

Journal für

Neurologie, Neurochirurgie und Psychiatrie

www.kup.at/
JNeurolNeurochirPsychiatr

Zeitschrift für Erkrankungen des Nervensystems

**Raum- vs. aufmerksamkeitsbezogene
Therapie bei Halbseiten-Neglekt:
Ein Vergleich mithilfe von
Verhaltens- und Bildgebungsdaten**

Sturm W, Thimm M, Fink G, Küst J

Karbe H, Willmes K

Journal für Neurologie

Neurochirurgie und Psychiatrie

2009; 10 (2), 56-60

Homepage:

www.kup.at/

JNeurolNeurochirPsychiatr

Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

Indexed in
EMBASE/Excerpta Medica/BIOBASE/SCOPUS

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz

P.b.b. 02Z031117M,

Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21

Preis: EUR 10,-

77. Jahrestagung

Deutsche Gesellschaft für Neurochirurgie



2026
7.–10. Juni
AACHEN

Personalisierte Neurochirurgie – digital, kompetent, vernetzt

dgnc-kongress.de

Joint Meeting with the Belgian Society and the Dutch
Society of Neurosurgery and Neurosurgeons of Luxembourg

*Werfen Sie einen
Blick ins Programm!*



*Registrieren
Sie sich jetzt!*



Raum- vs. aufmerksamkeitsbezogene Therapie bei Halbseiten-Neglekt: Ein Vergleich mithilfe von Verhaltens- und Bildgebungsdaten

W. Sturm¹, M. Thimm¹, G. Fink², J. Küst³, H. Karbe³, K. Willmes⁴

Kurzfassung: Die Effizienz von raum- und aufmerksamkeitsbezogenen Therapieansätzen bei chronischen Neglektpatienten wird sowohl auf der Verhaltensebene als auch mithilfe von fMRI-Daten verglichen. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass sowohl raum- als auch aufmerksamkeitsbezogene Therapieansätze als einzelne Verfahren zwar kurzfristig zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Verbesserung der Neglektsymptome führen, dass diese aber meist nicht zeitlich überdauernd ist. Die Befunde zur funktionellen Reorganisation nach raum- bzw. aufmerksamkeitsbezogener Neglekttherapie legen die Hypothese nahe, dass beide

Therapieansätze auf unterschiedliche Teile von Aufmerksamkeits- und Orientierungsnetzwerken einwirken und somit eine Kombination beider Therapieformen zu einem sich ergänzenden und verstärkenden Effekt führen könnte.

Abstract: Spatial vs Attention-Related Therapy of Visual Hemineglect: A Comparison by Means of Behavioral and Imaging Data. The efficacy of space- vs attention-related therapy in chronic neglect patients is compared by means of behavioral and imaging data. The re-

sults show that both space- and attention-related therapy as single measures can lead to a more or less pronounced reduction of neglect symptoms. These improvements, however, are mostly only short-termed. Imaging results with respect to functional reorganization after space- or attention-centered neglect therapy may lead to the hypothesis that these different therapy measures have impact on different parts of attention and orienting networks and that a combination of both therapy methods might lead to a complementary and reinforcing effect. **J Neurol Neurochir Psychiatr 2009; 10 (2): 56–60.**

■ Einleitung

Als Halbseiten-Neglekt wird die halbseitige Vernachlässigung des extra- und/oder intrapersonalen Raums einer Person bei intakter primärer Sensorik bezeichnet. Die Neglektsymptomatik wird heute als supramodale Störung verstanden; am ehesten evident wird ein Neglekt in der visuellen Modalität [1].

Die Hauptsymptomatik eines Halbseitenneglekts ist die mangelnde Exploration des Außenraums kontralateral zur Läsion. Es gibt unterschiedliche Theorien zur Erklärung des Halbseitenneglekts. So ist die Neglektsymptomatik z. B. auf eine eingeschränkte Verarbeitung und Integration kontraläsionaler sensorischer Information zurückgeführt worden [2, 3]. Einige Autoren sehen das Defizit im Zusammenhang mit Störungen der mentalen Raumrepräsentation [4, 5]. Karnath [6] hält Beeinträchtigungen des neuronalen egozentrischen Raumkoordinatensystems für das Defizit verantwortlich (Transformationshypothese). Weitere Theorien betonen Störungen der räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung im Zusammenhang mit dem Neglektphänomen [3, 7]. Nach Heilmann und Van den Abell [8] oder Mesulam [9] kontrolliert die linke Hemisphäre lediglich die räumliche Aufmerksamkeitsausrichtung zur rechten Raumhälfte, während die rechte Hemisphäre beide Raumhälften repräsentiert. Folglich haben rechtshemisphärische Läsionen größere Auswirkungen bzw. können Ausfälle nach linkshemisphärischen Läsionen besser kompensiert werden.

Aus der ¹Sektion Klinische Neuropsychologie, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum der RWTH Aachen; der ²Neurologischen Klinik und Poliklinik der Universität zu Köln; dem ³Neurologischen Rehazentrum Godeshöhe, Bonn, und dem ⁴Lehr- und Forschungsgebiet Neuropsychologie, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum der RWTH Aachen

Korrespondenzadresse: Prof. Dr. rer. nat. Walter Sturm, Sektion Klinische Neuropsychologie, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum der RWTH Aachen, D-52074 Aachen, Pauwelsstraße 30; E-Mail: sturm@neuropsych.rwth-aachen.de

Dabei setzt sich mehr und mehr die Ansicht durch, dass die Ursache des Neglekts nicht allein in der Dysfunktion einer einzelnen kortikalen Region liegt, sondern in der Diskonnektion größerer Netzwerke, die sich aus der Verbindung teilweise weit entfernter frontaler und parietaler kortikaler Regionen zusammensetzen [10].

Obwohl sich die auffälligsten Symptome eines Halbseitenneglekts meist innerhalb weniger Wochen spontan zurückbilden, bleiben viele Neglektpatienten – insbesondere nach großen rechtshemisphärischen Läsionen – in vielen Alltagsfunktionen (z. B. Ankleiden, Essen, Transfer vom Bett zum Rollstuhl, Navigation mit dem Rollstuhl, Lesen und Schreiben) erheblich beeinträchtigt. Sie zeigen auch eine verzögerte Rückbildung von Hemiplegien [11], haben Probleme mit der Körperhaltung [12] und benötigen wesentlich länger ambulante Behandlung nach der stationären Rehabilitation als andere Patienten [11]. Nur wenige Neglektpatienten erholen sich so weit von ihrer Beeinträchtigung, dass sie selbständig und unabhängig leben oder ihre frühere Arbeit wieder aufnehmen können. Neglekt ist daher einer der Hauptprädiktoren für eine negativ verlaufende Rehabilitation [13].

■ Aufmerksamkeitsintensität und Neglekt

Viele Studien belegen einen engen Zusammenhang zwischen unilateralem Neglekt nach rechtshemisphärischen Läsionen und verschiedenen nicht-räumlichen Aufmerksamkeitsdefiziten [14–16]. Hjaltason et al. [14] und Robertson et al. [16] zeigten, dass eine Beeinträchtigung der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsaufrechterhaltung („Sustained attention“) ein guter Prädiktor für die räumlichen Abweichungen in verschiedenen visuellen Neglekttests und für die Dauer der Neglektsymptome ist. Bei Patienten im postakuten Stadium nach einer rechtsseitigen Hirnschädigung wiesen Samuelson et al. [17] anhand von Reaktionszeitmessungen auf einfache auditive Stimuli den Zusammenhang zwischen einer Beein-

trächtigung der generellen Reaktionsbereitschaft, d. h. zwischen der Fähigkeit zur kognitiven Kontrolle der Alertness (intrinsische Alertness) und der Persistenz von Neglekt-symptomen nach.

Funktionelle Aktivierungsstudien (PET bzw. fMRI) bestätigen die besondere Beteiligung rechtshemisphärischer Areale für Alertness-, Vigilanz- bzw. Daueraufmerksamkeit.

In einer PET-Studie an 15 hirngesunden Probanden konnten wir ein großes rechtshemisphärisches frontoparietales Netzwerk zur Kontrolle und Aufrechterhaltung eines optimalen Alertnessniveaus demonstrieren [18]. Die von uns gefundenen rechtsparietalen kortikalen Aktivierungen fallen in eine parietale Region, die als besonders kritisch für Hemineglect angesehen wird [19]. Ähnliche rechtshemisphärische Aktivierungsmuster fanden sich auch bei einer auditiven Alertness-Aufgabe [20].

In einer weiteren Studie konnten wir weitgehend überlappende rechtshemisphärische frontale und parietale funktionelle Netzwerke für intrinsische (d. h. nicht durch einen Warnreiz extern provozierte) Alertness und die räumliche Aufmerksamkeitsausrichtung aufzeigen [21, 22].

Dies stützt die von Fernandez-Duque und Posner [23] aufgestellte Hypothese einer engen Kooperation zwischen Aufmerksamkeitsaktivierung und -orientierung, d. h. zwischen anteriorem und posteriorem Aufmerksamkeitssystem. Eine zentrale Rolle der rechtshemisphärischen Verbindung zwischen anteriorem „Vigilanz“- und posteriorem „Orienting“-System (Fasciculus occipitofrontalis) für die Erklärung des Halbseitenneglekts konnte durch Reizung dieser Verbindung bei zwei Patienten während eines neurochirurgischen Eingriffs nachgewiesen werden: Es kam zu einer deutlichen Verschiebung nach rechts bei einer Linienhalbierungsaufgabe [24].

Raumbezogene Therapieansätze bei Halbseitenneglekt

Die meisten klinischen Therapiemethoden zur Beeinflussung des Halbseitenneglekts zielen auf eine Verbesserung des Explorationsverhaltens der Patienten ab.

Folgende Therapieansätze führten zu einer Symptomverbesserung, die zeitlich jedoch nicht überdauernd war:

- Transkutane elektroneurale Stimulation der linken Nackenmuskeln [25].
- Vestibuläre Stimulation (ca. 15-minütige Verbesserung der Neglektsymptome und des Störungsbewusstseins durch Kaltwasserstimulation des zur Läsion kontralateralen horizontalen Ohrkanals [7, 26, 27]).
- Visuomotorische Prismenadaptation (15-minütiges Aufsetzen einer Prismenbrille, die eine räumliche Sehabweichung um 10–15° zur ipsiläsionalen Seite provoziert); nach Absetzen der Brille infolge des Readaptationseffekts für bis zu 72 Stunden signifikante Symptomverbesserung [28, 29]. Wiederholte Anwendung kann nach Aussage der Autoren auch zu überdauernden Effekten führen.
- Visuelles Explorationstraining (Training zur Verbesserung der Suchstrategien, meist mit Papier- und Bleistiftverfahren oder Leinwandprojektion). Eingeschränkter Transfer auf Alltagsleistungen, zahlreiche Trainingssitzungen notwendig [30, 31].

Therapieansätze mit längerfristiger Wirksamkeit:

- Optokinetische Stimulationstherapie (OKS-Training: Ein kohärenter visueller Hintergrund bewegt sich zur vernachlässigten Seite, um die Aufmerksamkeit dorthin zu verschieben). Deutliche Effekte auf visuellen und motorischen Neglekt und auf Extinktion [32–35]. In einer Einzelfallstudie konnte ein längerfristiger Effekt wiederholten Trainings bei einem Patienten mit Neglekt-Dyslexie nachgewiesen werden [36].

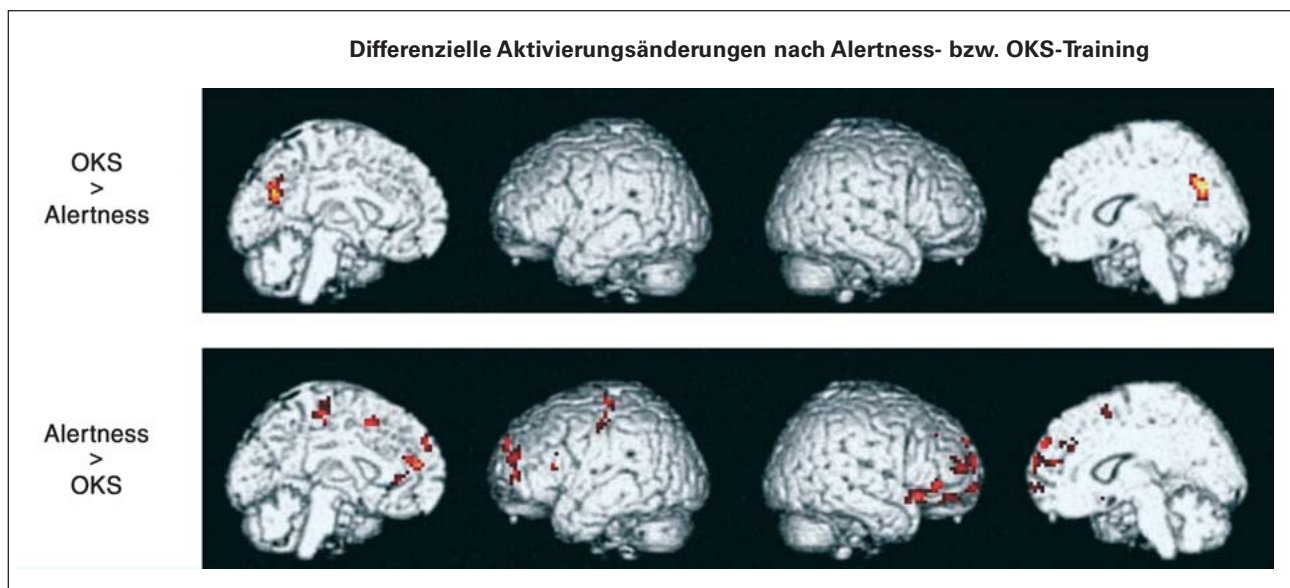


Abbildung 1: Vergleich der Reaktivierungsmuster nach Alertnesstraining (oben) oder optokinetischer Stimulation (OKS-Training, unten). Mod. nach [22].

In einer eigenen Therapiestudie [37] wurden 7 Neglektpatienten 14 Tage lang täglich eine Stunde lang mit dem OKS-Training behandelt. Sie zeigten signifikant mehr Leistungsverbesserungen nach der Therapie als nach einer 3-wöchigen Baselinephase, die auch noch in Langzeitmessungen 4 Wochen nach Ende der Therapie nachgewiesen werden konnten. fMRT-Aktivierungsuntersuchungen mit einer Aufgabe zur räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung ließen erkennen, dass eine Abnahme der Neglekt-symptome mit einer bilateralen Wiederherstellung von Teilen des posterioren Netzwerks zur Ausrichtung der Aufmerksamkeit verbunden war (Abb. 1).

- Nackenmuskelvibration (Manipulation des egozentrischen multimodalen Referenzsystems zur räumlich-motorischen Transformation durch ein Signal, welches die Kopf-Rumpf-Orientierung beeinflusst: Der zur Läsion kontralaterale Nackenmuskel wird durch Vibration stimuliert [38]). In Kombination mit visuellem Explorationstraining über zwei Monate hinweg überdauernder Therapieeffekt mit Transfer von visueller zu taktiler Modalität [39].
- Limb-Activation-Therapie (Aktivierung von Aufmerksamkeitsystemen durch Bewegung des kontraläsionalen Arms im kontraläsionalen Raum). Nachgewiesener Transfer auf Alltagsleistungen [40, 41]. In Kombination mit visuellem Explorationstraining wirksamer und längerfristiger Effekt als bei Limb-Achration-Training allein [42].

■ Aufmerksamkeitsbezogene (Alertness, Sustained attention) Therapieansätze

Robertson [20] vertritt die Hypothese, dass neben Störungen der visuell-räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung auch zusätzliche Defizite bei der Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeitsintensität der Persistenz unilateraler Neglektsymptome nach rechtsseitigen Läsionen zugrunde liegen (s. o.). Aus dieser Theorie entstand die Hypothese, dass Sustained attention- oder Alertnesstraining bei Neglektpatienten zu einer Verbesserung der räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung führen kann. In einer ersten Therapiestudie, die auf den beschriebenen Zusammenhängen aufbaut, trainierten Robertson et al. [43] Patienten mit chronischem Neglekt mittels eines Selbstinstruktionstrainings. Die Patienten sollten durch die Selbstinstruktion „Be alert!“ ihre phasische Alertness anregen. Das Konzept der „Alertness“ schließt einerseits den Zustand der allgemeinen Wachheit (tonische Alertness), der z. B. im Tagesablauf eine charakteristische Variabilität zeigt,

und andererseits die Fähigkeit, das allgemeine Aufmerksamkeitsniveau nach einem Warnreiz kurzfristig zu steigern (phasische Alertness) ein. In ihrer Rehabilitationsstudie versuchten die Autoren also, dieses intakte phasische Alertnesssystem zu nutzen und durch die Selbstinstruktion zu aktivieren. Die Autoren bezeichnen diese Vorgehensweise allerdings als „Sustained attention“-Training.

Alle untersuchten Patienten zeigten signifikante Verbesserungen sowohl bei Daueraufmerksamkeits- als auch bei Neglektaufgaben. Die nachweisbaren Verbesserungen unterstützen die Hypothese, dass Neglektsymptome positiv über eine gesteigerte Aufmerksamkeitsaktivierung beeinflusst werden können. Die Verbesserungen waren bis zu 2 Wochen stabil.

Wir entwickelten 1993 ein computergestütztes Training (AIXTENT) verschiedener Aufmerksamkeitsfunktionen [44], dessen spezifische Wirksamkeit auf Störungen der intrinsischen (selbstgesteuerten) Alertness, Vigilanz, selektiven und geteilten Aufmerksamkeit in verschiedenen Studien nachgewiesen wurde [45–47]. Beim AIXTENT-Alertnesstraining soll ein Rennwagen oder ein Motorrad bei möglichst hoher Durchschnittsgeschwindigkeit dennoch sicher und rechtzeitig vor plötzlich auftauchenden Hindernissen gestoppt werden. Die Auswirkung dieses Alertnesstrainings auf linksseitigen Neglekt wurde von uns zunächst in einer Einzelfall-Pilotstudie an einer Patientin mit vaskulär bedingten Läsionen im rechten Nucleus lentiformis, in der rechten inneren Kapsel und im rechten parietalen und temporalen Operculum sowie jahrelang stabilem Neglekt untersucht [48]. Eine 14-tägige Therapie mit dem Alertnesstraining ergab signifikante Verbesserungen in allen durchgeführten Neglekttests. fMRI-Aktivierungsuntersuchungen mit einer Aufgabe zur räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung zeigten, dass eine Abnahme der Neglektsymptome mit einer Wiederherstellung von Teilen der rechtshemisphärischen Aufmerksamkeitsnetzwerke verbunden war.

Eine Therapiestudie mit sieben weiteren Neglektpatienten mit dem beschriebenen Alertnesstraining zeigte signifikant mehr Leistungsverbesserungen nach der Therapie als nach einer 3-wöchigen Baselinephase [49] sowie Aktivierungsveränderungen mit signifikanten bilateralen Aktivierungszunahmen im mittleren und medialen Gyrus frontalis, im anterioren Gyrus cinguli, im Precuneus sowie im rechten Gyrus angularis (Abb. 2).

**Gruppendaten (n = 7), Aktivierungssteigerung unmittelbar nach dem Training
(korrespondierend mit einer signifikanten Leistungssteigerung im Vergleich zu Baseline)**

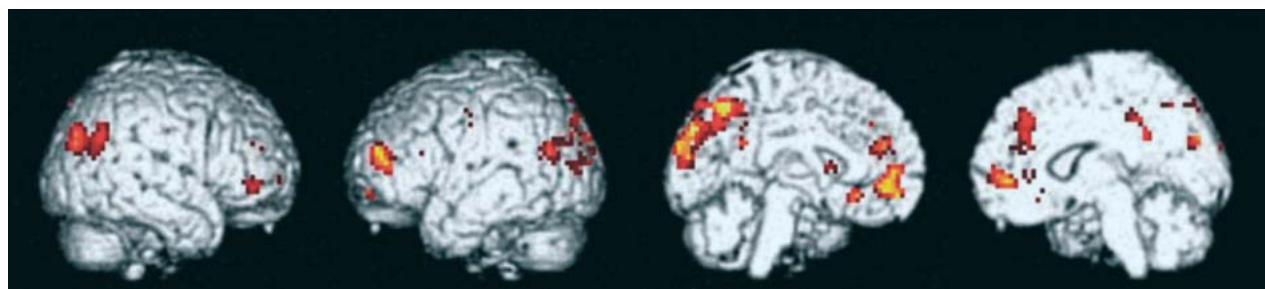


Abbildung 2: Aktivierungszunahme in frontalen und parietalen Arealen unmittelbar nach Abschluss des Alertnesstrainings. Mod. nach [49].

Die behavioralen und funktionellen Veränderungen waren aber in der Gruppenauswertung zeitlich nicht stabil. Die Leistungsveränderungen in den Neglekttests lagen vier Wochen nach Beendigung der Therapie nur noch gering über dem Baseline-Niveau (30 % erhaltene Verbesserung) und es zeigten sich im Vergleich zur Untersuchung unmittelbar nach der Therapie Deaktivierungen in den gleichen Arealen, in denen es vorher zu einer Aktivierungszunahme gekommen war (Abb. 3 oben).

Allerdings gab es deutliche interindividuelle Unterschiede und in Einzelfällen kam es auch zu einem überdauernden Therapieerfolg. Bilaterale hochfrontale und anterior-zinguläre sowie linksseitige parietale Aktivierungen korrespondieren mit diesem – wenn auch nur begrenzten – Langzeiteffekt der Alertnesstherapie (Abb. 3 unten). Sie repräsentieren wahrscheinlich überdauernde Reorganisationen im System zur „Top-down“-Kontrolle der Aufmerksamkeitsaktivierung.

Ein Vergleich mit den Aktivierungen aus der OKS-Studie ergab einen stärkeren frontalen Zuwachs an Aktivierung nach Alertnesstraining sowie einen stärkeren hochparietalen Zuwachs an Aktivierung nach OKS-Training (Abb. 1) passend zu der Posner'schen Theorie des anterioren Intensitätsnetzwerks und des posterioren Netzwerks zur Ausrichtung der Aufmerksamkeit [37].

Zusammenfassend wird deutlich, dass sowohl raum- als auch aufmerksamkeitsbezogene Therapieansätze als einzelne Verfahren zwar in vergleichbarer Weise zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Verbesserung der Neglektssymptome führen, dass dieser Effekt aber meist nicht zeitlich überdauernd ist. Aus Ergebnissen zur funktionellen Reorganisation nach raum- bzw. aufmerksamkeitsbezogener Neglekttherapie lässt sich die Hypothese ableiten, dass beide Therapieansätze

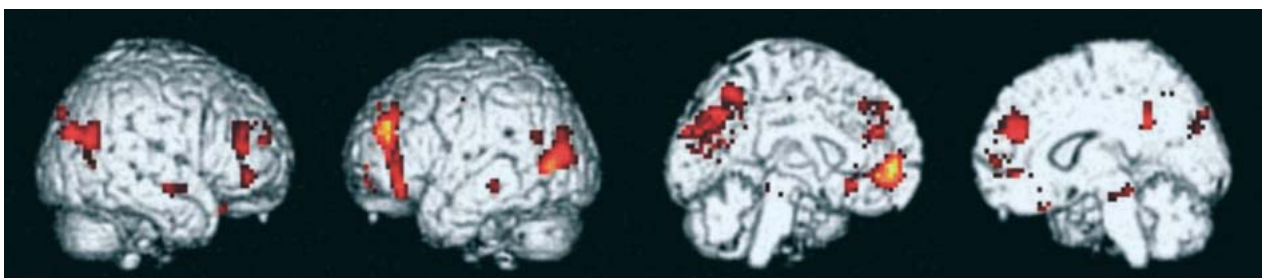
auf unterschiedliche Teile von Aufmerksamkeits- und Orientierungsnetzwerken einwirken und somit eine Kombination beider Therapieformen zu einem sich ergänzenden und verstärkenden Effekt führen könnte. Permanente Leistungsverbesserungen, die auch auf die Alltagsebene generalisieren, scheinen tatsächlich in erster Linie durch Kombination mehrerer Therapieverfahren erzielt werden zu können. Bei der Kombination von zwei raumbezogenen Verfahren hat sich eine gemeinsame Durchführung eines visuellen Explorationstrainings z. B. mit Nackenmuskelvibration [39] oder Limb activation-Training [42] besonders bewährt. Ein ähnlich überdauernder Effekt ist mit Limb activation- plus Sustained attention-Training zu erzielen. Die Effizienz der Kombination von Alertness- und OKS-Training wird zur Zeit in einer weiteren Studie von uns untersucht.

■ Relevanz für die Praxis

Während einzelne spezifische Therapieansätze bei Halbseitenneglekt meist nicht zu zeitlich überdauernden Effekten führen, scheinen Therapiekombinationen dauerhaft effizienter zu sein. Dies liegt darin begründet – wie auch die vorliegenden Untersuchungen zeigen – dass unterschiedliche Therapieansätze zur Reorganisation unterschiedlicher Teile des an der räumlichen Aufmerksamkeitsausrichtung beteiligten zerebralen Netzwerks führen. Eine kombinierte Therapie spricht daher größere Teile dieses Netzwerks an. Wichtig ist eine ausreichende Frequenz und Intensität der Therapie. Die meisten Studien konnten erst nach mindestens 14 einstündigen Therapiesitzungen überdauernde Effekte nachweisen.

Gefördert durch die deutsche Forschungsgemeinschaft (KFO 112 TP4; STU 263/ 3-1).

Vier Wochen nach Trainingsende: Deaktivierung zerebraler Regionen im Vergleich zum Zustand unmittelbar nach dem Training (entsprechend einer 70%igen Verschlechterung in den Verhaltensdaten)



Regionen, die auch 4 Wochen nach der Therapie noch stärkere Aktivierung als vor der Therapie zeigen

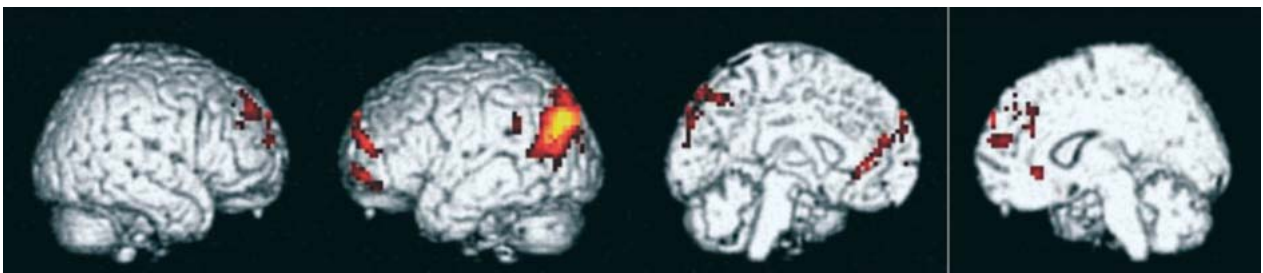


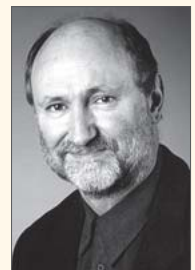
Abbildung 3: Oben: Aktivierungsabnahme vier Wochen nach Beendigung des Alertnesstrainings im Vergleich zum Reaktivierungszustand unmittelbar nach dem Training (Abb. 1); unten: Verbleibende Langzeit-Reorganisation nach Alertnesstraining. Mod. nach [49].

Literatur:

1. Robertson IH, Marshall JC. Unilateral neglect: clinical and experimental findings. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 1993.
2. Fink GR, Driver J, Rorden C, Baldeweg T, Dolan RJ. Neural consequences of competing stimuli in both visual hemifields: a physiological basis for visual extinction. *Ann Neurol* 2000; 47: 440–6.
3. Kinsbourne M. Orientational bias model of unilateral neglect: evidence from attentional gradients within hemispace. In: Robertson IH, Marshall JC (eds). *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Findings*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 1993; 63–86.
4. Bisiach E, Luzzatti C. Unilateral neglect of representational space. *Cortex* 1978; 14: 129–33.
5. De Renzi E. Disorders of space exploration and cognition. Wiley, New York, 1982.
6. Karnath HO. Disturbed coordinate transformation in the neural representation of space as the crucial mechanism leading to neglect. *Neuropsychol Rehab* 1994; 4: 147–50.
7. Posner MI, Walker JA, Friedrich FJ, Rafal R. Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *J Neurosci* 1984; 4: 1863–74.
8. Heilman KM, van den Abell T. Right hemisphere dominance for attention: The mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect). *Neurology* 1980; 30: 327–30.
9. Mesulam MM. Spatial attention and neglect: parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 1999; 354: 1325–46.
10. Bartolomeo P, Thiebaut de Schotten M, Doricchi F. Left unilateral neglect as a disconnection syndrome. *Cereb Cortex* 2007; 17: 2479–90.
11. Paolucci S, Antonucci G, Guariglia C, Magnotti L, Pizzamiglio L, Zoccolotti P. Facilitatory effect of neglect rehabilitation on the recovery of left hemiplegic stroke patients – a crossover study. *J Neurol* 1996; 243: 308–14.
12. Rode G, Tiliket C, Bission D. Predominance of postural imbalance in left hemiparetic patients. *Scand J Rehab Med* 1997; 29: 11–6.
13. Katz N, Hartman-Maeir A, Ring H, Soroker N. Functional disability and rehabilitation outcome in right hemisphere damaged patients with and without unilateral spatial neglect. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80: 379–84.
14. Hjaltason H, Tegner R, Tham K, Levander M, Ericson K. Sustained attention and awareness of disability in chronic neglect. *Neuropsychologia* 1996; 34: 1229–33.
15. Robertson IH. The relationship between lateralised and non-lateralised attentional deficits in unilateral neglect. In: Robertson IH, Marshall JC (eds). *Unilateral Neglect: Clinical and Experimental Findings*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, 1993; 257–75.
16. Robertson IH, Manly T, Beschin N, Daini R, Haeske-Dewick H, Homberg V, Jehkonen M, Pizzamiglio G, Shiel A, Weber E. Auditory sustained attention is a marker of unilateral spatial neglect. *Neuropsychologia* 1997; 35: 1527–32.
17. Samuelson H, Hjelmquist E, Jensen C, Ekholm S, Blomstrand C. Nonlateralized attentional deficits: an important component behind persisting visuospatial neglect? *J Clin Exp Neuropsychol* 1988; 20: 73–88.
18. Sturm W, de Simone A, Krause BJ, Specht K, Hesselmann V, Radermacher I, Herzog H, Tellmann L, Müller-Gärtner HW, Willmes K. Functional anatomy of intrinsic alertness: evidence for a fronto-parietal-thalamic-brainstem network in the right hemisphere. *Neuropsychologia* 1999; 37: 797–805.
19. Vallar G, Perani D. The anatomy of unilateral neglect after right-hemisphere stroke lesions. A clinical/CT-scan correlation study in man. *Neuropsychologia* 1986; 24: 609–22.
20. Robertson IH. Do we need the "lateral" in unilateral neglect? Spatially nonselective attention deficits in unilateral neglect and their implications for rehabilitation. *NeuroImage* 2001; 14: 85–90.
21. Sturm W, Longoni F, Fimm B, Dietrich T, Weis S, Kemna S, Herzog H, Willmes K. Network for auditory intrinsic alertness: a PET study. *Neuropsychologia* 2004; 42: 563–8.
22. Sturm W, Schmenk B, Fimm B, Specht K, Weis S, Thron A, Willmes K. Spatial attention: more than intrinsic alerting? *Exp Brain Res* 2006; 171: 16–25.
23. Fernandez-Duque D, Posner MI. Relating the mechanisms of orienting and alerting. *Neuropsychologia* 1997; 35: 477–86.
24. Thiebaut de Schotten M, Urbanski M, Duffau H, Volle E, Levy R, Dubois B, Bartolomeo P. Direct evidence for a parietal-frontal pathway subserving spatial awareness in humans. *Science* 2005; 309: 2226–8.
25. Pizzamiglio L, Vallar G, Magnotti L. Transcutaneous electrical-stimulation of the neck muscles and hemineglect rehabilitation. *Rest Neurol Neurosci* 1996; 10: 197–203.
26. Karnath HO. Subjective body orientation in neglect and the interactive contribution of neck muscle proprioceptive and vestibular stimulation. *Brain* 1994; 117: 1001–12.
27. Rubens AB. Caloric stimulation and unilateral visual neglect. *Neurology* 1985; 35: 1019–24.
28. Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Ladavas E. Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. *Brain* 2002; 125: 608–23.
29. Rossetti Y, Rode G, Pisella L, Farné A, Boisson D, Perenin MT. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature* 1998; 98: 166–9.
30. Antonucci G, Guariglia C, Judica A, Magnotti L, Paolucci S, Pizzamiglio L, Zoccolotti P. Effectiveness of neglect rehabilitation in a randomized group study. *J Clin Exp Neuropsychol* 1995; 17: 383–9.
31. Kerkhoff G. Rehabilitation of visuospatial cognition and visual exploration in neglect: A cross-over study. *Restor Neurol Neurosci* 1998; 12: 27–40.
32. Kerkhoff G. Multiple perceptual distortions and their modulation in patients with left visual neglect. *Neuropsychologia* 2000; 38: 73–86.
33. Kerkhoff G, Schindler I, Keller I, Marquardt C. Visual background motion reduces size distortion in spatial neglect. *Neuroreport* 1999; 10: 319–23.
34. Mattingley JB, Bradshaw JA, Bradshaw NC. Recovery from directional hypokinesia and bradykinesia in unilateral neglect. *J Clin Exp Neuropsychol* 1994; 16: 861–76.
35. Nico D. Effectiveness of sensory stimulation on tactile extinction. *Exp Brain Res* 1999; 127: 75–82.
36. Kerkhoff G. Neglect und assoziierte Störungen. Hogrefe, Göttingen, 2004.
37. Sturm W, Thimm M, Küst J, Karbe H, Fink GR. Alertness training in neglect – behavioral and imaging results. *Restor Neurol Neurosci* 2006; 24: 371–84.
38. Karnath HO, Christ K, Hartje W. Decrease of contralateral neglect by neck muscle vibration and spatial orientation of trunk midline. *Brain* 1993; 116: 383–96.
39. Schindler I, Kerkhoff G, Karnath HO, Keller I, Goldenberg G. Neck muscle vibration induces long lasting recovery in spatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 2002; 73: 412–9.
40. Robertson IH. Cognitive rehabilitation: attention and neglect. *Trends Cogn Sci* 1999; 3: 385–93.
41. Robertson IH, North N. Spatio-motor cueing in unilateral neglect: the role of hemispace, hand and motor activation. *Neuropsychologia* 1992; 30: 553–63.
42. Brunila T, Lincoln NB, Lindell A, Tenovuo O, Hämäläinen H. Experiences of combined visual training and arm activation in the rehabilitation of unilateral visual neglect: A clinical study. *Neuropsychol Rehab* 2002; 12: 27–40.
43. Robertson IH, Tegnér R, Tham K, Lo A, Nimmo-Smith I. Sustained attention training for unilateral neglect: theoretical and rehabilitation implications. *J Clin Exp Neuropsychol* 1995; 17: 416–30.
44. Sturm W, Hartje W, Orgass B, Willmes K. Computer-assisted rehabilitation of attention impairments. In: Stachowiak FJ (ed). *Developments in the Assessment and Rehabilitation of Brain-Damaged Patients*. G. Narr, Tübingen, 1993; 17–20.
45. Plohm AM, Kappos L, Ammann W, Thordai A, Wittwer A, Huber S, Bellaiche Y, Lechner-Scott J. Computer assisted retraining of attentional impairments in patients with multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatr* 1998; 64: 455–62.
46. Sturm W, Fimm B, Cantagallo A, Creml N, North P, Passadori A, Pizzamiglio L, Rousseaux M, Zimmermann P, Deloche G, Leclercq M. Specific computerised attention training in stroke and traumatic brain-injured patients. A European multicenter efficacy study. *Z Neuropsychol* 2003; 14: 283–92.
47. Sturm W, Willmes K, Orgass B, Hartje W. Do specific attention deficits need specific training? *Neuropsychol Rehab* 1997; 8: 81–103.
48. Sturm W, Willmes K. On the functional neuroanatomy of intrinsic and phasic alertness. *NeuroImage* 2001; 14: 76–84.
49. Thimm M, Fink GR, Küst J, Karbe H, Sturm W. Impact of alertness training on spatial neglect: a behavioural and fMRI study. *Neuropsychologia* 2006; 44: 1230–46.

Prof. Dr. rer. nat. Walter Sturm

Geboren 1948. 1969–1974 Studium der Psychologie an der RWTH Aachen. Seit 1974 im Neuropsychologischen Labor der Abteilung Neurologie der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen. 1983 Promotion zum Dr. rer. nat. an der Universität Trier. 1995 Habilitation zu „Neuropsychologische Diagnose materialspezifischer Lernstörungen. Entwicklung, Standardisierung und Validierung eines nonverbalen (NVLT) und eines verbalen Lerntests (VLT)“ und Leiter der Abteilung Klinische Neuropsychologie, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum der RWTH Aachen. 2000 Ernennung zum apl. Professor.



Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)