

Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie

publiziert bei:  **AWMF online**
Portal der wissenschaftlichen Medizin

Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition

Entwicklungsstufe: S2k

**Federführend: Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Tübingen
Prof. Dr. Thomas Schenk, München**

**Herausgegeben von der Kommission Leitlinien der
Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN)**

Disclaimer: Keine Haftung für Fehler in Leitlinien der DGN e. V.

Die medizinisch-wissenschaftlichen Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN) e. V. sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte und Ärztinnen zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die „Leitlinien“ sind für Ärzte und Ärztinnen rechtlich nicht bindend; maßgeblich ist immer die medizinische Beurteilung des einzelnen Untersuchungs- bzw. Behandlungsfalls. Leitlinien haben daher weder – im Fall von Abweichungen – haftungsbegründende noch – im Fall ihrer Befolgung – haftungsbefreiende Wirkung.

Die Mitglieder jeder Leitliniengruppe, die Arbeitsgemeinschaft Wissenschaftlicher Medizinischer Fachgesellschaften e. V. und die in ihr organisierten Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, wie die DGN, erfassen und publizieren die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt – dennoch können sie für die Richtigkeit des Inhalts keine rechtliche Verantwortung übernehmen. Insbesondere bei Dosierungsangaben für die Anwendung von Arzneimitteln oder bestimmten Wirkstoffen sind stets die Angaben der Hersteller in den Fachinformationen und den Beipackzetteln sowie das im einzelnen Behandlungsfall bestehende individuelle Nutzen-Risiko-Verhältnis der Patientin/des Patienten und ihrer/seiner Erkrankungen vom behandelnden Arzt oder der behandelnden Ärztin zu beachten! Die Haftungsbefreiung bezieht sich insbesondere auf Leitlinien, deren Geltungsdauer überschritten ist.

Version 1

AWMF-Versionsnr.: 4.0

Vollständig überarbeitet: 01. März 2023

Gültig bis: 29. Februar 2028

Kapitel: Rehabilitation

Zitierhinweis

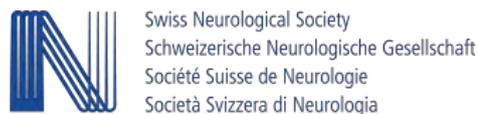
Karnath H.-O., Schenk T. et al., Diagnostik und Therapie von Neglect und anderen Störungen der Raumkognition, 2023, in: Deutsche Gesellschaft für Neurologie (Hrsg.), Leitlinien für Diagnostik und Therapie in der Neurologie. Online: www.dgn.org/leitlinien (abgerufen am TT.MM.JJJJ)

Korrespondenz

karnath@uni-tuebingen.de
thomas.schenk@psy.lmu.de

Im Internet

www.dgn.org
www.awmf.org



Österreichische Gesellschaft für Neurologie



Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e.V.



Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK) e.V.



SGNR.

SGNR / SSNR / SSRN
Schweizerische Gesellschaft für Neurorehabilitation
Société Suisse de Neuroréhabilitation
Società Svizzera di Riabilitazione Neurologica



Herausgeber

Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN) e. V.

Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

- Österreichische Gesellschaft für Neurologie (ÖGN)
- Schweizerische Neurologische Gesellschaft (SNG)
- Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP)
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie (DGP)
- Deutscher Verband Ergotherapie e. V. (DVE)
- Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK)
- Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V. (DGNR)
- Schweizerische Gesellschaft für Neurorehabilitation (SGNR)
- Bundesverband ambulanter medizinischer Rehabilitationszentren (BamR)
- Berufsverband Deutscher Neurologen (BDN)
- Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe

Redaktionskomitee

- Prof. Dr. Thomas Benke, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Innsbruck, Innsbruck, Österreich (ÖGN)
- Sabine Brinkmann, Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Osnabrück (DVE)
- Doris Brötz, Tübingen (ZVK)
- Anna Engel, Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe, Gütersloh
- Prof. Dr. Adrian Guggisberg, Neurologische Universitätsklinik, Universitäre Neurorehabilitation, Universitätsspital Inselspital, Bern, Schweiz (SNG, SGNR)
- Prof. Dr. Helmut Hildebrandt, Klinikum Bremen-Ost, Zentrum für Neurologie, Bremen, und Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Oldenburg (DGNR)
- Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Tübingen (DGN, GNP)
- Prof. Dr. Georg Kerkhoff, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Psychologie, Klinische Neuropsychologie, Saarbrücken (GNP)

- Dr. Anuschka Rodenberg, Neurologisches interdisziplinäres Behandlungszentrum Köln, Köln (BamR)
- Prof. Dr. Thomas Schenk, Ludwig-Maximilians-Universität München, München (DGPs)
- PD Dr. Florian Schöberl, Neurologische Klinik, Ludwig-Maximilians-Universität München, München (DGN)
- Prof. Dr. Claus-W. Wallesch, BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach (DGN, BDN)

Federführende Autoren

- Prof. Dr. Dr. H.-O. Karnath, Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Hoppe-Seyler-Straße 3, 72076 Tübingen, E-Mail: Karnath@uni-tuebingen.de
- Prof. Dr. T. Schenk, Ludwig-Maximilians-Universität München, Department Psychologie – Neuropsychologie, Leopoldstraße 13, 80802 München, E-Mail: Thomas.Schenk@psy.lmu.de

Was gibt es Neues?

Das bewährte Explorationstraining bei der *Behandlung des Neglects* wurde 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. Unter den Non-Invasive Brain Stimulation (NIBS)-Verfahren hat sich das kontinuierliche Theta-Burst Stimulation (cTBS)-Protokoll in Bezug auf die Neglectsymptomatik als wirksam erwiesen, wenn es mit mindestens einem weiteren Trainingsverfahren kombiniert wurde. Zur *Behandlung des Pusher-Syndroms* wurden Visuelles-Feedback-Training und robotergestütztes Laufbandtraining von unterschiedlichen Gruppen erfolgreich eingesetzt.

Im Bereich der Behandlung des Neglects liegt inzwischen für viele Therapieverfahren eine ganze Reihe randomisierter und kontrollierter Studien vor. Die Situation ist problematischer bei jenen Verfahren, die zur Behandlung der weiteren in dieser Leitlinie besprochenen Störungen der Raumkognition eingesetzt werden. Diese Störungen sind heterogener und teilweise seltener. Therapiestudien mit großen Stichproben könnten nur durch groß angelegte Untersuchungen im Rahmen multizentrischer Studien erreicht werden. Es überrascht daher kaum, dass Einzelfall- bzw. Kleingruppenstudien dominieren. Die Auswertung einzelner methodisch hochwertiger und gut dokumentierter Studien bietet derzeit die einzige Grundlage zur Ableitung von Empfehlungen für die Behandlung dieser Gruppe von Störungen der Raumkognition. Allgemein wünschenswert wären für alle Störungen der Raumkognition neben randomisierten, kontrollierten, multizentrischen Studien mit höheren Fallzahlen auch Studien, bei denen eine effektive Verblindung der Untersucher stattfindet. Ebenso sollte die Erfassung langfristiger Therapieeffekte, die auch eine Verbesserung von Alltagsleistungen beleuchtet, häufiger Anwendung finden. Darüber hinaus wäre eine Erweiterung auf Studien mit Patientinnen/Patienten mit Trauma sowie degenerativen oder anderen Krankheitsprozessen wünschenswert, da die meisten Therapiestudien bislang fast ausschließlich

vaskuläre Patientinnen/Patienten eingeschlossen haben und daher Aussagen zur Therapie von Patienten/Patientinnen anderer Ätiologie eigentlich nicht bzw. nur indirekt getroffen werden können.

Die wichtigsten Empfehlungen auf einen Blick

Zur Behandlung des Neglects – die häufigste kognitive Störung nach einer Schädigung der rechten Hemisphäre – werden empfohlen:

- (i) aktives Explorieren und Orientieren zur kontralateralen Seite (Empfehlungsstärke: ↑↑),
- (ii) langsame Folgebewegungen zur kontralateralen Seite (Empfehlungsstärke: ↑↑),
- (iii) Nackenmuskelvibration (Empfehlungsstärke: ↑) und
- (iv) kontinuierliche Theta-Burst Stimulation (cTBS) in Kombination mit zumindest einem weiteren Trainingsverfahren (Empfehlungsstärke: ↑↑).

Bei der Behandlung von Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung (z. B. Orientierungsdiskrimination, Tiefenwahrnehmung) werden Übungsverfahren für die jeweilige Wahrnehmungsstörung empfohlen, bei denen die Probanden und Probandinnen Rückmeldung über die Korrektheit bzw. Genauigkeit ihres jeweiligen Wahrnehmungseindrucks erhalten.

(Empfehlungsstärke: ↑)

Für die visuokonstruktiven und topographischen Störungen können auf der Grundlage der derzeitigen Studienlage keine Behandlungsempfehlungen gegeben werden.

Für die Behandlung des Bálint-Syndroms bzw. seiner Teilaspekte (Simultanagnosie, optische Ataxie, Blickbewegungsstörungen) können auf der Grundlage der derzeitigen Studienlage keine Empfehlungen ausgesprochen werden.

Zur Behandlung des Pusher-Syndroms werden empfohlen:

- (i) Visuelles-Feedback-Training (Empfehlungsstärke: ↑) und
- (ii) robotergestütztes Laufbandtraining (Empfehlungsstärke: ↑).

Inhalt

1	Geltungsbereich und Zweck	9
1.1	Zielsetzung und Fragestellung.....	9
1.2	Versorgungsbereich.....	9
1.3	Patientenzielgruppe	10
1.4	Adressaten.....	10
1.5	Schlüsselwörter	10
2	Definition und Klassifikation	10
2.1	Begriffsdefinition	10
2.2	Klassifikation.....	11
3	Neglect	11
3.1	Klinik	11
3.2	Diagnostik.....	12
3.3	Therapie.....	15
4	Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuokonstruktive und topographische Störungen	24
4.1	Klinik	24
4.2	Diagnostik.....	25
4.3	Therapie.....	26
5	Bálint-Syndrom	28
5.1	Klinik	28
5.2	Diagnose	28
5.3	Therapie.....	29
6	Pusher-Syndrom	30
6.1	Klinik	30
6.2	Diagnostik.....	31
6.3	Therapie.....	31
7	Zusammensetzung der Leitliniengruppe	34
7.1	Mitglieder	34
7.2	Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen	35
7.3	Patientenbeteiligung	35
8	Informationen zu dieser Leitlinie	36
8.1	Methodische Grundlagen.....	36
8.2	Systematische Recherche, Auswahl und kritische Bewertung der Evidenz	36
8.3	Strukturierte Konsensfindung	36
8.4	Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke.....	36
9	Redaktionelle Unabhängigkeit	37
9.1	Finanzierung der Leitlinie	37
9.2	Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	37

10 Externe Begutachtung und Verabschiedung	38
11 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren.....	38
12 Verwendete Abkürzungen	39
Literatur.....	40

1 Geltungsbereich und Zweck

1.1 Zielsetzung und Fragestellung

Nach einer Hirnschädigung ist das Auftreten eines Neglects (nach rechtsseitigen Läsionen) ein ebenso häufig vorkommendes Problem wie eine Aphasie (nach linksseitigen Läsionen). Im Vergleich zu einer Aphasie sind jedoch die Symptome eines Neglects, wie auch die anderer Störungen der Raumkognition, für Patienten/Patientinnen sowie Angehörige häufig weniger offensichtlich. Liegt ein Neglect oder eine andere Störung der Raumkognition vor, hat dies jedoch für die Betroffenen ebenso weitreichende Folgen wie eine Sprachstörung. Ein Neglect beeinflusst die Ausführung von basalen und instrumentellen Leistungen im Alltag, sodass diese die unabhängige Lebensführung beeinträchtigen können. Ferner wirken sich die Symptome negativ auf das Rehabilitationsergebnis, den Genesungsverlauf, die Teilhabe und die Lebensqualität der Betroffenen aus. Auch die anderen Störungen der Raumkognition können die selbstständige Bewältigung des Alltags unmöglich machen. So sind beispielsweise Patientinnen/Patienten mit einer topographischen Störung nicht in der Lage, den Weg zur Arbeit, zum Einkauf etc. allein zu bewältigen, und haben manchmal schon Schwierigkeiten, sich in der eigenen Wohnung zurechtzufinden. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer zielgerichteten Diagnostik und Behandlung sowohl des Neglects als auch von weiteren Störungen der Raumkognition bereits im frühen Stadium nach einer Hirnläsion. Ziel der Leitlinie ist die Bereitstellung einer evidenzbasierten und konsentierten Grundlage für die Diagnostik und Therapie von Neglect und von weiteren Störungen der Raumkognition.

1.2 Versorgungsbereich

Stationäre, teilstationäre und ambulante Versorgung im Bereich Diagnostik und Rehabilitation von Neglect und von anderen Störungen der Raumkognition.

In Abhängigkeit von den individuellen Defiziten erfolgt die Behandlung im interdisziplinären Behandlungsteam und umfasst neuropsychologische, ergotherapeutische, physiotherapeutische und sozialdienstliche Aspekte. Dies lässt sich besonders gut in stationären und teilstationären Settings realisieren. Die sich bei Fortbestehen der Symptomatik anschließende ambulante Versorgung erfolgt durch neuropsychologische, ergotherapeutische und/oder physiotherapeutische Praxen. *Ambulante Leistungen in den Bereichen Physiotherapie und Ergotherapie* werden in Deutschland für Versicherte der gesetzlichen Krankenkassen auf der Grundlage einer Heilmittelverordnung erbracht. Die Verordnungen erfolgen durch einen an der vertragsärztlichen Versorgung teilnehmenden Arzt oder eine teilnehmende Ärztin. Die Verordnung von Ergotherapie (nicht jedoch Physiotherapie) kann auch durch einen approbierten Psychologischen Psychotherapeuten oder eine approbierte Psychologische Psychotherapeutin (oder Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeuten/-psychotherapeutinnen) erfolgen. Demgegenüber sind *ambulant durchgeführte neuropsychologische Diagnostik und Therapie* durch approbierte Psychologische Psychotherapeuten oder Psychotherapeutinnen (oder Kinder- und Jugendlichenpsychotherapeuten/-psychotherapeutinnen) mit anerkannter Weiterbildung Neuropsychologie – bzw. künftig im Rahmen der Reform der Psychotherapieausbildung mit der

Gebietsweiterbildung „Neuropsychologische Psychotherapie“ – Leistungen der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland.

1.3 Patientenzielgruppe

Die Leitlinie bezieht sich auf die Versorgung von erwachsenen neurologischen Patientinnen und Patienten mit Hirnschädigung (z. B. durch Infarkt oder degenerative Erkrankungen) und Neglect bzw. anderen Störungen der Raumkognition.

1.4 Adressaten

Die Leitlinie richtet sich an (Neuro-)Psychologen/(Neuro-)Psychologinnen, Ergotherapeuten/Ergotherapeutinnen, Neurologinnen/Neurologen, Neurochirurginnen/Neurochirurgen, Rehabilitationsmediziner/Rehabilitationsmedizinerinnen, Physiotherapeuten/Physiotherapeutinnen und dient zur Information für Orthoptisten/Orthoptistinnen, Logopädinnen/Logopäden, Allgemeinmedizinerinnen/Allgemeinmediziner, Hausärztinnen/Hausärzte sowie Neuro-/Rehapädagogen und Neuro-/Rehapädagoginnen.

1.5 Schlüsselwörter

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

2 Definition und Klassifikation

2.1 Begriffsdefinition

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). Störungen der genannten Fähigkeiten finden sich typischerweise nach okzipito-parietaler und temporo-parietaler bzw. posterior parietaler Schädigung, wobei die Häufigkeit des Auftretens nach rechtshemisphärischer Läsion größer ist als die nach linkshemisphärischer Schädigung.

2.2 Klassifikation

- Neglect
- Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung
- visuokonstruktive Störungen
- topographische Störungen
- Bálint-Syndrom (Simultanagnosie, optische Ataxie, Blickbewegungsstörung)
- Pusher-Syndrom

3 Neglect

3.1 Klinik

Ein Neglect tritt typischerweise nach Schädigungen der rechten, nicht sprachdominanten Hemisphäre auf. Im akuten Stadium der Symptomatik sind die Augen und der Kopf des Patienten/der Patientin deutlich zur Seite der Hirnläsion, d. h. zumeist zu seiner/ihrer rechten Seite, orientiert. Beim Suchen von Gegenständen ist die Aktivität der Betroffenen, die visuelle, auditive und taktile Exploration, deutlich zur Seite der Läsion verschoben. Objekte, Hindernisse oder Personen auf der kontraläsionalen, zumeist linken Seite werden so übersehen oder es wird auf sie verzögert reagiert. Auf visueller Ebene kann die Vernachlässigung nicht nur die kontralateralen Anteile des umgebenden Raums betreffen (sog. egozentrischer Neglect), sondern auch kontraläsionale Anteile einzelner Objekte, unabhängig davon, wo sie relativ zum Patienten/zur Patientin positioniert sind (sog. allozentrischer Neglect). Nicht nur im akuten, sondern auch im chronischen Stadium hat das Vorliegen eines Neglects einen Einfluss auf die unabhängige Lebensführung der Patientinnen/Patienten. Dies beinhaltet insbesondere sowohl basale und instrumentelle Leistung im Alltag (Selbstversorgung, Haushaltsaufgaben, Lesen, Schreiben, Gehen, Rollstuhlnavigation) als auch Beeinträchtigungen der Teilhabe (Autofahren, Mobilität in der Gemeinschaft, Orientierung, Arbeit) (Bosma et al., 2020).

Innerhalb der rechten Hemisphäre verursachen Läsionen einen Neglect, die den oberen und mittleren Temporallappen, den inferioren parietalen Kortex oder den inferioren frontalen Kortex betreffen. Diese drei kortikalen Regionen sind durch Faserbündel der weißen Substanz zu einem dichten perisylvischen Netzwerk verbunden (Überblick bei Karnath & Rorden, 2012), dessen Unterbrechung ebenfalls zum Neglect beiträgt. Darüber hinaus können auch subkortikale Schädigungen im Bereich der Basalganglien oder des Thalamus der rechten Hemisphäre einen Neglect hervorrufen. Moderne bildgebende Verfahren haben gezeigt, dass in diesen Fällen nicht die Schädigung der subkortikalen Strukturen selbst, sondern hierdurch verursachte Funktions-, Stoffwechsel- und Durchblutungsstörungen in den o. g. kortikalen Arealen des perisylvischen Netzwerks den Neglect verursachen (Diaschisis-Phänomen).

3.2 Diagnostik

Neben den typischen Auffälligkeiten im spontanen Verhalten der Patienten/Patientinnen (Kopf und Blick sind anhaltend zur ipsiläsionalen Seite gerichtet, stereotype Zuwendungsreaktion zur ipsiläsionalen Seite, Ausführung von Suchbewegungen mit den Augen und Händen stets nur auf der ipsiläsionalen Seite) lässt sich die spontane Deviation der Neglectpatientinnen und -patienten zur ipsiläsionalen Seite bereits auf dem initial angefertigten CT oder MRT feststellen; die Augenstellung in der Orbita weicht bei Neglectpatienten und -patientinnen charakteristischerweise zur Seite der Hirnschädigung ab (Becker & Karnath, 2010). Wird bei Durchführung der Gehirnbildgebung die verbale Anweisung „Bitte schauen Sie geradeaus“ gegeben, können Schlaganfall-Patientinnen und -Patienten mit und ohne Neglect ab einem Cut-off-Wert von $14,1^\circ$ Augenabweichung in der Orbita bereits anhand der initial bei Aufnahme angefertigten Aufnahmen verlässlich voneinander differenziert werden (Coelho-Marques et al., 2022). Bisher nicht eindeutig geklärt ist, ob diese Abweichung des Kopfes und der Augen in der Orbita zur ipsiläsionalen Seite ausschließlich für Patienten/Patientinnen mit Neglect charakteristisch ist oder auch bei den extrem seltenen Patientinnen/Patienten mit einer strategischen Läsion allein des frontalen Augenfelds (FEF) ohne Neglect, d. h. einer Läsion des Brodmann-Areals 8 bzw. 6 ohne Beteiligung des perisylvischen Netzwerks (s. o.), auftreten kann.

Häufig verwendete Aufgaben zur Erfassung eines Neglects sind das Kopieren oder freie Zeichnen von gegenständlichen Abbildungen (Haus, Blume, Fahrrad), das Einsetzen der Stundenzahlen in ein schematisch vorgegebenes Zifferblatt oder das Lesen einzelner Wörter oder Zeilen. Eine ausgeprägte kontraläsionale Vernachlässigung ist mit solchen Aufgaben gut feststellbar, die Quantifizierung des Vernachlässigungsverhaltens fällt mit solchen Verfahren jedoch deutlich schwerer als mit Such- und Durchstreichverfahren oder der Linienhalbierungsaufgabe.

Patientinnen und Patienten mit Neglect lassen bei Such- und Durchstreichaufgaben (z. B. Letter Cancellation Test [Weintraub & Mesulam, 1985], Bells Test [Gauthier et al., 1989], Sensitive Neglect Test [Reinhart et al., 2016], Apples Test [Bickerton et al., 2011]) je nach dem Schweregrad und dem Stadium der Erkrankung einen mehr oder weniger großen Teil der Zeichen auf der kontralateralen Seite solcher Suchfelder unberücksichtigt; die Berechnung des Schwerpunkts der in dem Suchfeld markierten Reize (Center of Cancellation [CoC]) stellt ein sensibles und robustes Maß für die Schwere des Neglects dar (Rorden & Karnath, 2010). Der Behavioural Inattention Test (deutsche Bearbeitung: Neglect-Test [Fels & Geissner, 1997]) sowie die Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (Zimmermann & Fimm, 2017) bieten weitere – gegenüber den Bedside-Verfahren jedoch aufwendigere – Diagnosemöglichkeiten. Eine einfache, in der deutschen Version allerdings noch nicht validierte Variante zur Bestimmung von Vorhandensein und Ausprägung eines Neglects bei alltagsrelevanten Tätigkeiten bietet die Catherine Bergego Scale (Kool, 2006). Für die Abgrenzung des Neglects als relative Vernachlässigung im Umgebungsraum der Patienten/Patientinnen („egozentrischer Neglect“) zum Neglect als relative Vernachlässigung in Bezug auf ein Objekt („allozentrischer Neglect“) eignet sich als einfache Suchaufgabe der Ota Test (Ota et al., 2001) oder auch der ihm sehr ähnliche Apples Test (Bickerton et al., 2011). Als Maß für die Schwere eines allozentrischen Neglects dient der sog. Allocentric Score (A) (Rorden et al., 2012).

Lange Zeit umstritten war die Linienhalbierungsaufgabe zur Untersuchung von Neglectpatientinnen/ Neglectpatienten, da 40 % der Betroffenen mit einer kontralateralen Vernachlässigung mit dieser Aufgabe fälschlicherweise nicht diagnostiziert werden (Ferber & Karnath, 2001). Mittlerweile deutet sich an, dass dies nicht an der Aufgabe selbst liegen könnte, sondern an der Art ihrer Durchführung und Auswertung (McIntosh et al., 2017). Folgen die zu halbierenden Linien einer bestimmten Anordnung auf der Präsentationsfläche (s. McIntosh et al., 2017) und wird dann nicht die durchschnittliche Abweichung der Markierungen von der Mitte der vorgegebenen Linien – als Schätzung des subjektiven Mittelpunkts des Patienten/der Patientin – berechnet, sondern stattdessen jede Markierung einfach als horizontale Koordinate relativ zu einer festen Umgebungsposition (z. B. der Mittellinie des Blattes/Monitors, auf dem die jeweiligen Linien präsentiert werden) kodiert, dann lassen sich über eine sog. Endpunktgewichtungs-Analyse zwei getrennte Messgrößen für die Leistung berechnen: der sog. Endpoint Weightings Bias (EWB) und die sog. Endpoint Weightings Sum (EWS) (s. Näheres in McIntosh et al., 2017). Die Größe EWB ist ein sensibler Index für die Vernachlässigung der Patientinnen/Patienten, vergleichbar mit dem CoC-Wert bei Such- und Durchstreichaufgaben (s. o.) oder den kontraläsionalen Vernachlässigungen beim Kopieren oder Zeichnen der Patienten/Patientinnen. Die Bedeutung der Variablen EWS ist dagegen noch nicht abschließend geklärt; vermutet wird, dass sie ein Maß für die generalisierte Aufmerksamkeit darstellen könnte.

Die genannten Untersuchungsverfahren werden in der klinischen Praxis häufig auf Papierbögen vor der Patientin/dem Patienten präsentiert. Papier-und-Bleistift-Verfahren liefern jedoch nur einen Teil der Informationen, die sie generieren könnten, wenn sie computerbasiert dargeboten würden. Daher wurden einige der Verfahren digitalisiert, um sie Tablet- oder PC-gestützt präsentieren zu können (z. B. Bonato & Deouell, 2013; Dalmaijer et al., 2015; McIntosh et al., 2017; Ciproso et al., 2018; Sperber & Wiesen, 2021). Für Such- und Durchstreichaufgaben wurde auch bereits gezeigt, dass die unterschiedlichen Modalitäten (Papier-und-Bleistift vs. digital) und die verschiedenen (Bildschirm-)Größen (DIN-A4- vs. Tablet-Formate) die Validität des Tests und die Höhe des CoC-Werts nicht beeinflussen (Rosenzopf et al., im Druck). Eine weitere interessante Erweiterung der Diagnostik von Neglectsymptomatik ist der Einsatz virtueller Realität [VR] (Dvorkin et al., 2012; Knobel et al., 2020; Yasuda et al., 2020; Hougaard et al., 2021; Kim et al., 2021; Wagner et al., 2021). Interessant sind dabei insbesondere die Erweiterung von 2-D- auf 3-D-Szenarien und die damit verbundene Möglichkeit, kontraläsionale Vernachlässigung nicht nur im peripersonalen Bereich (d. h. im Raum, der den Körper unmittelbar umgibt; also im Greifraum), sondern auch – weiter entfernt – im extrapersonalen Bereich untersuchen zu können. Allerdings ist die Anwendung solcher Instrumente im klinischen Alltag im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren aufgrund der aufwendigeren technischen Erfordernisse (VR-Brille etc.) noch begrenzt.

Empfehlung

Neben der Beobachtung von typischen Auffälligkeiten im spontanen Verhalten der Patientinnen und Patienten (Kopf und Blick sind anhaltend zur ipsiläsionalen Seite gerichtet, stereotype Zuwendungsreaktion zur ipsiläsionalen Seite, Ausführung von Suchbewegungen mit den Augen und Händen stets nur auf der ipsiläsionalen Seite) eignen sich vor allem Durchstreichaufgaben, die Linienhalbierungsaufgabe (in der Durchführung und Auswertung nach McIntosh et al.) sowie das Kopieren für die Diagnostik des Neglects. In späteren, kompensierten Stadien können auch die Durchführung umfangreicherer Testbatterien (z. B. Behavioural Inattention Test) oder computergestützter Untersuchungen (z. B. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung) hilfreich zur Darstellung einer bestehenden Restsymptomatik sein.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

3.2.1 Differenzialdiagnose Neglect vs. Hemianopsie

Reagiert ein Patient/eine Patientin bei der Gesichtsfelduntersuchung mittels Konfrontationsmethode auf einseitig in der kontraläsionalen Gesichtsfeldhälfte dargebotene Fingerbewegungen nicht, kann dies durch eine reine Hemianopsie (ohne Neglect), einen reinen Neglect (ohne Hemianopsie) oder eine Kombination aus beiden Erkrankungen bedingt sein. Zur Abgrenzung der Ursachen kann helfen, dass sich Gesichtsfeldgrenzen bei der Hemianopsie konsistent, beim reinen Neglect häufig inkonsistent, darstellen, und zwar abhängig davon, ob die Hand/der Finger des Untersuchers/der Untersucherin von ipsiläsional oder von kontraläsional herangeführt wird.

Ferner kann zur Abgrenzung genutzt werden, dass sich der Neglect durch Darbietung von Hinweisreizen (Cueing) oder stark die Aufmerksamkeit bindenden Reizen für kurze Zeit ganz oder zumindest teilweise aufheben lässt. Bei der Gesichtsfelduntersuchung mittels Konfrontationsmethode lässt sich so beim reinen Neglect – im Gegensatz zur Hemianopsie – mit der eindringlichen und anhaltenden verbalen Instruktion, sich auf die vernachlässigte Seite zu konzentrieren, das Nichtreagieren auf im linken Gesichtshalbfeld dargebotene Reize kurzzeitig überwinden. Die Schwierigkeit bei diesem Vorgehen besteht darin, die raschen Kompensationssakkaden zur kontraläsionalen Seite, die die verbalen Instruktionen häufig evozieren, zu unterbinden und die Fixation der Patientin/des Patienten auf die Nasenspitze des Untersuchenden immer wieder einzufordern. Treten Neglect und Hemianopsie kombiniert auf, lässt sich (so wie beim Vorliegen einer reinen Hemianopsie) durch Darbietung von Hinweisreizen (Cueing) keine Verhaltensänderung in Bezug auf in der kontraläsionalen Gesichtsfeldhälfte dargebotene Reize erwirken. Der Nachweis eines zusätzlich zur Hemianopsie bestehenden Neglects ergibt sich aus der Dokumentation der typischen Vernachlässigungen bei Durchführung der oben dargestellten klinischen Neglect-Untersuchungsverfahren (Such- und Durchstreichaufgaben, Kopieren etc.).

Die Variation der Rumpfposition des Patienten/der Patientin in der Perimetrie oder Kampimetrie ist auch diagnostisch hilfreich und praktikabel im klinischen Alltag (Nyffeler et al., 2017). Hierzu wird die Messung einmal in der Standardposition durchgeführt (Kopf und Rumpf geradeaus) und ein weiteres Mal mit Drehung des Rumpfes nach links um 20° (zur vernachlässigten Seite), während der Kopf der Patientin/des Patienten geradeaus gerichtet ist. Bei Gesichtsfeldausfällen, die durch Hemianopsie

bedingt sind, macht diese Variation der Rumpfhaltung keinen Unterschied, während bei reiner Neglectsymptomatik die Rumpfdrehung nach links zu deutlich besseren Gesichtsfeldbefunden führt (die dann als Neglect-bedingt zu werten sind).

3.3 Therapie

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 et al., 2017; Gammeri et al., 2020; Longley et al., 2021; Umeonwuka et al., 2022; s. hierzu aber auch Hildebrandt, 2021). Insbesondere fehlen für alle Therapiemethoden randomisierte, kontrollierte Studien an großen Patientenkollektiven. Ein Grund dafür ist, dass solche Studien an großen Patientenkollektiven kostspielig sind und es bei nicht pharmakologischen Therapien keinen Anreiz für ein entsprechendes Sponsoring dafür seitens der Industrie gibt. Auch wenn weitere Wirksamkeitsstudien erforderlich sind, kann für einige der Therapieverfahren auf kleine, aber methodisch hochwertige Studien zurückgegriffen werden. Auf Basis dieser Daten sehen die Autorinnen und Autoren einen Einsatz der in den folgenden vier Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.4 dargestellten Verfahren für die Behandlung des Neglects als geeignet an.

Neben den im Folgenden aufgeführten Methoden berücksichtigt die individuelle Therapiezielstellung Art und Schwere der Beeinträchtigung und ob motorische oder weitere kognitive Funktionen beeinträchtigt sind. Bezüglich der Gestaltung der Umwelt sollten, besonders in der Frühphase und bei stark ausgeprägtem Neglect, die für den Patienten/die Patientin relevanten Gegenstände (z. B. Getränke, Telefon, Nachtschrank) auffindbar und greifbar auf der *nicht* vernachlässigten Seite positioniert werden. Um eine Überforderung der Angehörigen mit der (neuen) herausfordernden Situation zu vermeiden, sollten Verhaltensregeln und Strategien gemeinsam mit dem Betroffenen und den Angehörigen zielbezogen und unter Berücksichtigung der individuellen Alltagsanforderungen erarbeitet und besprochen werden.

3.3.1 Aktives Explorieren und Orientieren zur kontralateralen Seite

Diese Behandlungsstrategie zielt darauf ab, mit den Patienten und Patientinnen Übungen (z. B. Suchtraining auf großen Projektionsflächen) und Tätigkeiten (z. B. Lese- und Kopieraufgaben, Bildbeschreibungen) durchzuführen, die ein vermehrtes und aktives Hinwenden zur vernachlässigten kontralateralen Seite verlangen (Pizzamiglio et al., 1992; Antonucci et al., 1995; Paolucci et al., 1996; Kerkhoff, 1998; van Kessel et al., 2013; van Wyk et al., 2014). Dabei werden visuelles und taktils 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 Patientinnen und Patienten wiederholt aufzufordern, sich ihrer gelähmten Seite zuzuwenden und diese zu bewegen. Es handelt sich somit um eine sogenannte Top-down-Methode, bei der eine willentliche Kompensation der Störung der sonst unbewussten und automatischen räumlichen Aufmerksamkeitsverteilung angestrebt wird. Das Explorationstraining erfordert die aktive Mitarbeit der Betroffenen und ist – im Vergleich mit den weiteren, unten empfohlenen Therapieansätzen – eher für belastbare Patienten und Patientinnen geeignet.

Mittlerweile wurde gezeigt, dass sich dieses therapeutische Vorgehen durch den Einsatz von Hinweisreizen, die an verschiedene Schweregrade des Neglects angepasst sind und die im Verlauf der Therapie systematisch ausgeschlichen werden, effizienter gestalten lässt und vergleichbare Erfolge in kürzerer Zeit erreicht werden können (Turgut et al., 2018).

Die Wirkung des Explorationstrainings wurde in insgesamt mindestens 12 kontrollierten Studien untersucht, allerdings ausschließlich bei kleineren Patientenzahlen. In den oben bereits erwähnten systematischen Reviews (Azouvi et al., 2017; Gammeri et al., 2020; Umeonwuka et al., 2022) und der Cochrane-Metaanalyse (Longley et al., 2021; s. hierzu aber auch Hildebrandt, 2021) wurde das Explorationstraining jeweils mit anderen Trainingsmethoden zusammen evaluiert. Insgesamt wurde die Studienqualität meist als variabel bewertet. Während ein Langzeiteffekt auf die Vernachlässigung durch diese Therapiestrategie wiederholt dokumentiert wurde, ist die Frage nach einer bleibenden Unabhängigkeit im Alltag bislang unbefriedigend adressiert und beantwortet.

3.3.1.1 Erweiterung des Explorationstrainings durch AR- und VR-Anwendungen

Wiat et al. (1997) kombinierten schon früh eine visuelle Explorationsaufgabe, die aktive Augen- und Kopfbewegungen zur kontralateralen Seite verlangte, mit der aktiven Rotation des Rumpfes in diese Richtung. Im Vergleich mit einer Gruppe von Neglectpatienten und -patientinnen, die eine übliche neurorehabilitative Behandlung erhielten, fanden die Autoren eine signifikante Verbesserung sowohl bei Betroffenen mit akutem als auch bei solchen mit chronischem Neglect. Dieser Behandlungserfolg zeigte sich bei der Nachuntersuchung einen Monat nach Beendigung der Therapie unverändert.

Digitale Medien ermöglichen eine attraktive Erweiterung dieses Behandlungsansatzes, z. B. mittels „Augmented Reality (AR)“. Als AR bezeichnet man 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 Patientinnen/Patienten mit Neglect z. B. angehalten werden, in spielerischer Weise (z. B. auf der Suche nach virtuellen Bildern oder eines virtuellen Vogels) zunehmend ihre vernachlässigte Raumseite zu explorieren (Bakker et al., 2020; Stammler et al., 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 Patienten/Patientinnen angehalten, aktive Kopf- und Rumpfdrehungen zur kontralateralen Seite durchzuführen (Stammler et al., 2023). Diese können vom Therapeuten/von der Therapeutin während der Behandlung zunehmend ausgedehnter gestaltet werden. Diese Technik wurde bisher allerdings erst in Einzelfällen an Patientinnen und Patienten mit Neglect angewendet (Stammler et al., 2022) und muss sich erst noch in kontrollierten Studien bewähren.

Eine weitere interessante Erweiterung erfährt das Prinzip des aktiven Explorationstrainings auch durch den Einsatz virtueller Realität (VR). *Immersive* VR-Anwendungen, bei denen der Patient/die Patientin mittels VR-Brille selbst Teil einer ihn/sie umgebenden virtuellen 3-D-Umgebung wird, wurden von mehreren Gruppen entwickelt, aber bislang zu Zwecken der Behandlung noch nicht (Knobel et al., 2021) oder nur an Einzelfällen erfolgreich erprobt (Yasuda et al., 2018; Numao et al.,

2021). Eine erste randomisierte, kontrollierte Studie, die ein VR-basiertes, digitales Übungsprogramm mit Neglectpatienten und -patientinnen durchführte, beobachtete geringfügige Verbesserungen in einer Linienhalbierungsaufgabe (Choi et al., 2021); die Nachhaltigkeit der Effekte wurde bislang nicht geprüft. *Nicht immersive* VR-Verfahren, bei denen auf einem Monitor eine virtuelle Umgebung dargestellt wird, mit der die Patientin/der Patient interagiert, ohne in diese selbst einzutauchen, wurden dagegen bereits mehrfach erfolgreich in Gruppenstudien zu therapeutischen Zwecken eingesetzt. So wurden Neglectpatientinnen und -patienten auf einem Monitor Szenarien gezeigt, bei denen ein Avatar bestimmte Gegenstände fangen oder bewegen musste. Dabei erfasste eine Videokamera die Bewegungen und die Position der Patienten/der Patientinnen und übertrug sie auf den Avatar im virtuellen Raum (Kim et al., 2011). Weitere Studien führten ein Training des Straßenüberquerens (Navarro et al., 2013) oder ein visuelles Explorationstraining mit multisensorischer Stimulation in VR-Umgebungen durch, bei denen Objekte mit einem Stift gefangen und bewegt werden mussten (Fordrell et al., 2016). Die VR-Studien beobachteten eine Verbesserung der kontralateralen Vernachlässigung wie auch der Alltagsaktivitäten nach Durchführung des Trainings. Ein Nachweis der Nachhaltigkeit eines solchen VR-basierten Explorationstrainings steht jedoch noch aus.

3.3.2 Langsame Folgebewegungen zur kontralateralen Seite

Eine vermehrte Hinwendung zur kontralateralen Seite wird auch durch Darbietung großflächiger visueller Muster (meist Zufallspunktwolken) erzielt, die sich langsam ($5\text{--}10^\circ/\text{s}$) zur vernachlässigten Seite bewegen (im Englischen „smooth pursuit eye movement therapy“, kurz: SPT). Mehrere Studien (Kerkhoff et al., 2006, 2012, 2013; Schröder et al., 2008; Thimm et al., 2009; Facchin et al., 2021; Übersicht in Hill et al., 2015) berichteten, dass die regelmäßige Anwendung solcher visueller Stimulation mit aktiven Augenfolgebewegungen der Neglectpatientinnen und -patienten über eine, drei bzw. vier Wochen allein oder in Kombination mit einem Explorationstraining zu einer signifikanten multimodalen Leistungsverbesserung führt, die Wochen bzw. zwei 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 et al., 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 et al., 2014), erfolgreicher sind als Trainingsverfahren, bei denen diese Instruktion ausbleibt (z. B. Pizzamiglio et al., 2004; Machner et al., 2014). Ein expliziter Vergleich dieser beiden Instruktionsvarianten steht noch aus.

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 (Schenke et al., 2021; Kaufmann et al., 2022). Randomisierte, kontrollierte Studien zur Prüfung der Effektivität eines solchen Vorgehens stehen jedoch noch aus.

3.3.3 Nackenmuskelvibration

Es wurde vermutet, dass bei Neglectpatienten und -patientinnen jene neuronalen Koordinatensysteme beeinträchtigt sind, die für die Bestimmung der Körperposition in Bezug zu Objekten im Außenraum genutzt werden (Karnath, 2015). Auf dieser Annahme basieren Therapieansätze wie die Vibration der posterioren Halsmuskulatur (Karnath et al., 1993), die versuchen, die an der Erstellung solcher Raumkoordinatensysteme beteiligten afferenten sensorischen Inputkanäle zu beeinflussen. Dass die regelmäßige, systematische Therapie mittels solcher Stimulationsmethoden zu einer langfristigen, d. h. über die Dauer der Stimulation hinaus anhaltenden Reduktion der Neglectsymptomatik führte, welche sich auch positiv auf die Alltagsaktivitäten auswirkte, wurde für die Nackenmuskelvibration in einer kontrollierten Crossover-Studie mit 20 Neglectpatientinnen und -patienten (Schindler et al., 2002) sowie in kleinen Fallserien ohne Kontrollgruppe – dafür aber mit Multiple-Baseline-Design zur Abgrenzung gegenüber dem Spontanverlauf (Johannsen et al., 2003; Kamada et al., 2011) – nachgewiesen. Ein großer Vorteil der Anwendung der Nackenmuskelvibration ist, dass sie nicht auf die Kooperationsfähigkeit des Patienten/der Patientin angewiesen ist. Dadurch lässt sich diese Behandlungsmethode auch bereits in frühen Phasen der Erkrankung (Stroke Unit, Frührehabilitation) anwenden.

Wird bei einem Explorationstraining zusätzlich die hintere, linksseitige Nackenmuskulatur vibriert, was zu einer scheinbaren Dehnung der Muskulatur und damit scheinbaren Änderung der Kopf-zu-Rumpf-Stellung führt, können bis zu 25 % bessere Leistungen als mit der alleinigen Durchführung des Explorationstrainings erzielt werden (Schindler et al., 2002). Die multimodalen Verbesserungen zeigten sich bei der Nachuntersuchung zwei Monate nach Beendigung der Therapie unverändert. Ebenso wurde berichtet, dass die Applikation von Nackenmuskelvibration vor der Durchführung eines konventionellen Ergotherapietrainings – im Vergleich zu Ergotherapie allein – die Vernachlässigung der Patienten und Patientinnen reduzierte, was auch zwei Wochen nach der Behandlung noch nachweisbar war (Kamada et al., 2011). Erfolgreich – bislang aber nur an einem Einzelfall – erprobt wurde auch die Kombination von Nackenmuskelvibration und willkürlichen Armbewegungen (Ceyte et al., 2019). Eine kleine Fallserie ohne Kontrollgruppe – dafür aber unter Verwendung eines Multiple-Baseline-Verfahrens zur Abgrenzung gegenüber dem Spontanverlauf – berichtete, 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).

3.3.4 Nicht invasive transkranielle Hirnstimulationsverfahren

Diese Gruppe der Hirnstimulationsverfahren (im Englischen „non-invasive brain stimulation“, kurz: NIBS) umfasst insbesondere zwei Methoden: die *transkranielle Magnetstimulation (TMS)* und die *transkranielle elektrische Stimulation (tES)*. Beiden Verfahren liegen im Einsatz bei Neglectpatienten und -patientinnen ähnliche therapeutische Hypothesen zugrunde (Tscherpel & Grefkes, 2020). So wird angenommen, dass eine unilaterale Läsion (beim Neglect typischerweise rechts) zur Überaktivierung der nicht betroffenen Hemisphäre (meist links) und damit zu den typischen Neglectsymptomen führt. In den meisten NIBS-Verfahren wird daher versucht, durch inhibitorische Protokolle der Überaktivierung der „gesunden“, kontraläsionalen Hemisphäre entgegenzuwirken.

Hierdurch wird die Reduktion eines Aktivitätsungleichgewichts zwischen den beiden Hemisphären und, damit einhergehend, eine Reduktion der Neglectsymptomatik angestrebt (Tscherpel & Grefkes, 2020). Die zweite therapeutische Hypothese zielt darauf ab, die Plastizität des Gehirns anzuregen, um ein Interventionsfenster für andere Therapiemaßnahmen (z. B. Prismenadaptationstherapie (PAT), SPT [s. O’Shea et al., 2017]) zu öffnen.

Transkranielle elektrische Stimulation (tES). Im klinischen Kontext wird vorwiegend die transkranielle Gleichstromstimulation (tDCS) eingesetzt. Die Stimulationsprotokolle können sich in Bezug auf viele Parameter, z. B. Stromstärke, Stimulationsdauer, Elektrodenmontage, unterscheiden. Derzeit ist noch nicht ausreichend verstanden, welche physiologischen Änderungen durch tDCS ausgelöst werden (Lefaucheur et al., 2017) und welche Zusammenhänge zwischen Stimulationsparametern und biologischen Effekten bestehen (Guidetti et al., 2022).

Transkranielle Magnetstimulation (TMS). Auch im Fall von TMS steht eine Vielzahl verschiedenster Methoden zur Verfügung (s. Lefaucheur et al., 2014) und auch hier finden sich erhebliche interindividuelle Unterschiede bei den beobachteten klinischen Effekten (Tscherpel & Grefkes, 2020). Im Fall von Neglect gelang es allerdings bereits, einzelne relevante Faktoren, die an der Entstehung dieser Variabilität beteiligt sind, aufzuklären (Nyffeler et al., 2019). Im Kontext der Neglectbehandlung kommen vorzugsweise zwei Verfahren zum Einsatz: Low Frequency repetitive TMS (LF rTMS) und continuous Theta-Burst Stimulation (cTBS). Beiden Protokollen wird eine hemmende Wirkung zugesprochen. Konkret wird angenommen, dass das stimulierte Gewebe in seiner Aktivität unterdrückt wird und dieser Effekt auch nach Ende der Stimulation Minuten bis Tage anhält (Lefaucheur et al., 2014).

Für TMS und tES liegen inzwischen mehrere klinische Studien vor (Lefaucheur et al., 2017, 2020). In einer Metaanalyse aus dem Jahr 2018 kommen Salazar und Kollegen zu dem Ergebnis, dass rTMS und tDCS die Leistungen im Linienhalbierungstest signifikant verbessern. Bei vier Studien wurden zudem Auswirkungen auf ADL-Leistungen erhoben. Signifikante ADL-Verbesserungen zeigten sich bei den TMS-Interventionen, bei den tDCS-Interventionen waren die ADL-Verbesserungen nicht signifikant (Salazar et al., 2018). In einer neueren Metaanalyse wurden weitere Studien berücksichtigt und ein direkter Vergleich zwischen tDCS, rTMS und cTBS durchgeführt (Li & Huang, 2022). Alle drei Verfahren verbessern die Leistungen in einem Linienhalbierungstest. In dieser Metaanalyse erwies sich cTBS als überlegen, gefolgt von rTMS und dann tDCS. Die positiven Effekte von cTBS fanden sich zudem nicht nur beim Linienhalbierungstest, sondern auch im Gesamtscore von Neglecttestbatterien (Koch et al. 2012), bei Durchstreichaufgaben (Fu et al., 2015), Suchaufgaben und ADL-Leistungen (Cazzoli et al., 2012). Diese Effekte hielten für mindestens zwei Wochen an. Den positiven Befunden zur Wirksamkeit steht allerdings bei NIBS im Allgemeinen und damit auch bei cTBS eine Reihe von Kontraindikationen gegenüber. So sprechen das Vorliegen einer Kraniektomie, der Verdacht auf Epilepsie oder ein Herzschrittmacher gegen den Einsatz von NIBS (Smit et al., 2015).

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter den NIBS-Verfahren sich das cTBS-Protokoll, typischerweise in Kombination mit anderen neurorehabilitativen Verfahren, in Bezug auf die Neglectsymptomatik als besonders wirksam erwiesen hat und daher in der vorliegenden Leitlinie als ein Verfahren zur Behandlung von Neglectpatienten und -patientinnen empfohlen wird. Mit dieser

Empfehlung gehen wir über die Empfehlungen einer europäischen Initiative zur Entwicklung von Therapierichtlinien im Bereich der NIBS hinaus. In den Veröffentlichungen dieser Initiative wurde der Neglect bei der Diskussion des tDCS-Verfahrens nicht berücksichtigt (Lefaucheur et al., 2017). Im Fall der TMS wurde die Anwendung auf Neglect zwar ausführlich besprochen, aber nur eingeschränkt empfohlen (Lefaucheur et al., 2014, 2020). Konkret kamen die Autoren zum Ergebnis, in Bezug auf rTMS keine Empfehlung auszusprechen, weil die Studien leicht unterschiedliche Stimulationsprotokolle verwendet hatten, und die cTBS als „möglicherweise effektiv“ einzustufen. Wir argumentieren hingegen, dass eine robuste Verbesserung der Neglectsymptome trotz verschiedener Stimulationsparameter eher für, nicht gegen die Zuverlässigkeit der Methode spricht, und halten die bislang vorliegende Evidenz für cTBS in der Behandlung von Neglect für ausreichend. Eine neuere Übersichtsarbeit hat ebenfalls aufgrund der aktuellen Evidenz eine Anwendung von cTBS in Kombination mit kognitiver, ergotherapeutischer und physiotherapeutischer Rehabilitation empfohlen (Houben et al., 2021). Sieben von acht Studien, die in dieser Übersichtsarbeit berücksichtigt wurden, berichteten, dass die Kombination von cTBS plus einem weiteren Neglecttherapieverfahren einer Therapie ohne cTBS signifikant überlegen ist. Wir schließen uns der Empfehlung von Houben und Kollegen (2021) an und betrachten ebenfalls cTBS in Kombination mit zumindest einem weiteren der oben empfohlenen Therapieverfahren (z. B. Explorationstraining) als eine wirksame Behandlung von Neglect. Unklar ist derzeit noch, ob auch cTBS ohne begleitende weitere Therapieverfahren sich in der Behandlung von Neglect als wirksam erweist. Auch die Langzeiteffekte (also: therapeutische Gewinne nach 6 oder 12 Monaten) sind derzeit noch nicht ausreichend untersucht. Entsprechend sind weitere Studien wünschenswert, insbesondere solche, welche die Wirksamkeit von cTBS im Hinblick auf die Verbesserung von Alltagsleistungen in größeren Stichproben von Patienten und Patientinnen untersuchen.

Empfehlung

Die Behandlung eines Neglects soll mittels (i) aktiven Explorationstrainings, (ii) langsamen Folgebewegungen zur kontraläsionalen Seite, (iii) Nackenmuskelvibration und/oder (iv) kontinuierlicher Theta-Burst Stimulation (cTBS) in Kombination mit mindestens einem weiteren Trainingsverfahren (z. B. aktivem Explorationstraining) erfolgen. Im frühen Stadium der Erkrankung bzw. bei schwerem Zustand, welche eine längere aktive Beteiligung der Patienten/Patientinnen verhindern, sollen, begleitend zur Mobilisation und Physiotherapie, eher die passiven Stimulationsverfahren (Nackenmuskelvibration, langsame Folgebewegungen zur kontraläsionalen Seite) zur Anwendung kommen, während das therapeutisch angeleitete (und im späteren Verlauf auch eigenständig durchgeführte) Explorationstraining eher für belastbare Patientinnen und Patienten geeignet ist.

Konsensstärke: 100 % (n = 10)

3.3.5 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. dem rechten Mastoid. Positive Effekte während der Anwendung von überwiegend links anodaler/rechts kathodaler (LA/RK) Stimulation wurden von mehreren Autoren

berichtet; es gibt aber auch zwei Studien mit negativem Behandlungserfolg (Ruet et al., 2014; Volkening et al., 2016). 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. Unter Verwendung von LA/RK-Stimulation fanden Wilkenson et al. (2014) nach Applikation über ein bzw. zwei Wochen täglich positive Effekte einer GVS in verschiedenen Neglectaufgaben. Die Reduktion der kontralateralen Vernachlässigung war auch bei einer Nachuntersuchung einen Monat nach Beendigung der GVS-Behandlung unverändert. Ein gewichtiger Nachteil dieser Studie ist, dass sie weder eine Kontrollgruppe noch ein Multiple-Baseline-Design verwendet hat. Volkening et al. (2016) führten über zwei Wochen eine Behandlung, bestehend aus der Anwendung langsamer Augenfolgebewegungen (s. o.) sowie Übungen aus dem Cogpack[®]-Therapieprogramm, durch. Zusätzlich erfolgte entweder die gleichzeitige Anwendung von LA/RK-, von RA/LK- oder von Sham-Stimulation. Weder die Anwendung der Standardtherapie noch die Kombination dieser Therapie mit GVS hatte einen signifikanten Effekt.

Magnetische vestibuläre Stimulation (MVS): Während die Magnetresonanztomographie (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. Die Stimulation des Vestibularorgans wird durch Lorentz-Kräfte ausgelöst, die aus der Wechselwirkung des statischen Magnetfelds des MRT-Scanners mit Ionenströmen in der Endolymphflüssigkeit des Labyrinths des im Scanner liegenden Probanden bzw. der Probandin resultieren (s. Ward et al., 2019 für eine Übersicht). Lindner und Mitarbeiter (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 Patienten und Patientinnen mit Neglect sehr ähnlich ist.

Karnath et al. (2022) untersuchten daher, ob die Verhaltenseffekte der MVS genutzt werden können, um die räumliche Vernachlässigung bei Patientinnen/Patienten mit Neglect zu reduzieren. Tatsächlich gelang dies (bei bislang einem untersuchten Patienten [Karnath et al., 2022]), wenn der Patient mit den Füßen voran – d. h. mit einem vom Kopf zu den Zehen orientierten Magnetfeldvektor – in den MRT-Scanner geschoben wurde. Sollten sich diese positiven Erfahrungen bestätigen, bietet eine so einfache Intervention wie das Liegen in einem MRT-Scanner das Potenzial für eine künftige Behandlungsstrategie des Neglects. Da die physiologische Wirkung der MVS nicht sistiert, sondern während der gesamten Zeit anhält, in der die Person im Scanner liegt (Jareonsettasin et al., 2016), könnte sich die MVS als nicht invasives und komfortables Mittel zur kontinuierlichen Stimulation des Vestibularorgans von Patientinnen/Patienten mit Neglect erweisen. Gegen einen möglichen therapeutischen Nutzen sind natürlich die Kosten, die Verfügbarkeit und die Ausschlusskriterien der MRT sowie die mögliche Belastung der Betroffenen durch das Liegen in der engen Röhre eines MRT-Scanners abzuwägen.

Prismenadaptationstherapie (PAT): Diese Therapie ist – gemessen an den veröffentlichten Berichten – in der therapeutischen Forschung beliebt, aber auch umstritten. Rossetti und Mitarbeiter konnten 1998 zeigen, dass ein kurzes Training (ca. 5 Minuten) unter Verwendung von Prismengläsern zu

nachhaltigen Verbesserungen der Neglectsymptomatik führt (Rossetti et al., 1998). 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 (Überblick über Prinzipien und angenommene Mechanismen geben Newport & Schenk, 2012). Erste Studien bestätigten diese Hoffnung (Überblick bei Kerkhoff & Schenk, 2012). Bei wiederholter Anwendung der PAT (Zeigebewegung auf visuelle Objekte während des Tragens von Prismengläsern; Sitzungsdauer ca. 20–40 Minuten) über einen Zeitraum von zwei bzw. vier Wochen fanden sich signifikante Verbesserungen der Neglectsymptomatik. Es konnte gezeigt werden, dass diese Trainingseffekte über mehrere Wochen anhalten (Kerkhoff & Schenk, 2012). Eine Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2013 kam zu dem Ergebnis, dass PAT die überlegene Behandlung für Patientinnen und Patienten mit Neglect darstellt (Yang et al., 2013). Das anhaltende Interesse an dieser Therapieform hat inzwischen zur Entwicklung verschiedener Varianten dieser Therapieformen geführt. So wurden mittlerweile Formen zur Anwendung im häuslichen Umfeld und VR-Varianten, welche ohne Prismengläser auskommen, entwickelt (Cho et al., 2020; Fortis et al., 2020).

In Bezug auf die Wirksamkeit der PAT verweisen neuere Studien darauf, dass der Erfolg der Therapie an das Vorliegen bestimmter Faktoren geknüpft ist. Eine entscheidende Bedeutung kommt dem Läsionsort zu. Neglectpatienten und -patientinnen mit frontalen bzw. subkortikalen Läsionen sprechen auf die Therapie besser an als Patienten/Patientinnen mit parietalen Läsionen (Scheffels et al., im Druck). Auch zeigt sich, dass die Häufigkeit und die Dauer des Trainings einen wesentlichen Einfluss auf den Therapieerfolg haben. Eine längere Therapiedauer mit hoher Therapiefrequenz führt zu besseren Therapieergebnissen, gemessen unter anderem anhand der Catherine Bergego Scale (Chen et al., 2022).

Mehrere kürzlich erschienene Übersichtsarbeiten zeigen auf, dass die Datenlage derzeit noch keine eindeutige Aussage zur Wirksamkeit der PAT zulässt (Qui et al., 2021; Li et al., 2021). Dies gilt in besonderem Maße für die Frage, ob die PAT zu Langzeitverbesserungen führt. Zusammenfassend ist festzustellen, dass derzeit keine klare Empfehlung für die PAT ausgesprochen werden kann.

Medikamentöse Behandlung: Ungeklärt ist bislang auch, ob eine medikamentöse Behandlung zur Besserung der Neglectsymptomatik beitragen kann. Die positiven Erfahrungen mit der Gabe von Dopaminagonisten, noradrenergen Agonisten, dem N-cholinergen Agonisten Nikotin oder Cholinesteraseinhibitoren beruhen bislang auf Einzelfallberichten bzw. kleinen Einzelfallserien (Fleet et al., 1987; Hurford et al., 1998; Mukand et al., 2001; Malhotra et al., 2006; Lucas et al., 2013), 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 noradrenergen Agonisten Guanfacin (Dalmaijer et al., 2018) bzw. von Methylphenidat (Luauté et al., 2018) an kleinen Gruppen von 13 bzw. 21 Patientinnen und Patienten beobachteten keine Verbesserung spezifisch der Neglectsymptomatik, sondern Besserungen der allgemeinen Suchkapazität bzw. von Aktivitäten des täglichen Lebens.

3.3.6 Nicht mehr verfolgte Therapiemaßnahmen

Hemianopisches Abdecken der Augen: Von einigen Autoren/Autorinnen wurde berichtet, dass das mehrwöchige Tragen von Augengläsern, die auf beiden Augen das jeweils rechte ipsiläsionale visuelle Halbfeld abdecken, hilfreich war (Beis et al., 1999; Tsang et al., 2009; Ianes et al., 2012; Aparicio-López et al., 2015). Andere konnten dagegen keinen therapeutischen Effekt dieser Methode beobachten (Übersicht bei Smania et al., 2013; Machner et al., 2014; Shiraishi et al., 2015). Ebenfalls erprobt, aber verworfen wurde die therapeutische Wirksamkeit des ganzflächigen Abdeckens allein des rechten Auges (Übersicht bei Smania et al., 2013).

4 Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung, visuokonstruktive und topographische Störungen

4.1 Klinik

Störungen der visuell-räumlichen Wahrnehmung sowie visuokonstruktive und topographische Störungen finden sich häufig nach Hirnschädigungen. Es wird geschätzt, dass ca. 30–50 % der Patienten/Patientinnen mit linkshemisphärischer Störung und ca. 50–70 % der rechtshemisphärischen Patienten/Patientinnen Störungen in diesem Bereich aufweisen (Schaadt & Kerkhoff, 2016).

Leistungen im Bereich der **visuell-räumlichen Wahrnehmung** umfassen Positionswahrnehmung, Distanzschätzung, Tiefenwahrnehmung, Einschätzung der Orientierung von Objekten (meist Linien) und die Wahrnehmung der Hauptraumachsen (vertikal, horizontal, gradeaus). Störungen in diesem Bereich treten häufig assoziiert mit Gesichtsfeldstörungen und Neglect auf (Schaadt & Kerkhoff, 2016; Kerkhoff et al., 2021), können aber auch isoliert nach Schädigung von parieto-okzipitalen bzw. temporo-okzipitalen Kortexanteilen auftreten (Utz et al., 2011; Kerkhoff, 2012; Schaadt & Kerkhoff, 2016).

Visuokonstruktive Störungen treten beim Abzeichnen von Zeichnungen oder beim Nachbilden visueller Vorlagen auf. Es wird vermutet, dass diesen Leistungen ein weitgefächertes Netzwerk von Hirnregionen zugrunde liegt (Chen et al., 2016; Carson et al., 2019). Entsprechend besitzt die Feststellung einer visuokonstruktiven Störung nur geringen Wert im Hinblick auf die Lokalisation der zugrunde liegenden Hirnpathologie. Ungeachtet der lokalisatorischen Relevanz, kommt den visuokonstruktiven Störungen eine hohe Alltagsrelevanz zu. So hat sich insbesondere das Vorliegen visuokonstruktiver Störungen, typischerweise erfasst mittels des Rey-Osterrieth Complex Figure Tests, in vielen Studien als signifikanter Prädiktor für die Fahreignung erwiesen. Patientinnen/Patienten mit visuokonstruktiver Störung haben ein erhöhtes Risiko, im Fahreignungstest auf der Straße oder im Fahrsimulator zu scheitern (z. B. Akinwuntan et al., 2006; Marshall et al., 2007; Hird et al., 2014). Visuokonstruktive Störungen treten auch häufig im Rahmen neurodegenerativer Erkrankungen auf (Trojano & Gainotti, 2016).

Patienten und Patientinnen mit **topographischen Störungen** finden sich in der Regel in unbekanntem, teilweise auch bekannten Umgebungen nicht zurecht und schildern mitunter, dass sie aus dem Alltag gut bekannte Umgebungen oder Wegstrecken als neuartig und unbekannt wahrnehmen. Die Forschung in diesem Bereich wird von Einzelfallberichten bzw. kleineren Fallserien dominiert. Da die Fähigkeit zur räumlichen Orientierung an perzeptuelle und mnestiche Fähigkeiten gekoppelt ist, können prinzipiell auch der topographischen Störung eher perzeptuelle oder eher mnestiche Defizite zugrunde liegen. Eine Differenzierung diesbezüglich kann jedoch im Einzelfall schwierig sein. Eine erste systematische Analyse zu topographischen Störungen (Topographagnosie) anhand publizierter Einzelfälle sowie Fallserien verfassten Aguirre und D'Esposito im Jahr 1999. Daran angelehnt, führten Claessen und van der Ham (2017) einen systematischen Review der bestehenden Fälle durch, um, basierend darauf, die folgende phänomenologische Klassifikation von topographischen Störungen (Topographagnosie) zu entwickeln. Grundlage für diese Einteilung ist

die Erkenntnis, dass eine erfolgreiche Navigation typischerweise verschiedene Prozesse umfasst. Erstens, Erkennungsmerkmale eines bestimmten Orts oder einer bestimmten Route werden ausgewählt und abgespeichert. Solche Erkennungsmerkmale oder Landmarken können auffällige Gebäude (z. B. ein hoher Turm, eine Brücke) oder auffällige Landschaftsmerkmale (eine große Eiche, eine Biegung im Flussverlauf) sein. Beim späteren Abruf der Route müssen diese Landmarken erinnert, gesucht und erkannt werden. Störungen in diesem Bereich der Landmarken werden als *Typ-1- bzw. Landmarken-basierte Navigationsstörung* bezeichnet. Die Verwendung von Landmarken ist aber nur eine Komponente. Zweitens müssen die räumlichen Verhältnisse zwischen den verschiedenen Positionen korrekt abgespeichert und erinnert werden. Hierbei kann ein *allozentrisches* Referenzsystem (der nächste Zielort befindet sich rechts vom Turm) oder ein *egozentrisches* System (der nächste Zielort ist rechts von meiner aktuellen Position) verwendet werden. Diese räumlichen Relationen sind wichtig, damit die Laufrichtung bzw. allgemeine Navigationsrichtung korrekt bestimmt werden kann. Störungen in diesem Bereich werden als *Orts-basierte Navigationsstörung* bezeichnet (*Typ 2* in der Klassifikation von Claessen und van der Ham, 2017). Abschließend muss aus den Einzelinformationen ein vollständiger Navigationspfad entwickelt werden. Dieser Pfad legt die Reihenfolge der relevanten Landmarken und Orte fest, bestimmt, welche Handlung bei welcher Position gefordert ist, und enthält die korrekten Abstände zwischen den einzelnen Orten des Pfads. Diese Leistung der Pfadintegration kann ebenfalls gestört sein (*Typ 3, Pfad-basierte Navigationsstörung*). Prinzipiell können topographischen Störungen Läsionen in (mesio)temporalen, parietalen sowie okzipitalen Regionen zugrunde liegen. Diese Störungen treten gehäuft nach rechtshemisphärischen Hirnschädigungen auf. Eine klare Beziehung des vorwiegenden phänomenologischen Störungsmusters mit entsprechenden Hirnregionen ist bis dato nicht etabliert. Auch die Datenlage zur Rückbildung sowie zu Kompensationsmechanismen topographischer Störungen nach Hirnläsionen ist dünn und beruht auf Einzelfallberichten.

4.2 Diagnostik

Die Untersuchung der **visuell-räumlichen Wahrnehmung** sollte die Lokalisation von Objekten relativ zu anderen Objekten oder Szenenelementen, die Längen- und Distanzschätzung, die Orientierungsdiskrimination, die Tiefenwahrnehmung, die Einschätzung der visuellen Hauptachsen sowie Aufgaben zur mentalen Raumtransformation (z. B. räumliche Rotation) umfassen. Hierfür stehen größtenteils standardisierte Testverfahren zur Verfügung (Übersicht bei Kerkhoff & Utz, 2014; Schaadt & Kerkhoff, 2016). Für die Erfassung von Störungen der Positionswahrnehmung bzw. der visuell-räumlichen Orientierung auf Vorlagen kann auch beispielsweise die VOSP (Warrington & James, 1991) verwendet werden. Empfehlungen zur Untersuchung der binokularen Disparität und Tiefenwahrnehmung finden sich bei Schaadt & Kerkhoff (2016).

Visuokonstruktive Störungen lassen sich mithilfe von Zeichenaufgaben und Konstruktionsaufgaben – wie z. B. des Rey-Osterrieth Complex Figure Tests oder des Mosaik-Tests (für mehr Informationen s. Schellig et al., 2009) – valide erfassen; dabei werden sowohl zwei- als auch dreidimensionale Vorlagen verwendet (Übersicht bei Kerkhoff & Utz, 2014).

Topographische Störungen können prinzipiell mit verschiedenen Navigationsparadigmen, entweder Desktop-basiert, VR-basiert oder auch im realen Setting, untersucht werden (zur Übersicht der experimentellen Verfahren s. Schöberl et al., 2020). Allerdings existieren bis dato keine für die klinische Routine standardisierten und ausreichend validierten psychometrischen Verfahren. Im Hinblick auf einen potenziellen Einfluss perzeptueller sowie mnestischer Störungen auf die Raumorientierungsfähigkeit sollten diese beiden Kognitionsbereiche mitbeurteilt werden: z. B. für die Raumwahrnehmung die BORB bzw. die VOSP (Humphreys & Riddoch, 1993; Warrington & James, 1991); für das Raumgedächtnis entsprechende Untertests aus dem Wechsler Gedächtnistest (WMS-R, s. Schellig et al. [2009], Seiten 749 ff.).

Empfehlung

Im Bereich der Raumkognition wird die Verwendung standardisierter Testbatterien (z. B. BORB, VOSP bzw. vergleichbare computerbasierte Verfahren) zur Untersuchung visuell-räumlicher Wahrnehmungsstörungen empfohlen. Die Diagnose einer visuokonstruktiven Störung kann auf Grundlage des Mosaik-Tests oder des Ergebnisses beim Abzeichnen einer komplexen visuellen Zeichenvorlage getroffen werden. Für die Diagnose der topographischen Störungen können keine einheitlichen und verbindlichen Empfehlungen gegeben werden. Man sollte versuchen, die von Patienten/Patientinnen beschriebenen Navigationsprobleme zu objektivieren und Leistungen im Bereich der visuell-räumlichen Wahrnehmung und des Raumgedächtnisses zu erfassen.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

4.3 Therapie

Eingangs ist festzustellen, dass die Behandlung der Störungen in diesem Bereich bislang wenig erforscht ist. Für die Behandlung visuokonstruktiver und topographischer Störungen sind uns keine gruppenbasierten, vergleichenden Behandlungsstudien bekannt. Im Fall der visuokonstruktiven Störung sind keine spezifisch auf die Verbesserung der Visuokonstruktion ausgerichteten Behandlungen bekannt. Allerdings konnte gezeigt werden, dass Trainingsverfahren, die auf die Verbesserung visuell-räumlicher Leistungen abzielen, auch zur Verbesserung visuokonstruktiver Leistungen führen (Funk et al., 2013). Für den Fall von topographischen Störungen liegen zumindest therapeutische Einzelfallberichte vor (Davis, 1999; Brunsdon et al., 2007; Bouwmeester et al., 2015; Rivest et al., 2018). In diesen Studien wurden kompensatorische Ansätze erprobt, die auf die jeweiligen Patientinnen/Patienten und deren spezifische Alltagsprobleme angepasst wurden. Überwiegend wurden signifikante Verbesserungen in der Alltagsbewältigung berichtet. Es bleibt jedoch unklar, welcher Anteil Spontanerholung war, welche Aspekte der Behandlung besonders wirksam waren und ob und in welchem Umfang sich die Ergebnisse auf andere Patientinnen/Patienten übertragen lassen. Zur Behandlung spezifischer Aspekte visuell-räumlicher Wahrnehmungsstörungen liegen einzelne Studien vor. In der Studie von Funk und Mitarbeitern (2013) wurden 13 Patienten und Patientinnen mit Schwierigkeiten bei der Unterscheidung von Linienorientierungen behandelt. Ein 4-wöchiges Training, bei welchem am Computer die Orientierungsdiskrimination geübt wurde, führte zur Verbesserung in der Orientierungsdiskrimination. Diese Verbesserungen hielten zwei Monate an und übertrugen sich auch auf verwandte Aufgaben (z. B. Uhrenlesen). Ein analoger Übungs- und Feedback-basierter

Ansatz wurde auch zur Verbesserung der Tiefenwahrnehmung eingesetzt (Schaadt et al., 2014). 20 Patienten und Patientinnen mit gestörter binokularer Fusion und beeinträchtigter Stereosicht unterzogen sich einem 6-wöchigen Training. Im Verlauf des Trainings wurden mithilfe von Prismen, einem dichoptischen System und einem Cheiroskop die Fusion und die Stereosicht trainiert. Nach dem Training fanden sich deutlich verbesserte Konvergenzleistungen der Augen, entsprechende Verbesserung bei der Fusionsleistung, der stereooptischen Sehschärfe und eine verbesserte Ausdauer beim Lesen. Diese Fortschritte konnten auch sechs Monate nach dem Training noch nachgewiesen werden. Beide Trainingsverfahren sind vielversprechend; in beiden Fällen fehlt jedoch der Vergleich mit einer untrainierten Kontrollgruppe.

Beim Versuch, eine Reduktion pathologischer Achsenverkippen zu erreichen, wurden verschiedene Stimulationstechniken erprobt. Schaadt und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen (2016) setzen eine in 3-D rotierende Punktwolke ein. In anderen Studien wurde die galvanische vestibuläre Stimulation (GVS) verwendet (Oppenlander et al., 2015; Tohyama et al., 2021; Tomioka et al., 2022). Beide Stimulationsverfahren zielen darauf ab, durch die visuelle oder vestibuläre Stimulation eine veränderte Wahrnehmung in der Ausrichtung der vertikalen Körperachse zu erreichen. Diese soll eine Korrektur induzieren und damit zur Normalisierung der wahrgenommenen subjektiven Vertikale führen. Diese Effekte lassen sich auch in allen Patientinnen und Patienten nachweisen. Die Effekte sind jedoch transient; langfristige Effekte wurden bislang nicht nachgewiesen.

Zusammenfassend ist zu festzuhalten, dass in diesem Störungsbereich keine Therapiestudien mit Kontrollgruppen vorliegen. Die besten Studien lassen vermuten, dass zur Behandlung gestörter Orientierungs- oder Tiefenwahrnehmung Übungsverfahren aussichtsreich sind, bei denen die Probanden/Probandinnen Rückmeldung über die Korrektheit bzw. Genauigkeit ihres jeweiligen Wahrnehmungsurteils erhalten. Diese Übungsverfahren können auch zur Verbesserung visuokonstruktiver Leistungen beitragen.

Empfehlung

Visuell-räumliche Wahrnehmungsstörungen lassen sich am besten durch Feedback-basierte Trainingsverfahren behandeln. Auch zur Behandlung visuokonstruktiver Leistungen werden derzeit Trainingsverfahren empfohlen, welche auf die Verbesserung visuell-räumlicher Leistungen abzielen. Für die Behandlung topographischer Störungen wird empfohlen, dem Patienten/der Patientin im Sinne einer Kompensation individuell abgestimmte Strategien zu vermitteln, welche zur besseren räumlichen Orientierung in relevanten Umgebungen beitragen.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

5 Bálint-Syndrom

5.1 Klinik

Das Bálint- oder auch Bálint-Holmes-Syndrom tritt typischerweise nach biparietaler Läsion auf und besteht aus der folgenden Trias von Symptomen: **Simultanagnosie, optische Ataxie und Blickbewegungsstörungen** (Karnath, 2012). Simultanagnosie: Patienten/Patientinnen erfassen Objekte nur einzeln oder auch nur in Teilen. Optische Ataxie: Betroffene zeigen dysmetrische Zeige- und Greifbewegungen. Diese Dysmetrie ist aber nicht einer gestörten Motorik geschuldet und tritt meist nur auf, wenn das Ziel der Bewegung visuell dargeboten wird, sie ist in der Regel besonders ausgeprägt, wenn der Blick des Patienten/der Patientin nicht auf das Bewegungsziel gerichtet ist. Blickbewegungsstörungen: Willkürliche, auf visuelle Ziele hin ausgerichtete Blickbewegungen sind gestört.

Das Forschungsinteresse am Bálint-Syndrom hat in den letzten Jahren zugenommen. Dies hat klinische und theoretische Gründe. Aus klinischer Sicht sind das Bálint-Syndrom oder Teilaspekte dieses Syndroms für die Diagnose der posterioren kortikalen Atrophie (PCA) von Bedeutung (Mendez et al., 2022). Die PCA ist eine neurodegenerative Erkrankung, die durch atrophische Veränderungen in posterioren Hirnbereichen gekennzeichnet ist. Entsprechend dominieren neuropsychologische Störungen im Bereich des Sehens und auch Aspekte des Bálint-Syndroms (z. B. Simultanagnosie in 82 % der Fälle [Tang-Wai et al., 2004]). In theoretischer Hinsicht nimmt insbesondere die Interpretation der optischen Ataxie eine zentrale Stellung in der Diskussion über die kortikale Organisation des menschlichen Sehsystems ein (Milner & Goodale, 2006). Entsprechend wurde in den letzten Jahren eine Reihe von Studien zum Bálint-Syndrom und dessen Teilaspekten veröffentlicht. Viele dieser Studien behandeln aber vorwiegend theoretisch-neurowissenschaftliche und weniger klinische Aspekte (Überblicke über diese theoretischen Debatten finden sich bei Rossetti & Pisella, 2018; Schenk & Hesse, 2018).

5.2 Diagnose

Wie bereits beschrieben, besteht das Bálint-Syndrom aus drei verschiedenen Symptomen. Die *Simultanagnosie* wird typischerweise mit Navon-Buchstaben (Navon, 1977; Karnath, 2012) untersucht. Bei diesen Buchstaben wird beispielsweise die globale Gestalt eines Buchstabens (z. B. „H“) aus kleineren Buchstaben (z. B. „S“) gebildet. Gesunde Probanden/Probandinnen erkennen die globale Gestalt und die lokalen Elemente. Bei Vorliegen einer Simultanagnosie werden die lokalen Elemente, nicht aber die globale Gestalt erkannt. Auch andere Abbildungen mit komplexerem Bildinhalt können herangezogen werden (z. B. Cookie-Theft-Bild aus dem Boston Naming Test [Kaplan et al., 1983]). Erneut wird erwartet, dass die Patientin/der Patient nur wenige, isolierte Elemente des Bildes berichten kann (s. auch Schaadt & Kerkhoff, 2016).

Für die Diagnose der *optischen Ataxie* haben Borchers und Kollegen (2013) ein im klinischen Bereich leicht einsetzbares Verfahren evaluiert. Dem Patienten/der Patientin werden Zielobjekte zum Ergreifen in dessen/deren peripheren Gesichtsfeld dargeboten. Untersuchende überwachen die zentrale Fixation des Patienten/der Patientin und erfassen Art und Anzahl der Greiffehler. Dieses

Verfahren erwies sich als reliabel. Insbesondere der Unterschied zwischen guter Bewegungsausführung bei zentral dargebotenen Objekten (im Fixationsbereich des Probanden/der Probandin) und gestörter Bewegungsausführung bei peripher dargebotenen Objekten erlaubt die zuverlässige Abgrenzung zwischen Patientinnen/Patienten mit optischer Ataxie, solchen mit zerebellärer Ataxie und Patientinnen/Patienten ohne Ataxie.

Zur Bestimmung der *Blickbewegungsstörungen* ist eine genaue klinische Beobachtung der Blickbewegungen bzw. die Aufzeichnung der Augenbewegungen mithilfe eines Blickmessgeräts ratsam. Es fällt auf, dass die betroffenen Patienten/Patientinnen Schwierigkeiten haben, Zielobjekte zuverlässig zu fixieren, ein eingeschränktes Blicksuchfeld haben und nur eingeschränkt in der Lage sind, Willkürsakkaden auszuführen (Schaadt & Kerckhoff, 2016). Es ist zu betonen, dass einige der diagnostischen Verfahren hohe Ansprüche an die Patienten/Patientinnen stellen. Dies bedeutet, dass diese Verfahren bei manchen Patienten/Patientinnen, bei denen ein Verdacht auf Bálint-Syndrom besteht (insbesondere auch bei Patienten/Patientinnen mit einer demenziellen Erkrankung), nur schwer anzuwenden sind. Es wird daher in diesen Fällen nicht immer möglich sein, die Diagnose eines Bálint-Syndroms bzw. einzelner seiner Aspekte (z. B. optische Ataxie etc.) sicher zu bestätigen.

Empfehlung

Für die Diagnose eines Bálint-Syndroms sind folgende Symptome zu untersuchen: Simultanagnosie, optische Ataxie, Blickbewegungsstörungen.

Simultanagnosie: Hier werden die Beschreibung von komplexen Abbildungen (z. B. Cookie-Theft-Bild) und auch der Einsatz von Tests zur globalen versus lokalen Wahrnehmung empfohlen (z. B. Navon-Buchstaben). Bei diesen Beschreibungen wird insbesondere darauf geachtet, ob der Gesamteindruck erfasst wird oder nur einzelne Details ohne Beachtung des Zusammenhangs beschrieben werden.

Optische Ataxie: Hier ist die Erfassung von Greif- bzw. Zeigefehlern notwendig. Das Verfahren von Borchers et al. (2013) wird hierbei empfohlen. Dieses Verfahren setzt voraus, dass die betroffenen Patienten bzw. Patientinnen fixieren können.

Blickbewegungsstörungen: Die Diagnose dieser Störungen (unsichere Fixation, ungenaue und verzögerte Willkürsakkaden) erfordert eine genaue klinische Beobachtung der Blickbewegungen, besser noch die Aufzeichnung der Augenbewegungen mithilfe eines Blickmessgeräts.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

5.3 Therapie

Evaluationsstudien zu standardisierten Behandlungsverfahren für das Bálint-Syndrom bzw. dessen Teilaspekte liegen nicht vor. Einzelne Erfolge mit Behandlungsversuchen wurden jedoch berichtet und von Heutink und Mitarbeiterinnen (2019) zusammengefasst. Die Evidenz ist insgesamt als anekdotisch einzuordnen. Wartebedingungen bzw. Kontrollgruppen fehlen. Die umfangreichste Studie berücksichtigt drei Patienten/Patientinnen. Die meisten Untersuchungen berichten lediglich über einzelne Patienten/Patientinnen. Traumatische und zerebrovaskuläre Erkrankungen dominieren. Nur in zwei Studien wurden Patienten/Patientinnen mit neurodegenerativen

Erkrankungen berücksichtigt. 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-Patienten und -Patientinnen 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 et al., 1996; Roca et al., 2010). Hier sind die Ergebnisse gemischt und die erhobenen Outcome-Maße basieren teilweise auf subjektiven Einschätzungen von Patientinnen/Patienten oder Angehörigen (z. B. Roca et al., 2010).

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 Patienten/Patientinnen zeigt, wie lange dieser Effekt bestehen bleibt und ob sich die Verbesserungen auch auf Bewegungen außerhalb des Laborkontexts übertragen lassen.

Empfehlung

Die Studienlage erlaubt derzeit keine Behandlungsempfehlung für Patientinnen und Patienten mit Bálint-Syndrom bzw. dessen Teilaspekten.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

6 Pusher-Syndrom

6.1 Klinik

Schlaganfall-Patientinnen und -Patienten mit Pusher-Syndrom (in der engl. Literatur auch: „contraversive lateropulsion“, „contraversive pushing“) drücken sich in vertikaler Körperposition mithilfe von Extension und Abduktion der nicht paretischen Extremitäten mit aller Kraft zur gelähmten Seite. Dem Versuch, die schräge Körperhaltung passiv durch Aufrichten des Körpers zu korrigieren, wird massiver Widerstand entgegengesetzt, weil die Betroffenen das Gefühl haben, zur nicht gelähmten Seite zu fallen. Das Pusher-Syndrom beruht auf einer fehlerhaften Wahrnehmung der eigenen Körperorientierung im Raum (der sog. Subjektiven posturalen Vertikalen (SPV); Karnath et al., 2000a). Mit geschlossenen Augen empfinden Pusher-Patienten und -Patientinnen ihren Körper als „aufrecht“ orientiert, wenn er objektiv zur Läsionsseite gekippt ist (Karnath et al., 2000a; Bergmann et al., 2016). Demgegenüber verarbeiten die Betroffenen visuelle und vestibuläre Informationen zur Orientierungswahrnehmung der visuellen Welt (die sog. Subjektive visuelle Vertikale (SVV)) nahezu normal (Karnath et al., 2000a; Johannsen et al., 2006a). Die Pusher-

Symptomatik tritt typischerweise zusammen mit einer Schädigung des posterioren Thalamus (Karnath et al., 2000b), des parietalen Kortex am Übergang zum Gyrus postcentralis sowie der Inselregion (Johannsen et al., 2006b; Babyar et al., 2019) der linken wie der rechten Hemisphäre auf.

6.2 Diagnostik

Die Diagnose des Pusher-Syndroms beruht auf den folgenden Befunden: (A) der spontan eingenommenen, zur gelähmten Seite hin geneigten Körperlängsachse, (B) der Vergrößerung der Schubkraft durch Abspreizen und Strecken der nicht gelähmten Extremitäten und (C) dem Auftreten von heftigem Widerstand bei passiver Korrektur der schrägen Körperposition (Karnath & Broetz, 2003). Darüber hinaus weisen Patienten/Patientinnen mit Pusher-Symptomatik beim Sitz an der Bettkante ohne Bodenkontakt (D) eine gegenüber der Rumpfachse ipsiversive Verkippung des Unterschenkels ihres nicht gelähmten Beines auf (Johannsen et al., 2006c). Brauchbare Hilfsmittel zur Diagnostik und Quantifizierung der Pusher-Symptomatik stellen die *Scale for Contraversive Pushing (SCP)* (Karnath et al., 2000a; Karnath & Broetz, 2003; Lagerqvist & Skargren, 2006; Baccini et al., 2008) und die *Burke Lateropulsion Scale (BLS)* (D'Aquila et al., 2004) dar.

Empfehlung

Zur Diagnostik und Quantifizierung der Pusher-Symptomatik werden die Scale for Contraversive Pushing (SCP) und die Burke Lateropulsion Scale (BLS) empfohlen.

Konsensstärke: 100 % (n = 12)

6.3 Therapie

6.3.1 Visuelles-Feedback-Training (VFT)

Das Visuelle-Feedback-Training (VFT; Karnath & Broetz, 2003) beruht auf der Beobachtung, dass – obgleich die Patienten/Patientinnen 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 (s. o.). Daher zielt das VFT darauf ab, dass die Patienten/Patientinnen 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 et al., 2004). Die visuelle Rückmeldung der eigenen Körperorientierung kann auch PC-basiert auf einem Monitor erfolgen (Yang et al., 2015). Das VFT sollte in einer vertikalen Position stattfinden, in der die Problematik der Patienten/Patientinnen zum Tragen kommt, also im Sitzen, Stehen oder Gehen. Es sollte bereits in der Frührehabilitationsphase Anwendung finden, wobei Ausgangs- und Zielpositionen den individuellen Fähigkeiten und dem Angsterleben der Patientin/des Patienten 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 randomisierte, kontrollierte Studie, in der 18 Patienten und

Patientinnen, die VFT erhielten, nach dem Training eine Reduktion der Pusher-Symptomatik zeigten (Yun et al., 2018). Eine weitere randomisierte, kontrollierte Studie bei 12 Patienten und Patientinnen fand einen besseren Effekt von PC-basiertem VFT als von Spiegel-basiertem VFT auf die Pusher-Symptomatik (Yang et al., 2015). Größere randomisierte, kontrollierte Studien, welche das VFT auch mit konventioneller Physiotherapie vergleichen, fehlen jedoch noch.

6.3.2 Robotergestütztes Laufbandtraining mit Exoskelett

Anders als beim VFT, bei dem sich die Patientinnen und Patienten 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 randomisierten, kontrollierten Studien einen größeren Effekt auf das pathologische Verhalten der Patientinnen und Patienten mit Pusher-Syndrom gezeigt als die konventionelle Physiotherapie (Bergmann et al., 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).

Empfehlung

Die Behandlung eines Pusher-Syndroms sollte (i) mittels des Visuellen-Feedback-Trainings (VFT) und/oder eines (ii) robotergestützten Laufbandtrainings unter Verwendung einer Hängegurtvorrichtung und eines Exoskeletts erfolgen.

Konsensstärke: 100 % (n = 11)

6.3.3 In der Erprobung befindliche Maßnahmen

Verkipfung der visuellen Welt mittels virtueller Realität (VR): Eine neue, immersive VR-Anwendung basiert – wie das VFT – auf der Beobachtung, dass Patienten und Patientinnen mit Pusher-Syndrom eine fehlerhafte Wahrnehmung der eigenen Körperorientierung im Raum aufweisen, während sie visuelle und vestibuläre Informationen – und damit die Information, wie die visuelle Welt zum eigenen Körper orientiert ist – nahezu normal verarbeiten. Nestmann et al. (2022) haben erfolgreich – bislang aber nur an einem untersuchten Patienten mit Pusher-Syndrom – den Versuch unternommen, dieses Missverhältnis durch eine kontinuierliche Verkipfung des visuellen Inputs zu verringern. Unter Verwendung einer VR-Brille versetzten sie Probanden/Probandinnen in eine 3-D-Szene (Ich-Perspektive), die in der Rollebene des Betrachters/der Betrachterin jedoch um 20° ipsiversiv zur Seite gekippt war. Während des Betrachtens der (verkippten) 3-D-Szene waren Kopf und Oberkörper des Patienten/der Patientin frei beweglich. Die Verkipfung der visuellen Welt führte zu einer deutlichen Reduktion des pathologischen Drückens.

Galvanische vestibuläre Stimulation (GVS): Ebenso wurden an bislang nur wenigen Patientinnen und Patienten positive Effekte durch die Anwendung von elektrischer Stimulation des vestibulären Systems berichtet (Nakamura et al., 2014; Babyar et al., 2018). 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 posturographischer und inklinometrischer Messungen unter anodaler tDCS über dem parietalen Kortex der geschädigten Hemisphäre von zehn Pusher-Patienten und -Patientinnen.

Rumpfkraftigung: Von fünf Patienten/Patientinnen 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).

7 Zusammensetzung der Leitliniengruppe

7.1 Mitglieder

Leitlinienkoordination

Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Tübingen

Prof. Dr. Thomas Schenk, Ludwig-Maximilians-Universität München, Department Psychologie – Neuropsychologie, München

Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN)

Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Tübingen

PD Dr. Florian Schöberl, Neurologische Klinik, LMU München, München

Prof. Dr. Claus-W. Wallesch, BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach

Mitglieder der Österreichischen Gesellschaft für Neurologie (ÖGN)

Prof. Dr. Thomas Benke, Neurologische Klinik, Universitätsklinikum Innsbruck, Innsbruck, Österreich

Mitglieder der Schweizerischen Neurologischen Gesellschaft (SNG)

Prof. Dr. Adrian Guggisberg, Neurologische Universitätsklinik, Universitäre Neurorehabilitation, Universitätsspital Inselspital, Bern, Schweiz

Mitglieder der Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP)

Prof. Dr. Georg Kerkhoff, Universität des Saarlandes, Fachrichtung Psychologie, Klinische Neuropsychologie, Saarbrücken

Prof. Dr. Dr. Hans-Otto Karnath, Zentrum für Neurologie, Universität Tübingen, Tübingen

Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Psychologie (DGPs)

Prof. Dr. Thomas Schenk, Ludwig-Maximilians-Universität München, München

Mitglieder des Deutschen Verbandes Ergotherapie e. V. (DVE)

Sabine Brinkmann, Hochschule Osnabrück, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Osnabrück

Mitglieder des Deutschen Verbandes für Physiotherapie (ZVK)

Doris Brötz, Tübingen

Mitglieder der Deutschen Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V. (DGNR)

Prof. Dr. Helmut Hildebrandt, Klinikum Bremen-Ost, Zentrum für Neurologie, Bremen, und Universität Oldenburg, Institut für Psychologie, Oldenburg

Mitglieder der Schweizerischen Gesellschaft für Neurorehabilitation (SGNR)

Prof. Dr. Adrian Guggisberg, Neurologische Universitätsklinik, Universitäre Neurorehabilitation, Universitätsspital Inselspital, Bern, Schweiz

Mitglieder des Bundesverbandes ambulanter medizinischer Rehabilitationszentren (BamR)

Dr. Anuschka Rodenberg, Neurologisches interdisziplinäres Behandlungszentrum Köln, Köln

Mitglieder des Berufsverbandes Deutscher Neurologen (BDN)

Prof. Dr. Claus-W. Wallesch, BDH-Klinik Elzach gGmbH, Elzach

Mitglieder der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe

Anna Engel, Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe, Gütersloh

7.2 Beteiligte Fachgesellschaften und Organisationen

Diese Leitlinie entstand durch Zusammenarbeit von Mitgliedern folgender Organisationen:

- Deutsche Gesellschaft für Neurologie (DGN, Herausgeber)
- Österreichische Gesellschaft für Neurologie (ÖGN)
- Schweizerische Neurologische Gesellschaft (SNG)
- Gesellschaft für Neuropsychologie (GNP)
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie (DGP)
- Deutscher Verband Ergotherapie e. V. (DVE)
- Deutscher Verband für Physiotherapie (ZVK)
- Deutsche Gesellschaft für Neurorehabilitation e. V. (DGNR)
- Schweizerische Gesellschaft für Neurorehabilitation (SGNR)
- Bundesverband ambulanter medizinischer Rehabilitationszentren (BamR)
- Berufsverband Deutscher Neurologen (BDN)
- Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe

7.3 Patientenbeteiligung

Die Leitlinie wurde unter Beteiligung der Stiftung Deutsche Schlaganfall-Hilfe erstellt. Frau Anna Engel war stimmberechtigt an der Konsensfindung beteiligt.

8 Informationen zu dieser Leitlinie

8.1 Methodische Grundlagen

Die Methodik zur Erstellung dieser Leitlinie richtet sich nach dem Regelwerk der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) – Ständige Kommission Leitlinien (Version 1.1 vom 27.02.2013; <http://www.awmf.org/leitlinien/awmf-regelwerk.html>).

8.2 Systematische Recherche, Auswahl und kritische Bewertung der Evidenz

Diese Leitlinie basiert auf der systematischen Literatursuche, die im Zuge der Erstellung der Vorgänger dieser Leitlinie durchgeführt und nun um die Jahre 2017 bis 2022 erweitert wurde. Quellen der Suche waren Pubmed, Embase, Medline, Google Scholar, Web of Science und die Cochrane Library. Die Suche umfasste Beobachtungsstudien, randomisierte, kontrollierte Studien, Metaanalysen und systematische Reviews. Die Empfehlungen dieser Leitlinie sind das Resultat einer strukturierten Konsensfindung.

8.3 Strukturierte Konsensfindung

Die Konsensfindung fand im Umlaufverfahren und mittels Delphi-Technik unter den Redaktionsmitgliedern statt. Hierzu wurden die Vorschläge einzelner Mitglieder von den Koordinatoren in drei Runden an die Mitglieder der Arbeitsgruppe versendet und diese abgestimmt. Anonymisierte Alternativvorschläge und offene Kommentare wurden in den Text eingearbeitet. Die abschließende Endabstimmung bzw. Konsensfindung in einer Delphi-Runde erfolgte im November 2022, bei welcher die Mitglieder über die getroffenen Empfehlungen aus den 3 Antwortmöglichkeiten – „stimme zu“, „stimme nicht zu“ und „Enthaltung“ – wählten. Für alle der insgesamt 8 Empfehlungen wurde ein starker Konsens erreicht.

8.4 Empfehlungsgraduierung und Feststellung der Konsensstärke

Die Empfehlungsgraduierung erfolgte gemäß Tabelle 1. Zur Ermittlung der Feststellung der Konsensstärke erhielten die Mitglieder der Arbeitsgruppe einen Abstimmungsbogen mit den 3 Antwortmöglichkeiten: „stimme zu“, „stimme nicht zu“ und „Enthaltung“. Die Konsensstärke wurde prozentual aus den Zustimmungen ermittelt und den Werten nach der Tabelle 2 zugeordnet. Berechtigt, über die Empfehlungen abzustimmen, waren alle 12 Redaktionskomiteemitglieder. Enthaltungen gingen nicht in die Grundgesamtheit der Abstimmenden ein. Die Konsensstärke wird in Worten und Prozent angegeben. Die Zahl der jeweils abgegebenen Stimmen pro Empfehlung wurde ebenfalls bestimmt und angegeben, z. B.: „Konsens von 83 % bei 12 abgegebenen Stimmen mit eindeutigem Votum (also ‚Ja‘ oder ‚Nein‘)“ oder auch kurz: „Konsensstärke 83 % (n = 12)“.

Tab. 1: Empfehlungsgraduierung

Beschreibung	Ausdrucksweise	Symbol (fakultativ)
Starke Empfehlung	Soll/soll nicht	↑↑/↓↓
Empfehlung	Sollte/sollte nicht	↑/↓
Empfehlung offen	Kann erwogen/verzichtet werden	↔

Tab. 2: Feststellung der Konsensstärke

	Klassifikation der Konsensstärke
Starker Konsens	> 95 % der Stimmberechtigten
Konsens	> 75–95 % der Stimmberechtigten
Mehrheitliche Zustimmung	> 50–75 % der Stimmberechtigten
Keine mehrheitliche Zustimmung	< 50 % der Stimmberechtigten

Die Prozentzahl bezieht sich auf die Ja-Stimmen, die dann auf die Grundgesamtheit der abgegebenen Stimmen mit eindeutigem Votum (also „Ja“ oder „Nein“) bezogen wird. Enthaltungen gingen nicht in die Grundgesamtheit der Abstimmenden ein.

9 Redaktionelle Unabhängigkeit

9.1 Finanzierung der Leitlinie

Die Leitlinie wurde durch die Mitglieder ehrenamtlich und ohne Zahlung von Honoraren erstellt. Eine Finanzierung durch Dritte erfolgte nicht.

9.2 Darlegung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Alle Mitwirkenden an der Leitlinie haben ihre Interessenerklärungen (AWMF-Formular via AWMF-Onlineportal, Stand 2022, zur Erklärung von Interessen im Rahmen von Leitlinienvorhaben) vollständig ausgefüllt bei den Koordinatoren bzw. über das Editorial Office Leitlinien der DGN vor Beginn der Texterstellung eingereicht. Die Bewertung der Interessenerklärungen auf thematischen Bezug zur Leitlinie erfolgte durch die Koordinatoren Prof. Dr. Dr. Karnath und Prof. Dr. Schenk, deren Interessen wurden von einem anonym arbeitenden, unabhängigen und sachkundigen Interessenkonfliktbeauftragten der DGN bewertet.

Die Angaben wurden im Hinblick auf einen vorliegenden thematischen Bezug, thematische Relevanz, Art und Intensität der Beziehung sowie auf die Höhe der Bezüge durchgesehen.

Als *geringer* Interessenkonflikt wurden gewertet: Vortrags- und Autorentätigkeiten zu Produkten der Pharma- und Medizingeräteindustrie, der Verlage und Gesellschaften oder zu mithilfe von Drittmitteln aus staatlicher Förderung entstandenen Produkten, welche in der Leitlinie empfohlen werden.

Als *moderater* Interessenkonflikt wurden gewertet: Ad-Board-, Berater- und Gutachterinteressen zu Produkten der Pharma- und Medizingeräteindustrie oder der Verlage und Gesellschaften, die in der Leitlinie besprochen werden. Des Weiteren Industrie-Drittmittel in verantwortlicher Position, welche in der Leitlinie empfohlen werden.

Als *hoher* Interessenkonflikt wurden gewertet: Eigentümerinteressen; Besitz von Geschäftsanteilen; Patentbesitz aus Verfahren oder Produkten mit Bezug zur Leitlinie; verwandtschaftliche Beziehungen zu einer Firma, die ein Produkt vermarktet, welches in der Leitlinie behandelt wird.

9.2.1 Ergebnisse

Es liegen keine die Objektivität der Beiträge einschränkende Interessenkonflikte vor – weder bei den beiden Koordinatoren noch bei den einzelnen Mitgliedern des Redaktionskomitees. Auch die 50%-Regel der DGN, d. h. mindestens die Hälfte der Mitwirkenden dürfen keine oder nur geringe themenbezogene Interessenkonflikte besitzen, wurde eingehalten. Die dargelegten Interessen der Beteiligten sowie deren Bewertung sind aus Gründen der Transparenz in der tabellarischen Zusammenfassung (siehe separates Dokument) aufgeführt.

10 Externe Begutachtung und Verabschiedung

Nach Erstellung der finalen Version der Leitlinie wurde sie der Kommission Leitlinien der DGN sowie den unter 7.2 genannten Fachgesellschaften bzw. deren Vorständen zwischen dem 30.11.2022 und dem 08.03.2023 zur Begutachtung vorgelegt und verabschiedet.

11 Gültigkeitsdauer und Aktualisierungsverfahren

Die Leitlinie ist ab 01.03.2023 bis zur nächsten Aktualisierung gültig, die Gültigkeitsdauer wird auf 5 Jahre geschätzt (bis 29.02.2028). Vorgesehen sind regelmäßige Aktualisierungen; bei dringendem Änderungsbedarf werden diese gesondert publiziert. Kommentare und Hinweise für den Aktualisierungsprozess können an das Leitliniensekretariat der DGN (leitlinien@dgn.org) gesendet werden.

12 Verwendete Abkürzungen

AR	Augmented Reality
CT	Computertomographie
cTBS	Continuous Theta-Burst Stimulation
EWB	Endpoint Weightings Bias
EWS	Endpoint Weightings Sum
GVS	Galvanische vestibuläre Stimulation
LF rTMS	Low Frequency repetitive TMS
MRT	Magnetresonanztomographie/Kernspintomographie
MVS	Magnetische vestibuläre Stimulation
NIBS	Non-Invasive Brain Stimulation
PAT	Prismenadaptationstherapie
PCA	Posteriore kortikale Atrophie
rTMS	Repetitive transkranielle Magnetstimulation
SPT	Smooth pursuit eye movement therapy
SPV	Subjektive posturale Vertikale
SVV	Subjektive visuelle Vertikale
tDCS	Transkranielle Gleichstromstimulation
tES	Transkranielle elektrische Stimulation
TMS	Transkranielle Magnetstimulation
VFT	Visuelles-Feedback-Training
VR	Virtual Reality

Literatur

- Aguirre GK, D'Esposito M. Topographical disorientation: a synthesis and taxonomy. *Brain* 1999; 122: 1613-1628.
- Akinwuntan AE, Feys H, De Weerd W, Baten G, Arno P, Kiekens C. Prediction of driving after stroke: a prospective study. *Neurorehabil Neural Repair* 2006; 20:417-423.
- Antonucci G, Guariglia C, Judica A, Magnotti L, Poalucci S, Pizzamiglio L, Zoccolotti P. Effectiveness of neglect rehabilitation in a randomized group study. *J Clin Exp Neuropsychol* 1995; 17:383–389.
- Aparicio-López C, García-Molina A, García-Fernández J, Lopez-Blazquez R, Enseñat-Cantalops A, Sánchez-Carrión R, Muriel V, Tormos JM, Roig-Rovira T. Cognitive rehabilitation with right hemifield eye-patching for patients with sub-acute stroke and visuo-spatial neglect: a randomized controlled trial. *Brain Inj* 2015; 29:501–507.
- Azouvi P, Jacquin-Courtois S, Luauté J. Rehabilitation of unilateral neglect: evidence-based medicine. *Ann Phys Rehabil Med* 2017; 60:191-197.
- Baccini M, Paci M, Nannetti L, Biricolti C, Rinaldi LA. Scale for contraversive pushing: cutoff scores for diagnosing „pusher behavior“ and construct validity. *Phys Ther* 2008; 88:947–955.
- Babyar S, Santos T, Will-Lemos T, Mazin S, Edwards D, Reding M. Sinusoidal transcranial direct current versus galvanic vestibular stimulation for treatment of lateropulsion poststroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2018; 27:3621-3625.
- Babyar S.R, Smeragliuolo A, Albazron FM, Putrino D, Reding M, Boes AD. Lesion localization of poststroke lateropulsion. *Stroke* 2019; 50:1067-1073.
- Bakker MDJ, Boonstra N, Nijboer TCW, Holstege MS, Achterberg WP, Chavannes NH. The design choices for the development of an Augmented Reality game for people with visuospatial neglect. *Clinical eHealth* 2020; 3:82-88.
- Baumard J, Etcharry-Bouyx F, Chauvire V, Boussard D, Lesourd M, Remigereau C, Rossetti Y, Osiurak F, Le Gall, D. Effect of object substitution, spontaneous compensation and repetitive training on reaching movements in a patient with optic ataxia. *Neuropsychol Rehabil* 2020; 30:1786-1813.
- Beis J-M, André J-M, Baumgarten A, Challier B. Eye patching in unilateral spatial neglect: efficacy of two methods. *Arch Phys Med Rehabil* 1999; 80:71–76.
- Becker E, Karnath H-O. Neuroimaging of eye position reveals spatial neglect. *Brain* 2010; 133:909–914.
- Bergmann J, Krewer C, Selge C, Müller F, Jahn K. The subjective postural vertical determined in patients with pusher behavior during standing. *Top Stroke Rehabil* 2016; 23:184-190.
- Bergmann J, Krewer C, Jahn K, Müller F. Robot-assisted gait training to reduce pusher behavior: a randomized controlled trial. *Neurology* 2018, 91:e1319-e1327.

- Bickerton WL, Samson D, Williamson J, Humphreys GW. Separating forms of neglect using the Apples Test: validation and functional prediction in chronic and acute stroke. *Neuropsychology* 2011; 25:567–580.
- Bonato M, Deouell LY. Hemispatial neglect: computer-based testing allows more sensitive quantification of attentional disorders and recovery and might lead to better evaluation of rehabilitation. *Front Hum Neurosci* 2013; 7:162.
- Borchers S, Müller L, Synofzik M, Himmelbach M. Guidelines and quality measures for the diagnosis of optic ataxia. *Front Hum Neurosci* 2013; 7:324.
- Bosma MS, Nijboer TCW, Caljouw MAA, Achterberg WP. Impact of visuospatial neglect post-stroke on daily activities, participation and informal caregiver burden: A systematic review, *Ann Phys Rehabil Med* 2020; 63: 344-358,
- Bouwmeester L, van de Wege A, Haaxma R, Snoek JW. Rehabilitation in a complex case of topographical disorientation. *Neuropsychol Rehabil* 2015; 25:1-14.
- Broetz D, Johannsen L, Karnath H-O. Time course of „pusher syndrome“ under visual feedback treatment. *Physiother Res Int* 2004; 9:138–143.
- Brunsdon R, Nickels L, Coltheart M, Joy P. Assessment and treatment of childhood topographical disorientation: a case study. *Neuropsychol Rehabil* 2007; 17:53-94.
- Carson L, Filipowicz A, Anderson B, Danckert J. Representational drawing following brain injury. *Neuropsychologia* 2019; 133:107154.
- Cazzoli D, Müri RM, Schumacher R, von Arx S, Chaves S, Gutbrod K, Bohlhalter S, Bauer D, Vanbellingen T, Bertschi M, Kipfer S, Rosenthal CR, Kennard C, Bassetti CL, Nyffeler T. Theta burst stimulation reduces disability during the activities of daily living in spatial neglect. *Brain* 2012; 135:3426–3439.
- Ceyte H, Beis J-M, Simona M, Réemy A, Anxionnat R, Paysant J, Caudron S. Lasting improvements in left spatial neglect following a protocol combining neck-muscle vibration and voluntary arm movements: a case-study. *Disabil Rehabil* 2019; 41:1475-1483.
- Chen HB, Pan XP, Lau JKL, Bickerton WL, Pradeep B, Taheri M, Humphreys G, Rotshtein P. Lesion-symptom mapping of a complex figure copy task: A large-scale PCA study of the BCoS trial. *Neuroimage Clin* 2016; 11:622-634.
- Chen P, Goedert KM, Shah P, Foundas AL, Barrett AM. Integrity of medial temporal structures may predict better improvement of spatial neglect with prism adaptation treatment. *Brain Imaging Behav* 2014; 8:346–358.
- Chen P, Hreha K, Gonzalez-Snyder C, Rich TJ, Gillen R W, Parrott D, Barrett AM. Impacts of prism adaptation treatment on spatial neglect and rehabilitation outcome: Dosage matters. *Neurorehabil Neural Repair* 2022; 36: 500-513.
- Cho S, Kim WS, Park SH, Park J, Paik, NJ. Virtual Prism Adaptation Therapy: Protocol for validation in healthy adults. *J Vis Exp* 2020; 156.

- Choi HS, Shin WS, Bang DH. 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* 2021; 100:e24637.
- Cipresso P, Pedrolì E, Serino S, Semonella M, Tuena C, Colombo D, Pallavicini F, Riva G. Assessment of unilateral spatial neglect using a free mobile application for Italian clinicians. *Front Psychol* 2018; 9:2241.
- Claessen MH, van der Ham IJ. Classification of navigation impairment: A systematic review of neuropsychological case studies. *Neurosci Biobehav Rev* 2017; 73:81-97.
- Coelho-Marques JC, Hanke J, Schell C, Andres F, Karnath H-O. "Look straight ahead" – A new test to diagnose spatial neglect by computed tomography. *medRxiv* 2022.08.22.22278887.
- Dalmaijer ES, van der Stigchel S, Nijboer TCW, Cornelissen THW, Husain M. CancellationTools: All-in-one software for administration and analysis of cancellation tasks. *Behav Res Methods* 2015; 47:1065–1075.
- Dalmaijer ES, Li KMS, Gorgoraptis N, Leff AP, Cohen DL, Parton AD, Husain M, Malhotra PA. Randomised, double-blind, placebo-controlled crossover study of single-dose guanfacine in unilateral neglect following stroke. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2018; 89:593–598.
- D'Aquila MA, Smith T, Organ D, Lichtman S, Reding M. Validation of a lateropulsion scale for patients recovering from stroke. *Clin Rehabil* 2004; 18:102–109.
- Davis SJC. Rehabilitation of topographical disorientation: An experimental single case study. *Neuropsychol Rehabil* 1999; 9:1-30.
- Dimova V, Förtsch J, Klos T, Schupp W, Reinhard F, Lautenbacher S. Eine Therapiestudie zur Behandlung des visuellen Neglekts mittels Prismenadaptation. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 2009; 20:271–284.
- Dvorkin AY, Bogey RA, Harvey RL, Patton JL. Mapping the neglected space: gradients of detection revealed by virtual reality. *Neurorehabil Neural Repair* 2012; 26:120–131.
- Facchin A, Figliano G, Daini R. Prism adaptation and optokinetic stimulation comparison in the rehabilitation of unilateral spatial neglect. *Brain Sci* 2021; 11:1488.
- Fels M, Geissner E. Neglect-Test (NET) – Ein Verfahren zur Erfassung visueller Neglectphänomene. Hogrefe, Göttingen, 1997.
- Ferber S, Karnath H-O. How to assess spatial neglect – line bisection or cancellation tasks? *J Clin Exp Neuropsychol* 2001; 23:599–607.
- Fleet WS., Valenstein E, Watson RT., Heilman KM. Dopamine agonist therapy for neglect in humans. *Neurology* 1987; 37:1765–1770.
- Fordell H, Bodin K, Eklund A, Malm J. RehAtt – scanning training for neglect enhanced by multi-sensory stimulation in Virtual Reality. *Top Stroke Rehabil* 2016; 23:191–199.

- Fortis P, Ronchi R, Velardo V, Calzolari E, Banco E, Algeri L, Spada MS, Vallar, G. A home-based prism adaptation training for neglect patients. *Cortex* 2020; 122:61-80.
- Frassinetti F, Angeli V, Meneghello F, Avanzi S, Ladavas E. Long-lasting amelioration of visuospatial neglect by prism adaptation. *Brain* 2002; 125:608–623.
- Fu W, Song W, Zhang Y, Yang Y, Huo S, Zhang R, Wang M. Long-term effects of continuous theta-burst stimulation in visuospatial neglect. *J Int Med Res* 2015; 43:196–203.
- Funk J, Finke K, Reinhart S, Kardinal M, Utz KS, Rosenthal A, Kuhn C, Müller H, Kerkhoff G. Effects of feedback-based visual line orientation discrimination training for visuospatial disorders after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; 27:142–152.
- Gammeri R, Iacono C, Ricci R, Salatino A. Unilateral spatial neglect after stroke: Current insights. *Neuropsychiatr Dis Treat* 2020; 16: 131–152.
- Gauthier L, Dehaut F, Joanette Y. The bells test: a quantitative and qualitative test for visual neglect. *Int J Clin Neuropsychol* 1989; 11:49–54.
- Grujic Z, Mapstone M, Gitelman DR, Johnson N, Weintraub S, Hays A, Kwasnica C, Harvey R, Mesulam M-M. Dopamine agonists reorient visual exploration away from the neglected hemispace. *Neurology* 1998; 51:1395–1398.
- Guidetti M, Arlotti M, Bocci T, Bianchi AM, Parazzini M, Ferrucci R, Priori A. Electric fields induced in the brain by transcranial electric stimulation: a review of in vivo recordings. *Biomedicines* 2022; 10:2333.
- Hauer B, Quirbach A. Unilateraler Neglect – Prismenadaptation als ökonomische und effektive Therapie? *Zeitschrift für Neuropsychologie* 2007; 18:171–181.
- Heutink J, Indorf DL, Cordes C. The neuropsychological rehabilitation of visual agnosia and Balint’s syndrome. *Neuropsychol Rehabil* 2019; 29:1489-1508.
- Hildebrandt H. Longley et al.: Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021. *Neuropsychol Rehabil* 2021; 17:1-6.
- Hill D, Coats RO, Halstead A, Burke MR. A systematic research review assessing the effectiveness of pursuit interventions in spatial neglect following stroke. *Transl Stroke Res* 2015; 6:410–420.
- Houben M, Chettouf S, Van Der Werf YD, Stins J. Theta-burst transcranial magnetic stimulation for the treatment of unilateral neglect in stroke patients: A systematic review and best evidence synthesis. *Restor Neurol Neurosci* 2021; 39:447–465.
- Hird MA, Vetivelu A, Saposnik G, Schweizer TA. Cognitive, on-road, and simulator-based driving assessment after stroke. *J Stroke Cerebrovasc* 2014; 23: 2654-2670.
- Hougaard BI, Knoche H, Jensen J, Ewald L. Spatial neglect midline diagnostics from virtual reality and eye tracking in a free-viewing environment. *Front Psychol* 2021; 12:742445.

- Humphreys GW, Riddoch JM. BORB: Birmingham Object Recognition Battery. Milton Park, UK: Taylor and Francis; 1993.
- Hurford P, Stringer AY, Jann B. Neuropharmacologic treatment of hemineglect: a case report comparing bromocriptine and methylphenidate. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79:346–349.
- Ianes P, Varalta V, Gandolfi M, Picelli A, Corno M, Di Matto A, Fiaschi A, Smania N. Stimulating visual exploration of the neglected space in early stages of stroke by hemifield eye-patching: a randomized controlled trial in patients with right brain damage. *Eur J Phys Rehabil Med* 2012; 48: 189-196.
- Jareonsettasin P, Otero-Millan J, Ward BK, Roberts DC, Schubert MC, Zee DS. Multiple time courses of vestibular set-point adaptation revealed by sustained magnetic field stimulation of the labyrinth. *Curr Biol* 2016; 26:1359-1366.
- Johannsen L, Ackermann H, Karnath H-O. Lasting amelioration of spatial neglect by treatment with neck muscle vibration even without concurrent training. *J Rehabil Med* 2003; 35:249–253.
- Johannsen L, Fruhmann-Berger M, Karnath H-O. Subjective visual vertical (SVV) determined in a representative sample of 15 patients with pusher syndrome. *J Neurol* 2006a; 253:1367-1369.
- Johannsen L, Broetz D, Naegele T, Karnath H-O. "Pusher syndrome" following cortical lesions that spare the thalamus. *J Neurol* 2006b; 253:455-463.
- Johannsen L, Broetz D, Karnath H-O. Leg orientation as a clinical sign for pusher syndrome. *BMC Neurol* 2006c; 6:30.
- Kamada K, Shimodozono M, Hamada H, Kawahira K. Effects of 5 minutes of neck-muscle vibration immediately before occupational therapy on unilateral spatial neglect. *Disabil Rehabil* 2011; 33:2322-2328.
- Kaplan E, Goodglass H, Weintraub S. Boston Naming Test. Philadelphia: Lea & Febiger; 1983.
- Karnath H-O. Bálint-Holmes-Syndrom. In: Karnath H-O, Thier P, Hrsg. *Kognitive Neurowissenschaften*. Berlin: Springer, S. 293-304; 2012.
- Karnath H-O. Spatial attention systems in spatial neglect. *Neuropsychologia* 2015; 75:61–73.
- Karnath H-O, Broetz D. Understanding and treating „pusher syndrome“. *Phys Ther* 2003; 83:1119–1125.
- Karnath H-O, Rorden C. The anatomy of spatial neglect. *Neuropsychologia* 2012; 50:1010–1017.
- Karnath H-O, Christ K, Hartje W. Decrease of contralateral neglect by neck muscle vibration and spatial orientation of trunk midline. *Brain* 1993; 116: 383-396.
- Karnath H-O, Ferber S, Dichgans J. The origin of contraversive pushing: Evidence for a second graviceptive system in humans. *Neurology* 2000a; 55:1298–1304.

- Karnath H-O, Ferber S, Dichgans J. The neural representation of postural control in humans. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000b; 97:13931-13936.
- Karnath H-O, Rosenzopf H, Smaczny S, Lindner A. Spatial neglect after stroke is reduced when lying inside a 3T MRI scanner. *bioRxiv* 2022.08.01.502290.
- Kaufmann BC, Cazzoli D, Bartolomeo P, Frey J, Pflugshaupt T, Knobel SEJ, Nef T, Müri RM, Nyffeler T. Auditory spatial cueing reduces neglect after right-hemispheric stroke: A proof of concept study. *Cortex* 2022; 148:152-167.
- Kerkhoff G. Rehabilitation of visuospatial cognition and visual exploration in neglect: a cross-over study. *Restor Neurol Neurosci* 1998; 12:27–40.
- Kerkhoff G, Schenk T. Rehabilitation of neglect: an update. *Neuropsychologia* 2012; 50:1072-1079.
- Kerkhoff G, Utz K. Visuelle und akustische Störungen der Raumorientierung. In: Karnath H-O, Goldenberg G, Ziegler W, Hrsg. *Klinische Neuropsychologie – Kognitive Neurologie*. Stuttgart: Thieme, S. 181–197; 2014.
- Kerkhoff G, Keller I, Ritter V, Marquardt C. Repetitive optokinetic stimulation induces lasting recovery from visual neglect. *Restor Neurol Neurosci* 2006; 24:357–369.
- Kerkhoff G, Keller I, Artinger F, Hildebrandt H, Marquardt C, Reinhart S, Ziegler W. Recovery from auditory and visual neglect after optokinetic stimulation with pursuit eye movements – Transient modulation and enduring treatment effects. *Neuropsychologia* 2012; 50:1164–1177.
- Kerkhoff G, Reinhart S, Ziegler W, Artinger F, Marquardt C, Keller I. Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: a randomized controlled study. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; 27:789–798.
- Kerkhoff G, Bucher L, Brasse M, Leonhart E, Holzgraefe M, Völzke V, Keller I, Reinhart S. Smooth pursuit bedside training reduces disability and unawareness during the activities of daily living in neglect. A randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2014; 28:554–563.
- Kerkhoff G, Rode G, Clarke S. Treating neurovisual deficits and spatial neglect. In: Platz T, Hrsg. *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation: Evidence-based Clinical Practice Recommendations*. Berlin: Springer, S. 191-217; 2021.
- Kim T-L, Kim K, Choi C, Lee J-Y, Shin J-H. FOPR test: a virtual reality-based technique to assess field of perception and field of regard in hemispatial neglect. *J NeuroEngineering Rehabil* 2021; 18:39.
- Kim YM, Chun MH, Yun GJ, Song YJ, Young HE. The effect of virtual reality training on unilateral spatial neglect in stroke patients. *Ann Rehabil Med* 2011; 35:309–315.
- Knobel SEJ, Kaufmann BC, Gerber SM, Cazzoli D, Müri RM, Nyffeler T, Nef T. Immersive 3D virtual reality cancellation task for visual neglect assessment: A pilot study. *Front Hum Neurosci* 2020; 14:180.

- Knobel SEJ, Kaufmann BC, Gerber SM, Urwyler P, Cazzoli D, Müri RM, Nef T, Nyffeler T. Development of a search task using immersive virtual reality: Proof-of-concept study. *JMIR Serious Games* 2021; 9: e29182.
- Koch G, Bonni S, Giacobbe V, Bucchi G, Basile B, Lupo F, Versace V, Bozzali M, Caltagirone C. Theta-burst stimulation of the left hemisphere accelerates recovery of hemispatial neglect. *Neurology* 2012; 78:24–30.
- Kool J. Neglect im Alltag beurteilen. *Physiopraxis* 2006; 5:30-31.
- Krewer C, Rieß K, Bergmann J, Müller F, Jahn K, Koenig E. Immediate effectiveness of single-session therapeutic interventions in pusher behaviour. *Gait Posture* 2013; 37:246–250.
- Lagerqvist J, Skargren E. Pusher syndrome: Reliability, validity and sensitivity to change of a classification instrument. *Adv Physiother* 2006; 8:154–160.
- Langdon DW, Thompson AJ. Relation of impairment to everyday competence in visual disorientation syndrome: evidence from a single case study. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81:686–691.
- Lefaucheur JP, André-Obadia N, Antal A, Ayache SS, Baeken C, Benninger DH, Cantello RM, Cincotta M, de Carvalho M, De Ridder D, Devanne H, Di Lazzaro V, Filipović SR, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Kimiskidis VK, Koch G, Langguth B, Nyffeler T, Oliviero A, Padberg F, Poulet E, Rossi S, Rossini PM, Rothwell JC, Schönfeldt-Lecuona C, Siebner HR, Slotema CW, Stagg CJ, Valls-Sole J, Ziemann U, Paulus W, Garcia-Larrea L. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS). *Clin Neurophysiol* 2014; 125:2150-2206.
- Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, Cotelli M, De Ridder D, Ferrucci R, Langguth B, Marangolo P, Mylius V, Nitsche MA, Padberg F, Palm U, Poulet E, Priori A, Rossi S, Schecklmann M, Vanneste S, Ziemann U, Garcia-Larrea L, Paulus W. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clin Neurophysiol* 2017; 128:56-92.
- Lefaucheur JP, Aleman A, Baeken C, Benninger DH, Brunelin J, Di Lazzaro V, Filipović SR, Grefkes C, Hasan A, Hummel FC, Jääskeläinen SK, Langguth B, Leocani L, Londero A, Nardone R, Nguyen JP, Nyffeler T, Oliveira-Maia AJ, Oliviero A, Padberg F, Palm U, Paulus W, Poulet E, Quartarone A, Rachid F, Rektorová I, Rossi S, Sahlsten H, Schecklmann M, Szekely D, Ziemann U. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS): An update (2014-2018). *Clin Neurophysiol* 2020; 131:474-528.
- Li J, Li L, Yang Y, Chen S. Effects of prism adaptation for unilateral spatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil* 2021; 100: 584-591.
- Li K, Bentley P, Nair A, Halse O, Barker G, Russell C, Soto D, Malhotra PA. Reward sensitivity predicts dopaminergic response in spatial neglect. *Cortex* 2020; 122:213-224.
- Li L, Huang H. Noninvasive neuromodulation for unilateral neglect after stroke: a systematic review and network meta-analysis. *Neurol Sci* 2022; 43:5861-5874.

- Lindner A, Wiesen D, Karnath H-O. Lying in a 3T MRI scanner induces neglect-like spatial attention bias. *eLife* 2021; 10:e71076.
- Longley V, Hazelton C, Heal C, Pollock A, Woodward-Nutt K, Mitchell C, Pobric G, Vail A, Bowen A. Non-pharmacological interventions for spatial neglect or inattention following stroke and other non-progressive brain injury. *Cochrane Database Syst Rev* 2021; 7:CD003586.
- Luauté J, Villeneuve L, Roux A, Nash S, Bar J-Y, Chabanat E, Cotton F, Ciancia S, Sancho P-O, Hovantruc P, Quelard F, Sarraf T, Cojan Y, Hadj-Bouziane F, Farné A, Janoly-Dumenil A, Boisson D, Jacquin-Courtois S, Rode G, Rossetti Y. Adding methylphenidate to prism adaptation improves outcome in neglect patients. A randomized clinical trial. *Cortex* 2018; 106:288-298.
- Lucas N, Saj A, Schwartz S, Ptak R, Schnider A, Thomas C, Conne P, Leroy R, Pavin S, Diserens K, Vuilleumier P. Effects of pro-cholinergic treatment in patients suffering from spatial neglect. *Front Hum Neurosci* 2013; 12:574.
- Luvizutto GJ, Bazan R, Braga GP, Resende LA, Bazan SG, El Dib R. Pharmacological interventions for unilateral spatial neglect after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 11:CD010882.
- Machner B, Könemund I, Sprenger A, von der Gablentz J, Helmchen C. Randomized controlled trial on hemifield eye patching and optokinetic stimulation in acute spatial neglect. *Stroke* 2014; 45:2465–2468.
- Malhotra A, Parton AD, Greenwood R, Husain M. Noradrenergic modulation of space exploration in visual neglect. *Ann Neurol* 2006; 59:186–190.
- Marshall SC, Molnar F, Man-Son-Hing M, Blair R, Brosseau L, Finestone, HM, Lamothe C, Korner-Bitensky N, Wilson KG. Predictors of driving ability following stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* 2007; 14:98-114.
- McIntosh RD, Ietswaart M, Milner D. Weight and see: Line bisection in neglect reliably measures the allocation of attention, but not the perception of length. *Neuropsychologia* 2017; 106:146-158.
- Mendez MF, Khattab YI, Yerstein O. Clinical screening for posterior cortical atrophy. *Cogn Behav Neurol* 2022; 35:104-109.
- Milner AD, Goodale MA. *The Visual Brain in Action* (2 ed.). Oxford: Oxford University Press; 2006.
- Morris AP, Kritikos A, Berberovic N, Pisella L, Chambers CD, Mattingley JB. Prism adaptation and spatial attention: a study of visual search in normals and patients with unilateral neglect. *Cortex* 2004; 40:703–721.
- Mukand JA, Guilmette TJ, Allen DG, Brown LK, Brown SL, Tober KL, Vandyck WR. Dopaminergic therapy with carbidopa L-dopa for left neglect after stroke: a case series. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:1279–1282.

- Nakamura J, Kita Y, Yuda T, Ikuno K, Okada Y, Shomoto K. Effects of galvanic vestibular stimulation combined with physical therapy on pusher behavior in stroke patients: a case series. *Neurorehabilitation* 2014; 35:31-37.
- Navon D. Forest before trees: The precedence of global features in visual perception. *J Cogn Psychol* 1977; 9:353-383.
- Navarro M-D, Llorens R, Noe E, Ferri J, Alcaniz M. Validation of a low-cost virtual reality system for training street-crossing. A comparative study in healthy, neglected and non-neglected stroke individuals. *Neuropsychol Rehabil* 2013; 23: 597–618.
- Nestmann S, Röhrig L, Müller B, Ilg W, Karnath H-O. Tilted 3D visual scenes influence lateropulsion: a single case study of pusher syndrome. *J Clin Exp Neuropsychol* 2022; 44: 478–486.
- Newport R, Schenk T. Prisms and neglect: what have we learned? *Neuropsychologia* 2012; 50:1080-1091.
- Numao T, Amimoto K, Shimadac T. Examination and treatment of unilateral spatial neglect using virtual reality in three-dimensional space. *Neurocase* 2021; 27:447–451.
- Nyffeler T, Paladini RE, Hopfner S, Job O, Nef T, Pflugshaupt T, Vanbellingen T, Bohlhalter S, Müri RM, Kerkhoff G, Cazzoli D. Contralesional trunk rotation dissociates real vs. pseudo-visual field defects due to visual neglect in stroke patients. *Front Neurol* 2017; 8:411.
- Nyffeler T, Vanbellingen T, Kaufmann BC, Pflugshaupt T, Bauer D, Frey J, Chechlacz M, Bohlhalter S, Müri RM, Nef T, Cazzoli D. Theta burst stimulation in neglect after stroke: functional outcome and response variability origins. *Brain* 2019; 142:992-1008.
- Nys GM, de Haan EH, Kunneman A, de Kort PL, Dijkerman HC. Acute neglect rehabilitation using repetitive prism adaptation: A randomized placebo-controlled trial. *Restor Neurol Neurosci* 2008; 26:1–12.
- O'Shea J, Revol P, Cousijn H, Near J, Petitot P, Jacquin-Courtois S, Johansen-Berg H, Rode G, Rossetti Y. Induced sensorimotor cortex plasticity remediates chronic treatment-resistant visual neglect. *eLife* 2017; 6:e26602.
- Oppenlander K, Utz KS, Reinhart S, Keller I, Kerkhoff G, Schaadt AK. Subliminal galvanic-vestibular stimulation recalibrates the distorted visual and tactile subjective vertical in right-sided stroke. *Neuropsychologia* 2015; 74:178-183.
- Ota H, Fujii T, Suzuki K, Fukatsu R, Yamadori A. Dissociation of body-centered and stimulus-centered representations in unilateral neglect. *Neurology* 2001; 57:2064–2069.
- 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 cross-over study. *J Neurol* 1996; 243:308-314.
- Pardo V, Galen S. Treatment interventions for pusher syndrome: A case series. *Neurorehabilitation* 2019; 44:131–140.

- Perez FM, Tunkel RS, Lachmann EA, Nagler W. Balint's syndrome arising from bilateral posterior cortical atrophy or infarction – rehabilitation strategies and their limitation. *Disabil Rehabil* 1996; 18:300–304.
- Pizzamiglio L, Antonucci G, Judica A, Montenero P, Razzano C, Zoccolotti P. Cognitive Rehabilitation of the hemineglect disorder in chronic patients with unilateral right brain damage. *J Clin Exp Neuropsychol* 1992; 14:901–923.
- Pizzamiglio L, Fasotti L, Jehkonen M, Antonucci G, Magnotti L, Boelen D, Asa S. The use of optokinetic stimulation in rehabilitation of the hemineglect disorder. *Cortex* 2004; 40:441–450.
- Qiu H, Wang J, Yi W, Yin Z, Wang H, Li J. Effects of prism adaptation on unilateral neglect after stroke: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil* 2021; 100:259-265.
- Reinhart S, Leonhard E, Kerkhoff G. Sensitive Neglect Test (SNT) single and dual task. Saarland University, 2016: <https://www.uni-saarland.de/lehrstuhl/kerkhoff/materialien-fuer-diagnostiktherapie.html>.
- Rennig J, Karnath H-O. Rechtshemisphärischer Schlaganfall: Verbessert ein Dopaminagonist die Neglect-Symptomatik? *InFo Neurologie & Psychiatrie* 2012; 14:42-44.
- Rivest J, Svoboda E, McCarthy J, Moscovitch M. A case study of topographical disorientation: behavioural intervention for achieving independent navigation. *Neuropsychol Rehabil* 2018; 28:797-817.
- Roca M, Gleichgerrcht E, Torralva T, Manes F. Cognitive rehabilitation in posterior cortical atrophy. *Neuropsychol Rehabil* 2010; 20:528-540.
- Rode G, Lacour S, Jacquin-Courtois S, Pisella L, Michel C, Revol P, Alahyane N, Luauté J, Gallagher S, Halligan P, Pélisson D, Rossetti Y. Long-term sensorimotor and therapeutical effects of a mild regime of prism adaptation in spatial neglect. A double-blind RCT essay. *Ann Phys Rehabil Med* 2015; 58:40–53.
- Rorden C, Karnath H-O. A simple measure of neglect severity. *Neuropsychologia* 2010; 48:2758–2763.
- Rorden C, Hjalton H, Fillmore P, Fridriksson J, Kjartansson O, Magnusdottir S, Karnath H-O. Allocentric neglect strongly associated with egocentric neglect. *Neuropsychologia* 2012; 50:1151–1157.
- Rosenzopf H, Sperber C, Wortha F, Wiesen D, Muth A, Klein E, Möller K, Karnath H-O. Spatial neglect in the digital age – Influence of presentation format on patients' test behavior. *J Int Neuropsychol Soc*, Im Druck. doi:10.1017/S1355617722000790
- Rossetti Y, Pisella L. Optic ataxia: beyond the dorsal stream cliché. *Handb Clin Neurol* 2018; 151:225-247.

- Rossetti Y, Rode G, Pisella L, Farné A, Ling L, Boisson D, Perenin M-T. Prism adaptation to a rightward optical deviation rehabilitates left hemispatial neglect. *Nature* 1998; 395:166–169.
- Rousseaux M, Bernati T, Saj A, Kozłowski O. Ineffectiveness of prism adaptation on spatial neglect signs. *Stroke* 2006; 37:542–543.
- Ruet A, Jokic C, Denise P, Leroy F, Azouvi P. Does galvanic vestibular stimulation reduce spatial neglect? A negative study. *Ann Phys Rehabil Med* 2014;57::570-577.
- Salazar APS, Vaz PG, Marchese RR, Stein C, Pinto C, Pagnussat AS. Noninvasive brain stimulation improves hemispatial neglect after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2018; 99:355-366.
- Schaadt AK, Kerkhoff G. Vision and visual processing deficits. In: Husain M, Schott JM, Hrsg. *Oxford Textbook of Cognitive Neurology and Dementia* Oxford: Oxford University Press, S. 147-159; 2016.
- Schaadt AK, Schmidt L, Kuhn C, Summ M, Adams M, Garbacenkaite R, Leanhardt E, Reinhard S, Kerkhoff G. Perceptual relearning of binocular fusion after hypoxic brain damage: four controlled single-case treatment studies. *Neuropsychology* 2014; 28:382-387.
- Schaadt AK, Reinhart S, Keller I, Hildebrandt H, Kerkhoff G, Utz KS. The effect of rotating random dot motion on visuospatial line orientation in patients with right-sided stroke. *Neuropsychologia* 2016; 92:167-173.
- Saeys W, Truijen S. The effect of trunk exercises on the perception of verticality after stroke: a pilot study. *Neurol Rehabil* 2019; 25:S37–S41.
- Scheffels JF, Lipinsky C, Korabova S, Eling P, Kastrup A, Hildebrandt H. The influence of clinical characteristics on prism adaptation training in visuospatial neglect: A post-hoc analysis of a randomized controlled trial. *Appl Neuropsychol Adult*, Im Druck.
doi:10.1080/23279095.2022.2061353
- Schellig D, Drechsler R, Heinemann D, Sturm W. *Handbuch Neuropsychologischer Testverfahren: Band 1: Aufmerksamkeit, Gedächtnis und exekutive Funktionen*. Göttingen: Hogrefe, 2009.
- Schenk T, Hesse C. Do we have distinct systems for immediate and delayed actions? A selective review on the role of visual memory in action. *Cortex* 2018; 98:228-248.
- Schenke N, Franke R, Puschmann S, Turgut N, Kastrup A, Thiel CM, Hildebrandt H. Can auditory cues improve visuo-spatial neglect? Results of two pilot studies. *Neuropsychol Rehabil* 2021; 31:710-730.
- Schindler I, Kerkhoff G, Karnath H-O, Keller I, Goldenberg G. Neck muscle vibration induces lasting recovery in spatial neglect. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2002; 73:412–419.
- Schöberl F, Zwergal A, Brandt T. Testing navigation in real space: Contributions to understanding the physiology and pathology of human navigation control. *Front Neural Circuits* 2020; 14:6.

- Schröder A, Wist ER, Hömberg V. TENS and optokinetic stimulation in neglect therapy after cerebrovascular accident: a randomized controlled study. *Eur J Neurol* 2008; 15:922–927.
- Serino A, Angeli V, Frassinetti F, Làdavas E. Mechanisms underlying neglect recovery after prism adaptation. *Neuropsychologia* 2006; 44:1068–1078.
- Shiraishi H, Muraki T, Hotta K, Fujita Y, Iwasaki Y. Right half-field eye patching may not be an effective approach for chronic hemispacial neglect – a two-case investigation. *Neurocase* 2015; 21: 358–368.
- Smania N, Fonte C, Picelli A, Gandolfi M, Varalta V. Effect of eye patching in rehabilitation of hemispacial neglect. *Front Hum Neurosci* 2013; 7:527.
- Smit M, Schutter DJLG, Nijboer TCW, Visser-Meily JMA, Kappelle LJ, Kant N, Penninx J, Dijkerman HC. Transcranial direct current stimulation to the parietal cortex in hemispacial neglect: a feasibility study. *Neuropsychologia* 2015; 74:152–161.
- Stammler B, Flammer K, Schuster T, Lambert M, Karnath H-O. "Negami" - Behandlung von Neglect nach Schlaganfall mittels Augmented Reality. *Z Neuropsych* 2022; 33:176.
- Stammler B, Flammer K, Schuster T, Lambert M, Karnath H-O. Negami: An augmented reality app for the treatment of spatial neglect after stroke. *JMIR Serious Games* 2023; 11:e40651.
- Sperber C, Wiesen D. Digital Neglect Assessment. Mendeley Data, V1, 2021; [https://doi: 10.17632/6dzxs69j7d.1](https://doi.org/10.17632/6dzxs69j7d.1)
- Tang-Wai DF, Graff-Radford NR, Boeve BF, Dickson DW, Parisi JE, Crook R, Caselli RJ, Knopman DS, Petersen RC. Clinical, genetic, and neuropathologic characteristics of posterior cortical atrophy. *Neurology* 2004; 63:1168–1174.
- Thimm M, Fink GR, Küst J, Karbe H, Willmes K, Sturm W. Recovery from hemineglect: differential neurobiological effects of optokinetic stimulation and alertness training. *Cortex* 2009; 45:850–862.
- Tohyama T, Kondo K, Otaka Y. Effects of galvanic vestibular stimulation on visual verticality and standing posture differ based on the polarity of the stimulation and hemispheric lesion side in patients with stroke. *Front Neurol* 2021; 12:768663.
- Tomioka Y, Tohyama T, Honaga K, Kawakami M, Kondo K, Tsuji T. Effects of galvanic vestibular stimulation on subjective visual vertical and sitting balance in patients with stroke. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2022; 31:106430.
- Trojano L, Gainotti G. Drawing Disorders in Alzheimer's Disease and Other Forms of Dementia. *J Alzheimers Dis* 2016; 53:31-52.
- Tsang MH, Sze KH, Fong KN. Occupational therapy treatment with right half-field eye-patching for patients with subacute stroke and unilateral neglect: a randomised controlled trial. *Disabil Rehabil* 2009; 31:630–637.
- Tscherpel C, Grefkes C. Funktionserholung nach Schlaganfall und die therapeutische Rolle der nicht-invasiven Hirnstimulation. *Klin Neurophysiol* 2020; 51:214-223.

- Turgut N, Möller L, Dengler K, Steinberg K, Sprenger A, Eling P, Kastrup A, Hildebrandt H. Adaptive cueing treatment of neglect in stroke patients leads to improvements in activities of daily living: A randomized controlled, crossover trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2018; 32:988-998.
- Turton AJ, O’Leary K, Gabb J, Woodward R, Gilchrist ID. A single blinded randomised controlled pilot trial of prism adaptation for improving self-care in stroke patients with neglect. *Neuropsychol Rehabil* 2010; 20:180–196.
- Umeonwuka C, Roos R, Ntsiea V. Current trends in the treatment of patients with post-stroke unilateral spatial neglect: a scoping review. *Disabil Rehabil* 2022; 44:2158-2185.
- Utz KS, Keller I, Artinger F, Stumpf O, Funk J, Kerkhoff G. Multimodal and multispatial deficits of verticality perception in hemispatial neglect. *Neuroscience* 2011; 188:68-79.
- van Kessel ME, Geurts ACH, Brouwer WH, Fasotti L. Visual scanning training for neglect after stroke with and without a computerized lane tracking dual task. *Front Hum Neurosci* 2013; 7:358.
- van Wyk A, Eksteen CA, Rheeder P. The effect of visual scanning exercises integrated into physiotherapy in patients with unilateral spatial neglect poststroke: a matched-Pair randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2014; 28: 856–873.
- Volkening K, Kerkhoff G, Keller I. Effects of repetitive galvanic vestibular stimulation on spatial neglect and verticality perception – a randomised sham-controlled trial. *Neuropsychol Rehabil* 2016; 28:1179-1196.
- Voroslakos M, Takeuchi Y, Brinyiczki K, Tamas Z, Oliva A, Fernandez-Ruiz A, Kozák G, Kincses ZT, Iványi B, Buzsáki G, Berényi A. Direct effects of transcranial electric stimulation on brain circuits in rats and humans. *Nat Commun* 2018; 9: 483.
- Wagner S, Belger J, Joeres F, Thöne-Otto A, Hansen C, Preim B, Saalfeld P. iVRoad: Immersive virtual road crossing as an assessment tool for unilateral spatial neglect. *Computers & Graphics* 2021; 99:70–82.
- Ward BK, Roberts DC, Otero-Millan J, Zee DS. A decade of magnetic vestibular stimulation: from serendipity to physics to the clinic. *J Neurophysiol* 2019; 121:2013-2019.
- Warrington EK, James M. *The Visual Object and Space Perception Battery: VOSP*. London: Pearson; 1991.
- Weintraub S, Mesulam M-M. Mental state assessment of young and elderly adults in behavioral neurology. In: Mesulam M-M, Hrsg. *Principles of Behavioral Neurology*. Philadelphia, PN: Davis Company, S. 71–123; 1985.
- Wiat L, Bon Saint Çme A, Debelleix X, Petit H, Joseph PA, Mazaux JM, Barat M. Unilateral neglect syndrome rehabilitation by trunk rotation and scanning training. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:424–429.

- Wilkinson D, Zubko O, Sakel M, Coulton S, Higgins T, Pullicino P. Galvanic vestibular stimulation in hemi-spatial neglect. *Front Integr Neurosci* 2014; 8:4.
- Yang NYH, Zhou D, Chung RCK, Li-Tsang CWP, Fong KNK. Rehabilitation interventions for unilateral neglect after stroke: a systematic review from 1997 through 2012. *Front Hum Neurosci* 2013; 7:187.
- Yang Y-R, Chen Y-H, Chang H-C, Chan R-C, Wei S-H, Wang R-Y. Effects of interactive visual feedback training on poststroke pusher syndrome: a pilot randomized controlled study. *Clin Rehabil* 2015; 29:987–993.
- Yasuda K, Muroi D, Hirano M, Saichi K, Iwata H. Differing effects of an immersive virtual reality programme on unilateral spatial neglect on activities of daily living. *BMJ Case Rep* 2018: bcr2017222860.
- Yasuda K, Kato R, Sabu R, Kawaguchi S, Iwata H. Development and proof of concept of immersive virtual reality system to evaluate near and far space neglect in individuals after stroke: A brief report. *Neurorehabilitation* 2020; 46:595-601.
- Yun N, Joo MC, Kim SC, Kim MS. Robot-assisted gait training effectively improved lateropulsion in subacute stroke patients: a single-blinded randomized controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med* 2018; 54:827-836.
- Zimmermann P, Fimm B. Testbatterie zur Aufmerksamkeitsprüfung (TAP), Version 2.3.1. Herzogenrath: Psytest; 2017.

Impressum

© 2023 Deutsche Gesellschaft für Neurologie,
Reinhardtstr. 27 C, 10117 Berlin

Kommission Leitlinien der DGN

Vorsitzende

Prof. Dr. med. Helmuth Steinmetz
PD Dr. med. Oliver Kastrup (stellv.)

Mitglieder

Dr. med. Klaus Gehring (Vertreter der Niedergelassenen)
Prof. Dr. med. Peter U. Heuschmann
Prof. Dr. med. Dagny Holle-Lee
Prof. Dr. med. Günter Höglinger
Prof. Dr. med. Matthias Klein
Prof. Dr. med. Susanne Knake
Prof. Dr. med. Thomas Lempert
Prof. Dr. med. Matthias Maschke (Vertreter der Chefärzte)
Prof. Dr. med. Thomas Platz
Prof. Dr. med. Heinz Reichmann
Prof. Dr. med. Peter Sandor (Vertreter der SNG)
Prof. Dr. med. Christiane Schneider-Gold
Prof. Dr. med. Claudia Sommer
Prof. Dr. med. Bernhard J. Steinhoff
Prof. Dr. med. Götz Thomalla
Prof. Dr. med. Lars Timmermann (DGN-Präsident)
Prof. Dr. med. Claus W. Wallesch
Prof. Dr. med. Jörg R. Weber (Vertreter der ÖGN)
Prof. Dr. med. Christian Weimar
Prof. Dr. med. Michael Weller
Prof. Dr. med. Wolfgang Wick

Editorial Office der DGN

Redaktion: Katja Ziegler, Sonja van Eys,
DGN Dienstleistungsgesellschaft mbH,
Reinhardtstr. 27 C, 10117 Berlin

Clinical Pathways: Priv.-Doz. Dr. med. Andreas Hufschmidt

Kontakt: leitlinien@dgn.org

Versionsnummer: 4.0
Erstveröffentlichung: 10/2008
Überarbeitung von: 03/2023
Nächste Überprüfung geplant: 02/2028

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online