

Visuelle Extinktion nach linkshemisphärischer Läsion – Klinik und Therapie

G. Kerkhoff¹, J. Poschenrieder^{2,3}, A. Kraft⁴

¹ Universität des Saarlandes, Klinische Neuropsychologie & Neuropsychologische Universitätsambulanz, Saarbrücken, Deutschland

² NVISIONIC UG (haftungsbeschränkt), München, Deutschland

³ Data Science in Systems Biology, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Freising, Deutschland

⁴ Zentrum für ambulante Neuropsychologie und Verhaltenstherapie (ZANV), Berlin, Deutschland

Zusammenfassung

Die visuelle Extinktion tritt oft infolge einer rechtsseitigen Hirnschädigung auf. Bislang gab es keine Therapie für diese Störung. In einer Therapiestudie konnten wir zeigen, dass die linksseitige visuelle Extinktion infolge einer *rechtsseitigen* Hirnläsion gut durch den Erwerb einer neuen Blickstrategie (Anti-Extinktions-Therapie: AET) behandelt werden kann [20]. In der aktuellen Studie untersuchten wir, ob auch Patienten mit der seltener auftretenden *rechtsseitigen* visuellen Extinktion nach einer linksseitigen Hirnläsion von dieser Therapie profitieren können. Acht chronische Extinktions-Patienten mit unilateraler linksseitiger Hirnschädigung nach Schlaganfall wurden in einem Baseline-Design mit behandlungsfreien Intervallen vor und nach der AET behandelt, in der sie die neue Blickstrategie zur raschen Erfassung multi-

pler visueller Reize im gesamten Gesichtsfeld erlernten. Die Ergebnisse zeigen signifikante und stabile Verbesserungen in der visuellen Extinktion (primäres Outcome-Maß), einen grenzwertig signifikanten Transfer auf funktionale, nicht-geübte Explorationsleistungen (Personen-Scanning und Zahlen-Durchstreichtest) sowie eine signifikante Reduktion der subjektiven Symptombelastung (sekundäre Outcome-Maße). 66 % der Behandelten konnten an ihren Arbeitsplatz zurückkehren. Diese Studie zeigt, dass die neue AET eine wirksame Therapie der visuellen Extinktion auch nach einer linkshemisphärischen Hirnschädigung darstellt. Die AET ist Teil des Neuro-Vision-Trainings (NVT) und kann sowohl stationär, ambulant als auch zu Hause durchgeführt werden.

Schlüsselwörter: visuelle Extinktion, rechtsseitiger Rest-Neglect, Therapie, Rehabilitation, berufliche Wiedereingliederung

Einleitung

Der räumliche Neglect bezeichnet die Unfähigkeit neurologischer Patienten*, auf sensorische Reize (visuelle, akustische, taktile) in ihrer kontraläsionalen Raum- oder Körperhälfte zu reagieren [13]. In den meisten Fällen betrifft der Neglect die linke Raum- und Körperhälfte als Folge einer rechtsseitigen Hirnschädigung, er kommt jedoch auch nicht selten nach linkshemisphärischen Hirnläsionen vor (17,4 %, s. [3]). Meist tritt der Neglect jedoch nicht allein auf: häufig assoziierte Störungen sind homonyme Gesichtsfeldausfälle [18], die visuelle Extinktion [24], die taktile Extinktion [23] sowie räumlich-perzeptive Störungen [6, 14] und posturale Störungen [5]. Es überrascht daher kaum, dass die Betroffenen oft längere Liegezeiten im Krankenhaus und mehr Beeinträchtigungen im Alltag zeigen. Die Rückkehr in den Beruf gelingt den Betroffenen bisher nur selten (Ausnahmen s. [9]).

Die spontane Remission nach einem Neglect erfolgt im überwiegenden Ausmaß in den ersten 3–4 Monaten nach dem Schlaganfall [17]. Etwa 30–40 % der Patienten zeigen jedoch auch nach einem Jahr noch einen (chronischen) Rest-Neglect [22]. Oft können erst in dieser Phase des partiell rückgebildeten Neglects andere visuelle Defizite quantitativ untersucht werden, was in der Akutphase

meist aufgrund der Anosognosie und Problemen mit der Fixation nicht möglich ist. Eines dieser »Satellitensymptome« rund um den Neglect ist die visuelle Extinktion (engl.: »extinguish« = »löschen«). Dies bedeutet, dass ein Patient einzelne visuelle Reize auf der linken oder rechten Raum- oder Körperseite meist korrekt wahrnehmen kann, aber bei gleichzeitiger bilateraler Darbietung von zwei Reizen (einer links, einer rechts) häufig den kontraläsionalen Reiz nicht beachtet, sondern nur den ipsiläsionalen Reiz berichten kann. Das heißt, der kontraläsionale Reiz wird »gelöscht« (»Löschungsphänomen«). Die visuelle Extinktion wird meist durch Läsionen im temporo-parietalen Übergangsbereich und/oder im Parietallappen (intraparietaler Sulcus) verursacht [24].

Die visuelle Extinktion stellt eine alltagsrelevante Beeinträchtigung dar, da wir sehr häufig *multiple* visuelle Reize, die gleichzeitig an verschiedenen Stellen im Gesichtsfeld auftauchen, erfassen müssen, z.B. im Verkehr, in Menschengruppen, beim Teamsport, im Haushalt oder einfach beim Schauen eines Films: Nahezu immer tauchen gleichzeitig links und rechts *mehrere* visuelle Reize auf. In der Akutphase nach einem Schlaganfall findet sich recht häufig eine kontraläsionale visuelle Extinktion [2]: 4,9 % nach linksseitigem und 24,3 % nach rechtsseitigem Schlaganfall). Wie häufig die visuelle Extinktion in der späteren Phase auftritt, ist nach unserem Wissen nicht bekannt.

* U. a. aus Gründen der Übersichtlichkeit und besseren Lesbarkeit wird in diesem Beitrag das generische Maskulinum als geschlechtsneutrale Form verwendet. Damit sind auch ohne besondere Kennzeichnung immer alle Geschlechter gemeint.

In einer kürzlich abgeschlossenen Therapiestudie [20] haben wir die Wirksamkeit einer neuen Therapie der linksseitigen visuellen Extinktion nach einseitiger rechtsseitiger Hirnschädigung überprüft. Hier erlernten die Betroffenen eine neue Blickstrategie, bei der sie sehr rasch zunächst den Reiz im kontraläsionalen Raum anschauen mussten (mit einer Sakkade), um danach sehr rasch mit einer zweiten Blickbewegung (Sakkade) einen weiteren Reiz im ipsiläsionalen rechten Halbraum erfassen zu können (Anti-Extinktions-Therapie: AET). Die Ergebnisse zeigten eine signifikante und dauerhafte Besserung der *linksseitigen* visuellen Extinktion (primäres Outcome-Maß) sowie einen Transfer auf sekundäre Outcome-Maße, die ebenfalls eine rasche und zeitkritische Erfassung multipler visueller Reize im gesamten Gesichtsfeld erfordern (z. B. Personen Scanning). Auch besserten sich die subjektiven Beschwerden nach Einschätzung der Betroffenen durch die Behandlung signifikant. Diese neue »Double-Step-Sakkaden-Strategie« erlernten alle 23 Patienten im Laufe von etwa 18 Therapiesitzungen. Die visuelle Extinktion konnte so von allen Betroffenen weitgehend kompensiert werden, sodass sie im Test nicht mehr nachweisbar war. 66 % der Patienten konnten nach der Behandlung in ihren Beruf zurückkehren, 50 % in Teilzeit. Diese positiven Erfahrungen inspirierten uns herauszufinden, ob auch Patienten mit einer *linksseitigen* Hirnschädigung und visueller Extinktion rechts diese neue Blickstrategie erlernen und alltagsrelevante Verbesserungen erzielen können.

In der aktuellen Studie haben wir deshalb das neue Behandlungskonzept (Anti-Extinktions-Training, AET, realisiert im Neuro-Vision-Training [NVT], www.neuro-vision-training.com) hinsichtlich folgender Fragestellungen an einer Gruppe von 8 Patienten mit chronischer rechtsseitiger visueller Extinktion (ca. 19 Monate nach Läsion) nach einer *linksseitigen* Hirnschädigung überprüft:

1. Verringert das AET die rechtsseitige visuelle Extinktion signifikant und dauerhaft?
2. Gibt es einen Transfer des AET auf funktionelle, alltagsnahe visuelle Tests, bei denen die rasche Wahrnehmung *multipler* visueller Reize wichtig ist?
3. Profitieren Frauen im gleichen Maße wie Männer von der Therapie? Diese Frage stellt sich, da in der assoziierten Studie 96 % der Teilnehmenden männlich waren [20].
4. Verbessert sich die Lebensqualität der Betroffenen (durch eine Verringerung subjektiver Symptome)?
5. Können die Betroffenen nach der AET wieder in ihren Beruf zurückkehren?

Hierfür untersuchten wir sowohl basale neurovisuelle Funktionen (Gesichtsfeld, Neglect, visuelle Extinktion) als auch funktionale visuelle Explorationsleistungen (Personen-Scanning, Zahlen-Durchstreich-Test) und erfassten die subjektive Lebensqualität vor und nach der Therapie.

Methoden

Patienten

Wir rekrutierten über die Neuropsychologische Universitäts-Ambulanz der Universität des Saarlandes konsekutiv 8 Patienten, die infolge eines rechtshemisphärischen Schlaganfalles eine rechtsseitige stabile visuelle Extinktion zeigten. Diese zeigte sich auch im Alltag: Immer wenn mehrere Reize links und rechts im Raum zu sehen waren, wandten sich die Patienten bevorzugt den Reizen auf der ipsiläsionalen Seite zu und ignorierten die Reize auf der anderen Seite. War jedoch nur ein Reiz vorhanden, dann konnten sie durchaus ihre Augen und ihren Kopf diesem Reiz rasch zuwenden. Die Daten der 8 Patienten sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Tab. 1. Klinische und demografische Daten von 8 Patienten mit linksseitiger Hirnschädigung und visueller Extinktion. Mitgeteilt werden Mittelwerte und Range.

Variable	Score
Alter (Jahre)	58,5 (54-63)
Geschlecht (m/w)	5/3
Zeit seit Läsion (Tage)	599 (35-1182) Md: 180
Läsions-Seite	
Links	8
Läsions-Lokalisation	
Frontal/Parietal/Temporal/ Occipital/Subkortikal	0/4/4/4/4
Korrigierte Sehschärfe (dezimal) Nah-Distanz (0.4 m)	0,94 (0,80-1,25)
Fern-Distanz (5 m)	1,00 (0,80-1,25)
Ätiologie	
Ischämischer/Hämorrhagischer Schlaganfall	7/1
Aphasie (ja/nein)	2/6
Hemiparese rechts (ja/nein)	1/7
Sensibilitäts-Störung rechts (ja/nein)	1/7
Posturale Imbalance (ja/nein)	1/7
Art des Gesichtsfeldausfalles	
Hemianopsie rechts	2
Quadrantenanopsie rechts	2
Parazentralskotom rechts	3
Kein Ausfall	1
Restgesichtsfeld (Mittel °, Range)	8,7 (1 - 35) Md: 5
Neglect (bei 1. Baseline)	
Lesetest gestört (ja/nein)	8/0
Zahlenausstreichen gestört (ja/nein)	8/0
Visuelle Extinktion rechts (ja/nein)	8/0
Therapie-Sitzungen (à 50 min)	7,5 (5-10)
Behandlungszeit (min)	375 (250-500)

Md: Median. Läsionslokalisierung: Mehrfachnennungen möglich
Sowohl der akute Neglect als auch der chronische Neglect wurden mit einem Lesetest und dem Zahlenausstreich-Test untersucht.

Klinische Tests

Neurovisuelle Screening-Tests und Neglect-Tests (Sehschärfe, Text-Lesen, Zahlen-Durchstreichtest)

Die Sehschärfe (Dezimalsehschärfe s. **Tab. 1**) wurde mit kontrastreichen Buchstabentafeln für die Nähe (0,4 m Abstand, Oculus Nahleseprobe, Wetzlar, Deutschland), sowie für die Ferne gemessen (6 m Abstand, Oculus Sehschärfen Tafel, Fronhäuser, München). Das Textlesen wurde mit den Saarbrücker Lesetests von 180 Worten, linksbündigem Rand sowie variablem rechtsseitigen Rand auf einem weißen DIN-A4-großen Papier mit doppeltem Zeilenabstand und Schriftgröße Arial 12 untersucht; es wurden Fehler und die Lesezeit ermittelt (Details s. [21]). Ein Zahlen-Durchstreichtest wurde ebenfalls durchgeführt (auch hier wurden Fehler links/rechts sowie die Suchzeit ermittelt; Details s. [8]). Hierbei sollten die Patienten 20 einstellige Zahlen aus 180 einstelligen Zahlen (die sog. Ablenker-Reize) auf einem DIN-A4-Blatt austreichen. Es gibt 10 Parallelversionen des Tests, die für Verlaufsmessungen verwendet wurden. Entsprechend lagen für alle Testverfahren Cut-off-Werte von gesunden Kontrollpersonen vor. Anhand des Lese- und Durchstreichtests wurde das Vorhandensein eines akuten Neglects (bei Erstaufnahme der Patienten) sowie eines chronischen Neglects (beim 1. Baseline-Zeitpunkt der aktuellen Studie) festgestellt. Zusätzlich wurden räumlich-perzeptive Wahrnehmungsstörungen bei allen Patienten mit dem VSWIN-System erfasst (Details s. [11, 12]). Eine Einschätzung zum Vorhandensein einer Posturalen Imbalance wurde mit entsprechenden Beurteilungs-Verfahren vorgenommen (Details s. S. 37 [13]).

Kampimetrie

Da eine Erfassung der visuellen Extinktion voraussetzt, dass die Patienten die visuellen Reize auch tatsächlich in ihrem betroffenen Gesichtsfeld sehen können, ist eine Gesichtsfeldprüfung erforderlich. Diese wurde mithilfe der Kampimetrie aus dem EyeMove-Programm untersucht (Details siehe [10]; www.medicalcomputing.de). Hiermit kann ein weiter Bereich des zentralen Gesichtsfeldes vermessen werden (70° horizontale und 50° vertikale Ausdehnung). Während der Untersuchung sitzt der Patient zentral in 27 cm Entfernung vor einem 22-Zoll-Bildschirm, und der Kopf ist in einer Kopf- und Kinnstütze fixiert, um Kopfbewegungen zu verhindern. Insgesamt wurden 70 Testpunkte verteilt über den gesamten Bildschirm dargeboten. Normwerte für diese Messungen liegen von 70 gesunden Kontrollpersonen im Alter von 20 bis 70 Jahre vor. Sieben der 8 in die Stichprobe eingeschlossenen Patienten hatten einen homonymen Gesichtsfeldausfall rechts (s. **Tab. 1**). Am Präsentationsort der Extinktionsreize (s. u.) bei ca. 8° Exzentrizität im linken und rechten Halbfeld auf der Horizontalachse war jedoch das Gesichtsfeld bei allen Betroffenen laut Kampimetrie intakt. Somit war die Wahrnehmung eines einzelnen Reizes an diesem Ort im Gesichtsfeld problemlos möglich.

Visuelle Extinktion bei Doppel-Simultan-Stimulation (Primäres Outcome-Maß)

Hierbei handelt es sich ebenfalls um einen Untertest aus dem EyeMove-Programm [10]. Vor der eigentlichen Untersuchung am PC wurden allen Patienten die farbigen Objekte als Fotografien gezeigt, die sie dann später während der Kurzzeit-Darbietung am PC erkennen sollten. Dieser Vortest diente dazu sicherzustellen, dass jeder Patient jedes Objekt bei unbegrenzter Darbietung erkennen und korrekt benennen konnte. Alle Patienten konnten alle Objekte im Vortest zu 100 % richtig erkennen und benennen. Für die zwei Patienten mit Broca-Aphasie wurde vereinbart, dass sie die im Test gesehenen Objekte nach jeder Darbietung auf einer Übersichtstafel zeigen anstatt benennen sollten. Bei den Alltagsobjekten handelte es sich beispielsweise um Apfel, Orange, Hammer, Zange, Batterie, Lippenstift etc.

Während des Extinktions-Tests saßen die Patienten in 27 cm Abstand vor dem 22-Zoll-Bildschirm und fixierten ein gelbes Fixationskreuz in der Mitte des Bildschirms. Wenn dieses erlosch, ertönte für 80 ms ein Signalton, und gleichzeitig erschienen im linken, rechten oder beiden Halbfeldern des Bildschirms für 300 Millisekunden (ms) eines oder zwei der zuvor im Vortest gesehenen Objekte (Größe: 4 x 4 cm). Der/die Objekte erschienen in einem Abstand von 8° links oder/und rechts vom Fixationspunkt auf der Horizontalachse. Nach jedem Durchgang sollte der Patient angeben, welche(s) Objekt(e) er links und/oder rechts am Bildschirm gesehen hat. Die Patienten erhielten keinerlei Rückmeldung über ihre Leistungen oder über die Anzahl und Gleichheit der tatsächlich dargebotenen Objekte. Insgesamt wurden 48 Darbietungen durchgeführt: 12 unilateral (= einseitig) links, 12 unilateral rechts, 12 beidseitig mit gleichem Objekt, 12 beidseitig mit unterschiedlichen Objekten. Die unilateralen Darbietungen dienten dazu zu prüfen, ob einzelne Objekte links oder rechts im Gesichtsfeld korrekt erkannt werden konnten. Die beiden Arten der bilateralen Darbietung (gleiche vs. unterschiedliche Objekte) dienten dazu herauszufinden, ob der Informationsgehalt der beiden Objekte einen Einfluss auf die Extinktionsraten hat. Nur wenn die Erkennungsraten für die einzelnen Reize links oder rechts bei mehr als 70–80 % korrekt liegen, können die Ergebnisse bei den bilateralen Darbietungen sinnvoll als Extinktionsphänomen interpretiert werden. Das Programm berechnet automatisch die prozentualen Extinktionsfehler für die linke und rechte Seite unter allen vier Testbedingungen (siehe oben) und vergleicht sie mit den Normwerten von 60 gesunden Kontrollpersonen (Alter: 20–70 Jahre). Die Retest-Reliabilität wurde bei 25 Patienten mit einem rechtshemisphärischen Schlaganfall in einem Zeitintervall von einer Woche zwischen den zwei Extinktionstests bestimmt (0,79 Spearman Rang Korrelation). In der aktuellen Studie war bei allen Patienten das Extinktionsphänomen im rechten Halbfeld mittels des Extinktionstests nachweisbar (vgl. **Tabelle 1**).

Funktionale Tests

Personen-Scanning-Test

Beim Personen-Scanning-Test aus dem EyeMove-Programm [10] fixiert der Patient einen zentralen Fixationspunkt auf dem Computerbildschirm. Wenn der Punkt verschwindet, erscheint ein Bild, das den gesamten Bildschirm ausfüllt (70° horizontale und 50° vertikale Ausdehnung), und der Patient soll so schnell wie möglich zählen, wie viele Personen (Köpfe) auf dem Bild zu sehen sind. Die Patienten wurden aufgefordert, die Anzahl mündlich zu berichten. Der Untersucher gab die entsprechende Zahl auf dem Bildschirm ein. Die Präsentationszeit jedes Bildes variierte zwischen 2 und 5s, je nach Anzahl der abgebildeten Personen. Berechnet wurden der Prozentsatz der richtig gelösten Aufgaben (maximal 15 Richtige), und der mittlere Zählfehler für alle 15 präsentierten Bilder (objektive Anzahl der Personen auf den Bildern minus die vom Patienten angegebene Anzahl der Personen). Ein Zählfehler von 0 bedeutet demnach eine perfekte Leistung. Norm-Werte liegen von 60 gesunden Kontrollpersonen im Alter von 20–70 Jahren vor. Dieser Test diente als sekundäre Outcome-Variable, da er nicht geübt wurde, in seiner zeitlichen Präsentation jedoch ähnlich begrenzt war wie der Extinktionstest, und eine nicht vorhersehbare Anzahl relevanter Ziel-Reize (Personen) in einem großen räumlichen Format umfasste, was sehr alltagsnah ist.

Lebensqualität: Fragebogen zur subjektiven Symptombelastung

Mit einem Fragebogen (siehe Anhang) wurden die subjektiven Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit der visuellen Extinktion und anderen neurovisuellen Problemen im Alltag sowie deren mögliche Veränderung während der Behandlung erfasst. Die Fragen wurden den Patienten mündlich vorgelesen (um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch Seh- oder Lesebeeinträchtigungen zu vermeiden). Die Betroffenen sollten für jede Frage auf einer 5-Punkte-Skala angeben, ob die Aussage auf sie zutraf. Die Bewertung umfasste die folgenden Abstufungen: 0 = überhaupt nicht, 1 = selten, 2 = teilweise, 3 = meist, 4 = völlig. Beispiel: »Ich übersehe Personen auf der linken Seite, wenn ich einkaufen gehe.« Wenn der Patient »meistens« angibt, würde der Wert für diese Frage 3 sein. Dieses Verfahren wurde für alle Items angewandt, und die Summe der Punkte für die statistische Auswertung verwendet.

Anti-Extinktions-Training (AET)

Während der Durchführung der Therapie saß der Patient entweder mittig vor einem großen PC-Bildschirm (22 Zoll) oder dann später im Therapieverlauf vor einer großen weißen Wand (s. Layout in **Abb. 1**). Auf dem Monitor oder auf der Wand wurde mithilfe eines Beamers und entsprechender Software zunächst immer ein einzelner visueller Reiz im linken Halbfeld dargeboten, gefolgt von einem weiteren Reiz im rechten Halbfeld. Das Reizmate-

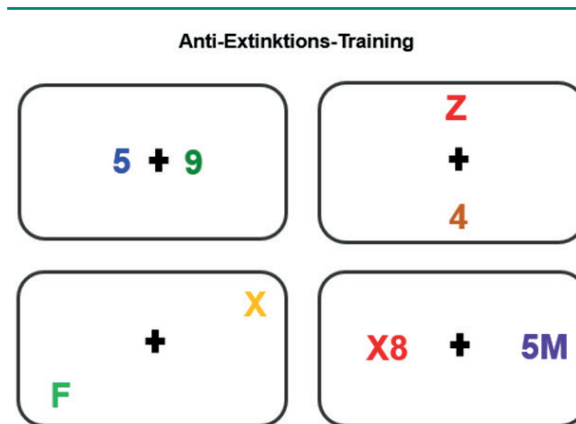


Abb. 1. Layout der Anti-Extinktionstherapie. Zunächst wurde in der vorliegenden Studie ein einzelner Reiz rechtsseitig gezeigt, gefolgt von einem linksseitigen Reiz. Als Reize wurden Zahlen und Buchstaben in verschiedenen Farben gezeigt. Zu Anfang der Therapie erfolgte die Präsentation einzelner Reize auf der Horizontalachse, später auch diagonal und vertikal. Schließlich kamen auch Doppelreize links/rechts zum Einsatz.

rial war sehr umfangreich und umfasste insgesamt 2.500 visuelle Reize. Als Material dienten Zahlen und Buchstaben, jedoch nicht die Objekte aus dem Extinktions-Test oder Personen-Scanning-Test). **Abbildung 1** verdeutlicht die verschiedenen Varianten und Materialien der neuen Anti-Extinktions-Therapie.

Jeder Patient wurde instruiert, dass er nach dem kurz in der Mitte des Bildschirms erscheinenden Fixationskreuz rasch den Blick ins rechte Halbfeld wenden sollte, um den dort abgebildeten Reiz anzuschauen und sofort oder später zu benennen. Danach sollte sofort der Blick ins linke Halbfeld gewendet werden (über Augen nicht Kopfbewegungen!), da hier ein weiterer, zweiter Reiz auftauchen würde, der ebenfalls benannt werden sollte. Die beiden aphasischen Patienten konnten die gesehenen Reize entweder verbal äußern oder auf einer Tafel zeigen. Das Training zielgerichteter, rascher Augenbewegungen ohne Kopfbewegungen ist ein Kernstück dieses Trainings. Die Darbietungszeiten für den 1. (= linken) und 2. (= rechten) Reiz wurden bei allen Patienten so lang gewählt, dass sie beide Reize in etwa 90% der Darbietungen korrekt erkannten und benannten. Wurden beide Reize richtig erkannt und benannt, verkürzte die Software automatisch die Darbietungszeit für beide Reize. Dies geschah, um die Trainingseffizienz zu optimieren. Wurde nur einer der beiden Reize oder gar kein Reiz richtig erkannt, verlängerte die Software automatisch die Darbietungszeiten.

Behandlungs-Design und Statistik

Alle Patienten wurden in einem Baseline-Design mit vier Untersuchungszeitpunkten (Base 1, Base 2, Post-Test, Follow-up) untersucht und behandelt. Der erste Baseline-Test (Base 1) diente dazu, die Patienten zu erfassen, alle Eingangstests durchzuführen und die AET im

Detail vorzustellen. Vor Beginn der AET musste jedoch ein Antrag (bei der Krankenkasse) auf Übernahme der Behandlungskosten gestellt werden. Dies dauerte in der Regel 3–6 Wochen. Dieser Zeitraum wurde als erste (Vorbehandlungs-)Baseline-Phase genutzt. Sobald die Kostenübernahme bestätigt war, wurden die Patienten zur zweiten Baseline-Messung einbestellt. Hier wurden alle Assessments erneut durchgeführt. Die AET begann unmittelbar nach den Assessments der zweiten Baseline. Der Umfang der AET, die jeder Patient erhielt, variierte. Der Umfang hing im Wesentlichen von zwei Faktoren ab: a) den von der Krankenkasse bewilligten Therapiestunden, und b) der Zeit (Wochen), die jeder Patient für die Therapie in unserer Ambulanz aufwenden konnte. In keinem Fall wurde die AET wegen ausbleibender Verbesserungen abgebrochen. Jede Therapiesitzung dauerte 50 Minuten. Nach Abschluss der Behandlung wurde erneut ein Nachtest mit allen Messungen durchgeführt (Post-Test). Einige Wochen später (im Durchschnitt 71 Tage, s. **Abb. 2** unten) wurde ein Follow-up-Test durchgeführt. Das Behandlungs-Design ist ein Baseline-Design ohne Kontrollgruppe mit behandlungsfreien Intervallen vor und nach der eigentlichen Behandlung (der Extinktionstherapie). Die mittleren Zeiträume der behandlungsfreien Zeitintervalle vor der Therapie und nach der Therapie variierten etwas zwischen den einzelnen Patienten (s. die Boxen unter dem horizontalen Pfeil mit den Zeitangaben in **Abb. 2**). Dies lag an den individuellen Einschränkungen der Patienten hinsichtlich der Terminfindung für die AET. Während der Anti-Extinktionstherapie wurden keine anderen neuropsychologischen Behandlungen (z. B. Neglect-, Seh- oder kognitive Trainings) durchgeführt. Jedoch erhielten die zwei Betroffenen mit Aphasie einmal wöchentlich Logopädie über den gesamten Studienzeitraum. Auch erhielt der Patient mit Hemiparese rechts einmal wöchentlich Physiotherapie über den gesamten Studienzeitraum. Darüber hinaus wurden den Patienten vor, während oder nach der AET keine weiteren Behandlungen zuteil. **Abbildung 2** zeigt das Behandlungs-Design.

Behandlungs-Design

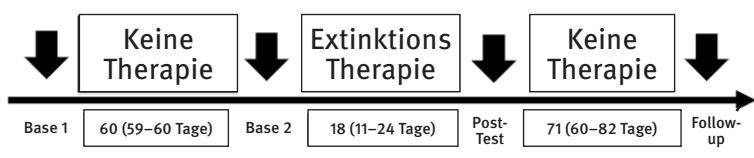


Abb. 2. Design der Studie. Die fettgedruckten Pfeile zeigen die Mess-Zeitpunkte an. Die Zeitabstände zwischen diesen Zeitpunkten sind unten in den Kästen in Tagen angegeben (Mittelwert, Range).

Allgemeine Aspekte der Behandlung, Rekrutierung der Patienten

Die Rekrutierung der Patienten erfolgte über die neuropsychologische Universitäts-Ambulanz an der Universität des Saarlandes. Hier können Patienten mit einer neuropsychologischen Beeinträchtigung aufgrund einer

erworbenen Hirnschädigung, die nicht länger als fünf Jahre zurückliegt, eine spezifische neuropsychologische Abklärung und Therapie erhalten. Die Patienten dieser Studie haben sich alle telefonisch, per E-Mail oder per Post an unserer Ambulanz gewandt, um eine Therapie zu erhalten. Alle Patienten legten ihre neurologischen, neuroradiologischen und neuropsychologischen Befunde (soweit vorhanden) im Vorfeld vor. Diese wurden von GK gelesen, um zu entscheiden, ob eine Indikation für eine neuropsychologische Therapie besteht. Daraufhin wurde ein Erstuntersuchungstermin vereinbart, bei dem eine standardisierte Anamnese der neurovisuellen [16] und sonstigen kognitiven Beschwerden stattfand. Anschließend wurden die neurovisuellen Tests und neuropsychologischen Tests zur Differenzialdiagnostik durchgeführt. Bei Vorliegen einer visuellen Extinktion wurden weitere neurovisuelle Untersuchungen einschließlich der subjektiven Symptombelastungsliste durchgeführt. Im Anschluss wurde allen Patienten, die die Einschlusskriterien der Studie erfüllten, die AET angeboten. Die Patienten mit einer visuellen Extinktion, die nicht den Einschlusskriterien entsprachen, erhielten ebenfalls die AET, wurden jedoch nicht in die aktuelle Studie aufgenommen. Weitere Details zur Rekrutierung können in der assoziierten Therapiestudie zur Behandlung der linksseitigen visuellen Extinktion detailliert nachgelesen werden [20].

Es ist darauf hinzuweisen, dass für dieses Verfahren kein Ethikvotum erforderlich war, da es sich um ein klinisches Routineverfahren in einer anerkannten Behandlungseinrichtung handelt und der Behandler (GK) über eine Zulassung und die notwendigen Qualifikationen als psychologischer Psychotherapeut und klinischer Neuropsychologe mit Kammerweiterbildung verfügt. Da bei allen Patienten dieser Studie eine entsprechende Indikation für eine neuropsychologische Behandlung vorlag, konnte allen eine entsprechende Behandlung angeboten werden. Die Planung der Termine, ihre Häufigkeit und ihr genauer Zeitpunkt wurden individuell mit den Patienten festgelegt. Alle Patienten erklärten sich mit der angebotenen Behandlung einverstanden. Sie wurden darüber informiert, dass sie die Behandlung jederzeit unterbrechen oder abbrechen können. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass dieses Verfahren das Standardverfahren für die ambulante klinisch-neuropsychologische Diagnostik und Therapie von Patienten mit erworbener Hirnschädigung in Deutschland darstellt. Alle Patienten konsultierten regelmäßig (in der Regel einmal pro Quartal) ihren Arzt (Allgemeinmediziner und/oder Neurologen), um die medizinischen Aspekte ihrer Erkrankung einschließlich ihrer (möglichen) Medikation zu besprechen. Die Medikation wurde von den Ärzten während der gesamten Behandlung nicht verändert.

Statistik

Aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs haben wir die Daten mit nichtparametrischen einfaktoriel-

Friedman-Varianzanalysen über die vier Messzeitpunkte analysiert. Die anschließenden Posttests wurden mit Wilcoxon-Tests zwischen den einzelnen Zeitpunkten berechnet. Das Signifikanzniveau (Alpha) betrug 0,05 (zweiseitig), angepasst an die Anzahl der durchgeführten Vergleiche (Bonferroni-korrigiert). Es wurden außerdem nichtparametrische Spearman-Rangkorrelationen berechnet. Darüber hinaus wurden folgende Scores berechnet: Gain_Extinction_Score – dieser bezeichnet den mittleren Zuwachs (also die Verbesserung=Abnahme der Fehler) bei allen (links- wie rechtsseitigen) Extinktionsfehlern von den gemittelten beiden Baseline-Messungen vor Therapie (Base 1, Base 2) zu den gemittelten Messungen nach Therapie (Post, Follow-up). Hierin waren die unilateralen Fehler links sowie die linksseitigen Extinktionsfehler bei bilateral gleicher und bilateral unterschiedlicher Reizdarbietung enthalten. In gleicher Weise wurde ein Gain-Personen-Scan_Fehler berechnet sowie ein Gain-Personen-Zählfehler: Diese geben ebenfalls den Zuwachs (also die Reduktion der Fehlerzahl bzw. des Zählfehlers) von den gemittelten beiden Baseline-Messungen vor Therapie zu den beiden gemittelten Werten nach Therapie (Post, Follow-up-Test) für den jeweiligen Parameter an.

Ergebnisse

Extinktionstest

Die Ergebnisse zur visuellen Extinktion sind in **Abbildung 3** dargestellt.

Unilaterale Reize

Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte keinen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *einseitiger* Darbietung (**Abb. 3a**; $\chi^2=3,000$, $df=3$, $p>0.05$). Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *einseitiger* Darbietung (**Abb. 3b**; $\chi^2=15,000$, $df=3$, $p>0.002$). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ($Z=-0$, $p>0.05$), noch zwischen Post-Test und Follow-up ($Z=-1$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Erkennungs-Fehler rechts von Base 2 bis zum Post-Test ($Z=-2,070$, $p=0.0384$).

Bilateral gleiche Reize (Doppel-Simultan-Stimulation DSS)

Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte keinen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *bilateral gleicher* Darbietung (**Abb. 3c**; $\chi^2=4,371$, $df=3$, $p>0.1025$). Ein Friedman-Test über die vier Messzeitpunkte zeigte dagegen einen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *bilateral gleicher* Darbietung (**Abb. 3d**; $\chi^2=22,970$, $df=3$, $p<0.001$). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ($Z=-0,447$, $p>0.05$) noch zwischen Post-Test und Follow-

up ($Z=-1,300$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Extinktions-Fehler rechts von Base 2 bis zum Post-Test ($Z=-2,536$, $p<0.0114$).

Bilateral verschiedene Reize (Doppel-Simultan-Stimulation DSS)

Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte keinen signifikanten Unterschied für die Fehler links bei *bilateral verschiedener* Darbietung (**Abb. 3e**; $\chi^2=7,528$, $df=3$, $p=0.0958$). Ein Friedman-Test über die vier Zeitpunkte zeigte dagegen einen signifikanten Unterschied für die Fehler rechts bei *bilateral verschiedener* Darbietung (**Abb. 3f**; $\chi^2=17,261$, $df=3$, $p<0.001$). Die anschließenden

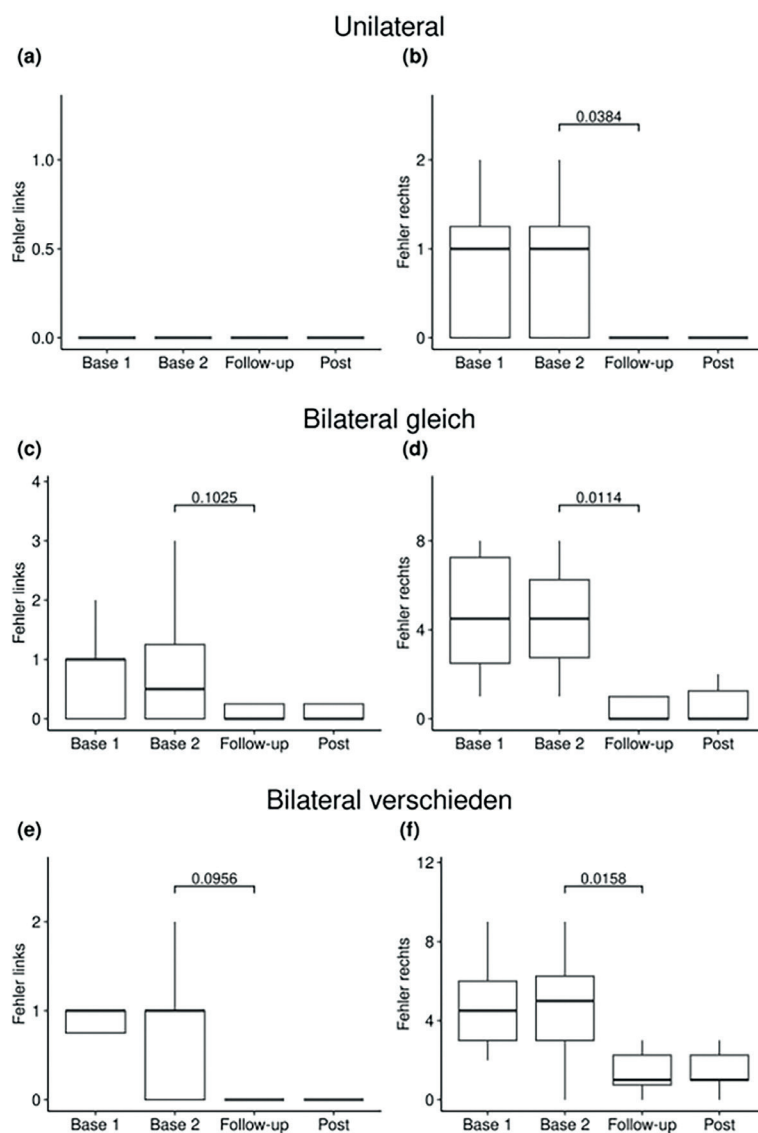


Abb. 3: Mittlere visuelle Extinktionsfehler links (linke Grafiken) und rechts (rechte Grafiken; max: 12 Fehler pro Bedingung, ± 1 Standardmessfehler SEM) bei 8 Patienten vor Behandlungsbeginn (Base 1–2), nach der Anti-Extinktions-Therapie (Post-Test) und beim Follow-up-Test zwei Monate nach Behandlungsende. Es werden die jeweiligen exakten statistischen Signifikanzwerte im Wilcoxon-Test angegeben (p, zweiseitig). **a/b:** *unilaterale* Erkennungsfehler links und rechts. **c/d:** Extinktionsfehler links (**c**) und rechts (**d**) bei *bilateral gleicher* Darbietung. **e/f:** Extinktionsfehler links (**e**) und rechts (**f**) bei *bilateral verschiedener* Darbietung. Bitte die unterschiedliche Skalierung in den linken vs. rechten Teilgrafiken beachten!

Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ($Z=-1$, $p>0.05$) noch zwischen Post-Test und Follow-up ($Z=-0,577$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Extinktions-Fehler rechts von Base 2 bis zum Post-Test ($Z=-2,392$, $p=0.0158$).

Gesamtfehlerzahl im Extinktionstest

Die Gesamtzahl aller Extinktionsfehler (also alle einseitigen und beidseitigen Fehler summiert pro Messzeitpunkt) betrug für Base 1: 12,0, für Base 2: 11,88, für den Post-Test: 3,12 und für den Follow-up-Test durchschnittlich 2,63 Fehler. Die durchschnittliche Reduktion der Gesamtfehlerzahl betrug während der Baseline-Phase vor Therapie 1,0%, während der Behandlungsphase 75,6%, und während des Follow-up-Zeitraumes 0,28%.

Alltagsrelevante / Funktionale Parameter

Die Ergebnisse zum Personen Scanning und zu den subjektiven Beschwerden sind in **Abbildung 4** dargestellt.

Personen-Scanning Fehler (%)

Ein Friedman-Test über die vier Mess-Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den Scan-Fehler (**Abb. 4a**; $\chi^2=14,707$, $df=3$, $p<0.001$). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen Base 1 und Base 2 ($Z=-1$, $p>0.05$) noch zwischen Post-Test und Follow-up ($Z=-1,342$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der Personen-Scanning-Fehler von Base 2 bis zum Post-Test, dieser verfehlte jedoch knapp das Signifikanzniveau von 0,05 ($Z=0$, $p=0.0431$). Die durchschnittliche Reduktion der gemittelten Personen-Scan-Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug 66,25%.

Personen-Scanning Zählfehler

Ein Friedman-Test über die vier Mess-Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den mittleren

Zählfehler im Personen-Scanning (**Abb. 4b**; $\chi^2=14,429$, $df=3$, $p<0.002$). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder einen signifikanten Unterschied zwischen den Werten von Base 1 und Base 2 ($Z=-1$, $p>0.05$) noch zwischen den Werten von Post-Test und Follow-up ($Z=-1$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion des Zählfehlers von Base 2 bis zum Post-Test ($Z=-2,023$, $p=0.0422$). Die durchschnittliche Verbesserung des gemittelten Zählfehlers vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zum gemittelten Zählfehler nach Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug 36,3%.

Subjektive Beschwerden

Ein Friedman-Test über die vier Mess-Zeitpunkte zeigte einen signifikanten Unterschied für den Gesamtwert der subjektiven Beschwerden über alle Messzeitpunkte (**Abb. 4c**; $\chi^2=21,740$, $df=3$, $p<0.001$). Die anschließenden Paarvergleiche mit Wilcoxon-Tests ergaben weder eine signifikante Veränderung zwischen Base 1 und Base 2 ($Z=-1,667$, $p<0.05$), noch zwischen Post-Test und Follow-up ($Z=-0,577$, $p>0.05$). Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduktion der subjektiven Beschwerden von Base 2 bis zum Post-Test ($Z=-2,385$, $p<0.0112$). Die durchschnittliche Reduktion der gemittelten Werte vor Behandlung (Base 1 und Base 2) zu den gemittelten Werten nach Behandlung (Post-Test und Follow-up) betrug 47,6%.

Rückkehr in den Beruf

Sechs der acht Betroffenen waren zum Zeitpunkt der Hirnschädigung noch berufstätig. Vier von diesen sechs Patienten (66%) konnten nach der Therapie erfolgreich in ihren früheren Beruf zurückkehren.

Weitere Berechnungen

Die Reduktion aller Extinktionsfehler im Zeitraum der Therapie korrelierte signifikant mit dem Therapieumfang (Spearman's $\rho=0.716$, $p<0.05$, zweiseitig). Alle anderen Korrelationen waren nicht signifikant. Darüber hinaus verglichen wir die Verbesserungen in den pri-

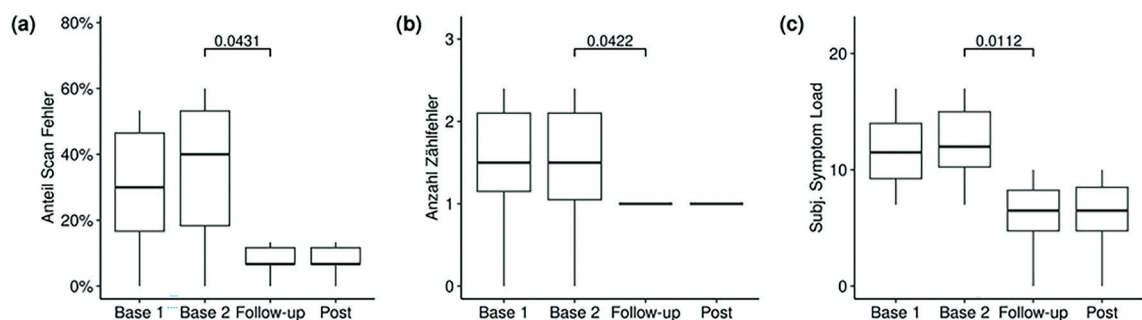


Abb. 4: Fehler (%) im Personen-Scanning (a) und mittlerer Zählfehler im Personen-Scanning (b) über die 4 Mess-Zeitpunkte bei 8 Patienten mit visueller Extinktion rechts. (c) Mittlere Einschätzung der Subjektiven Beschwerden (Symptom Load = Lebensqualität) bei Visueller Exploration und der Orientierung im Raum. Es werden die exakten statistischen Signifikanzwerte im Wilcoxon-Test angegeben (p, zweiseitig).

mären und sekundären Outcome-Variablen getrennt für beide Geschlechter, da in der assoziierten Studie fast ausschließlich männliche Patienten vertreten waren [20], und daher die Rolle des Geschlechts nicht analysiert werden konnte. **Tabelle 2** fasst diese Daten zusammen.

Tab. 2: Vergleich der mittleren Zuwachswerte (Gain) in den primären und sekundären Outcome-Variablen getrennt nach Geschlecht

Variable	Patienten (m=4)	Patientinnen (w=3)
Gain visuelle Extinktion, Gesamtfehlerzahl	8,9	9,0
Gain Person-Scan		
Fehler %	16,7	27,8
Gain Person-Scan mittlerer Zählfehler	0,55	0,52
Gain Subjektive Beschwerden	5,6	5,7
Rückkehr in den Beruf	2 von 4 =50 %	2 von 3 =66 %

Diskussion

Diese Studie zielte darauf ab, Patienten mit einer alltagsrelevanten visuellen Extinktion infolge einer linksseitigen Hirnschädigung eine neue Blickstrategie beizubringen, um diese auf möglichst viele Alltagssituationen übertragen zu können. Wie in der assoziierten Studie (mit linksseitiger visueller Extinktion nach rechtsseitiger Hirnschädigung, vgl. [20]) erlernten im Rahmen der AET auch in der aktuellen Studie alle acht Betroffenen innerhalb von maximal zehn Therapiesitzungen die »Double-Step-Blick-Strategie« (zuerst den kontralateralen und dann rasch den ipsilateralen Reiz anzuschauen). Dies zeigt unserer Ansicht nach ein erstaunliches Rehabilitationspotential für Patienten, die unter einer chronischen visuellen Extinktion leiden (ca. ein Jahr nach der Hirnschädigung, s. **Tab. 1**).

Im Folgenden möchten wir unsere Ergebnisse detaillierter diskutieren.

- **Keine Spontanremission:** Zunächst ist festzustellen, dass sich die visuelle Extinktion offensichtlich nicht spontan von allein zurückbildet, denn es zeigte sich keinerlei Verbesserung von Baseline 1 zu Baseline 2 im Extinktionstest und auch nicht in den anderen Tests, obwohl dazwischen mehrere Monate lagen (s. **Abb. 2**). Eine Spontanremission der visuellen Extinktion etwa ein Jahr nach Läsion (s. **Tab. 1**) ist somit sehr unwahrscheinlich. Sie sollte daher unserer Ansicht nach unbedingt behandelt werden, da sie den Betroffenen mehr Teilhabe in Alltag und auch eine Rückkehr in den Beruf ermöglichen kann.
- **Behandlungseffekte, Geschlecht, Rückkehr in den Beruf:** Die rechtsseitige visuelle Extinktion kann offensichtlich durch das AET gut kompensiert werden. Am Ende der Therapie waren alle Betroffenen in der Lage zwei simultan für nur 300 ms dargebote-

ne Alltagsobjekte im linken und rechten Halbraum ganz überwiegend korrekt zu erkennen. Dies ist vermutlich ein rein kompensatorischer Effekt, der durch die rascheren sakkadischen Blickbewegungen ermöglicht wurde. Des Weiteren zeigten sich klare Transfer-Effekte auf die sekundären Outcome-Maße wie Personen-Scanning und subjektive Beschwerden: Beide erfordern das rasche visuelle Erfassen *multipler* Reize in alltagsnahen Situationen. Da im Alltag die meisten visuellen Reize länger als 300 ms erscheinen, kann davon ausgegangen werden, dass die hier berichteten Verbesserungen für alle acht Betroffenen alltagsrelevant waren. Darüber hinaus zeigte sich auch eine signifikante Verbesserung der Lebensqualität nach der AET, die aus der Reduktion der subjektiven Beschwerden im Zusammenhang mit der visuellen Exploration und Extinktion sowie assoziierter Probleme abgelesen werden kann. Dies stellt ein wichtiges Ergebnis dar, da bislang Aspekte der Lebensqualität nach neurovisuellen Therapien häufig zu wenig Beachtung finden [19]. Und schließlich zeigte sich, dass die Behandlung männlichen und weiblichen Personen gleichermaßen hilft, denn der Zuwachs in den primären und sekundären Outcome-Maßen war weitestgehend vergleichbar. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass sowohl Frauen als auch Männer in ähnlicher Weise vom AET profitieren. Dieser Befund sollte jedoch innerhalb einer größeren Stichprobe repliziert werden.

- **Last not least:** Erfreulicherweise konnten 66 % unserer Stichprobe in ihren früheren Beruf zurückkehren. Dies ist unseres Wissens die zweite Studie, in der über die erfolgreiche Rückkehr von Patienten mit einer visuellen Extinktion in ihren früheren Beruf berichtet wird. Ähnliche Wiedereingliederungszahlen fanden wir in der assoziierten Therapiestudie der *linksseitigen* visuellen Extinktion nach rechts-hemisphärischer Hirnschädigung: Auch hier konnten 66 % nach der Therapie in ihren früheren Beruf zurückkehren. Die Wiedereingliederung in den Beruf (oder ihr Scheitern) ist ein wichtiger Aspekt der Teilhabe, der bisher in vielen Therapiestudien zu neurovisuellen Störungen [19] oder auch zu Neglect-Therapien [9] vernachlässigt wurde.

Zusammenfassung

Diese Ergebnisse zeigen ein vielversprechendes Behandlungspotenzial des Anti-Extinktions-Trainings für Patienten mit visueller Extinktion. Die Verbesserungen transferieren auf nichtgeübte, aber alltagsrelevante Leistungen wie das Personen-Scanning und stellen somit eine externe Validierung des Therapieerfolges dar. Interessant ist, dass der Therapieumfang mit den Verbesserungen in der Therapie positiv korrelierte. Dabei kann die Therapie als zeitökonomisch bewertet werden, da maximal zehn Therapiestunden bis zur Kompensation

der visuellen Extinktion erforderlich waren. Offensichtlich kann sehr effizient mit geeigneter, durch KI an das Leistungsniveau der Patienten optimal adaptierender Therapie-Software die visuelle Extinktion durch entsprechende sakkadische Blickbewegungen schrittweise kompensiert werden. Ein Heimtraining mit entsprechender Software könnte die Trainingsdichte noch erhöhen. Allerdings sollte dies unbedingt von einer Fachperson supervidiert werden, da Aimola et al. [1] gezeigt haben, dass unsupervidiertes Training zu Hause weniger wirksam ist als supervidiertes Training.

Limitationen

Trotz der positiven Ergebnisse sind einige Limitationen unserer Therapiestudie zu nennen: Wir haben kein Kontrollgruppen-Design verwendet. Wir entschieden uns für dieses Vorgehen, weil es bislang keinen alternativen Behandlungsansatz zur Therapie der visuellen Extinktion gibt. Die Patienten der Kontrollgruppe hätten also vermutlich eine wenig oder gar nicht wirksame Therapie erhalten, was wir aus ethischen Gründen ausgeschlossen haben. Theoretisch könnten die Verbesserungen im AET auch durch Spontan-Remission beeinflusst sein; allerdings begann das AET im Durchschnitt erst 19 Monate nach der Hirnschädigung. Während der zweimonatigen Wartezeit zwischen den zwei Baseline-Messungen zeigten sich keinerlei Verbesserungen in allen hier untersuchten Parametern. Beide Aspekte sprechen deshalb klar gegen eine Spontanremission oder andere, unspezifische Effekte als Ursache des Therapieerfolges. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die aktuelle Stichprobengröße klein war und daher Generalisierungen nur bedingt möglich sind. Bisher gibt es unseres Wissens noch keinerlei wissenschaftliche Erfahrungen zur Behandlung der visuellen Extinktion nach links-hemisphärischer Hirnschädigung. Die Befunde sollten an einer größeren Patientenstichprobe repliziert werden.

Implikationen für die Praxis

In den letzten 30 Jahren hat es in der Neglect-Therapie signifikante Fortschritte gegeben, die größtenteils auf die Entwicklung neuer, wirksamerer Behandlungsverfahren zurückzuführen sind (s. Überblick in [13]). Dies hat auch seinen Niederschlag in entsprechend aktualisierten Leitlinien zur Behandlung gefunden (Leitlinie Raumorientierung der DGN, <https://dgn.org/artikel/s2k-leitlinie-diagnostik-und-therapie-von-neglect-und-anderen-storungen-der-raumkognition>). Die meisten dieser Therapieempfehlungen sind jedoch aus Studien an relativ »akuten«, meist stationären Patienten gewonnen worden, die in den ersten sechs Monaten nach ihrer Hirnschädigung eine Rehabilitationsklinik besucht haben. Nach der Entlassung aus der Reha-Klinik ist über den weiteren Verlauf von Patienten mit einem Neglect und den assoziierten Störungen wie der visuellen

Extinktion weitaus weniger bekannt. Ein Jahr nach dem Schlaganfall zeigen immerhin noch 2/3 aller Patienten mit einem akuten Neglect einen »chronischen« (wenn auch leicht gemilderten) Neglect [7]. Eine erfolgreiche Rückkehr in den Beruf ist bislang bei diesen Betroffenen fast nie berichtet worden (Ausnahmen s. [9, 20]). In der vorliegenden Arbeit haben wir erstmals eine Patientengruppe in einer späteren Rehabilitationsphase (>6 Monate) mit linksseitiger Hirnschädigung mit einem leichten Restneglect erfasst und systematisch behandelt. Die vorliegende Studie zeigt klar, dass die Betroffenen von dem hier vorgestellten AET profitieren: Sie erlernen eine neue Blickstrategie, die ihnen das Erfassen multipler visueller Reize in der kontra- und ipsiläsionalen Raumhälfte fast simultan ermöglicht. Dies ist unserer Ansicht nach für eine erfolgreiche Bewältigung zahlreicher visueller, räumlicher und auch motorischer Alltagsanforderungen sowie beruflicher Anforderungen (wie etwa Bildschirmarbeit) eine wichtige Voraussetzung, da in diesen Alltags-Situationen immer mehr als ein Reiz vorhanden ist. Auch ist in dieser Krankheitsphase die Awareness der Betroffenen deutlich gebessert, sodass sie ihre Alltagsprobleme gut verbalisieren können, wie hier im Fragebogen zur Lebensqualität. Erfreulicherweise gelang es uns, 2/3 der noch berufstätigen Betroffenen nach der AET wieder in ihren Beruf zu reintegrieren. Dies ist unseres Wissens bisher noch nie bei Patienten mit einem chronischen Restneglect und den assoziierten Störungen berichtet worden. Dies wurde zum einen möglich durch die besseren ambulanten Behandlungsmöglichkeiten durch die Neuropsychologie (seit 2013 Kassenleistung). Zum anderen stellt das hier vorgestellte AET eine nunmehr wissenschaftlich erprobte Therapie für die Behandlung der visuellen Extinktion dar, die sowohl in einer Klinik, Ambulanz, Praxis, als auch parallel dazu von den Betroffenen zu Hause durchgeführt werden kann. Das AET ist als »Xtinction-Modul« im Neuro-Vision-Training (NVT, www.neuro-vision-training.com) enthalten. Damit können alle Vorteile des NVT genutzt werden, wie etwa die KI (künstliche Intelligenz), die das Training kontinuierlich adaptiert anhand der Leistungen der Patienten und so die Trainingszeit optimal für jeden Betroffenen nutzt, da das Schwierigkeitsniveau fortlaufend durch die Software angepasst wird. Das NVT ermöglicht im Modul »Scotoma« eine Gesichtsfeldprüfung, sodass vor Beginn des AET geprüft werden kann, in welchen Regionen des Gesichtsfeldes die Reize dargeboten werden sollten, damit die Betroffenen sie auch wirklich sehen können (vgl. auch [2]). Durch die KI wird automatisch die Schwierigkeit des Trainings erhöht, um die Alltagsrelevanz zu erhöhen. Außerdem wird nicht nur auf der Horizontalachse (also links und rechts im Halbfeld) geübt, sondern die Reize können auch vertikal und diagonal dargeboten werden (s.o., **Abb. 1**). Da Patienten mit einem Restneglect auch eine vertikale Extinktion aufweisen [4], erweitert dies die Behandlungsmöglichkeiten. Meist werden Reize im unteren Halbraum etwas weniger beachtet. Der untere Halbraum ist häufig für Patienten mit einem Restneglect problematischer

im Alltag, da dieser Bereich aus anatomischen Gründen oft stärker vernachlässigt wird als der obere Halbraum [15]. Dies ist für den Alltag sehr relevant, weil sich im unteren Halbraum oft relevante Reize wie etwa Hindernisse oder Treppenstufen befinden, die direkt für die Mobilität der Betroffenen wichtig sind. Aus der funktionellen Bildgebung ist bekannt, dass der untere Halbraum für das Greifen nach Gegenständen wichtiger ist als der obere Halbraum. Aber auch für Patienten mit einem homonymen Quadrantenausfall bietet sich eine *diagonale* oder *vertikale* Darbietung der Reize im AET an: etwa zunächst im blinden, rechten oberen Quadranten, und kurz danach im intakten linken unteren Quadranten des Gesichtsfeldes.

Fazit

Wir sind der festen Überzeugung, dass wir den alltagsrelevanten Restneglect besser behandeln können, wenn wir seine jeweiligen »Satellitensymptome« spezifisch behandeln. Mit dem AET können wir die visuelle Extinktion und das Erfassen multipler visueller Reize nunmehr wirksam behandeln – unabhängig von der Schädigungsseite. Dies ermöglicht den Betroffenen eine bessere Teilhabe im Alltag. So können perspektivisch voraussichtlich auch mehr Betroffene wieder in ihren Beruf zurückkehren.

Literatur

1. Aimola L, et al. Efficacy and Feasibility of Home-Based Training for Individuals With Homonymous Visual Field Defects. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2014; 28(3): 207–18
2. Becker E, Karnath H O. Incidence of visual extinction after left versus right hemisphere stroke. *Stroke* 200; 38(12): 3172–4
3. Beume LA, et al. Visual neglect after left-hemispheric lesions: a voxel-based lesion-symptom mapping study in 121 acute stroke patients. *Exp Brain Res* 2017; 235(1): 83–95
4. Cazzoli D, et al. Vertical bias in neglect: a question of time? *Neuropsychologia* 2011; 49(9): 2369–74
5. Dai S, et al. Lateropulsion After Hemispheric Stroke: A Form of Spatial Neglect Involving Gravicption. *Neurology* 2021; 96(17): e2160-e2171
6. Funk J, et al. Effects of feedback-based visual line-orientation discrimination training for visuospatial disorders after stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2013; 27(2): 142–52
7. Karnath H O, et al. The anatomy underlying acute versus chronic spatial neglect: a longitudinal study. *Brain* 2011; 134(Pt 3): 903–12
8. Kerkhoff G, et al. Smooth pursuit eye movement training promotes recovery from auditory and visual neglect: a randomized controlled study. *Neurorehabilitation and Neural Repair* 2013; 27: 789–98
9. Kerkhoff G. Successful return to professional work after neglect, extinction, and spatial misperception – Three long-term case studies. *Neuropsychol Rehabil* 2021; 31(6): 837–62
10. Kerkhoff G, Marquardt C. EYEMOVE – Standardisierte Analyse und Therapie visueller Explorationsstörungen. *Nervenarzt* 2009; 80: 1192–204
11. Kerkhoff G, Marquardt C. Standardisierte Analyse visuell-räumlicher Wahrnehmungsleistungen (VS). Konstruktion des Verfahrens und Anwendungen. *Nervenarzt* 1993; 64: 511–6
12. Kerkhoff G, Marquardt C. VS-WIN – Computational Analysis of Visuospatial Perception and Cognition. München: MedCom 2014. <http://www.medicalcomputing.de>, 2014.
13. Kerkhoff G, Schmidt L. Neglect und assoziierte Störungen. 2. überarbeitete Auflage. Göttingen: Hogrefe 2018
14. Lafitte R, et al. Spatial neglect encompasses impaired verticality representation after right hemisphere stroke. *Ann N Y Acad Sci* 2023; 1520(1): 140–52
15. Moretta P, et al. Visual vertical neglect in acquired brain injury: a systematic review. *Front Psychol* 2024; 15: 1360057
16. Neumann G, et al. Clinical and Psychometric Evaluations of the Cerebral

Neurol Rehabil 2024; 30(3): 148–151 | <https://doi.org/10.14624/ NR2403003> | © The authors 2024

Visual extinction after left hemispheric lesion – clinic and therapy

G. Kerkhoff, J. Poschenrieder, A. Kraft

Abstract

Visual extinction often occurs as a result of right-sided brain damage. Until now, there has been no therapy for this disorder. In a therapy study, we were able to show that left-sided visual extinction due to a right-sided brain lesion can be treated well by acquiring a new gaze strategy (anti-extinction therapy: AET) [20]). In the current study, we investigated whether patients with the less common right-sided visual extinction following a left-sided brain lesion can also benefit from this therapy. Eight chronic extinction patients with unilateral left-sided brain damage after stroke were treated in a baseline design with treatment-free intervals before and after AET, in which they learned the new gaze strategy for rapid detection of multiple visual stimuli in the entire visual field. The results show significant and stable improvements in visual extinction (primary outcome measure), and a borderline significant transfer to functional, non-practiced exploration performance (person scanning and number crossing test), as well as a significant reduction in subjective symptom burden (secondary outcome measures). 66% of those treated were able to return to work. This study shows that the new AET is an effective therapy for visual extinction even after left hemispheric brain damage. AET is part of neuro-vision training (NVT) and can be carried out as an inpatient, outpatient or at home.

Key words: visual extinction, right-sided residual neglect, therapy, rehabilitation, occupational reintegration

Anhang:

Der Subjektive Beschwerdebogen für Visuelle Exploration und Orientierung im Raum

Bewerten Sie jede Frage mit

0–4; 0 = gar nicht; 1 = etwas; 2 = teilweise; 3 = meistens; 4 = völlig

Ich habe seit der Krankheit Schwierigkeiten ...

1. Ich stoße seit meiner Krankheit an Personen/Hindernisse an.
2. Ich übersehe seit meiner Krankheit Personen/Hindernisse.
3. ... zwei oder mehr Dinge gleichzeitig zu sehen (z. B. 1L / 1R).
4. ... mit dem Überblick in Menschenmengen.
5. ... Dinge auf einem Tisch/Schreibtisch zu finden.
6. ... Dinge in meinem Zimmer zu finden.
7. ... in einem Geschäft/Supermarkt etwas zu finden.
8. ... die Straße zu überqueren.
9. ... die Tiefe/Höhe der Stufen einer Treppe zu erkennen.
10. ... nach Gegenständen genau zu greifen/Vorbeigreifen.
11. ... Entfernungen richtig einzuschätzen.
12. ... bei der Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel.
13. ... mit dem Zurechtfinden in vertrauter Umgebung.
14. ... mit dem Zurechtfinden in fremder Umgebung.
15. Ich weiß seit meiner Krankheit nicht genau, wo ich gerade bin.

- Vision Screening Questionnaire in 461 Nonaphasic Individuals Post-stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2016; 30(3): 187–98
17. Nijboer TC, Kollen BJ, and Kwakkel G. Time course of visuospatial neglect early after stroke: a longitudinal cohort study. *Cortex* 2013; 49(8): 2021–7
 18. Nyffeler T, et al. Contralateral Trunk Rotation Dissociates Real vs. Pseudo-Visual Field Defects due to Visual Neglect in Stroke Patients. *Front Neurol* 2017; 8: 411
 19. Pollock A, et al. Interventions for visual field defects in people with stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019(5)
 20. Poschenrieder J, Kerkhoff G. Anti-Extinktions-Training mit dem NVT: eine neue Therapie der Visuellen Extinktion. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 2024, im Druck
 21. Poschenrieder J, Kerkhoff G. NVT-Read: eine neue (Online)-Therapie für Patient_innen mit hemianoper Lesestörung. *Zeitschrift für Neuropsychologie* 2024, im Druck.
 22. Rengachary J, et al. A behavioral analysis of spatial neglect and its recovery after stroke. *Frontiers in Human Neuroscience* 2011; 5: 29
 23. Schmidt L, et al. Now you feel both: Galvanic vestibular stimulation induces lasting improvements in the rehabilitation of chronic tactile extinction. *Frontiers in Human Neuroscience* 2013(7); 1–11
 24. Sperber C, et al. The neuroanatomy of visual extinction following right hemisphere brain damage: Insights from multivariate and Bayesian lesion analyses in acute stroke. *Hum Brain Mapp* 2024; 45(4): e26639

Anmerkung:

Die Studie wurde in Übereinstimmung mit den Richtlinien der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Auf ein Ethikvotum wurde bei dieser Studie verzichtet, da alle Behandlungen und Methoden Teil des regulären klinischen Behandlungsschemas für Patienten der Neuropsychologischen Ambulanz der Universität des Saarlandes waren. Alle Patienten gaben ihre mündliche Zustimmung zu den Untersuchungen und Behandlungen.

Funding and license:

Open access funding provided by University of Saarbrücken.
Distributed under the license CC BY 4.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>)

Interessenvermerk:

Julian Poschenrieder ist geschäftsführender Gesellschafter der NVISIONIC UG (haftungsbeschränkt), die das Programm Neuro-Vision-Trainings (NVT) entwickelt und vertreibt. Trotz des möglichen Interessenkonfliktes ist der Beitrag unabhängig und produktneutral.

Korrespondenzadressen:

Julian Poschenrieder, BSc Bioinformatik
Email: info@nvisionic.com, j.poschenrieder@tum.de

Prof. Dr. phil. Georg Kerkhoff
Universität des Saarlandes
Klinische Neuropsychologie & Neuropsychologische Universitätsambulanz
Gebäude A.1.3.
66123 Saarbrücken
kerkhoff@mx.uni-saarland.de