



Sakkadentraining verbessert visuelle Exploration bei Hemianopsie

Eine randomisierte kontrollierte Studie

(Saccadic Training improves Visual Exploration in Hemianopia. A randomised controlled Study)

Tanja Roth¹, Alexander N. Sokolov¹, André Messias^{1,3},
Patrick Roth², Michael Weller², Susanne Trauzettel-Klosinski¹

Zusammenfassung: Eine Hemianopsie führt zu einer Orientierungsstörung mit einer hochgradigen Beeinträchtigung im Alltag. Die Rehabilitation der Hemianopsie ist deshalb von besonderer Bedeutung. Bei der hier vorgestellten randomisierten und kontrollierten Studie erhielt eine Patientengruppe (N = 15) ein kompensatorisches Sakkadentraining bestehend aus einer Zahlensuchaufgabe mit dem Ziel, das gesamte Blickfeld durch Augenbewegungen zu vergrößern. Die Kontrollgruppe (N = 13) wurde mit einem flimmernden Buchstaben in 22° Exzentrizität in der blinden Gesichtsfeldhälfte stimuliert – ein potentielles Restitutions-training. Mit dem explorativen Sakkadentraining (EST) verbesserten die Patienten spezifisch ihre Exploration auf der blinden Seite. Sie konnten diese neu erlernte Strategie auch bei alltäglichen Aufgaben anwenden, und der Effekt hielt über die Trainingsphase hinaus an. Außerdem berichteten diese Patienten über eine Verbesserung ihrer Lebensqualität im sozialen Bereich. Das Flicker Training (FT) verbesserte weder die Exploration noch die Gesichtsfelder. Eine Restitution des Gesichtsfeldes konnte also auch mit einer exzentrischeren, d.h. mit einer weiter in der Gesichtsfeldperipherie gelegener Stimulation als in früheren Studien nicht erreicht werden. Somit kann das explorative Sakkadentraining (EST) als evidenz-basierte Rehabilitationsmethode den Patienten mit hemianoper Orientierungsstörung empfohlen werden.

Z. prakt. Augenheilkd. 30: 403-410 (2009)

Summary: Hemianopia impairs orientation, which constitutes a marked handicap in activities of daily living. Therefore, rehabilitation of the hemianopic orientation impairment is important. In the present randomized and controlled study, one patient group (N = 15) received a compensatory saccade training using a digit search task with the aim to enlarge the total field of gaze. The control group (N = 13) was stimulated with a flickering letter in 22° eccentricity in the blind hemifield – a potential restitution training. The patients with explorative saccadic training (EST) specifically improved their exploration performance on the blind side. They could apply their newly learnt strategy also to everyday tasks and the effect persisted after the training period. Furthermore, the patients reported an improved quality of life in the social domain. The Flicker Training (FT) neither improved exploration nor visual fields. Thus, a restitution of the visual field was not achievable even with a more eccentric stimulus compared to former studies. Therefore, the explorative saccadic training (EST) can be recommended as an evidence-based rehabilitation method for patients with hemianopic orientation disorder.

Z. prakt. Augenheilkd. 30: 403-410 (2009)

In Deutschland erleben pro Jahr zirka 500 000 Menschen durch Unfall oder Krankheit eine Hirnschädigung 500 000 von denen wiederum zirka 30% Beeinträchtigungen des Sehvermögens haben. Hirnschädigungen

durch akute vaskuläre Erkrankungen werden in den nächsten Jahren aufgrund der verlängerten Lebenserwartung zunehmen [2, 14, 19].

Suprachiasmale Läsionen entstehen meist durch Ischämien (59-89%), seltener durch Tumore oder Hämorrhagien (3-23%), chirurgische Eingriffe und Traumata (2-14%) und andere Ursachen (4-7%) [7, 20]. Sehbahnläsionen oberhalb des Chi-

asma verursachen homonyme Gesichtsfeldausfälle. Je nach Ort der Läsion sind Quadrantenanopsien und komplette Hemianopsien ohne makuläre Aussparung am häufigsten. Wenn die Läsion den Okzipitalpol ausspart, besteht eine makuläre Aussparung im blinden Halbfeld von 2-5° entlang des 0° Meridians. Umgekehrt entsteht bei einer isolierten Läsion des Okzipitalpols ein kleiner

¹ Department für Augenheilkunde Universität Tübingen

² Neurologische Universitätsklinik Zürich und Tübingen

³ Department für Augenheilkunde Universität São Paulo –
Ribeirão Preto

parazentraler homonymer Defekt, der – wie alle Ausfälle, die näher als 5° an das Zentrum heranreichen – zu Lesestörungen führt [16]. Auf die hemianope Lesestörung soll im Folgenden jedoch nicht weiter eingegangen werden.

Eine Hemianopsie führt vor allem zu einer hochgradigen Orientierungsstörung, bei der die Patienten gegen Gegenstände oder Menschen auf der hemianopen Seite stoßen oder auch ihren Weg nicht mehr richtig finden können. Die Rehabilitation der hemianopen Orientierungsstörung ist deshalb von großer Bedeutung.

Trainingsansätze bei der hemianopen Orientierungsstörung: Restitution oder Kompensation?

Seit vielen Jahren besteht eine Kontroverse über zwei verschiedene Trainingsansätze bei Hemianopsie: Restitution oder Kompensation.

Restitution des erkrankten Gesichtsfeldes durch visuelle Stimulation: Kein klinisch relevanter Effekt nachweisbar

Bei der Restitution des erkrankten Gesichtsfeldes sollen durch visuelle Stimulation unvollständig zerstörte Neuronen im blinden Halbfeld reaktiviert werden. In früheren Studien wurde hierzu entlang der Gesichtsfeldgrenze stimuliert. Mit schwelennahen Reizen wurde eine Verbesserung des Gesichtsfeldes bis zu 40° beschrieben [21]. Diese Ergebnisse konnten in einer späteren Studie nicht bestätigt werden [1]. Eine erneute Studie zur Restitution des Gesichtsfeldes durch das sogenannte „Visual Restitution Training (VRT)“ basierte auf der Darbietung von überschwelligem Reizen entlang der Gesichtsfeldgrenze [4]. Dabei wurde eine Verbesserung des Gesichtsfeldes um 5° beschrieben. In einer Kontrollstudie mit dem Scanning-Laser-Oph-

thalmoskop unter simultaner Fixationskontrolle konnte jedoch keine Änderung des Gesichtsfeldes durch das VRT festgestellt werden [12]. Auch eine Studie mit konventioneller Perimetrie konnte keinen klinisch relevanten Effekt nach VRT feststellen [15]. Dies legt den Schluss nahe, dass die von den Autoren dieser Studien beschriebenen Änderungen des Gesichtsfeldbefundes durch Augenbewegungsartefakte bedingt waren. In einer kürzlich erschienenen Studie wurde die visuelle Stimulation in einem periphereren Areal (bei 10°) durchgeführt und über eine Normalisierung der Kontrastempfindlichkeit im blinden Halbfeld bei 2 Patienten berichtet [11]. Bei einer solchen etwas peripherer dargebotenen Stimulation ist zumindest die Gefahr von Augenbewegungen zum Stimulus geringer, jedoch nicht ausgeschlossen.

Kompensatorisches Training: Verbessertes Abscannen des blinden Halbfeldes

Ein kompensatorisches Training, bei dem Augenbewegungen zum blinden Halbfeld trainiert werden, erfolgt mit dem Ziel, das blinde Halbfeld besser abzuscannen und durch zusätzliche Aufmerksamkeitsverschiebung das Blickfeld zu erweitern. Ein solches Sakkadentraining wurde in mehreren Studien als wirksam beschrieben, indem es die Nutzung des blinden Halbfeldes verbesserte [8, 9, 5, 22]. Auch eine gleichzeitige akustische Stimulation wurde als wirkungsvoll beschrieben. Suchaufgaben mit Papiervorlagen wurden ebenfalls verwendet [5, 10]. Allerdings konnte die Spezifität des Trainings mangels Kontrollgruppen und Ausschluss spontaner Erholung nicht beurteilt werden.

Generelle Aspekte bei Trainingsstudien:

Spezifität, adäquate Erfassung des Effektes, Definition der Verbesserung

Zur Beurteilung der Wirksamkeit eines Trainings müssen folgende Punkte beachtet werden:

- **Spezifität der Methode.** Eine spontane Besserung muss ausgeschlossen werden, speziell in den ersten Wochen. In der Regel tritt nach 6 Monaten keine weitere spontane Besserung mehr auf [20]. Außerdem ist eine Kontrollgruppe erforderlich, um spezifische Effekte zu erfassen.
- **Zuverlässigkeit des Trainingseffektes.** Ist die Methode adäquat, um den Trainingseffekt zu verifizieren?
- **Definition der Verbesserung.** Ist die Veränderung klinisch relevant und bleibt sie auch nach dem Training noch bestehen?

Eine spontane Gesichtsfeldverbesserung tritt bei 7-53% der Hemianopsiepatienten auf, je nachdem um welche Patientengruppe es sich handelt und wie die Verbesserung definiert wird [7, 20, 18]. Dabei kommt es wesentlich auf die 3 oben genannten Punkte an. Das Hauptproblem bei der konventionellen Perimetrie ist die ungenügende Fixationskontrolle. Eine Verbesserung des Gesichtsfeldes kann durch unruhige oder exzentrische Fixation oder durch größere Sakkaden zum blinden Halbfeld vorgetauscht werden. Dies konnte durch funduskontrollierte Perimetrie mit dem Scanning Laser Ophthalmoskop gezeigt werden [17, 12].

Spontane Adaptationsstrategien: Können sie durch Training unterstützt werden?

Viele Patienten entwickeln spontan eine unruhige Fixation mit asymmetrischen Fixationsaugenbewegungen zur blinden Seite. Dadurch wird die Gesichtsfeldgrenze in der konventionellen Perimetrie zur hemianopen Sei-



te hin verschoben. Zusätzlich machen viele Patienten auch spontan größere Augenbewegungen zur hemianopen Seite, um ihr Blickfeld zu vergrößern. Auch dieses Augenbewegungsverhalten führt zu einer Verschiebung der Gesichtsfeldgrenze und wird oft als Verbesserung des Gesichtsfeldes fehlinterpretiert [17, 12]. Diese spontane Kompensationsstrategie kann durch ein zusätzliches Sakkadentraining möglicherweise verbessert werden. Das Ziel der hier vorgestellten Studie war, erstmals eine randomisierte kontrollierte Studie mit kompensatorischem Sakkadentraining zur Überprüfung dessen spezifischer Wirksamkeit durchzuführen. Außerdem sollte geklärt werden, ob die Patienten die neu erlernte Strategie auch im Alltag anwenden können und ob sich ihre Lebensqualität dadurch verbessert. Für die Kontrollgruppe wurde eine Gesichtsfeldstimulation in der mittleren Peripherie angeboten – ein potentielles Restitutionsstraining – um einen möglichen Effekt eines solchen Trainings zu erfassen. Hierzu wurden 30 Patienten mit suprachiasmalen Läsionen randomisiert entweder dem explorativen Sakkadentraining

oder dem Flickertraining durchgeführt. Von 2 Patienten in der Flickertrainingsgruppe wurde das Training wegen Krankheit bzw. ungenügender Compliance abgebrochen. Insgesamt wurden 15 Patienten für das explorative Sakkadentraining und 13 für das Flickertraining eingeschlossen. Einschlusskriterien waren ein Alter von 18–80 Jahren, eine isolierte Hemianopsie oder Quadrantendefekt, ohne zusätzliche Gesichtsfeldausfälle, Krankheitsdauer von mindestens 6 Monaten, Abstand des Skotoms zur Mittellinie $\leq 5^\circ$ und Sehschärfe $\geq 0,6$. Ausschlusskriterien waren andere Augen- oder Hirnerkrankungen, motorische Einschränkungen, die das Benützen einer Computermaus verhindern, oder andere neurologische Störungen, insbesondere eine Epilepsie oder ein Hemineglect. Neuropsychologische Testverfahren wurden durchgeführt, um kognitive Störungen auszuschließen: Demenz (Minimal State Examination) und Hemineglect (Tests wie Zifferblatt zeichnen und Linien halbieren). Die beiden Gruppen unterschieden sich statistisch nicht signifikant bezüglich des Alters (EST Gruppe Me-

dian 65 Jahre, Konfidenzintervall $\pm 5,6$; FT Gruppe Median 63 Jahre, KI $\pm 5,9$), Diagnosen (ischämischer, hämorrhagischer Insult, andere Ursachen) und Erkrankungsdauer (EST Median 26 Monate, KI $\pm 27,6$; FT Median 16 Monate, KI $\pm 94,5$). 24 Patienten hatten eine Hemianopsie und 3 in jeder Gruppe einen Quadrantenausfall.

Trainingsmethoden

Exploratives Sakkadentraining

Das explorative Sakkadentraining (EST) bestand in einer sakkadischen Suchaufgabe, um die visuelle Suche im blinden Halbfeld und die Nutzung des gesamten Blickfeldes zu verbessern. Dazu wurden auf einem Computerbildschirm in 30 cm Entfernung (gesamter Gesichtsfeldausschnitt $35^\circ \times 47,7^\circ$) eine randomisierte Anordnung von Zahlen (0–9, 12 Punkt Arial) gezeigt, die mit gleicher Wahrscheinlichkeit auf der blinden oder sehenden Seite verteilt waren. Die Aufgabe des Patienten bestand darin, eine bestimmte Zahl (die Zahl 4) zu finden und den von der Computermaus kontrollierten

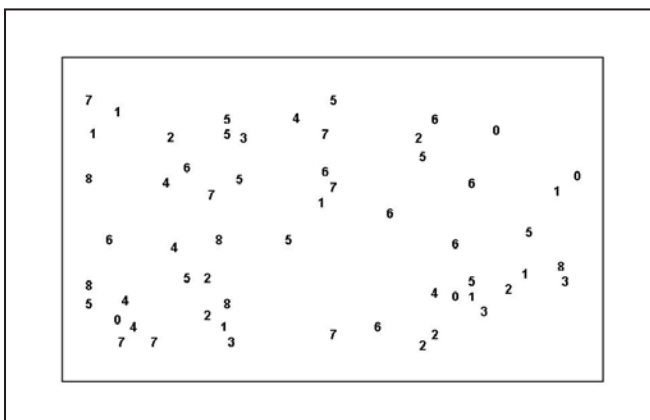


Abbildung 1: Exploratives Sakkadentraining (EST): Zahlensuchaufgabe. Der Patient muss eine bestimmte Zahl (4) finden und mit dem von der Computermaus gesteuerten Zeiger berühren.

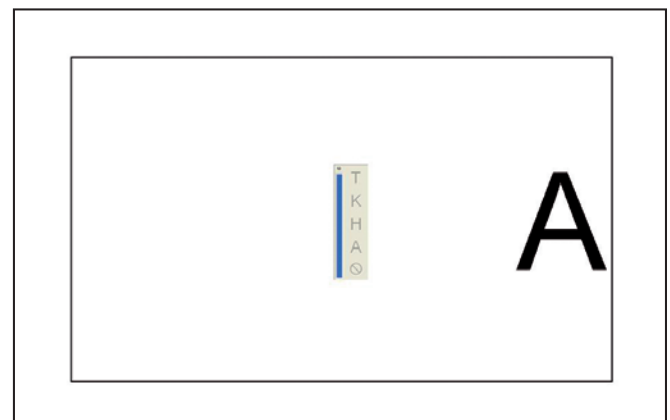


Abbildung 2: Flickertraining (FT): Ein flimmernder Buchstabe erscheint in $21,8^\circ$ Exzentrizität, randomisiert wechselnd zwischen der blinden und sehenden Seite in einem Verhältnis 3:1. Der Patient hat die Aufgabe, das zentrale Feld zu fixieren und bei Erkennen des Buchstabens diesen auf dem zentralen Feld mit dem Zeiger der Computermaus zu berühren.

Zeiger darüber zu bewegen (Abbildung 1). Wenn der Patient die Zahl 4 gefunden hatte, ertönte ein kurzer Ton und die gefundene Zahl verwandelte sich in ein rotes Dollarsymbol. Mit dieser Vorgehensweise wurde ein positives Feedback dargeboten und eine doppelte Suche der Zahl vermieden. Nachdem der Patient alle Zahlen (4) gefunden hatte, erlosch der Bildschirm und der Patient begann mit dem nächsten Durchgang, wobei er eine zentrale Marke anklicken musste. Dies sicherte auch die initial zentrale Fixation auf dem Bildschirm. Die Position und Latenz für alle gefundenen Zahlen wurde gespeichert.

Flickertraining

Das Flickertraining (FT), ein potenzielles Restitutionsstraining, wurde als Modifikation einer 2007 von A. Raninen et al. beschriebenen Prozedur mit einem flimmernden Buchstaben (weiter peripher) angeboten [11]. Das Training sollte keine explorativen Augenbewegungen auslösen, sondern mit überschwelligem Reizen das blinde Halbfeld stimulieren mit

der Intention, die Sensitivität des blinden Halbfelds zu verbessern. Mit einer selbst entwickelten Software wurden flimmernde Buchstaben generiert (A, H, K oder T, 11,68° x 9,46°, Abstand 30cm, 21,8° Exzentrizität, also außerhalb des blinden Flecks, Flimmerfrequenz 10Hz). Die exzentrische Buchstabenpräsentation sollte die Wahrscheinlichkeit von Sakkadenauslösung zum Stimulus reduzieren.

Die flimmernden Buchstaben erschienen nach dem Zufallsprinzip auf beiden Seiten mit einem konstanten Verhältnis (blind zu sehend, 3:1), um längere Perioden ohne sichtbaren Stimulus zu vermeiden. Während der Sitzung verblieb ein Feld mit allen 4 unbewegten Buchstaben, die vertikal angeordnet waren, im Zentrum des Monitors (Abbildung 2). Der Patient hatte die Aufgabe, dieses zentrale Feld zu fixieren und innerhalb von 10 Sekunden den von der Maus kontrollierten Zeiger auf den Buchstaben zu klicken, der dem flimmernden Buchstaben entsprach. Auf der sehenden Seite erschien ein

grünes Symbol mit der richtigen Antwort als positives Feedback. Ein rotes Symbol zusammen mit einem unangenehmen Ton zeigte einen Fehler an. Die dargebotenen und angeklickten Buchstaben sowie die dazugehörige Latenzzeit wurden in einer Datenbank gespeichert.

Trainingsprozedur

Die Patienten trainierten zuhause entweder EST oder FT zweimal 30 Minuten am Tag, 5 Tage pro Woche über 6 Wochen. Dazu benutzten sie die Laptop-Computer des Labors, um standardisierte Trainingsbedingungen zu gewährleisten (Bildschirme, genaue Distanz durch Abstandshalter, Größe des trainierten Gesichtsfeldbereichs). Die Patienten wurden instruiert, Kopfbewegungen zu vermeiden. Die Daten wurden dreimal zu 3 verschiedenen Zeitpunkten gesammelt: Vor dem Training (T1), direkt nach dem sechswöchigen Training (T2) und 6 Wochen nach Abschluss des Trainings (T3). Die Login-File-Analyse zeigte an, dass die Patienten beider Gruppen im Durchschnitt 34 Tage mit 40 Durchgängen pro Tag trainiert hatten (ohne Gruppendifferenz).

Zielparameter

Zahlensuchaufgabe

Die Aufgabe, die identisch war mit dem EST, wurde an einem 15"-Monitor durchgeführt und ermöglichte die Messung einer genaueren Reaktionszeit als in der natürlichen Suchaufgabe (siehe unten). Außerdem war es dadurch möglich, den Erfolg des explorativen Sakkadentrainings im Vergleich zu einem reinen Lerneffekt aufzufassen. Die Kopfstabilität wurde bei allen Aufgaben, die an einem Gerät erfolgten, durch eine Kinnstütze gewährleistet.

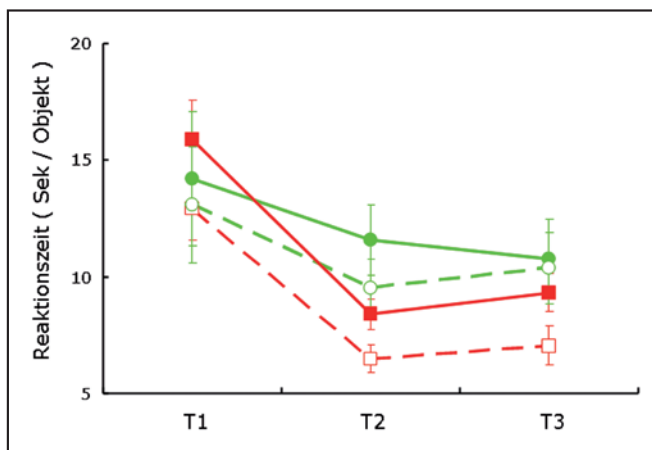


Abbildung 3: Zahlensuchaufgabe. Reaktionszeiten vor Training (T1), direkt nach dem Training (T2) und 6 Wochen nach Ende des Trainings (T3) – blinde Seite: durchgezogene Linie, sehende Seite: gestrichelte Linie. Die EST-Gruppe (rot) zeigt stark reduzierte Reaktionszeiten während des Trainings auf beiden Seiten, stärker ausgeprägt auf der blinden Seite. Die FT Gruppe (grün) weist nur eine geringe Änderung auf (modifiziert nach [13]).



Natürliche Suchaufgabe (Tischtest)

Der Patient hatte die Aufgabe, auf einem Tisch 40 bekannte, gleichmäßig verteilte Objekte zu finden. Die Reaktionszeit (Sekunden pro Objekt) wurde mit einer Stoppuhr gemessen.

Exploration einer natürlichen Szene

Augenbewegungen während der freien Exploration von natürlichen Szenen (z.B. Landschaften, Straßenszenen) wurden mit einem Video Eye Tracker (Eye-Link, SensoMotoric Instruments, Teltow) gemessen. Es wurden 20 einzelne Szenen pro Zeitpunkt dargeboten, randomisiert jeweils für 20 Sekunden aus 30 cm Entfernung. Die Patienten sollten die Szenen anschauen ohne eine spezielle Aufgabe.

Fixationsstabilität

Die Augenbewegungen wurden während einer Fixationsaufgabe mit dem Video Eye Tracker (siehe oben) registriert. Die Patienten hatten die Aufgabe, ein zentrales Fixationskreuz 20 Sekunden lang auf dem Bildschirm anzuschauen. Die Fixationsstabilität

und die Asymmetrie der Fixationsaugenbewegungen wurden gemessen (Einzelheiten siehe [13]).

Perimetrie

Das 30°-Gesichtsfeld für jedes Auge wurde mittels standardisierter schwellenorientierter leicht überschwelliger Tübinger Automatikerimetrie (TAP 2000, Oculus, Wetzlar) gemessen mit spezieller Beachtung der vertikalen Gesichtsfeldgrenze und des Areal, das mit dem Flickertraining stimuliert wurde. Außerdem wurde funduskontrollierte Perimetrie mit dem Scanning-Laser-Ophthalmoskop (SLO 101, Rodenstock, München) durchgeführt mit einem speziellen Tripletstimulus zur Erfassung der vertikalen Gesichtsfeldgrenze und des 10° Gesichtsfeldes bei exakter Fixationskontrolle (räumliche Auflösung 0,5-1°). (Beschreibung der Methode siehe bei [17]).

Lesegeschwindigkeit

Die Lesegeschwindigkeit (Wörter pro Minute) wurde für lautes Lesen von Zeitungsdruck auf Papier mittels unserer neuentwickelten

standardisierten Lesetexte erfasst (International Reading Speed Test, IReST) [3] (www.amd-read.net).

Lebensqualität

Die Patienten beantworteten einen von uns entwickelten, sehbezogenen Fragebogen sowie einen standardisierten allgemeinen Fragebogen zur Lebensqualität (WHOQOL-BREF).

Statistische Auswertung

Statistische Unterschiede wurden bei Normalverteilung (laut Shapiro-Wilks Test) mit dem T-Test erfasst, ansonsten mit dem Mann-Whitney Test. Die Daten wurden einer Varianzanalyse mit wiederholten Messungen (ANOVA) unterzogen mit den „within-subject“ Faktoren „Seite“ (blind/sehend) und „Wiederholung“ (T1, T2, T3) und dem „between-subjects“ Faktor „Gruppe“ (EST/FT). Als statistisch signifikant wurden p-Werte von < 0.05 angesehen. Im Folgenden werden nur statistisch signifikante Unterschiede genannt. (Einzelheiten siehe [13].)

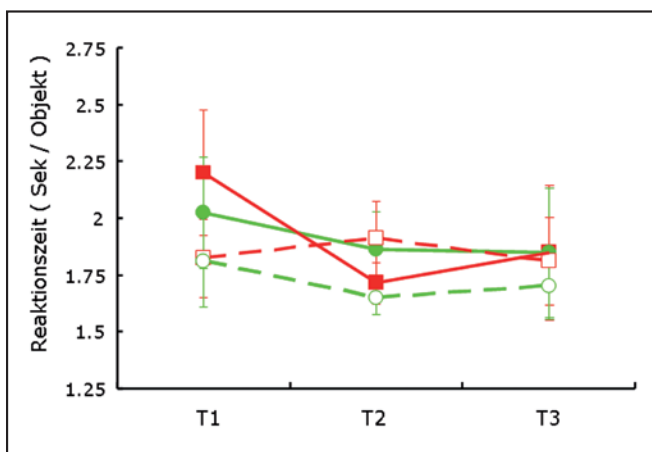


Abbildung 4a: Natürliche Suchaufgabe, Tischtest: Die Reaktionszeiten nehmen ausschließlich bei der EST-Gruppe (rot) auf der blinden Seite ab (durchgezogene Linie).



Abbildung 4b: Auf dem Tisch befinden sich 40 bekannte Gegenstände, 10 in jedem Quadranten, die der Patient finden muss (modifiziert nach [13]).

Markanter positiver Effekt des EST bei hemianopen Patienten

In dieser Studie konnte ein markanter positiver Effekt des EST bei hemianopen Patienten gezeigt werden. Bei der Zahlensuchaufgabe (Abbildung 3), die auch die Trainingsmethode für die EST-Gruppe war, zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Reaktionszeiten. Dass auch die FT-Gruppe eine Verbesserung aufzeigte, lässt sich durch einen Lernvorgang durch die wiederholte Aufgabe (3x) erklären. Die hochgradige Verbesserung in der EST-Gruppe im Vergleich zur FT-Gruppe nach dem Training war jedoch nur für die blinde Seite signifikant und beweist damit die Spezifität des EST zur Verbesserung des Explorationsverhaltens. Auch bei der natürlichen Suchaufgabe (Tischtest, Abbildung 4) verbesserten sich in der EST-Gruppe die Reaktionszeiten auf der blinden Seite, und die Verbesserung hielt an bis zur Endkontrolle 6 Wochen nach Trainingsende. Ebenso verbesserte sich die Exploration auf der blinden Seite während des Betrachtens von natürlichen Szenen (Abbildung 5) –

die Anzahl der Fixationen nahm zu. Alle drei oben genannten Variablen zeigen einen starken und spezifischen Effekt von EST verglichen mit dem FT. Das Anhalten des Effektes auch über die Trainingsperiode hinaus zeigt, dass die EST-Patienten ihre neu erlernten Suchstrategien auch im Alltag anwenden können. Bezüglich der Fixationsstabilität zeigten sich während des Trainings nur in der EST-Gruppe eine Abnahme der Fixationsstabilität und eine Zunahme der Asymmetrie der Fixationsaugenbewegungen zur blinden

Seite. Dies kann als Hinweis gelten für eine erhöhte Bereitschaft, Augenbewegungen zu dieser Seite zu machen. Es ist anzunehmen, dass die EST-Gruppe bei der Exploration eine systematische Suchstrategie entwickelte. Dies wird unterstützt durch den divergenten Kurvenverlauf in Abbildung 5, also die zunehmende Differenz bei den explorativen Augenbewegungen zwischen der blinden und der sehenden Seite in der EST-Gruppe zum Zeitpunkt T3. Bei der FT-Gruppe scheint es zu einer indirekten Auslösung von Au-

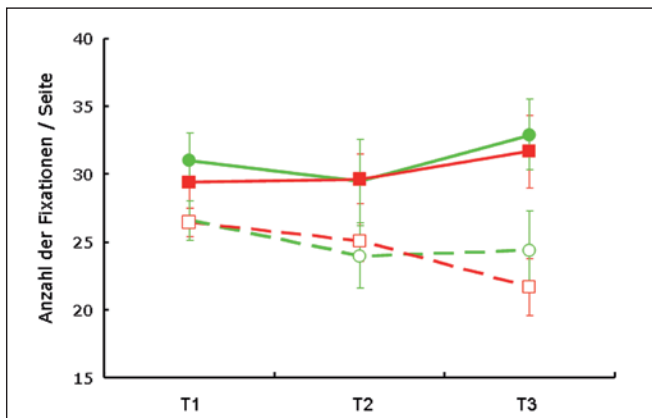


Abbildung 5: Exploration einer natürlichen Szene: Die Anzahl der Fixationen nimmt in der EST Gruppe (rot) auf der blinden Seite zu und auf der sehenden Seite ab, es zeigt sich ein divergenter Kurvenverlauf. Bei der FT Gruppe (grün) laufen die Kurven parallel (modifiziert nach [13]).

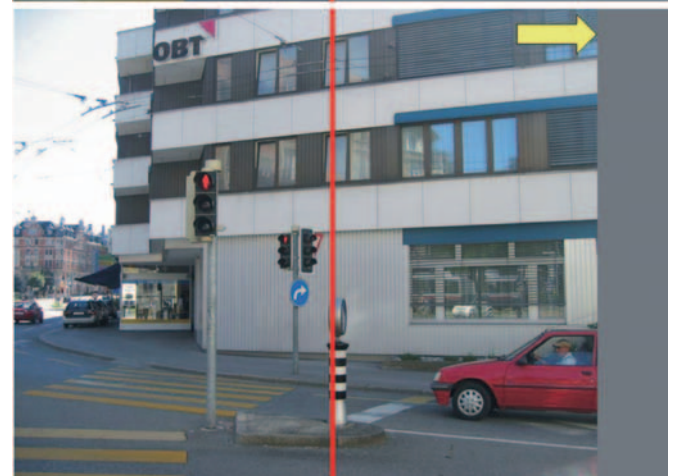


Abbildung 6: Bei Geradeausblick ist die Hälfte des Gesichtsfeldes durch den Ausfall verdeckt (oben). Durch kompensatorische Augenbewegungen wird der Gesichtsfeldausfall zur blinden Seite hin verschoben, das blinde Halbfeld wird abgescannt, dadurch erweitert sich das gesamte Blickfeld (unten).



genbewegungen zum Zeitpunkt T3 gekommen zu sein, allerdings weniger ausgeprägt als bei EST. Es ist anzunehmen, dass das FT unsystematische Augenbewegungen hervorruft, die mit einer graduellen Abnahme der Fixationsstabilität einhergehen. Dafür spricht der weitgehend parallele Kurvenverlauf bei der Anzahl der Fixationen (Abbildung 5).

Gesichtsfeld bleibt unverändert

Die Gesichtsfelder änderten sich nicht über den Zeitverlauf, weder an der Gesichtsfeldgrenze noch im 30° Gesichtsfeld. Dies zeigt, dass beide Trainingsmethoden, so wie sie in dieser Studie eingesetzt wurden, das Gesichtsfeld nicht vergrößern. Dieses Ergebnis ist in guter Übereinstimmung mit früheren Studien, dass visuelle Stimulation entlang der vertikalen Gesichtsfeldgrenze, die als „Visual Restitution Training“ eingeführt worden war [4] nicht das Gesichtsfeld verbessert, sondern Augenbewegungen zum Stimulus provoziert [12, 15]. Auch die in den Studien mit dem flimmernden Buchstaben (bei 10°) beschriebenen Verbesserungen (Normalisierung der Kontrastempfindlichkeit) [11] sind wahrscheinlich durch indirekte Auslösung von Augenbewegungen zu erklären, denn in der hier vorgestellten Studie war der Stimulus noch weiter peripher (22°) und die Gesichtsfelder haben sich nicht verbessert. Insgesamt kann man somit sagen, dass es bisher keine überzeugenden Hinweise gibt, dass eine visuelle Stimulation des blinden Halbfeldes eine Restitution des okzipitalen Kortex in einer klinisch relevanten Weise bewirken kann. Diese Studie konzentrierte sich auf die hemianope Orientierungsstörung

und liefert eine Trainingsmethode, um die visuelle Suche in der mittleren Peripherie durch entsprechende Sakkaden zu verbessern. Aus diesem Grund trat – wie erwartet – auch keine Änderung der Lesegeschwindigkeit auf. Die Rehabilitation der hemianopen Lesestörung erfordert andere Ansätze, die die Erfordernisse des Lesegesichtsfeldes erfüllen [18]. In die hier vorgestellte Studie wurden nur Patienten mit einer Erkrankungsdauer von mehr als 6 Monaten eingeschlossen, so dass eine spontane Besserung unwahrscheinlich war. Es ist interessant und wichtig, dass sogar bei Patienten, die eine langjährig bestehende Hemianopsie hatten und bereits adaptive Strategien entwickelt haben könnten, EST trotzdem noch spezifisch die Exploration zur blinden Seite verbessern konnte. Die Tatsache, dass kein Patient aus der EST-Gruppe ausgeschieden ist, zeigt die gute Akzeptanz des Trainings. Interessant waren auch die Ergebnisse der Fragebögen, in denen die Patienten eine subjektive Verbesserung in Alltagssituationen angaben, speziell im sozialen Bereich (wahrscheinlich infolge einer besseren

Entdeckung von Personen) und eine Tendenz, ihren körperlichen Status besser einzuschätzen und dadurch auch ihre Alltagsaktivitäten besser meistern zu können.

Somit gibt diese Studie wesentliche zusätzliche Informationen über bereits früher durchgeführte Sakkadentrainingsstudien in Bezug auf drei Punkte:

- Es wurde eine Kontrollgruppe verwendet mit einer alternativen Trainingsmethode,
- die Patienten wurden randomisiert den zwei Trainingsgruppen zugeordnet, und
- auch die Anwendung im Alltag sowie die Lebensqualität wurden erfasst.

Fazit

Patienten mit einer hemianopen Orientierungsstörung können mit dem EST spezifisch ihre Exploration auf der blinden Seite verbessern. Sie können diese neu erlernte Strategie auch bei alltäglichen Aufgaben anwenden, und der Effekt hält über die Trainingsphase hinaus an. FT verbessert weder die Exploration noch die Gesichtsfelder.

Weitere Einzelheiten über die praktische Anwendung des Programms sind der Website der Sehbehindertenambulanz Tübingen (<http://www.medizin.uni-tuebingen.de/augenklinik/>) zu entnehmen.

Danksagung: Wir danken Herrn Prof. Dr. William F Hoyt, San Francisco, für anregende Diskussionen, Herrn Dr. Manfred Mackeben, San Francisco, für kritische Anmerkungen und Frau Iris Reckert, Zihlschlacht CH, für die Bereitstellung der natürlichen Szenen.



DOG-Kongress 2009

Neuroophthalmologie

Moderation: S. Trauzettel-Klosinski
(Tübingen)
H. Tegetmeyer (Leipzig)

Samstag, 26. September 2009
14.00 - 15.30 Uhr, ccl, Saal 4

Literatur

1. Balliet R, Blood KM, Bach-Y-Rita P (1985) Visual field rehabilitation in the cortically blind? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 48: 113-1124
2. Feigin VL, Lawes CMM, Bennett DA, Anderson CS (2003) Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century. *Lancet Neurology* 2: 43-53
3. Hahn GA et al (2006) New standardised texts for assessing reading performance in four European languages. *Br J Ophthalmol* 90: 480-484
4. Kasten E, Wüst S, Behrens-Baumann W, Sabel BA (1998) Computer-based training for the treatment of partial blindness. *Nat Med* 4: 1083-1087
5. Kerkhoff G (2000) Neurovisuelle Rehabilitation nach Hirnschädigung. *Ergotherapie* 1: 53-56
6. Kerkhoff G, Münzinger U, Haaf E, Eberle-Strauss G, Stögerer E (1992) Rehabilitation of homonymous scotoma in patients with postgeniculate damage of the visual system: saccadic compensation training. *Rest Neurol Neurosci* 4: 245-254
7. Kölmel HW (1988) Die homonymen Hemianopsien. Springer, Berlin
8. Nelles G, Esser J, Eckstein A, Tiede A, Gerhard H, Diener HC (2001) Compensatory visual field training for patients with hemianopia after stroke. *Neurosci Lett* 306: 189-192
9. Pambakian ALM, Mannan SK, Hodgson TL, Kennard C (2004) Saccadic visual search training: a treatment for patients with homonymous hemianopia. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 75: 1443-1448
10. Paul C (1999) Reha-Schtraining; Therapieleitfaden für Orthoptistinnen. Praefcke, Ravensburg
11. Raninen A, Vanni S, Hyvärinen L, Näsänen R (2007) Temporal sensitivity in a hemianopic visual field can be improved by long-term training using flicker stimulation. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 78: 66-73
12. Reinhard J, Schreiber A, Schiefer U, Sabel BA, Kasten E, Kenkel S, Vonthein R, Trauzettel-Klosinski S (2005) Does visual restitution training change absolute homonymous scotoma? *Br J Ophthalmol* 89: 30-35
13. Roth T, Sokolov AN, Messias A, Roth P, Weller M, Trauzettel-Klosinski S (2009) Comparing explorative saccade and flicker training in hemianopia: a randomized controlled study. *Neurology* 72: 324-331
14. Rothwell PM et al (2005) Population-based study of event-rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (Oxford Vascular Study). *Lancet* 366: 1773-1783
15. Schreiber A, Vonthein R, Reinhard J, Trauzettel-Klosinski S, Connert C, Schiefer U. (2006) Effect of visual restitution training on absolute homonymous scotomas. *Neurology* 67: 143 - 145
16. Trauzettel-Klosinski S (2002) Reading disorders due to visual field defects - a neuroophthalmological view. *Neuro-Ophthalmology* 27: 79
17. Trauzettel - Klosinski S, Reinhard J (1998) The vertical field border in human hemianopia and its significance for fixation behavior and reading. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 39: 2177-2186
18. Trauzettel-Klosinski S (2009) Rehabilitation in der Neuroophthalmologie. *Klin Monatsbl Augenheilk*, im Druck
19. Truelsen T et al (2006) Stroke incidence and prevalence in Europe: a review of available data. *Eur J Neurol* 13: 581-598
20. Zhang X, Kedar S, Lynn MJ, Newman NJ, Bioussé V (2006) Homonymous hemianopias, Clinical-anatomic correlations in 904 cases. *Neurology* 66: 906-910
21. Zihl J, Cramon D von (1979) Restitution of visual function in patients with cerebral blindness. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 42: 312-322
22. Zihl J (1995) Visual scanning behaviour in patients with homonymous hemianopia. *Neuropsychologia* 33: 287-303

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. Susanne Trauzettel-Klosinski
Department für Augenheilkunde
Sehbehindertenambulanz und Low Vision Forschungslabor
Schleichstr. 12-16
72076 Tübingen

E-Mail: susanne.trauzettel-klosinski@uni-tuebingen.de