UNIVERSITÉ DE GENÈVE

Archive ouverte UNIGE
https://archive-ouverte.unige.ch

Article scientifique | Article | 2023

Published version | Open Access

This is the published version of the publication, made available in accordance with the publisher's policy.

Kurzfassung der S2k-Leitlinie „Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition“ (AWMF-030/126)

Karnath, Hans-Otto; Schenk, Thomas

Collaborators: Guggisberg, Adrian

How to cite

KARNATH, Hans-Otto, SCHENK, Thomas. Kurzfassung der S2k-Leitlinie „Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition“ (AWMF-030/126). In: Zeitschrift für Neuropsychologie, 2023, vol. 34, n° 3, p. 119–128. doi: 10.1024/1016-264X/a000377

This publication URL: https://archive-ouverte.unige.ch/unige:182083

Publication DOI: 10.1024/1016-264X/a000377

© The author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution (CC BY 4.0)
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

Originalarbeit

Kurzfassung der S2k-Leitlinie „Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition“ (AWMF-030/126)

Federführende Autoren: Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Tübingen, Deutschland und Prof. Dr. Thomas Schenk, München, Deutschland

Unter Mitwirkung des Redaktionskomitees:
Prof. Dr. Thomas Benke (ÖGN), Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Innsbruck, Innsbruck, Österreich
Sabine Brinkmann (DVE), Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Osnabrück, Deutschland
Doris Brötz (ZVK), Tübingen, Deutschland
Anna Engel, Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe, Gütersloh, Deutschland
Prof. Dr. Adrian Guggisberg (SNG), Neurologische Universitätsklinik, Universitäre Neurorehabilitation, Universitätsspital Inselspital, Bern, Schweiz
Prof. Dr. Helmut Hildebrandt (DGNR), Klinikum Bremen-Ost, Zentrum für Neurologie, Bremen, und Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Oldenburg, Deutschland
Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath (DGN, GNP), Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Tübingen, Deutschland
Prof. Dr. Georg Kerkhoff (GNP), Universität des Saarlandes, Fachrichtung Psychologie, Klinische Neuropsychologie, Saarbrücken, Deutschland
Dr. Anuschka Rodenberg (BamR), Neurologisches interdisziplinäres Behandlungszentrum Köln, Köln, Deutschland
Prof. Dr. Thomas Schenk (DGPs), Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland
PD Dr. Florian Schöberl (DGN), Neurologische Klinik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Deutschland
Prof. Dr. Claus-W. Wallesch (BDN, DGN), BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach, Deutschland

Die Langfassung der Leitlinie ist online erschienen unter:
https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-126
oder
https://dgn.org/leitlinie/rehabilitation-bei-storungen-der-raumkognition

Zusammenfassung: In der neu überarbeiteten Leitlinie wurde das bewährte Explorationstraining bei der *Behandlung des Neglects* durch Vorschläge zum therapeutischen Vorgehen für verschiedene Schweregrade des Neglects und eine damit einhergehende zeitliche Reduktion ergänzt. Darüber hinaus erfährt es derzeit interessante Erweiterungen durch den Einsatz von „Augmented Reality“- und von „Virtual Reality“-Verfahren. Weiterhin empfohlen zur Behandlung des Neglects wird das Training mittels langsamer Folgebewegungen zur kontralateralen Seite und mittels Nackenmuskelvibration. Unter den nichtinvasiven transkraniellen Hirnstimulationsverfahren hat sich das kontinuierliche Theta-Burst Stimulation (cTBS) -Protokoll in Bezug auf die Neglectsymptomatik als wirksam erwiesen, wenn es mit mindestens einem weiteren Trainingsverfahren (z.B. Explorationstraining) kombiniert wurde. Zur *Behandlung des Pusher-Syndroms* wurden Visuelles-Feedback-Training und robotergestütztes Laufbandtraining von unterschiedlichen Gruppen erfolgreich eingesetzt. Die Situation ist problematischer bei jenen Verfahren, die zur *Behandlung der weiteren in der Leitlinie besprochenen Störungen der Raumkognition* (Bálint-Syndrom, Simultanagnosie, optische Ataxie, Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuokonstruktive Störungen, topografische Störungen) eingesetzt werden. Hier dominieren Einzelfall- bzw. Kleingruppenstudien. Die Auswertung einzelner methodisch hochwertiger und gut dokumentierter Therapiestudien bietet derzeit die einzige Grundlage zur Ableitung von Empfehlungen für die Behandlung dieser Gruppe von Störungen der Raumkognition.

Schlüsselwörter: Neglect, Pusher-Syndrom, Lateropulsion, Bálint-Syndrom, Simultanagnosie, optische Ataxie, Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuokonstruktive Störungen, topografische Störungen

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

Abridged Version of the S2k Guideline "Diagnostics and Therapy of Spatial Neglect and Further Disorders of Spatial Cognition"

Abstract: In the newly revised guideline, the proven exploration training in treating spatial neglect has been supplemented by suggestions for the therapeutic procedure for different degrees of severity of spatial neglect, resulting in a respective reduction in time. Furthermore, the exploration training currently undergoes interesting enhancements by applying "augmented reality" and "virtual reality" procedures. Further recommendations for treating spatial neglect include training using slow smooth pursuit eye movements to the contralateral side and neck muscle vibration. Among the noninvasive transcranial brain stimulation procedures, continuous theta burst stimulation (cTBS) protocol has proved effective – if combined with at least one other neglect training procedure (e.g., exploration training). For treatment of the Pusher syndrome, different groups have successfully used visual feedback training and robot-assisted gait training. The situation is more problematic for procedures used for treating the other disorders of spatial cognition discussed in the guideline (Bálint syndrome, simultanagnosia, optic ataxia, disorders of visuospatial perception, visuoconstructive disorders, topographic disorders); single-case or small-group studies dominate here. The evaluation of individual, methodologically high-quality, and well-documented therapy studies currently provides the only basis for deriving recommendations for treating this latter group of disorders of spatial cognition.

Keywords: spatial neglect, Pusher syndrome, lateropulsion, Bálint syndrome, simultanagnosia, optic ataxia, visuo-spatial perception disorders, visuoconstructive disorders, topographical disorders

Einleitung

Unter Raumkognition werden die Fähigkeiten zur Orientierung, Exploration, Wahrnehmung und Handlung im Raum zusammengefasst. Raumkognition beinhaltet elementare Funktionen wie z. B. die visuelle und auditorische Lokalisation, Informationen über die eigene Körperposition bzw. den eigenen Standort im Raum, räumliches Wissen, räumliche Aufmerksamkeit, den Abgleich räumlicher Koordinaten aus verschiedenen Sinnessystemen sowie die Verwendung aktuell wahrgenommener oder gespeicherter räumlicher Informationen zu konstruktiven Zwecken (z. B. Zeichnen, Bauen). Der Artikel gibt einen Überblick über jene Verfahren, die in der Rehabilitation des Neglects, des Pusher-Syndroms, des Bálint-Syndroms, der Simultanagnosie, der optischen Ataxie, von Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, von visuokonstruktiven Störungen und von topografischen Störungen zur Anwendung kommen. Er basiert auf den derzeit aktuellen Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie (https://dgn.org/leitlinien). Die in der Langfassung der Leitlinie (https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/030-126) darüber hinaus diskutierten und empfohlenen Verfahren zur Diagnostik dieser Störungsbilder bleiben im Folgenden unberücksichtigt.

Neglect

Mehrere systematische Reviews und Metaanalysen kommen zu dem Ergebnis, dass die Evidenz für die Wirksamkeit von Neglecttherapie bis dato nur eingeschränkt zu beurteilen ist (Azouvi, Jacquin-Courtois & Luauté, 2017; Gammeri, Iacono, Ricci & Salatino, 2020; Longley et al., 2021; Umeonwuka, Roos & Ntsiea, 2022; siehe hierzu aber auch Hildebrandt, 2022). Insbesondere fehlen für alle Therapiemethoden randomisiert-kontrollierte Studien an großen Patientenkollektiven. Dennoch kann für einige der Therapieverfahren auf kleinere, aber methodisch hochwertige Studien zurückgegriffen werden. Auf diesen Daten basierend sehen die Autor_innen einen Einsatz der in den folgenden vier Abschnitten dargestellten Verfahren für die Behandlung des Neglects als geeignet an.

Aktives Explorieren und Orientieren zur kontralateralen Seite

Diese Behandlungsstrategie zielt darauf ab, mit den Patient_innen Übungen (z. B. Suchtraining auf großen Projektionsflächen) und Tätigkeiten (z. B. Lese- und Kopieraufgaben, Bildbeschreibungen) durchzuführen, die ein vermehrtes und aktives Hinwenden zur vernachlässigten kontraläsionalen Seite verlangen (Antonucci et al., 1995; Kerkhoff, 1998; Paolucci et al., 1996; Pizzamiglio et al., 1992; van Kessel, Geurts, Brouwer & Fasotti, 2013; van Wyk, Eksteen & Rheeder, 2014). Dabei werden visuelles und taktiles Explorieren verbessert und kompensatorische Suchstrategien eingeübt, die zu anhaltenden Verbesserungen der Neglectsymptomatik und des Verhaltens in wichtigen Alltagssituationen führen. Entsprechend zielen Strategien in der Physio- und Ergotherapie bei der Behandlung kontralateraler Paresen darauf ab, die Patient_innen wiederholt aufzufordern, sich ihrer gelähmten Seite zuzuwenden und diese zu bewegen. Mittlerweile wurde gezeigt, dass sich das Explorationstraining durch den Einsatz von Hinweisreizen, die für verschiedene Schweregrade des Neglects angepasst sind und die im Verlaufe der Therapie systematisch ausgeschlichen werden, effizienter gestalten lässt und vergleichbare Erfolge in kürzerer Zeit erreicht werden können (Turgut et al., 2018). Das Explorationstraining erfordert die aktive Mitarbeit der Patient_innen und ist – im Vergleich mit den weiteren empfohlenen Therapie-

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

ansätzen bei Neglect – eher für belastbare Patient_innen geeignet.

Erweiterung des Explorationstrainings durch Augmented-Reality- und Virtual-Reality-Anwendungen

Wiart et al. (1997) kombinierten schon früh und erfolgreich eine visuelle Explorationsaufgabe, die aktive Augen- und Kopfbewegungen zur kontralateralen Seite verlangte, mit der aktiven Rotation des Rumpfes in diese Richtung. Heutige digitale Medien ermöglichen eine attraktive Erweiterung dieses Behandlungsansatzes, z. B. mittels „Augmented Reality (AR)". AR beschreibt die computergenerierte Ergänzung der Realität durch virtuelle Elemente. Die visuelle, reale Welt wird über eine Videokamera eines elektronischen Geräts wie z. B. eines Tablets in Echtzeit um virtuelle Bilder und Figuren erweitert. Unter Verwendung dieser Technik können Patient_innen mit Neglect z. B. angehalten werden, in spielerischer Weise (z. B. auf der Suche nach virtuellen Bildern oder eines Vogels) zunehmend ihre vernachlässigte Raumseite zu explorieren (Bakker et al., 2020; Stammler, Flammer, Schuster, Lambert & Karnath, 2023). Da das (auf der kontraläsionalen Seite verborgene) Zielobjekt nur durch aktive Hinwendung des Tablets zur kontraläsionalen Seite „gesehen" und damit aufgefunden werden kann, sind die Patient_innen angehalten, aktive Kopf- und Rumpfdrehungen zur kontralateralen Seite durchzuführen (Stammler et al., 2023). Diese können vom Therapeuten oder der Therapeutin während der Behandlung zunehmend ausgedehnter gestaltet werden.

Eine weitere interessante Erweiterung erfährt das Prinzip des aktiven Explorationstrainings auch durch den Einsatz Virtueller Realität (VR). *Immersive* VR-Anwendungen, bei denen die Patient_innen mittels VR-Brille selbst Teil einer sie umgebenden virtuellen 3D-Umgebung werden, wurden von mehreren Gruppen entwickelt, aber bislang zu Zwecken der Behandlung noch nicht (Knobel et al., 2021) oder nur an Einzelfällen erfolgreich erprobt (Numao, Amimoto & Shimadac, 2021; Yasuda, Muroi, Hirano, Saichi & Iwata, 2018). Eine erste randomisierte, kontrollierte Studie, die ein VR-basiertes, digitales Übungsprogramm mit Neglectpatient_innen durchführte, beobachtete geringfügige Verbesserungen in einer Linienhalbierungsaufgabe (Choi, Shin & Bang, 2021); die Nachhaltigkeit der Effekte wurde bislang nicht geprüft. *Nichtimmersive* VR-Verfahren, bei denen auf einem Monitor eine virtuelle Umgebung dargestellt wird, mit der der oder die Patient_in interagiert ohne in diese selbst einzutauchen, wurden dagegen bereits mehrfach erfolgreich in Gruppenstudien zu therapeutischen Zwecken eingesetzt (Fordell, Bodin, Eklund & Malm, 2016; Kim, Chun, Yun, Song & Young, 2011; Navarro, Llorens, Noe, Ferri & Alcaniz, 2013).

Langsame Folgebewegungen zur kontralateralen Seite

Eine vermehrte Hinwendung zur kontraläsionalen Seite wird auch durch Darbietung großflächiger visueller Muster (meist Zufallspunktewolken) erzielt, die sich langsam (5–10°/s) zur vernachlässigten Seite bewegen (im Englischen „smooth pursuit eye movement therapy", kurz: SPT). Mehrere Studien (Facchin, Figliano & Daini, 2021; Kerkhoff, Keller, Ritter & Marquardt, 2006; Kerkhoff et al., 2012; Kerkhoff et al., 2013; Schröder, Wist & Hömberg, 2008; Thimm et al., 2009; Übersicht in Hill, Coats, Halstead & Burke, 2015) berichteten, dass die regelmäßige Anwendung solcher visueller Stimulation mit aktiven Augenfolgebewegungen der Neglectpatient_innen über eine, 3 bzw. 4 Wochen allein oder in Kombination mit einem Explorationstraining zu einer signifikanten multimodalen Leistungsverbesserung führt, die Wochen bzw. 2 Monate anhielt und über den erzielten Effekten eines isolierten visuellen Explorationstrainings lag. Diese Therapie führte auch zu signifikanten Verbesserungen in Alltagsleistungen (Blickorientierung, Gegenstände finden) und reduzierte die Anosognosie (Kerkhoff & Utz, 2014). Unklar ist derzeit noch die Rolle von Instruktionen. Es scheint, dass Verfahren, bei denen die bewusste Durchführung von Augenfolgebewegungen instruiert wird (z. B. Kerkhoff & Utz, 2014), erfolgreicher sind als Trainingsverfahren, bei denen diese Instruktion ausbleibt (z. B. Machner, Könemund, Sprenger, von der Gablentz & Helmchen, 2014; Pizzamiglio et al., 2004). Eine interessante Erweiterung dieses Behandlungsprinzips könnte in der Einbeziehung einer weiteren Modalität bestehen, bei der auditive Information (z. B. Musik, Hörbücher) dargeboten wird, die sich akustisch langsam in die vernachlässigte Richtung bewegt (Kaufmann et al., 2022; Schenke et al., 2021).

Nackenmuskelvibration

Dass die regelmäßige, systematische Therapie mittels Nackenmuskelvibration zu einer langfristigen, d. h. über die Dauer der Stimulation hinaus anhaltenden Reduktion der Neglectsymptomatik führt, welche sich auch positiv auf die Alltagsaktivitäten auswirkte, wurde in einer kontrollierten Crossover-Studie (Schindler, Kerkhoff, Karnath, Keller & Goldenberg, 2002) sowie in kleinen Fallserien ohne Kontrollgruppe – dafür aber mit Multiple-Baseline-Design zur Abgrenzung gegenüber dem Spontanverlauf (Johannsen, Ackermann & Karnath, 2003; Kamada, Shimodozono, Hamada & Kawahira, 2011) – nachgewiesen. Ebenso wurde berichtet, dass die Applikation von Nackenmuskelvibration vor der Durchführung eines konventionellen Ergotherapietrainings – im Vergleich zu Er-

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

gotherapie allein – die Vernachlässigung der Patient_innen reduzierte, was auch 2 Wochen nach der Behandlung noch nachweisbar war (Kamada et al., 2011). Erfolgreich erprobt wurde auch die Kombination von Nackenmuskelvibration und willkürlichen Armbewegungen (Ceyte et al., 2019). In der bereits oben erwähnten Fallserie konnte zudem gezeigt werden, dass neben den Kombinationstherapien auch durch die alleinige Anwendung der Nackenmuskelvibration ohne weitere begleitende Übungen die kontralaterale Vernachlässigung anhaltend verbessert werden kann (Johannsen et al., 2003). Ein großer Vorteil der Anwendung der Nackenmuskelvibration ist, dass sie nicht auf die Kooperationsfähigkeit der Patient_innen angewiesen ist. Dadurch lässt sich diese Behandlungsmethode auch bereits in frühen Phasen der Erkrankung (Stroke Unit, Frührehabilitation) anwenden.

Nichtinvasive transkranielle Hirnstimulationsverfahren

In der Gruppe der nichtinvasiven Hirnstimulationsverfahren hat sich das cTBS-Protokoll in Kombination mit zumindest einem weiteren Trainingsverfahren (z. B. aktives Explorationstraining, s. o.) in Bezug auf die Neglectsymptomatik als besonders wirksame Methode der Transkraniellen Magnetstimulation (TMS) erwiesen. Dem cTBS-Protokoll wird eine hemmende Wirkung zugesprochen. Konkret wird angenommen, dass das stimulierte Hirngewebe in seiner Aktivität unterdrückt wird und dieser Effekt auch nach Ende der Stimulation für Minuten bis Tage anhält (Lefaucheur et al., 2014). In einer neueren Metaanalyse wurde ein direkter Vergleich zwischen tDCS (transkranieller Gleichstromapplikation), rTMS (hier ist die low frequency, repetitive TMS gemeint) und cTBS durchgeführt (Li & Huang, 2022). Das cTBS-Protokoll war der rTMS und der tDCS in der Verbesserung der Leistungen in einem Linienhalbierungstest überlegen. Positive Effekte von cTBS fanden sich nicht nur beim Linienhalbierungstests, sondern auch im Gesamtscore von Neglecttestbatterien (Koch et al., 2012), bei Durchstreichaufgaben (Fu et al., 2015), Suchaufgaben und ADL-Leistungen (*activities of daily living*; Cazzoli et al., 2012). Diese Effekte hielten für mindestens 2 Wochen an. Eine weitere Übersichtsarbeit hat ebenfalls aufgrund der aktuellen Evidenz eine Anwendung von cTBS in Kombination mit kognitiver, ergotherapeutischer und physiotherapeutischer Rehabilitation empfohlen (Houben, Chettouf, Van Der Werf & Stins, 2021). Sieben von acht Studien, die in dieser Überblicksarbeit berücksichtigt wurden, berichteten, dass die Kombination von cTBS plus einem weiteren Neglecttherapieverfahren einer Therapie ohne cTBS signifikant überlegen war. Unklar ist derzeit noch, ob cTBS auch ohne begleitende weitere Therapieverfahren sich in der Behandlung von Neglect als wirksam erweist. Auch die Langzeiteffekte sind derzeit noch nicht ausreichend untersucht. Zu beachten ist auch eine Reihe von Kontraindikationen. Bei Patient_innen mit Kraniektomie, Herzschrittmacher oder Verdacht auf Epilepsie sollten die Hirnstimulationsverfahren nicht eingesetzt werden (Smit et al., 2015).

In der Erprobung befindliche Maßnahmen

Galvanische vestibuläre Stimulation (GVS)

Erprobt in ihrer Wirkung auf die kontralaterale Vernachlässigung wird die elektrische Stimulation des vestibulären Systems mit je einer Elektrode über dem linken bzw. rechten Mastoid. Positive Effekte während der Anwendung von überwiegend links anodaler/rechts kathodaler (LA/RK) Stimulation wurden von mehreren Autor_innen berichtet; wie aber auch zwei Studien mit negativem Behandlungserfolg. Zur therapeutisch entscheidenden Frage, ob sich mit dieser Technik bei wiederholter Anwendung auch längerfristige Verbesserungen erzielen lassen, wurden bislang nur zwei Studien mit unterschiedlichen Ergebnissen berichtet (Volkening, Kerkhoff & Keller, 2016; Wilkinson et al., 2014).

Magnetische vestibuläre Stimulation (MVS)

Während die Magnetresonanztomografie (MRT) in klinischen Bereichen seit den 1980er-Jahren weit verbreitet ist, wurde erst kürzlich beobachtet, dass gesunde Personen, die den statischen Magnetfeldern von MRT-Scannern ausgesetzt sind, einen anhaltenden horizontalen vestibulären Nystagmus aufweisen, d. h. dass durch Liegen in einem MRT-Scanner eine Stimulation des Vestibularorgans erfolgt. Lindner, Wiesen und Karnath (2021) fanden heraus, dass das statische Magnetfeld des MRT-Scanners bei gesunden Personen nicht nur einen horizontalen vestibulären Nystagmus hervorruft, sondern darüber hinaus auch zu einer horizontalen Verzerrung der räumlichen Orientierung und Exploration führt, die der räumlichen Vernachlässigung von Patient_innen mit Neglect sehr ähnlich ist. Karnath, Rosenzopf, Smaczny und Lindner (2022) untersuchten daher, ob die Verhaltenseffekte der MVS genutzt werden können, um die räumliche Vernachlässigung bei Patient_innen mit Neglect zu reduzieren. Tatsächlich gelang dies, wenn der oder die Neglectpatient_in mit den Füßen voran – d. h. mit einem vom Kopf zu den Zehen orientierten Magnetfeldvektor – in den MRT-Scanner gelegt wurde (Karnath et al., 2022). Da die physiologische Wirkung der MVS nicht sistiert, sondern während der gesamten Zeit anhält, in der die Person im Scanner liegt, könnte sich die MVS als nichtinvasives und komfortables Mittel

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

zur kontinuierlichen Stimulation des Vestibularorgans von Patient_innen mit Neglect erweisen.

Prismenadaptationstherapie (PAT)

Diese Therapie ist – gemessen an den veröffentlichten Berichten – in der therapeutischen Forschung beliebt, aber auch umstritten. Die Spezialbrillen führen zu einer Verschiebung der wahrgenommenen Position visueller Objekte. Bei der Neglectbehandlung werden rechtsverschiebende Prismengläser eingesetzt. Objekte werden zu weit rechts wahrgenommen. Beim Versuch auf diese Objekte zu zeigen entsteht ein Zeigefehler nach links. Dieser wird bei wiederholten Versuchen ausgeglichen, indem die Zeigebewegung nach links verschoben wird. Die Hoffnung ist, dass der Verschiebung der Zeigebewegung nach links auch die Aufmerksamkeit folgt und damit die Vernachlässigung des linken Raumes vermindert wird. Das anhaltende Interesse an dieser Therapieform hat inzwischen zur Entwicklung verschiedener Varianten dieser Therapieform geführt. So wurden inzwischen Formen zur Anwendung im häuslichen Umfeld und VR-Varianten, welche ohne Prismengläser auskommen, entwickelt (Cho, Kim, Park, Park & Paik, 2020; Fortis et al., 2020). Einige Studien bestätigten eine Verbesserung der Neglectsymptomatik durch PAT (Überblick bei Kerkhoff & Schenk, 2012; Yang, Zhou, Chung, Li-Tsang & Fong, 2013). Neuere Studien dazu verweisen darauf, dass der Erfolg der Therapie an das Vorliegen bestimmter Faktoren (Läsionsort, Häufigkeit und Dauer des Trainings) geknüpft ist. Kürzlich erschienene Überblicksarbeiten zeigen jedoch ebenfalls, dass die Datenlage derzeit noch keine eindeutige Aussage zur Wirksamkeit der PAT zulässt (Li, Li, Yang & Chen, 2021; Qiu et al., 2021). Dies gilt in besonderem Maße für die Frage, ob die PAT zu Langzeitverbesserungen führt.

Medikamentöse Behandlung

Ungeklärt ist bislang auch, ob eine medikamentöse Behandlung zur Besserung der Neglectsymptomatik beitragen kann. Die positiven Erfahrungen mit der Gabe von Dopaminagonisten, noradrenergischen Agonisten, dem N-cholinergen Agonisten Nikotin oder Cholinesteraseinhibitoren beruhen bislang auf Einzelfallberichten bzw. kleinen Einzelfallserien (Fleet, Valenstein, Watson & Heilman, 1987; Hurford, Stringer & Jann, 1998; Lucas et al., 2013; Malhotra, Parton, Greenwood & Husain, 2006; Mukand et al., 2001), weisen z.T. methodische Unzulänglichkeiten auf (Rennig & Karnath, 2012) und ließen sich z.T. nicht bestätigen (Li et al., 2020). Auch wurden bei Gabe von Dopaminagonisten Verschlechterungen der Neglectsymptomatik beobachtet (Grujic et al., 1998). Ein Cochrane-Review über bis dahin unternommene pharmakologische Interventionen bei Neglect konnte keine überzeugende Studie identifizieren und gelangte dementsprechend zu keiner Therapieempfehlung (Luvizutto et al., 2015). Auch zwei jüngere, randomisierte, doppelblinde, placebokontrollierte Untersuchungen der Auswirkungen des noradrenergischen Agonisten Guanfacin (Dalmaijer et al., 2018) bzw. von Methylphenidat (Luauté et al., 2018) beobachteten keine Verbesserung spezifisch der Neglectsymptomatik.

Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuokonstruktive und topografische Störungen

Leistungen im Bereich der *visuell-räumlichen Wahrnehmung* umfassen die Positionswahrnehmung, Distanzschätzung, Tiefenwahrnehmung, Einschätzung der Orientierung von Objekten (meist Linien) und der Wahrnehmung der Hauptraumachsen (vertikal, horizontal, geradeaus). *Visuokonstruktive Störungen* treten beim Abzeichnen von Zeichnungen oder Nachbilden visueller Vorlagen auf und haben sich als signifikanter Prädiktor für die Fahreignung erwiesen. Patient_innen mit *topografischen Störungen* finden sich in der Regel in unbekannten, teilweise auch bekannten Umgebungen nicht zurecht. Die Behandlung dieser Störungen ist bislang wenig erforscht. Auch ist festzustellen, dass in diesen Störungsbereichen keine Therapiestudien mit Kontrollgruppen vorliegen. Die besten Studien lassen vermuten, dass zur Behandlung gestörter Orientierungs- oder Tiefenwahrnehmung Übungsverfahren aussichtsreich sind, bei denen die Proband_innen Rückmeldung über die Korrektheit bzw. Genauigkeit ihres jeweiligen Wahrnehmungsurteils erhalten (Funk et al., 2013; Schaadt et al., 2014). Diese Übungsverfahren können auch zur Verbesserung visuokonstruktiver Leistungen beitragen.

Bálint-Syndrom

Das Bálint- oder auch Bálint-Holmes-Syndrom besteht aus der Trias *Simultanagnosie*, *optische Ataxie* und *Blickbewegungsstörungen* (Karnath, 2012). Evaluationsstudien zu standardisierten Behandlungsverfahren für das Bálint-Syndrom bzw. dessen Teilaspekte liegen nicht vor. Einzelne Erfolge mit Behandlungsversuchen wurden jedoch berichtet und von Heutink, Indorf und Cordes (2019) zusammengefasst. Die Evidenz ist insgesamt als anekdotisch einzuordnen. Wartebedingungen bzw. Kontrollgruppen fehlen. Die umfangreichste Studie berücksichtigt drei Patient_innen; die meisten Untersuchungen berichten le-

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

diglich über einzelne Patient_innen. Die Ansätze sind typischerweise kompensatorisch mit einem Schwerpunkt auf Hilfen zur Bewältigung des individuellen Alltags. In wenigen Fällen kommen standardisierte Trainingsverfahren, z. B. Augenbewegungstraining bzw. Explorationstraining zum Einsatz. Insgesamt berichten die meisten – aber nicht alle – der zehn ausgewählten Studien positive Ergebnisse. Heutink et al. (2019) kommen daher zu einem verhalten optimistischen Urteil und schließen, dass die meisten Bálint-Patient_innen von neurorehabilitativen Maßnahmen profitieren könnten. Dieses Urteil muss derzeit auf Bálint-Syndrome im Rahmen traumatischer und zerebrovaskulärer Erkrankungen beschränkt bleiben. Lediglich zwei Studien berücksichtigen neurodegenerative Erkrankungen (Perez, Tunkel, Lachmann & Nagler, 1996; Roca, Gleichgerrcht, Torralva & Manes, 2010). Hier sind die Ergebnisse gemischt und die erhobenen Outcomemaße basieren teilweise auf subjektiven Einschätzungen von Patient_innen oder Angehörigen.

Für einen Teilaspekt des Bálint-Syndroms – die optische Ataxie – wurde kürzlich ein Rehabilitationsansatz beschrieben. Der betreffende Patient zeigte deutliche Anzeichen einer optischen Ataxie beim Ergreifen von Objekten. Im Verlauf einer mehrstündigen Testsitzung mit vielen Bewegungswiederholungen reduzierten sich Bewegungszeit und -fehler (Baumard et al., 2020). Es bleibt allerdings unklar, ob sich dieser Effekt auch bei anderen Patient_innen zeigt, wie lange dieser Effekt bestehen bleibt und ob sich die Verbesserungen auch auf Bewegungen außerhalb des Laborkontexts übertragen lassen.

Pusher-Syndrom

Schlaganfallpatient_innen mit Pusher-Syndrom (in der engl. Literatur auch: „contraversive lateropulsion“, „contraversive pushing“) drücken sich – aufgrund einer fehlerhaften Wahrnehmung der eigenen Körperorientierung im Raum (Karnath, Ferber & Dichgans, 2000) – in vertikaler Körperposition mithilfe von Extension und Abduktion der nichtparetischen Extremitäten mit aller Kraft zur gelähmten Seite. Die Behandlung des Pusher-Syndroms sollte in einer vertikalen Position stattfinden, in der die Problematik der Patient_innen zum Tragen kommt, also im Sitzen, Stehen oder Gehen.

Visuelles-Feedback-Training (VFT)

Das Visuelle-Feedback-Training (VFT; Karnath & Broetz, 2003) beruht auf der Beobachtung, dass – obgleich die Patient_innen mit Pusher-Syndrom eine fehlerhafte Wahrnehmung der eigenen Körperorientierung im Raum aufweisen – das Verarbeiten visueller und vestibulärer Informationen zum Erkennen der Orientierung der umgebenden *visuellen* Welt nahezu ungestört ist (Karnath et al., 2000). Daher zielt das VFT darauf ab, dass die Patient_innen nacheinander lernen, das gestörte Gefühl für die aufrechte Körperposition visuell zu erkennen, den Raum und den eigenen Körper visuell zu explorieren und sich mithilfe eigener Bewegungen vertikal auszurichten und diese Position beizubehalten, wenn gleichzeitig andere Aktivitäten ausgeführt werden (Broetz, Johannsen & Karnath, 2004). Die visuelle Rückmeldung der eigenen Körperorientierung kann auch PC-basiert auf einem Monitor erfolgen (Yang et al., 2015). Das VFT sollte bereits in der Frührehabilitationsphase Anwendung finden, wobei Ausgangs- und Zielpositionen den individuellen Fähigkeiten und dem Angsterleben der Patient_innen angepasst sein sollten. Zwei Fallserien ohne Kontrollgruppen zeigten eine Verbesserung unter VFT, wobei dies nicht vom Spontanverlauf unterschieden wurde (Broetz et al., 2004; Pardo & Galen, 2019). Dies gilt ebenso für eine randomisiert-kontrollierten Studie, in der 18 Patient_innen, die VFT erhielten, nach dem Training eine Reduktion der Pusher-Symptomatik zeigten (Yun, Joo, Kim & Kim, 2018). Eine weitere randomisiert-kontrollierte Studie bei 12 Patient_innen fand einen besseren Effekt von PC-basiertem VFT als von spiegelbasiertem VFT auf die Pusher-Symptomatik (Yang et al., 2015). Größere randomisiert-kontrollierte Studien, welche die VFT auch mit konventioneller Physiotherapie vergleichen, fehlen jedoch noch.

Robotergestütztes Laufbandtraining mit Exoskelett

Anders als die VFT, bei der sich die Patient_innen mithilfe eigener Bewegungen entlang sichtbarer, aufrechter Strukturen vertikal auszurichten lernen, wurde auch versucht, sie passiv mithilfe einer Hängegurtvorrichtung aufzurichten und mit ihnen in dieser aufrechten Position motorisch zu üben. Die Verwendung einer solchen Vorrichtung sowie eines zusätzlichen Exoskeletts mit bilateralen Antrieben für Hüft- und Kniegelenke zur Durchführung eines Gehtrainings auf einem Laufband hat in zwei randomisiert-kontrollierten Studien einen größeren Effekt auf das pathologische Verhalten der Patient_innen mit Pusher-Syndrom gezeigt als die konventionelle Physiotherapie (Bergmann, Krewer, Jahn & Müller, 2018; Yun et al., 2018). Der Mechanismus, durch den ein solches robotergestütztes Laufbandtraining das pathologische Drücken verbessert, ist bislang nicht bekannt; mehrere mögliche Faktoren werden diskutiert (Yun et al., 2018).

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

In der Erprobung befindliche Maßnahmen

Verkippung der visuellen Welt mittels Virtueller Realität (VR)

Eine neue, immersive VR-Anwendung basiert – wie das VFT – auf der Beobachtung, dass Patient_innen mit Pusher-Syndrom eine fehlerhafte Wahrnehmung der eigenen Körperorientierung im Raum aufweisen, während die Betroffenen visuelle und vestibuläre Informationen – und damit die Information, wie die visuelle Welt zum eigenen Körper orientiert ist – nahezu normal verarbeiten. Nestmann, Röhrig, Müller, Ilg und Karnath (2022) haben erfolgreich den Versuch unternommen, dieses Missverhältnis durch eine kontinuierliche Verkippung des visuellen Inputs zu verringern. Unter Verwendung einer VR-Brille versetzten sie Proband_innen in eine 3D-Szene (Ich-Perspektive), die in der Rollebene des Betrachters oder der Betrachterin jedoch um 20° ipsiversiv zur Seite gekippt war. Während des Betrachtens der (verkippten) 3D-Szene waren Kopf und Oberkörper der Patient_innen frei beweglich. Die Verkippung der visuellen Welt führte zu einer deutlichen Reduktion des pathologischen Drückens.

Galvanische vestibuläre Stimulation (GVS)

Ebenso wurden an bislang nur wenigen Patient_innen positive Effekte durch die Anwendung von elektrischer Stimulation des vestibulären Systems berichtet (Babyar et al., 2018; Nakamura et al., 2014). Die anodale Elektrode war über dem ipsiläsionalen Mastoid, die kathodale Elektrode über dem kontraläsionalen Mastoid lokalisiert. Bei gleicher Elektrodenplatzierung beobachteten Krewer et al. (2013) einen Trend zur Verbesserung, der sich jedoch nicht als statistisch signifikant erwies.

Transkranielle Gleichstromapplikation (tDCS)

In einer ersten Studie berichteten Babyar et al. (2018) von einer Verbesserung posturografischer und inclinometrischer Messungen unter anodaler tDCS über dem parietalen Kortex der geschädigten Hemisphäre von zehn Pusher-Patient_innen.

Rumpfkräftigung

Von fünf Patient_innen mit Pusher-Syndrom wurde berichtet, dass physiotherapeutisches Training zur Verbesserung der Rumpffunktion mit Fokus auf Rumpfmuskelkraft, Koordination, Symmetrie, Achsenstreckung und selektive Bewegungen des Rumpfes einen positiven Effekt auf die mit einem Kippstuhl gemessene SPV hatte (Saeys & Truijen, 2019).

Literatur

Antonucci, G., Guariglia, C., Judica, A., Magnotti, L., Poalucci, S., Pizzamiglio, L. et al. (1995). Effectiveness of neglect rehabilitation in a randomized group study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 17*, 383–389.

Azouvi, P., Jacquin-Courtois, S. & Luauté, J. (2017). Rehabilitation of unilateral neglect: Evidence-based medicine. *Annual of Physical and Rehabilitation Medicine, 60*, 191–197.

Babyar, S., Santos, T., Will-Lemos, T., Mazin, S., Edwards, D. & Reding, M. (2018). Sinusoidal transcranial direct current versus galvanic vestibular stimulation for treatment of lateropulsion poststroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 27*, 3621–3625.

Bakker, M.D.J., Boonstra, N., Nijboer, T.C.W., Holstege, M.S., Achterberg, W.P. & Chavannes, N.H. (2020). The design choices for the development of an Augmented Reality game for people with visuospatial neglect. *Clinical eHealth, 3*, 82–88.

Baumard, J., Etcharry-Bouyx, F., Chauvire, V., Boussard, D., Lesourd, M., Remigereau, C. et al. (2020). Effect of object substitution, spontaneous compensation and repetitive training on reaching movements in a patient with optic ataxia. *Neuropsychological Rehabilitation, 30*, 1786–1813.

Bergmann, J., Krewer, C., Jahn, K. & Müller, F. (2018). Robot-assisted gait training to reduce pusher behavior: A randomized controlled trial. *Neurology, 91*, e1319–e1327.

Broetz, D., Johannsen, L. & Karnath, H.-O. (2004). Time course of „pusher syndrome" under visual feedback treatment. *Physiotherapy Research International, 9*, 138–143.

Cazzoli, D., Müri, R.M., Schumacher, R., von Arx, S., Chaves, S., Gutbrod, K. et al. (2012). Theta burst stimulation reduces disability during the activities of daily living in spatial neglect. *Brain, 135*, 3426–3439.

Ceyte, H., Beis, J.-M., Simona, M., Réemy, A., Anxionnat, R., Paysant, J. et al. (2019). Lasting improvements in left spatial neglect following a protocol combining neck-muscle vibration and voluntary arm movements: A case-study. *Disability and Rehabilitation, 41*, 1475–1483.

Cho, S., Kim, W.S., Park, S.H., Park, J. & Paik, N.J. (2020). Virtual Prism Adaptation Therapy: Protocol for validation in healthy adults. *Journal of Visualized Experiments, 156*, e60639.

Choi, H.S., Shin, W.S. & Bang, D.h. (2021). Application of digital practice to improve head movement, visual perception and activities of daily living for subacute stroke patients with unilateral spatial neglect: Preliminary results of a single-blinded, randomized controlled trial. *Medicine, 100*, e24637.

Dalmaijer, E.S., Li, K.M.S., Gorgoraptis, N., Leff, A.P., Cohen, D.L., Parton, A.D. et al. (2018). Randomised, double-blind, placebo-controlled crossover study of single-dose guanfacine in unilateral neglect following stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 89*, 593–598.

Facchin, A., Figliano, G. & Daini, R. (2021). Prism adaptation and optokinetic stimulation comparison in the rehabilitation of unilateral spatial neglect. *Brain Sciences, 11*, 1488.

Fleet, W.S., Valenstein, E., Watson, R.T. & Heilman, K.M. (1987). Dopamine agonist therapy for neglect in humans. *Neurology, 37*, 1765–1770.

Fordell, H., Bodin, K., Eklund, A. & Malm, J. (2016). RehAtt – scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. *Topics in Stroke Rehabilitation, 23*, 191–199.

Fortis, P., Ronchi, R., Velardo, V., Calzolari, E., Banco, E., Algeri, L. et al. (2020). A home-based prism adaptation training for neglect patients. *Cortex, 122*, 61–80.

Fu, W., Song, W., Zhang, Y., Yang, Y., Huo, S., Zhang, R. et al. (2015). Long-term effects of continuous theta-burst stimulation in visuospatial neglect. *Journal of International Medical Research, 43*, 196–203.

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

Funk, J., Finke, K., Reinhart, S., Kardinal, M., Utz, K.S., Rosenthal, A. et al. (2013). Effects of feedback-based visual line orientation discrimination training for visuospatial disorders after stroke. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 27*, 142–152.

Gammeri, R., Iacono, C., Ricci, R. & Salatino, A. (2020). Unilateral spatial neglect after stroke: Current insights. *Neuropsychiatric Disease and Treatment, 16*, 131–152.

Grujic, Z., Mapstone, M., Gitelman, D.R., Johnson, N., Weintraub, S., Hays, A. et al. (1998). Dopamine agonists reorient visual exploration away from the neglected hemispace. *Neurology, 51*, 1395–1398.

Heutink, J., Indorf, D.L. & Cordes, C. (2019). The neuropsychological rehabilitation of visual agnosia and Balint's syndrome. *Neuropsychological Rehabilitation, 29*, 1489–1508.

Hildebrandt, H. (2022). Longley et al.: Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews. Neuropsychological Rehabilitation, 32*, 2673–2678.

Hill, D., Coats, R.O., Halstead, A. & Burke, M.R. (2015). A systematic research review assessing the effectiveness of pursuit interventions in spatial neglect following stroke. *Translational Stroke Research, 6*, 410–420.

Houben, M., Chettouf, S., Van Der Werf, Y.D. & Stins, J. (2021). Theta-burst transcranial magnetic stimulation for the treatment of unilateral neglect in stroke patients: A systematic review and best evidence synthesis. *Restorative Neurology and Neuroscience, 39*, 447–465.

Hurford, P., Stringer, A.Y. & Jann, B. (1998). Neuropharmacologic treatment of hemineglect: A case report comparing bromocriptine and methylphenidate. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 79*, 346–349.

Johannsen, L., Ackermann, H. & Karnath, H.-O. (2003). Lasting amelioration of spatial neglect by treatment with neck muscle vibration even without concurrent training. *Journal of Rehabilitation Medicine, 35*, 249–253.

Kamada, K., Shimodozono, M., Hamada, H. & Kawahira, K. (2011). Effects of 5 minutes of neck-muscle vibration immediately before occupational therapy on unilateral spatial neglect. *Disability and Rehabilitation, 33*, 2322–2328.

Karnath, H.-O. (2012). Bálint-Holmes-Syndrom. In H.-O. Karnath & P. Thier (Hrsg.), *Kognitive Neurowissenschaften* (S. 293–304). Berlin: Springer.

Karnath, H.-O. & Broetz, D. (2003). Understanding and treating „pusher syndrome". *Physical Therapy, 83*, 1119–1125.

Karnath, H.-O., Ferber, S. & Dichgans, J. (2000). The origin of contraversive pushing: Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology, 55*, 1298–1304.

Karnath H.-O., Rosenzopf, H., Smaczny, S. & Lindner, A. (2022). Spatial neglect after stroke is reduced when lying inside a 3T MRI scanner. *bioRxiv*, 2022.08.01.502290.

Kaufmann, B.C., Cazzoli, D., Bartolomeo, P., Frey, J., Pflugshaupt, T., Knobel, S.E.J. et al. (2022). Auditory spatial cueing reduces neglect after right-hemispheric stroke: A proof of concept study. *Cortex, 148*, 152–167.

Kerkhoff, G. (1998). Rehabilitation of visuospatial cognition and visual exploration in neglect: A cross-over study. *Restorative Neurology and Neuroscience, 12*, 27–40.

Kerkhoff, G., Keller, I., Artinger, F., Hildebrandt, H., Marquardt, C., Reinhart, S. et al. (2012). Recovery from auditory and visual neglect after optokinetic stimulation with pursuit eye movements – Transient modulation and enduring treatment effects. *Neuropsychologia, 50*, 1164–1177.

Kerkhoff, G., Keller, I., Ritter, V. & Marquardt, C. (2006). Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect. *Restorative Neurology and Neuroscience, 24*, 357–369.

Kerkhoff, G., Reinhart, S., Ziegler, W., Artinger, F., Marquardt, C., Keller, I. (2013). Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: A randomized controlled study. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 27*, 789–798.

Kerkhoff, G. & Schenk, T. (2012). Rehabilitation of neglect: An update. *Neuropsychologia, 50*, 1072–1079.

Kerkhoff, G. & Utz, K. (2014). Visuelle und akustische Störungen der Raumorientierung. In H.-O. Karnath, G. Goldenberg & W. Ziegler (Hrsg.), *Klinische Neuropsychologie – Kognitive Neurologie* (S. 181–197). Stuttgart: Thieme.

Kim, Y.M., Chun, M.H., Yun, G.J., Song, Y.J. & Young, H.E. (2011). The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Annals of Rehabilitation Medicine, 35*, 309–315.

Knobel, S.E.J., Kaufmann, B.C., Gerber, S.M., Urwyler, P., Cazzoli, D., Müri, R.M. et al. (2021). Development of a search task using immersive virtual reality: Proof-of-concept study. *JMIR Serious Games, 9*, e29182.

Koch, G., Bonnì, S., Giacobbe, V., Bucchi, G., Basile, B., Lupo, F. et al. (2012). Theta-burst stimulation of the left hemisphere accelerates recovery of hemispatial neglect. *Neurology, 78*, 24–30.

Krewer, C., Rieß, K., Bergmann, J., Müller, F., Jahn, K. & Koenig, E. (2013). Immediate effectiveness of single-session therapeutic interventions in pusher behaviour. *Gait Posture, 37*, 246–250.

Lefaucheur, J.P., André-Obadia, N., Antal, A., Ayache, S.S., Baeken, C., Benninger, D.h. et al. (2014). Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clinical Neurophysiology, 125*, 2150–2206.

Li, J., Li, L., Yang, Y. & Chen, S. (2021). Effects of prism adaptation for unilateral spatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 100*, 584–591.

Li, K., Bentley, P., Nair, A., Halse, O., Barker, G., Russell, C. et al. (2020). Reward sensitivity predicts dopaminergic response in spatial neglect. *Cortex, 122*, 213–224.

Li, L. & Huang, H. (2022). Noninvasive neuromodulation for unilateral neglect after stroke: A systematic review and network meta-analysis. *Neurological Sciences, 43*, 5861–5874.

Lindner, A., Wiesen, D. & Karnath, H.-O. (2021). Lying in a 3T MRI scanner induces neglect-like spatial attention bias. *eLife, 10*, e71076.

Longley, V., Hazelton, C., Heal, C., Pollock, A., Woodward-Nutt, K., Mitchell, C. et al. (2021). Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 7*, CD003586.

Luauté, J., Villeneuve, L., Roux, A., Nash, S., Bar, J.-Y., Chabanat, E. et al. (2018). Adding methylphenidate to prism adaptation improves outcome in neglect patients: A randomized clinical trial. *Cortex, 106*, 288–298.

Lucas, N., Saj, A., Schwartz, S., Ptak, R., Schnider, A., Thomas, C. et al. (2013). Effects of pro-cholinergic treatment in patients suffering from spatial neglect. *Frontiers in Human Neuroscience, 12*, 574.

Luvizutto, G.J., Bazan, R., Braga, G.P., Resende, L.A., Bazan, S.G. & El Dib, R. (2015). Pharmacological interventions for unilateral spatial neglect after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 11*, CD010882.

Machner, B., Könemund, I., Sprenger, A., von der Gablentz, J. & Helmchen, C. (2014). Randomized controlled trial on hemifield eye patching and optokinetic stimulation in acute spatial neglect. *Stroke, 45*, 2465–2468.

Malhotra, A., Parton, A.D., Greenwood, R. & Husain, M. (2006). Noradrenergic modulation of space exploration in visual neglect. *Annals of Neurology, 59*, 186–190.

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

Mukand, J.A., Guilmette, T.J., Allen, D.G., Brown, L.K., Brown, S.L., Tober, K.L. et al. (2001). Dopaminergic therapy with carbidopa L-dopa for left neglect after stroke: A case series. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 82*, 1279–1282.

Nakamura, J., Kita, Y., Yuda, T., Ikuno, K., Okada, Y. & Shomoto, K. (2014). Effects of galvanic vestibular stimulation combined with physical therapy on pusher behavior in stroke patients: A case series. *NeuroRehabilitation, 35*, 31–37.

Navarro, M.-D., Llorens, R., Noe, E., Ferri, J. & Alcaniz, M. (2013). Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychological Rehabilitation, 23*, 597–618.

Nestmann, S., Röhrig, L., Müller, B., Ilg, W. & Karnath, H.-O. (2022). Tilted 3D visual scenes influence lateropulsion: A single case study of pusher syndrome. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 44*, 478–486.

Numao, T., Amimoto, K. & Shimadac, T. (2021). Examination and treatment of unilateral spatial neglect using virtual reality in three-dimensional space. *Neurocase, 27*, 447–451.

Paolucci, S., Antonucci, G., Guariglia, C., Magnotti, L., Pizzamiglio, L. & Zoccolotti, P. (1996). Facilitatory effect of neglect rehabilitation on the recovery of left hemiplegic stroke patients: A cross-over study. *Journal of Neurology, 243*, 308–314.

Pardo, V. & Galen, S. (2019). Treatment interventions for pusher syndrome: A case series. *NeuroRehabilitation, 44*, 131–140.

Perez, F.M., Tunkel, R.S., Lachmann, E.A. & Nagler, W. (1996). Balint's syndrome arising from bilateral posterior cortical atrophy or infarction – rehabilitation strategies and their limitation. *Disability and Rehabilitaion, 18*, 300–304.

Pizzamiglio, L., Antonucci, G., Judica, A., Montenero, P., Razzano, C. & Zoccolotti, P. (1992). Cognitive Rehabilitation of the hemineglect disorder in chronic patients with unilateral right brain damage. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 14*, 901–923.

Pizzamiglio, L., Fasotti, L., Jehkonen, M., Antonucci, G., Magnotti, L., Boelen, D. et al. (2004). The use of optokinetic stimulation in rehabilitation of the hemineglect disorder. *Cortex, 40*, 441–450.

Qiu, H., Wang, J., Yi, W., Yin, Z., Wang, H. & Li, J. (2021). Effects of prism adaptation on unilateral neglect after stroke: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 100*, 259–265.

Rennig, J. & Karnath, H.-O. (2012). Rechtshemisphärischer Schlaganfall: Verbessert ein Dopaminagonist die Neglect-Symptomatik? *InFo Neurologie & Psychiatrie, 14*, 42–44.

Roca, M., Gleichgerrcht, E., Torralva, T. & Manes, F. (2010). Cognitive rehabilitation in posterior cortical atrophy. *Neuropsychological Rehabilitation, 20*, 528–540.

Saeys, W. & Truijen, S. (2019). The effect of trunk exercises on the perception of verticality after stroke: A pilot study. *Neuropsychological Rehabilitation, 25*, S37–S41.

Schaadt, A.K., Schmidt, L., Kuhn, C., Summ, M., Adams, M., Garbacenkaite, R. et al. (2014). Perceptual relearning of binocular fusion after hypoxic brain damage: Four controlled single-case treatment studies. *Neuropsychology, 28*, 382–387.

Schenke, N., Franke, R., Puschmann, S., Turgut, N., Kastrup, A., Thiel, C.M. et al. (2021). Can auditory cues improve visuo-spatial neglect? Results of two pilot studies. *Neuropsychological Rehabilitation, 31*, 710–730.

Schindler, I., Kerkhoff, G., Karnath, H.-O., Keller, I. & Goldenberg, G. (2002). Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 73*, 412–419.

Schröder, A., Wist, E.R. & Hömberg, V. (2008). TENS and optokinetic stimulation in neglect therapy after cerebrovascular accident: A randomized controlled study. *European Journal of Neurology, 15*, 922–927.

Smit, M., Schutter, D.J.L.G., Nijboer, T.C.W., Visser-Meily, J.M.A., Kappelle, L.J., Kant, N. et al. (2015). Transcranial direct current stimulation to the parietal cortex in hemispatial neglect: A feasibility study. *Neuropsychologia, 74*, 152–161.

Stammler, B., Flammer, K., Schuster, T., Lambert, M. & Karnath, H.-O. (2023). Negami: An augmented reality app for the treatment of spatial neglect after stroke. *JMIR Serious Games, 11*, e40651.

Thimm, M., Fink, G.R., Küst, J., Karbe, H., Willmes, K. & Sturm, W. (2009). Recovery from hemineglect: Differential neurobiological effects of optokinetic stimulation and alertness training. *Cortex, 45*, 850–862.

Turgut, N., Möller, L., Dengler, K., Steinberg, K., Sprenger, A., Eling, P. et al. (2018). Adaptive cueing treatment of neglect in stroke patients leads to improvements in activities of daily living: A randomized controlled, crossover trial. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 32*, 988–998.

Umeonwuka, C., Roos, R. & Ntsiea, V. (2022). Current trends in the treatment of patients with post-stroke unilateral spatial neglect: A scoping review. *Disability and Rehabilitation, 44*, 2158–2185.

van Kessel, M.E., Geurts, A.C.H., Brouwer, W.H. & Fasotti, L. (2013). Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 358.

van Wyk, A., Eksteen, C.A. & Rheeder, P. (2014). The effect of visual scanning exercises integrated into physiotherapy in patients with unilateral spatial neglect poststroke: A matched-Pair randomized control trial. *Neurorehabilitation & Neural Repair, 28*, 856–873.

Volkening, K., Kerkhoff, G. & Keller, I. (2016). Effects of repetitive galvanic vestibular stimulation on spatial neglect and verticality perception – a randomised sham-controlled trial. *Neuropsychological Rehabilitation, 28*, 1179–1196.

Wiart, L., Bon Saint Çme, A., Debelleix, X., Petit, H., Joseph, P.A., Mazaux, J.M. et al. (1997). Unilateral neglect snydrome rehabilitation by trunk rotation and scanning training. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 78*, 424–429.

Wilkinson, D., Zubko, O., Sakel, M., Coulton, S., Higgins, T. & Pullicino, P. (2014). Galvanic vestibular stimulation in hemi-spatial neglect. *Frontiers in Integrative Neuroscience, 8*, 4.

Yang, N.Y.H., Zhou, D., Chung, R.C.K., Li-Tsang, C.W.P. & Fong, K.N.K. (2013). Rehabilitation interventions for unilateral neglect after stroke: A systematic review from 1997 through 2012. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 187.

Yang, Y.-R., Chen, Y.-H., Chang, H.-C., Chan, R.-C., Wei, S.-H. & Wang, R.-Y. (2015). Effects of interactive visual feedback training on poststroke pusher syndrome: A pilot randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation, 29*, 987–993.

Yasuda, K., Muroi, D., Hirano, M., Saichi, K. & Iwata, H. (2018). Differing effects of an immersive virtual reality programme on unilateral spatial neglect on activities of daily living. *BMJ Case Reports*, bcr2017222860.

Yun, N., Joo, M.C., Kim, S.C. & Kim, M.S. (2018). Robot-assisted gait training effectively improved lateropulsion in subacute stroke patients: A single-blinded randomized controlled trial. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 54*, 827–836.

Historie
Eingereicht: 23. März 2023
Akzeptiert: 29. März 2023

Interessenkonflikte
Es bestehen keine Interessenkonflikte.

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

Förderung
Open-Access-Veröffentlichung ermöglicht durch die Eberhard Karls Universität Tübingen

ORCID
Hans-Otto Karnath
https://orcid.org/0000-0002-5518-405X
Thomas Schenk
https://orcid.org/0000-0002-6986-6916

Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath
Zentrum für Neurologie
Universität Tübingen
Hoppe-Seyler-Str. 3
72076 Tübingen
Deutschland

karnath@uni-tuebingen.de

Prof. Dr. Thomas Schenk
Ludwig-Maximilians-Universität München
Department Psychologie – Neuropsychologie
Leopoldstr. 13
80802 München
Deutschland

thomas.schenk@psy.lmu.de

https://econtent.hogrefe.com/doi/pdf/10.1024/1016-264X/a000377 - Wednesday, November 20, 2024 6:52:42 AM - IP Address:195.65.152.120

© 2023 The Author(s) Distributed as a Hogrefe OpenMind article
under the license CC BY 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)