw. mit einer ungünstigen Reorganisation der entsprechenden neuronalen Korrelate in Verbindung, die das Körperbild auf der Ebene des Gehirns repräsentieren [14, 26]. Da die Missempfindung unseres Patienten auch noch Monate später ohne die weitere Anwesenheit des auslösenden Reizes auftrat, kann in Anlehnung an Melzacks Theorie einer Neuromatrix als Korrelat des Körperbildes eine Reorganisation neuronaler Netzwerke als Ursache angenommen werden. Solche Reorganisationen sind insbesondere bei Patienten mit Phantomgliedern gut belegt [13, 14, 15, 24, 46].

K. F. litt nach dem Insult unter Sensibilitätsstörungen im linken Arm, die er als taub und pelzig beschrieb. Der starke Druck der Manschette auf den Oberarm stellte daher im Vergleich zu der verminderten taktilen Empfindbarkeit des Armes einen sehr intensiven und offensichtlich unangenehmen Reiz dar. Möglicherweise wurde dadurch eine Integration der Manschette in das Körperschema im Sinne einer dauerhaften »Speicherung« des Reizes (Präsenz der Manschette) durch die kortikale Reorganisation der assoziierten somatosensiblen Repräsentationsareale begünstigt. Warum dieses Phänomen vergleichsweise selten bei anderen Patienten berichtet wird, obgleich diese auch häufig eine Langzeit-Blutdruckmessung erhalten, ist derzeit unklar. Möglicherweise erwähnen die Patienten dieses Problem spontan ungern (ähnlich wie bei visuellen Reizerscheinungen), oder durch die Thalamusläsion wurde ein Exzitabilitätsveränderung im Kortex induziert und damit ein maladaptiver Plastizitätsvorgang begünstigt.

Gemäß Melzacks Theorie ist die Erfahrung des eigenen Körpers eine multidimensionale Empfindung, die durch ein charakteristisches »Neurosignatur«-Muster erzeugt wird. Diese Neurosignatur-Muster können zwar auch in Abwesenheit afferenter sensorischer Information generiert werden (und führen so beispielsweise zu Phantomempfindungen), werden aber durch diese getriggert (v. a. durch taktile, propriozeptive und vestibuläre, aber auch durch visuelle Informationen) [31, 32]. Zusätzlich wird die aktuelle Erfahrung des eigenen Körpers auch durch gespeicherte sensorische (visuelle) Informationen, Affekte und durch abstraktes Wissen über den Körper geprägt [32]. Melzacks Theorie einer Neuromatrix liefert damit auch einen theoretischen Rahmen zur Erklärung des Befundes, warum sich visuelles Feedback auf somatosensorische Empfindungen auswirkt. Wir hatten K. F. angewiesen, das Training mit unbedecktem Oberarm vor einem Spiegel durchzuführen. Da

der Patient die Massagen des linken Armes auch schon vor unserem spezifischen Training, allerdings ohne Spiegel, durchgeführt hatte, kann das visuelle Feedback als die entscheidende Variable angesehen werden, die zur Reduktion der Missempfindungen führte. Möglicherweise hat das visuelle Feedback zu einer Korrektur des durch eine ungünstige kortikale Reorganisation veränderten Körperbildes geführt. Solche durch sensorisches Feedback induzierte kortikale Reorganisationsprozesse sind in der Literatur gut belegt [14, 15].

Auch wenn wir davon ausgehen, dass aufgrund der häufigen klinischen Anwendung automatischer Blutdruckmessgeräte derartige Störungen häufiger auftreten sollten, wurden unserer Recherche nach analoge Fälle bisher noch nicht in der Literatur berichtet. Ihre Prävalenz ist daher unklar. In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass visuelles Feedback eine wirksame Methode zur Reduktion eines persistierenden Druckgefühls sein kann. Allerdings ist das Druckgefühl bei unserem Patienten auch nach mehreren Wochen Training nicht vollständig verschwunden. In der klinischen Praxis sollte daher der korrekte und nicht zu enge Sitz von Blutdruckmanschetten immer wieder überprüft werden, um die Entwicklung solcher Missempfindungen zu vermeiden.

Literatur

1. Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, Foster C, Galasko D, Llewellyn DM, Ramachandran VS. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet* 1999; 353 (9169): 2035-2036.
2. Antonello D, Kluger BM, Sahlein DH, Heilman KM. Phantom limb after stroke: an underreported phenomenon. *Cortex* 2010; 46 (9): 1114-1122.
3. Bakheit AM, Roundhill S. Supernumerary phantom limb after stroke. *Postgrad Med J* 2005; 81 (953): e2.
4. Beaumont G, Mercier C, Michon PE, Malouin F, Jackson PL. Decreasing phantom limb pain through observation of action and imagery: a case series. *Pain Med* 2011; 12 (2): 289-299.
5. Berlucchi G, Aglioti SM. The body in the brain revisited. *Exp Brain Res* 2010; 200 (1): 25-35.
6. Bonica JJ. General Considerations of Pain. In: Bonica JJ (ed). *The Management of Pain*. 2nd ed., Lea & Febinger, Malvern, Pennsylvania 1990, 180-196.
7. Botvinick M, Cohen J. Rubber hands 'feel' touch that eyes see. *Nature* 1998; 391 (6669): 756.
8. Brodie EE, Whyte A, Niven CA. Analgesia through the looking-glass? A randomized controlled trial investigating the effect of viewing a 'virtual' limb upon phantom limb pain, sensation and movement. *Eur J Pain* 2007; 11 (4): 428-436.
9. Chan BL, Witt R, Charrow AP, Magee A, Howard R, Pasquina PF, Heilman KM, Tsao JW. Mirror therapy for phantom limb pain. *N Engl J Med* 2007; 357 (21): 2206-2207.
10. Darnall BD. Self-delivered home-based mirror therapy for lower limb phantom pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2009; 88 (1): 78-81.
11. Dohle C, Pullen J, Nakaten A, Kust J, Rietz C, Karbe H. Mirror therapy promotes recovery from severe hemiparesis: a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23 (3): 209-217.
12. Elbert T, Flor H, Birbaumer N, Knecht S, Hampson S, Larbig W, Taub E. Extensive reorganization of the somatosensory cortex in adult humans after nervous system injury. *Neuroreport* 1994; 5 (18): 2593-2597.
13. Flor H. Phantom-limb pain: characteristics, causes, and treatment. *Lancet Neurol* 2002; 1 (3): 182-189.

14. Flor H. The modification of cortical reorganization and chronic pain by sensory feedback. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2002; 27 (3): 215-227.
15. Flor H, Elbert T, Knecht S, Wienbruch C, Pantev C, Birbaumer N, Larbig W, Taub E. Phantom-limb pain as a perceptual correlate of cortical reorganization following arm amputation. *Nature* 1995; 375 (6531): 482-484.
16. Gallagher S. Body Schema and Intentionality. In: Bermudez JL, Marcel A, Glan N (eds). *The Body and the Self*. 1. paperback ed., 2. print. ed., MIT Press, Cambridge, Mass. 1998, 225-244.
17. Halligan PW. Phantom limbs: The body in mind. *Cogn Neuropsychiatry* 2002; 7 (3): 251-269.
18. Hebb DO. Science and the world of imagination. *Canadian Psychological Review* 1975; 16 (1): 4-11.
19. Hunter JP, Katz J, Davis KD. The effect of tactile and visual sensory inputs on phantom limb awareness. *Brain* 2003; 126 (Pt 3): 579-589.
20. Inoue K, Kawashima R, Sugiura M, Ogawa A, Schormann T, Zilles K, Fukuda H. Activation in the ipsilateral posterior parietal cortex during tool use: a PET study. *Neuroimage* 2001; 14 (6): 1469-1475.
21. Iriki A, Tanaka M, Iwamura Y. Coding of modified body schema during tool use by macaque postcentral neurones. *Neuroreport* 1996; 7 (14): 2325-2330.
22. Jensen TS, Krebs B, Nielsen J, Rasmussen P. Phantom limb, phantom pain and stump pain in amputees during the first 6 months following limb amputation. *Pain* 1983; 17 (3): 243-256.
23. Karmarkar A, Lieberman I. Mirror box therapy for complex regional pain syndrome. *Anaesthesia* 2006; 61 (4): 412-413.
24. Knecht S, Henningsen H, Elbert T, Flor H, Hohling C, Pantev C, Taub E. Reorganizational and perceptual changes after amputation. *Brain* 1996; 119 (Pt 4): 1213-1219.
25. Kooijman CM, Dijkstra PU, Geertzen JH, Elzinga A, van der Schans CP. Phantom pain and phantom sensations in upper limb amputees: an epidemiological study. *Pain* 2000; 87 (1): 33-41.
26. Lotze M, Moseley GL. Role of distorted body image in pain. *Curr Rheumatol Rep* 2007; 9 (6): 488-496.
27. Maravita A, Iriki A. Tools for the body (schema). *Trends Cogn Sci* 2004; 8 (2): 79-86.
28. Maravita A, Spence C, Driver J. Multisensory integration and the body schema: close to hand and within reach. *Curr Biol* 2003; 13 (13): R531-R539.
29. McCabe C. Mirror visual feedback therapy. A practical approach. *J Hand Ther* 2011; 24 (2): 170-178.
30. McCabe CS, Haigh RC, Ring EF, Halligan PW, Wall PD, Blake DR. A controlled pilot study of the utility of mirror visual feedback in the treatment of complex regional pain syndrome (type 1). *Rheumatology (Oxford)* 2003; 42 (1): 97-101.
31. Melzack R. Pain and the neuromatrix in the brain. *J Dent Educ* 2001; 65 (12): 1378-1382.
32. Melzack R. Pain: past, present and future. *Can J Exp Psychol* 1993; 47 (4): 615-629.
33. Melzack R. Phantom limbs and the concept of a neuromatrix. *Trends Neurosci* 1990; 13 (3): 88-92.
34. Melzack R. Phantom limbs. *Sci Am* 1992; 266 (4): 120-126.
35. Melzack R, Loeser JD. Phantom body pain in paraplegics: evidence for a central »pattern generating mechanism« for pain. *Pain* 1978; 4 (3): 195-210.
36. Mercier C, Sirigu A. Training with virtual visual feedback to alleviate phantom limb pain. *Neurorehabil Neural Repair* 2009; 23 (6): 587-594.
37. Michielsen ME, Selles RW, van der Geest JN, Eckhardt M, Yavuzer G, Stam HJ, Smits M, Ribbers GM, Bussmann JB. Motor recovery and cortical reorganization after mirror therapy in chronic stroke patients: a phase II randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2011; 25 (3): 223-233.
38. Miyazawa N, Hayashi M, Komiya K, Akiyama I. Supernumerary phantom limbs associated with left hemispheric stroke: case report and review of the literature. *Neurosurgery* 2004; 54 (1): 228-231.
39. Moseley GL, Parsons TJ, Spence C. Visual distortion of a limb modulates the pain and swelling evoked by movement. *Curr Biol* 2008; 18 (22): R1047-R1048.
40. Mussap AJ, Salton N. A 'rubber-hand' illusion reveals a relationship between perceptual body image and unhealthy body change. *J Health Psychol* 2006; 11 (4): 627-639.
41. Poock K, Orgass B. The concept of the body schema: a critical review and some experimental results. *Cortex* 1971; 7 (3): 254-277.
42. Pons TP, Garraghty PE, Ommaya AK, Kaas JH, Taub E, Mishkin M. Massive cortical reorganization after sensory deafferentation in adult macaques. *Science* 1991; 252 (5014): 1857-1860.
43. Ramachandran VS. Consciousness and body image: lessons from phantom limbs, Capgras syndrome and pain asymbolia. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1998; 353 (1377): 1851-1859.
44. Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain* 2009; 132 (Pt 7): 1693-1710.
45. Ramachandran VS, Hirstein W. The perception of phantom limbs. The D. O. Hebb lecture. *Brain* 1998; 121 (Pt 9): 1603-1630.
46. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Phantom limbs and neural plasticity. *Arch Neurol* 2000; 57 (3): 317-320.
47. Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc Biol Sci* 1996; 263 (1369): 377-386.
48. Rothgangel AS, Braun SM, Beurskens AJ, Seitz RJ, Wade DT. The clinical aspects of mirror therapy in rehabilitation: a systematic review of the literature. *Int J Rehabil Res* 2011; 34 (1): 1-13.
49. Sathian K, Greenspan AI, Wolf SL. Doing it with mirrors: a case study of a novel approach to neurorehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair* 2000; 14 (1): 73-76.
50. Selles RW, Schreuders TA, Stam HJ. Mirror therapy in patients with causalgia (complex regional pain syndrome type II) following peripheral nerve injury: two cases. *J Rehabil Med* 2008; 40 (4): 312-314.
51. Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84 (7): 1090-1092.
52. Sutbeyaz S, Yavuzer G, Sezer N, Koseoglu BF. Mirror therapy enhances lower-extremity motor recovery and motor functioning after stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88 (5): 555-559.
53. Vladimir Tichelaar YI, Geertzen JH, Keizer D, Paul van WC. Mirror box therapy added to cognitive behavioural therapy in three chronic complex regional pain syndrome type I patients: a pilot study. *Int J Rehabil Res* 2007; 30 (2): 181-188.
54. Yamamoto S, Kitazawa S. Sensation at the tips of invisible tools. *Nat Neurosci* 2001; 4 (10): 979-980.
55. Yavuzer G, Selles R, Sezer N, Sutbeyaz S, Bussmann JB, Koseoglu F, Atay MB, Stam HJ. Mirror therapy improves hand function in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89 (3): 393-398.

Danksagung:

Wir bedanken uns für hilfreiche Hinweise bei einem anonymen Reviewer.

Interessenvermerk:

Es besteht kein Interessenkonflikt.

Korrespondenzadresse:

DP Stefan Reinhart
 Universität des Saarlandes
 Klinische Neuropsychologie und
 Neuropsychologische Ambulanz
 Postfach 15 11 50
 66123 Saarbrücken
 E-Mail: s.reinhart@mx.uni-saarland.de

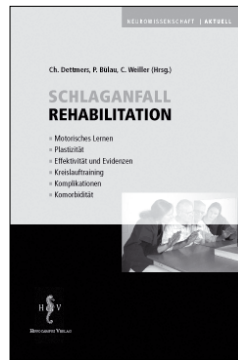


2011, geb.,
ca. 330 S.,
zahlr. Abb.
€ 49,00

Ch. Dettmers, K.-M. Stephan (Hg.)

Motorische Therapie nach Schlaganfall

Das vorliegende Buch präsentiert aktuelle Forschungsansätze aus Physiotherapie, Psychologie sowie Sport- und Neurowissenschaften in einer stimulierenden Übersicht für das motorisch interessierte Reha-Team.

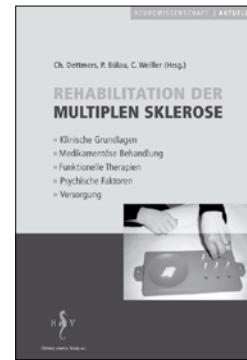


2007, geb.,
414 S.,
70 Abb.
€ 49,00

Ch. Dettmers, P. Bülow, C. Weiller (Hg.)

Schlaganfallrehabilitation

Moderne Schlaganfallrehabilitation gründet sich auf die neurowissenschaftliche Grundlagenforschung und arbeitet zunehmend team- und ergebnisorientiert. Das vorliegende Buch liefert den aktuellen Wissenstand zu evidenzbasierten Therapieverfahren, Kreislauf- und Gesundheitstraining und Behandlung von Komorbidität.

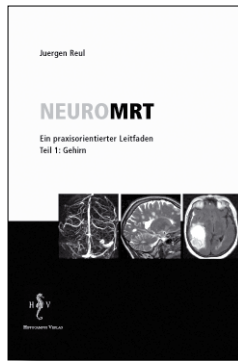


2009, geb.,
ca. 380 S.
€ 49,00

Ch. Dettmers, P. Bülow, C. Weiller (Hg.)

Rehabilitation der Multiplen Sklerose

Alle wichtigen Aspekte der MS-Therapie: Pharmakologischen Schubbehandlung und Immunmodulation, Behandlung von Spastik, Ataxie, Schmerz und Blasenstörungen, körperliches Training, Umgang mit Fatigue, Krankheitsverarbeitung, Copingmodelle und Empowerment.

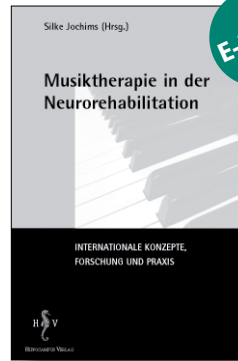


2007, geb.,
264 S.,
672 Abb.
€ 49,00

J. Reul

NeuromRT – Ein praxisorientierter Leitfaden

Die MRT-Diagnostik lebt von Bildern, daher liefert dieses Buch viele Beispiele und weniger theoretische Erläuterungen. Ein nützlicher Leitfaden für die Routine-Diagnostik des in Klinik oder Praxis tätigen Neurologen und alle anderen interessierten Kollegen.



E-Book

2005, E-Book,
464 S.,
37 Abb.,
€ 35,90

S. Jochims (Hg.)

Musiktherapie in der Neurorehabilitation

Das vorliegende E-Book spannt den Bogen zwischen Neurorehabilitation und Musiktherapie und gibt einen Überblick über den Stand musiktherapeutischer Forschungsaktivität und aktueller Behandlungsansätze.



2008, geb.,
170 S., zahlr.
Abb. € 49,00

I.-K. Penner (Hg.)

Fatigue bei Multipler Sklerose

Das vorliegende Buch hat sich zum Ziel gesetzt, die aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Thema Fatigue von den Grundlagen über Klinik und Diagnostik bis hin zur Therapie zusammenzutragen.

Bestellung an Hippocampus Verlag, Postfach 1368, 53604 Bad Honnef, per Fax: +49 (0) 22 24-91 94 82 oder per E-Mail: verlag@hippocampus.de

Menge	Titel	ISBN	Preis*
	Motorische Therapie nach Schlaganfall	978-3-936817-70-6	49,00 €
	Schlaganfallrehabilitation	978-3-936817-20-1	49,00 €
	Rehabilitation der Multiplen Sklerose	978-3-936817-38-6	49,00 €
	Neuro-MRT	978-3-936817-24-9	49,00 €
	Musiktherapie in der Neurorehabilitation	978-3-936817-84-3	35,90 €
	Fatigue bei Multipler Sklerose	978-3-936817-32-4	49,00 €

* inkl. MwSt., Lieferung frei Haus

Datum, Unterschrift

Name

Straße

PLZ/Wohnort

Datum/Unterschrift

E-Mail



Online bestellen: www.hippocampus.de