

Aus dem Institut für Medizinische Psychologie und spezielle
Neurorehabilitation der Universität zu Lübeck
Direktor: Prof. Dr. Dr. Dr. Fritz Schmielau

Vision Trainer: Telemedizinische Rehabilitation von homonymen Gesichtsfelddefekten

Inauguraldissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde
der Universität zu Lübeck
- aus der Medizinischen Fakultät -

vorgelegt von
Britta Leykam
aus Bremen

Lübeck 2009

Gutachter:

1. Prof. Dr. med. habil. Dr. rer. nat. Dr. phil. Fritz Schmielau

2. Priv. - Doz. Dr. med. Maya Müller

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2010

zum Druck genehmigt. Lübeck, den

Für meine Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG.....	9
1.1 Fragestellung und Zielsetzung.....	9
1.2 Das visuelle System.....	10
1.2.1 Die Sehbahn.....	10
1.2.2 Das Gesichtsfeld.....	11
1.3 Schädigungen des visuellen Systems.....	13
1.3.1 Gesichtsfelddefekte.....	13
1.3.2 Pathogenese.....	15
1.3.3 Folgen.....	16
1.4 Perimetrie.....	17
1.4.1 Grundlagen	17
1.4.2 Halbkugelperimeter nach Goldmann.....	18
1.4.3 Humphrey - Perimeter.....	19
1.4.4 Lübecker Reaktionsperimeter (LRP).....	19
1.5 Möglichkeiten der Rehabilitation.....	21
1.5.1 Allgemeine Verhaltensregeln und Ergotherapie.....	21
1.5.2 Kompensation	22
1.5.3 Gesichtsfeldvergrößerung durch visuelles Restitutionstraining.....	24
1.5.3.1 Entwicklung des visuellen Restitutionstrainings.....	24
1.5.3.2 Wirkungsweise des Restitutionstrainings: Neuroplastizität.....	25
2 MATERIAL UND METHODEN.....	27
2.1. Das Vision Trainer Programm.....	27
2.1.1 Ablauf des Trainings	29
2.1.2 Trainingsparameter.....	30
2.2 Erfassung der Patientendaten.....	31
2.2.1 Patientenprofil.....	31
2.2.1.1 Patientendaten.....	31
2.2.1.2 Trainingsdaten.....	32
2.2.1.3 Trainingsverlauf und Trainingserfolg.....	32

VERZEICHNISSE

2.2.2 Fragebogen.....	34
3 ERGEBNISSE.....	35
3.1 Demonstration des Behandlungsablaufs an zwei Patientenbeispielen.....	35
3.1.1 Fallbeispiel 1.....	35
3.1.2 Fallbeispiel 2.....	41
3.2 Auswertung	48
3.2.1 Patientendaten.....	48
3.2.1.1 Alter	48
3.2.1.2 Gesichtsfelddefekt.....	48
3.2.1.3 Pathogenese.....	48
3.2.1.4 Komorbidität.....	49
3.2.1.5 Diagnostik.....	49
3.2.2 Trainingsdaten.....	50
3.2.3 Trainingsparameter.....	50
3.2.4 Trainingsverlauf.....	51
3.2.4.1 Trainingsregelmäßigkeit.....	51
3.2.4.2 Treffer.....	51
3.2.4.3 Trefferquote.....	51
3.2.4.4 Reaktionszeit.....	52
3.2.5 Trainingserfolg.....	52
3.3 Statistik: Wilcoxon - Rangsummentest.....	53
3.4 Fragebogen.....	56
3.5 Vergleich der Fragebögen mit objektiven.....	59
Trainingsergebnissen.....	59
4 DISKUSSION.....	60
4.1 Ergebnisse.....	60
4.2 Trainingsablauf	63
4.3 Fragebogen.....	65
4.4 Erklärungsmodelle.....	66
4.5 Statistische Auswertung.....	67
4.6 Diskussion des Vision Trainer Programms.....	69

VERZEICHNISSE

4.7 Kritische Betrachtung der Arbeit und.....	70
Schlussfolgerung.....	70
5 ZUSAMMENFASSUNG.....	72
6 LITERATURVERZEICHNIS.....	74
7 ANHANG.....	78
7.1 Patientenprofile.....	78
7.2 Tabellen.....	125
8 DANKSAGUNG.....	137
9 LEBENSLAUF.....	139

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lübecker Reaktionsperimeter.....	21
Abbildung 2: Vision Trainer Programm: Hauptmenü.....	28
Abbildung 3: Trainingssitzung.....	28
Abbildung 4: Trainingsschema (aus Schmielau und Wong, 2007).....	29
Abbildung 5: Beispiel eines Patientenprofils.....	33
Abbildung 6: LRP Eingangsdiagnostik: Binokulares Gesichtsfeld (SKT).....	35
Abbildung 7: TDG vom 8.07.04 (Betreuerinterface).....	36
Abbildung 8: Verlauf der Treffer (Teil1), (Betreuerinterface).....	37
Abbildung 9: TDG vom 20.08.04 (Betreuerinterface).....	37
Abbildung 10: Verlauf der Treffer (Teil 2), (Betreuerinterface).....	38
Abbildung 11: Reaktionszeiten (Teil1), (Betreuerinterface).....	39
Abbildung 12: Reaktionszeiten (Teil2), (Betreuerinterface).....	39
Abbildung 13: LRP Abschlussdiagnostik: Binokulares Gesichtsfeld (HL).....	40
Abbildung 14: Eingangsdiagnostik: linkes Auge (li), rechtes Auge (re), (SKT).....	41
Abbildung 15: TDG vom 12.09.05 (Betreuerinterface).....	42
Abbildung 16: TDG vom 2.10.05 (Betreuerinterface).....	43
Abbildung 17: Verlauf der Treffer (Teil1), (Betreuerinterface)	44
Abbildung 18: Verlauf der Treffer (Teil2), (Betreuerinterface).....	44
Abbildung 19: TDG vom 21.03.05 (Betreuerinterface).....	45
Abbildung 20: Verlauf der Reaktionszeiten (Teil 1), (Betreuerinterface).....	46
Abbildung 21: Verlauf der Reaktionszeiten (Teil 2), (Betreuerinterface).....	46
Abbildung 22: LRP Abschlussdiagnostik: rechtes Auge (re), linkes Auge (li), (HL)....	47
Abbildung 23: Schema zur Berechnung des Endergebnisses der Treffer.....	54
Abbildung 24: Aussagen der Patienten zu den Fragen 3, 4.....	57
Abbildung 25: Aussagen der Patienten zu den Fragen 1, 6, 7	58

Abkürzungsverzeichnis

A. = Arteria

GF = Gesichtsfeld

GFE = Gesichtsfelderweiterung

HL = Lübeck

IMP = Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation

LRP = Lübecker Reaktionsperimeter

LRT = Lübecker - Reaktionszeit - Trainingsgerät

N. = Nervus

SKT = Segeberger Klinken

TD = Trainingsdauer

TDG = Trainingsdurchgang

PDG = Probedurchgang

PI = Posttraumatisches Intervall

Q = Quadrant

RP = Reaktionsperimeter

TA = Trainingsabschnitte

TR = Trainingsregelmäßigkeit

TQ = Trefferquote

TZ = Trefferzahlen

VTB = Vision Trainer Brightness, Software für das Vision Trainer Programm

Wo = Wochen

1 EINLEITUNG

1.1 Fragestellung und Zielsetzung

Zerebrale Sehstörungen sind oft eine Folge von Hirnläsionen. Schlaganfälle, Hirnblutungen sowie Tumoren sind die häufigsten Ursachen für Gesichtsfelddefekte. In Deutschland erleiden jährlich 200.000 bis 250.000 Menschen einen Schlaganfall (Kolominsky - Rabas und Heuschmann, 2002), ca. ein Fünftel davon sind von Gesichtsfelddefekten betroffen (Jähn et al., 2007).

Andere zerebral bedingte Ausfälle wie z.B. motorische Störungen (Hemiplegien) oder Sprachdefizite (Aphasien) können seit langer Zeit erfolgreich behandelt werden, Hemianopsien galten jedoch bis Mitte der siebziger Jahre als nicht therapierbar (Balliet et al., 1985). Das Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation der Universität zu Lübeck forscht seit mehr als zwei Jahrzehnten unter der Leitung von Professor Schmielau auf diesem Gebiet (Jähn et al., 2007).

Basierend auf Erfahrungen mit dem automatischen Training am Lübecker Reaktionsperimeter (LRP), das seit 1996 im Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation für restitutive Zwecke bei Patienten mit zerebralen Sehstörungen eingesetzt wird, ist 2005 das Vision Trainer Programm entwickelt worden. Entgegen der Annahme, dass sich geschädigte Hirnareale nicht mehr regenerieren können, hat das Training mit dem Reaktionsperimeter gezeigt, dass eine partielle Restitution einer bestehenden Gesichtsfeldeinschränkung möglich ist (Schmielau und Wong, 2007). Durch das Vision Trainer Programm konnte das Training vereinfacht und einer größeren Anzahl von Patienten zur Verfügung gestellt werden. Es ist eine Software, die es den Betroffenen ermöglicht, von zu Hause aus über das Internet am Computer ihr Gesichtsfeld zu trainieren.

Ziel dieser Arbeit ist es, die klinische Effektivität des Vision Trainer Programms zu überprüfen.

1.2 Das visuelle System

1.2.1 Die Sehbahn

Folgende Darstellung ist analog Despopulus und Silbernagel (2003) und Trepel (2004).

Die ersten drei Neurone der Sehbahn liegen in der Retina. Auf die Netzhaut treffende Reize werden von den Stäbchen und Zapfen (1. Neuron) über bipolare Zellen (2. Neuron) an Ganglienzellen (3. Neuron) weitergeleitet. Deren Axone treten als Nervus (N.) opticus durch die Papilla nervi optici in die Schädelhöhle ein. Dinge, die sich in der nasalen Gesichtsfeldhälfte befinden, werden auf die Netzhaut temporal abgebildet. Der N. opticus vereinigt sich über der Hypophyse mit dem Sehnerv der Gegenseite zum Chiasma opticum. Hier kreuzen die Fasern der nasalen Netzhauthälfte auf die Gegenseite, so dass der sich anschließende Tractus opticus Fasern der ipsilateralen temporalen (lateralen) und kontralateralen nasalen (medialen) Netzhauthälften enthält. Der Tractus opticus zieht zum Thalamus, wo im Corpus geniculatum laterale die Umschaltung auf das vierte Neuron erfolgt. Vom Tractus opticus ziehen Kollaterale der Ganglienzellaxone

1. zur Area preectalis, über die der Pupillenreflex ausgelöst wird,
2. zum Tectum des Mittelhirns für schnelle Augenbewegungen (Sakkaden) und
3. zum Nucleus suprachiasmaticus des Hypothalamus, über den der zirkadiane Rhythmus des Organismus gesteuert wird.

Vom Corpus geniculatum laterale aus setzt sich die Sehbahn über die Radiatio optica zur primären Sehrinde fort, die im medialen Okzipitallappen lokalisiert ist (Area 17 nach Brodman). Hier gelangen die visuellen Impulse ins Bewusstsein. Die Radiatofasern enden retinotop geordnet in der primären Sehrinde, wobei benachbarte Stellen in der Retina auf benachbarte Orte im visuellen Kortex abgebildet werden. Die Fovea centralis der Retina (Ort des schärfsten Sehens mit der größten Dichte der Photorezeptoren) nimmt dabei vier Fünftel der gesamten

1 EINLEITUNG

primären Sehrinde ein. Die Verarbeitung und Interpretation des visuell Wahrgenommenen erfolgt in der sekundären Sehrinde (Area 18, 19), welche die primäre Sehrinde hufeisenförmig ummantelt. Über den Okzipitallappen hinaus sind aber auch weitere Kortexareale im Parietal- und Temporallappen an der Verarbeitung visueller Informationen beteiligt. Die sekundäre Sehrinde ist efferent mit zahlreichen kortikalen Arealen verbunden wie z.B. dem frontalen Augenfeld im Frontallappen, das für Blickwendungen und Korrekturbewegungen der Augen zuständig ist.

Die Gefäßversorgung der Retina und des Sehnerven erfolgt durch die Äste der Arteria (A.) ophtalmica. Den proximalen Anteil des Tractus opticus versorgt die A. choroidea anterior aus der A. carotis interna. Der mittlere Teil des Tractus wird durch Äste der A. cerebri media und der anschließende Teil durch Äste aus der proximalen A. cerebri posterior (zum Corpus geniculatum laterale) und durch die A. cerebri posterior (Sehrinde und Assoziationsrinde) versorgt (Poeck und Hacke, 2006).

Schädigungen der primären Sehrinde z.B. bei Mangel durchblutung oder Tumoren können Gesichtsfeldausfälle verursachen. Läsionen der sekundären Sehrinde können eine visuelle Agnosie auslösen, das heißt, dass der Patient gesehene Dinge nicht mehr zuordnen und interpretieren kann.

1.2.2 Das Gesichtsfeld

Die Darstellung des Gesichtsfelds erfolgt nach Kölmel (1988).

Das Gesichtsfeld ist der mit unbewegten Augen wahrnehmbare Teil des Raumes. Es umfasst einen etwa halbkugelförmigen Raum. Das monokulare (einäugige) Gesichtsfeld hat eine Ausdehnung von ca. 50 Grad nach oben, ca. 70 Grad nach unten, ca. 60 Grad nach innen und ca. 90 Grad nach außen. Je nach Lage der Orbita (Augenhöhle) können diese Angaben um etwa 10 Grad in jede Richtung variieren. Legt man die beiden monokularen Gesichtsfelder beider Augen über-

1 EINLEITUNG

einander, ergibt sich das binokulare (beidäugige) Gesichtsfeld, das in der horizontalen Ausdehnung etwa 180 Grad umfasst.

Das Gesichtsfeld lässt sich in vier Bereiche einteilen: Die Fovea (Netzhautgrube) mit dem Zentrum des schärfsten Sehens hat einen Durchmesser von ca. drei Grad. Sie wird beidseitig von einem Gebiet von etwa 10 Grad Ausdehnung mit vergleichsweise noch gutem Sehen umgeben. Zusammen bilden diese beiden Bereiche die Makula. Es folgt bis etwa 60 Grad Exzentrizität eine Übergangszone. Jenseits des 60. Winkelgrades liegt bilateral der jeweilige temporale Halbmond. Dieser Bereich wird nur noch von der nasalen Retinahälfte des jeweils homolateralen Auges wahrgenommen. Im fovealen Gesichtsfeld werden feine Objekte und Details wahrgenommen. Mit wachsender Entfernung vom Zentrum nimmt die Wahrnehmungsschwelle für statische Stimuli deutlich zu. Im temporalen Halbmond können überwiegend bewegte oder flimmernde Stimuli dagegen noch sehr leicht detektiert werden.

Legt man eine horizontale und eine vertikale Achse durch den Fixierpunkt (das Zentrum des Gesichtsfeldes), so kann man das Gesichtsfeld in vier Quadranten (Q) unterteilen: Q1 (rechter oberer Quadrant), Q2 (linker oberer Quadrant), Q3 (linker unterer Quadrant) und Q4 (rechter unterer Quadrant). Diese entsprechen bis zum visuellen Kortex anatomisch nachvollziehbaren Bereichen. Die oberen Gesichtsfeldquadranten, die den unteren Retinaquadranten entsprechen, werden in der unteren Kalkarinalippe beider Hemisphären repräsentiert, die unteren Gesichtsfeldquadranten, die den oberen Retinaquadranten entsprechen, in der oberen Kalkarinalippe beider Hemisphären.

Das Gesichtsfeld ist vom deutlich größeren Blickfeld zu unterscheiden, welches den Bereich beschreibt, der durch Augenbewegungen bei unbewegtem Kopf gerade noch gesehen werden kann.

1.3 Schädigungen des visuellen Systems

1.3.1 Gesichtsfelddefekte

Der Ausfall einer Gesichtsfeldhälfte wird als Hemianopsie (Halbseitenblindheit), der eines Gesichtsfeldquadranten als Quadrantenanopsie bezeichnet. (Poeck und Hacke, 2006). Skotome sind kleine eingegrenzte Gesichtsfeldausfälle, die sowohl zentral als auch peripher auftreten können.

Gesichtsfeldausfälle können gleichseitig vorliegen (homonym), dann ist für beide Augen entweder die linke oder die rechte Gesichtsfeldhälfte betroffen. Treten sie gekreuzt (heteronym) auf, sind entweder beide Temporal- oder beide Nasalhälften betroffen (Pschyrembel, 2002).

Weiterhin unterscheidet man zwischen kongruenten und inkongruenten Gesichtsfeldausfällen. Kongruenz bedeutet, dass die Ausfälle für beide Augen annähernd gleich sind. Von Inkongruenz spricht man bei deutlichen Form- und Größenabweichungen (mehr als fünf Grad) der blinden Bereiche (Kölmel, 1988).

Entsprechend den topisch geordneten und kreuzenden Faserverläufen kann man klinisch Schädigungen der Sehbahn recht gut lokalisieren. Eine Schädigung des N. opticus resultiert in einer Blindheit des betroffenen Auges, da der N. opticus die Reize aller retinalen Fasern weiterleitet. Eine Schädigung, die in der Mitte des Chiasmas erfolgt, führt zu einer bitemporalen Hemianopsie. Eine Schädigung des Tractus opticus hat eine homonyme Hemianopsie der betroffenen Seite zur Folge. Liegt die Läsion im Corpus geniculatum laterale, kommt es ebenfalls zur homonymen Hemianopsie der betroffenen Seite. In diesem Fall bleiben allerdings noch einige optische Reflexe (z.B. der Pupillenreflex) erhalten, da die entsprechenden Fasern noch vor dem Thalamus ins Mittelhirn abgehen (Trepel, 2004).

Aufgrund der Hemisphärenspezialisierung können Hemianopsien der rechten Gesichtsfeldhälfte (linke Hirnhälfte) mit Lese- oder Sprachstörungen einhergehen, Hemianopsien der linken Gesichtsfeldhälfte (rechte Hirnhälfte) sind eher mit

1 EINLEITUNG

gestörtem Raumerkennen oder mit visuellem Neglekt verknüpft.

Wenn der suprachiasmatische Abschnitt der Sehbahn auf beiden Seiten des Gehirns geschädigt wird und es zu Ausfällen im rechten und linken Gesichtsfeld beider Augen kommt, spricht man von bilateralen homonymen Hemianopsien. Üblicherweise bleibt hierbei der makuläre Zentralbereich des Gesichtsfeldes bestehen, was zu einem Röhren- oder Tunnelsehen führt. Umgekehrt spricht man von einem Zentralskotom, wenn der zentrale Gesichtsfeldbereich ausgefallen, das Sehen in der Peripherie jedoch erhalten ist.

Fovea und Makula bleiben bei homonymen Hemianopsien häufig vom Ausfall verschont (makuläre Aussparung). Dies liegt zum einen an der vaskulären Mehrfachversorgung des makulären Kortexareals und zum anderen an der bilateralen Repräsentation der Makula in beiden Großhirnhemisphären. Die Neurone der Makula gehen sowohl zum kreuzenden als auch zum nichtkreuzenden Teil des N. opticus ab. Das erklärt, wieso selbst nach Ausfall eines kompletten Okzipitallappens die Funktion der Makula häufig mit geringen Einbußen erhalten bleibt. Dementsprechend ist auch die Sehschärfe unverändert. Die Makularepräsentation nimmt ab der Radiatio optica ein zunehmend größeres Hirnareal ein. Deshalb müssen Schädigungen in Richtung Kortex immer größer ausfallen, um das Sehen im makulären Bereich vollständig auszulöschen. Die makuläre Aussparung fehlt häufiger bei Läsionen im Bereich des Tractus opticus.

Bei Verlust jeglicher Sehfunktion in beiden Gesichtsfeldhälften spricht man von kortikaler Blindheit. Diese entsteht nur bei ausgedehnter kortikaler und subkortikaler Schädigung beider Okzipitallappen und tritt sehr selten auf (Kölmel, 1988).

1.3.2 Pathogenese

Mit ca. zwei Dritteln sind Durchblutungsstörungen die häufigste Ursache homonymer Hemianopsien. Tumoren und raumfordernde Blutungen machen bei etwa einem Viertel aller Patienten die Ursache der Gesichtsfeldeinschränkung aus. Seltener Ursachen für Hemianopsien sind Schädel - Hirn - Verletzungen (Kontusion des Okzipitallappens bei stumpfen Traumata), Hirnoperationen, Hypoxie, Entzündungen (z.B. Sarkoidose, progressive multifokale Leukenzephalopathie), kongenitale Hirnschädigungen oder unbekannte Auslöser (Kölmel, 1988).

Am häufigsten von Hirninfarkten betroffen ist die A. cerebri media gefolgt von der A. cerebri posterior (Mohr und Pessin, 1992). 97% der Patienten mit Infarkt der hinteren Hirnarterie leiden unter einer Beeinträchtigung des visuellen Systems (Brandt et al., 1995). Meist sind die Folgen homonyme Hemianopsien. Je nach Lokalisation und Ausdehnung kann es aber auch zu Quadrantenanopsien oder Skotomen kommen. Das Haupterkrankungsalter liegt zwischen dem 55. und 75. Lebensjahr. Eine Hemianopsie setzt im Allgemeinen schlagartig ein, manchmal besteht zunächst eine Quadrantenanopsie. Im Tractus opticus und Corpus geniculatum laterale kommt es aufgrund vaskulärer Mehrfachversorgung selten zu Ischämien. Hier treten fast ausschließlich inkomplette, inkongruente Hemianopsien auf.

Meistens werden Läsionen des Tractus opticus oder des Temporallappens durch Tumoren hervorgerufen. Abhängig von der Aggressivität des Tumors, können hier Gesichtsfeldeinschränkungen relativ schnell und unvermittelt auftreten (z.B. bei Glioblastomen und Metastasen) oder langsam progredient über viele Monate hinweg (z.B. bei Astrozytomen und Oligodendrogliomen). Die Läsion beginnt stets in der Peripherie des Gesichtsfeldes, in der die Schädigung weniger Neurone bereits verhältnismäßig große Gesichtsfeldverluste hervorruft. Meistens ist zuerst der obere Quadrant oder nur ein Sektor davon betroffen. Wenn die Raumforderung schon weiter nach parietal oder okzipital reicht, dann betrifft der Ausfall auch den unteren Quadranten.

1.3.3 Folgen

Das erste visuelle Symptom nach einem Hirninfarkt ist häufig ein dunkler, flimmernder Schleier, der sich über das Gesichtsfeld legt. Nach Sekunden oder Minuten hellt sich das Zentrum wieder auf und die eigentliche Hemianopsie manifestiert sich. Viele Patienten warten den Verlauf erst einmal ab. Ihrem Arzt berichten sie dann schließlich von ihrer „Ungeschicklichkeit“. Sie rempeln Personen an, übersehen Gefahren oder stolpern über Treppenstufen und Hindernisse auf der Straße. Viele haben Schwierigkeiten beim Lesen und Schreiben. Ist die Makula betroffen, z.B. bei zentralen Skotomen, verschwindet beim Lesen das halbe Wort im Nichts (Gall und Kasten, 2007). Die Patienten können sich schlecht konzentrieren oder verlieren leicht die Orientierung. Manche leiden unter Kopfschmerzen und Lichtempfindlichkeit sowie rascher Ermüdbarkeit und Erschöpfung. Die Hälfte der Patienten beobachtet im hemianopen Feld Lichtblitze, sog. Photopsien, die Ausdruck von Spontanentladungen noch funktionstüchtiger Neurone sind (Kölmel, 1988).

Viele Betroffene fühlen sich in ihrem Verhalten sehr eingeschränkt, da sie normale Alltagssituationen nicht ohne fremde Hilfe bewältigen können. Die Ausübung des Berufs, Auto- oder Radfahren sind oft nicht mehr möglich, einige Patienten trauen sich allein nicht mehr aus dem Haus. Bei Recherchen im Internet findet man zahlreiche Foren, die den enormen Leidensdruck der Betroffenen verdeutlichen.

1.4 Perimetrie

1.4.1 Grundlagen

Gesichtsfelduntersuchungen (Perimetrie) dienen der Lokalisation von Läsionen der Sehbahn und können den Schweregrad und den Verlauf der Schädigungen dokumentieren (Spalton et al., 2006). Seit systematischen Arbeiten Albrecht von Graefes zu Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ist die Perimetrie als eigenständige augenärztliche Untersuchungsmethode anerkannt. Die Perimetrie prüft die Verteilung der Lichtunterschiedsempfindlichkeit im Gesichtsfeld, also die Fähigkeit des Auges, einen Helligkeitsunterschied zwischen einem Testzeichen und dessen Hintergrund wahrzunehmen. Die Unterschiedsempfindlichkeit ist eine der fundamentalen Sehfunktionen und abhängig vom Netzhautort und von den Parametern der Messanordnung, wie z.B. Adaptationsleuchtdichte und Testzeichengröße (Bernhard et al., 1992).

Die perimetrische Gesichtsfeldvermessung wird örtlich randomisiert durchgeführt und kann kinetisch oder statisch erfolgen, letztere manuell oder automatisch. Bei der kinetischen Perimetrie muss der Patient eine bewegte Lichtmarke erkennen. Sie wird von außen aus dem Bereich, den der Untersuchte nicht wahrnimmt, längs eines Meridians ins Zentrum des Gesichtsfeldes bewegt, bis der Patient die Wahrnehmung des Lichtreizes signalisiert. Bei der kinetischen Perimetrie verbinden Linien (Isopteren) Punkte im Gesichtsfeld, an denen eine Lichtmarke gleicher Größe und Helligkeit zuerst wahrgenommen wird. Diese Punkte sind Stellen mit gleicher Empfindlichkeit (Spalton et al., 2006).

Bei der statischen Perimetrie werden jeweils an bestimmten Punkten im Gesichtsfeld Stimuli statisch dargeboten. Hierbei wird die Leuchtdichte der Lichtmarken in Richtung zunehmender oder abnehmender Werte verändert, bis der Patient den Reiz wahrnimmt bzw. nicht mehr wahrnehmen kann. Durch dieses Verfahren ergibt sich ein sog. Profilschnitt durch das Gesichtsfeld des Patienten. Das menschliche Auge benötigt eine annähernd zehnpromtente Änderung der

1 EINLEITUNG

Leuchtdichte, damit ein Stimulus von der Umfeldleuchtdichte unterschieden werden kann (Spalton et al., 2006).

Bei den heute häufig verwendeten automatischen Perimetern wird das Prinzip der Rasterperimetrie angewandt. Zuerst wird ein bestimmtes Prüfungsraster definiert: Die Verteilung der Stellen im Gesichtsfeld, an denen die Unterschiedsempfindlichkeit gemessen werden soll, wird festgelegt. Dann wird randomisiert Punkt für Punkt die Schwellenermittlung durchgeführt.

Im folgenden werden die gängigsten Perimeter, die für die unterschiedlichen Formen der perimetrischen Diagnostik in dieser Arbeit von Bedeutung sind, kurz erläutert.

1.4.2 Halbkugelperimeter nach Goldmann

Das Goldmann - Perimeter ist das Standardgerät der manuellen Perimetrie und wird meist zu kinetischen Messungen eingesetzt. Es besteht aus einer gleichmäßig ausgeleuchteten Halbkugel, auf die Lichtmarken variabler Größe und Helligkeit projiziert werden können. Der Patient wird so vor dem Gerät platziert, dass das zu untersuchende Auge den zentralen Pol der Perimeterhalbkugel fixiert. Dies wird vom Untersucher über ein Teleskop kontrolliert, das an diesem Pol ansetzt. Die Lichtmarke wird in das Gesichtsfeld des Patienten projiziert. Dabei wird der Arm eines Pantographen über einen standardisierten Vordruck auf der Rückseite geführt. Signalisiert der Patient die Wahrnehmung eines Stimulus, so markiert der Untersucher den Vordruck und verbindet anschließend die Markierungspunkte zu einer Isoptere. Die Untersuchung kann mit Lichtmarken verschiedener Größe durchgeführt werden. So entstehen mehrere Isoptere, die ein kinetisches Gesichtsfeld ergeben, das Aufschluss über die Tiefe und Ausdehnung von Gesichtsfelddefekten gibt (Spalton, 2006).

1.4.3 Humphrey - Perimeter

Das Humphrey - Perimeter ist ein an den Computer gekoppeltes Analysegerät. Der Patient fixiert einen Punkt innerhalb einer Halbkugel mit konstanter photopischer Umfeldleuchtdichte. Statische Lichtmarken werden per Zufallsprinzip auf verschiedene Gesichtsfeldkoordinaten gesetzt. Um falsch positive Antworten zu überprüfen, hört der Patient das Geräusch der Stimuluspräsentation, die Lichtmarke selbst wird aber nicht bei jedem Ton eingeblendet. Falsch negative Antworten werden überprüft, indem an bereits untersuchten Testorten stark überschwellige Reize dargeboten werden. Zur Schwellenmessung erhöht das Humphrey-Perimeter die Leuchtdichte des Stimulus in vier - Dezibel - Schritten, bis er wahrgenommen wird und senkt sie in zwei - Dezibel - Schritten, um die Schwelle zu definieren (Spalton et al., 2006). Bei diesem vollautomatisiertem Perimeter wird die gesamte Durchführung der Untersuchung sowie die Berechnung der Daten vom Rechner übernommen.

Weitere Computer gesteuerte Perimeter sind u.a. das Octopus - Perimeter oder das Rodenstock - Perimeter, sie unterscheiden sich untereinander lediglich durch technische Details (z.B. die Umfeldleuchtdichte) bzw. durch unterschiedliche Programme für die statistische Bearbeitung und Auswertung der Gesichtsfelddaten.

1.4.4 Lübecker Reaktionsperimeter (LRP)

Das Lübecker Reaktionsperimeter ist ein computergesteuertes Halbkugelperimeter, das sowohl für die Vermessung des Gesichtsfeldes als auch zum Training bei Gesichtsfelddefekten verwendet wird.

Bei einer Gesichtsfeldmessung sitzt der Patient in einem abgedunkelten Raum vor dem Perimeter und fixiert eine rote Leuchtdiode am Pol der Halbkugel. Der Kopf

1 EINLEITUNG

ruht dabei auf einer höhen- und seitenverstellbaren Stütze, die Stirn wird gegen eine Halterung gedrückt. Die Fixation wird dabei von einer Videokamera überwacht. Leuchtdioden sind im Abstand von jeweils drei Grad homogen über die gesamte Innenfläche der Halbkugel verteilt. Die Stimuli werden per Zufallsprinzip im gesamten Gesichtsfeld dargeboten. Um die Aufmerksamkeit auf hohem Niveau zu halten und Antizipation zu vermeiden, ertönt zuerst ein akustisches Signal ($f = 1000 \text{ Hz}$), dem zufallsverteilt nach 500 bis 2000 ms der Lichtreiz folgt. Die Leuchtdauer des Stimulus beträgt 100 ms. Sobald der Patient den Lichtreiz wahrnimmt, drückt er mit einem Finger auf eine Reaktionstaste. Die Reaktionszeit muss in einem Zeitfenster von 150 - 900 ms liegen, damit die Reaktion als positiv bewertet wird.

Wenn ein bestimmter Gesichtsfeldbereich trainiert werden soll, erfolgt die Darbietung der Lichtreize nicht randomisiert, sondern nach einem vorher festgelegten Algorithmus (s. Abb. 4).

Bei diesem Trainingsverfahren wird unter selektiven Aufmerksamkeitsbedingungen gearbeitet. Das Training beginnt immer im noch intakten Gesichtsfeld. Die Reize bewegen sich dann sukzessive in Richtung des anopen Bereichs. Die Leuchtdichte der Reize wird dabei so gewählt, dass das Training für den Patienten schwierig ist. Alle drei bis fünf Minuten wird automatisch eine kurze Pause eingelegt, damit die Aufmerksamkeit des Patienten nicht zu sehr nachlässt. Der Untersucher verfolgt das Geschehen an einem Computer, der die Reaktionen des Patienten speichert. Arithmetisches Mittel, Median und Standardabweichung der Reaktionszeiten sowie Fehleranzahl werden ermittelt und statistisch ausgewertet (Schmielau und Wong, 2007).



Abbildung 1: Lübecker Reaktionsperimeter

1.5 Möglichkeiten der Rehabilitation

1.5.1 Allgemeine Verhaltensregeln und Ergotherapie

Die Rehabilitation eines Patienten mit Hemianopsie sollte unmittelbar nach der Befunderhebung und Klärung der Pathogenese beginnen. Es ist wichtig, dass die Aufmerksamkeit für das hemianope Gesichtsfeld geschärft wird. Möglichst viele Stimuli sollten von der erkrankten Seite kommen. Das Patientenbett wird im Krankenhaus so gestellt, dass das Licht von der hemianopen Seite des Patienten einfällt. Wichtige Aktionsbereiche wie Nachttisch, Waschutensilien und Kleider sollten in das blinde Feld gelegt werden. Bei Gesprächen sollte man den Patient möglichst immer von der erkrankten Seite ansprechen. Die wenigsten Betroffenen

1 EINLEITUNG

mit homonymer Hemianopsie sind so krank, dass sie das Bett nicht verlassen dürfen. Bei ersten Spaziergängen mit einem Ergotherapeuten wird das spontane Gehen ohne wesentliche Hilfe geprüft. Gefahrenpunkte wie z.B. Türrahmen, Stufen oder herumliegende Gegenstände sowie die sich daraus ergebenden Probleme werden besprochen. Man begleitet die Patienten zuerst auf der sehenden Seite und wechselt schließlich auf die hemianope Seite (Kölmel, 1988). Die Patienten lernen systematisch Strategien, mit deren Hilfe sich Gefahrenpunkte vermeiden lassen. Um die visuelle Übersicht zu trainieren, sind Brettspiele wie z.B. Schach geeignet, auch das Ordnen von Zahlen, Buchstaben oder Farbplättchen kann sinnvoll sein (Seidl, 1988).

1.5.2 Kompensation

Neben den allgemeinen Verhaltensregeln, welche die spontane Rückbildung eines Gesichtsfeldausfalls unterstützen sollen, gibt es die Möglichkeit, den blinden Bereich durch Hilfsmittel und bestimmtes Training zu kompensieren.

Bereits seit Mitte des 20. Jahrhunderts versucht man, blinde Bereiche durch den Einsatz von sog. Fresnel-Prismen und Spiegelbrillen auszugleichen (Gall und Kasten, 2007). Damit können Objekte, die vom Patienten nicht gesehen werden, in die intakte Gesichtsfeldhälfte projiziert werden. Aufgrund optischer Überlappungen und Schwierigkeiten, die projizierten Objekte richtig zu lokalisieren (Burns et al., 1952), werden diese Hilfsmittel heute jedoch nur noch selten verwendet.

Eine weitere Kompensationsmöglichkeit ist das Sakkadentraining. Sakkaden sind schnelle, konjugierte Augenbewegungen (Blicksprünge), die automatisch ablaufen, wenn ein neues Objekt fixiert werden soll (Poeck und Hacke, 2006). Bei 40 - 60% aller Patienten mit homonymen Gesichtsfelddefekten sind diese Blickbewegungen verlangsamt und verkürzt (hypometrisch) (Kerkhoff et al., 1994). Das sakkadische Augenbewegungstraining kann das Gesichtsfeld nicht wieder vergrößern, wohl

1 EINLEITUNG

aber die visuelle Explorationsleistung verbessern. Der Patient fixiert dabei mit beiden Augen die Mitte einer Halbkugel (z.B. am Goldmann - Perimeter) und soll dann einen im anopen Gesichtsfeld dargebotenen Lichtpunkt durch Blicksprünge erreichen. Die Stimuli werden nacheinander an verschiedenen Orten platziert (Paul, 1995). Auf diese Art trainieren die Patienten, häufiger in die blinde Gesichtsfeldhälfte zu blicken, um ihr Defizit auszugleichen.

Mittlerweile gibt es sehr spezifische Computerprogramme, die mittels individuell erstellter Profile systematisch Blickstrategien von Patienten fördern. Auch hier geht es darum, akkurate Blicksprünge zu machen. Die Patienten müssen den Stimulus erkennen und eine entsprechende Taste drücken (Gall und Kasten, 2007)

Pambakian et al. (2004) führten an 29 Patienten mit homonymer Hemianopsie ein Programm zur Verbesserung der Explorationsleistung durch und konnten bei 76% eine Verbesserung des Suchverhaltens im blinden Areal sowie eine deutliche Minderung von Alltagsproblemen nachweisen.

Auch ein spezielles Lesetraining v.a. bei Patienten mit „foveal splitting“ (d.h. ohne makuläre Aussparung) kann nachweislich eine deutliche Verbesserung der Suchleistung erbringen (Kerkhoff et al., 1992). Bei der sog. optokinetischen Lesetherapie werden dem Patienten auf einem Bildschirm bewegte Texte dargeboten, die vom linken Bildschirmrand in das Gesichtsfeld hineinrollen. Mit diesem Verfahren können jedoch nur Patienten mit rechtsseitigem Gesichtsfeldausfall trainieren. Im Internet sind kostenlose Downloads in englischer Sprache verfügbar (Spitzyna, 2007).

Eine Sonderform der Behandlung von Patienten mit Zentralskotomen ist das exzentrische Lesetraining. Dabei wird mittels einer perimetrischen Untersuchung ein noch verbliebenes Netzhautareal außerhalb der Fovea gesucht. Dieser Bereich wird dann durch die Darbietung von Buchstaben, Wörtern und schließlich Sätzen trainiert. So lernt der Patient, mit dem noch erhaltenen Sehbereich zu lesen. Im Seh - Förderzentrum SFZ Chemnitz wurde z.B. ein Computerprogramm entwickelt, das den Patienten ermöglicht, selbstständig zu Hause am PC - Monitor üben zu können (Gall und Kasten, 2007).

1.5.3 Gesichtsfeldvergrößerung durch visuelles Restitutionstraining

1.5.3.1 Entwicklung des visuellen Restitutionstrainings

Durch das Restitutionstraining sollen blinde Gesichtsfeldbereiche verkleinert werden. Dies geschieht durch wiederholte lokalisationspezifische Übungen an der Gesichtsfeldgrenze (Gall und Kasten, 2007).

Man geht davon aus, dass der Prozess der Spontanremission bzw. der Rückbildung eines Gesichtsfelddefektes innerhalb der ersten drei Monate bis max. ein Jahr nach Eintritt einer Hirnläsion abgelaufen ist (Tiel - Wilck, 1991). Lange Zeit war man davon überzeugt, dass sich ausserhalb dieser spontanen Rückbildungen das Gehirn nur sehr limitiert nach einer Hirnläsion reorganisieren kann (Kerkhoff, 2000). Bestehende Gesichtsfeldausfälle galten als nicht therapierbar.

1978 gab es erste erfolgreiche Versuche durch Pöppel et al. und Zihl et al., das eingeschränkte Gesichtsfeld durch gezieltes Training an der Übergangszone zu blinden Gesichtsfeldanteilen zu erweitern.

Mitte der achtziger Jahre wurde im Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation das sog. Lübecker - Reaktionszeit - Trainingsgerät (LRT) entwickelt, ein halbautomatisches bogenförmiges Reaktionszeitperimeter (Schmielau, 1989). Behandlungsalgorithmen konnten erstellt und hinsichtlich ihrer Nützlichkeit geprüft werden (Gall und Kasten, 2007).

In der Folgezeit wurden hochauflösende statische Mess- und Trainingsverfahren für TV- und PC - Monitore entwickelt, mit denen die hemianopischen Patienten auch zu Hause trainieren konnten (Kasten et al., 1997; Kasten et al., 1999).

1996 wurde schließlich von Schmielau und Wiegmann das Lübecker Reaktionszeit Perimeter (LRP) erfunden und gebaut (Schmielau et al., 2001).

1998 berichteten Schmielau et al. von insgesamt 80 Patienten, die zwischen 80 und 1000 Trainingssitzungen am LRT, am LRP oder am Computermonitor absolviert hatten.

1 EINLEITUNG

Bei der Mehrheit der Patienten konnten signifikante Verbesserungen der visuellen Funktionen wie Helligkeitswahrnehmung, Form- und Farbdiskriminationsfähigkeit festgestellt werden. Da die Verbesserungen spezifisch bezüglich der Art des Trainings waren, konnte man die Erfolge von einer Spontanremission abgrenzen (Gall und Kasten, 2007).

Schmielau und Wong (2007) trainierten 20 Patienten zweimal die Woche am LRP über acht Monate und konnten stabile Gesichtsfelderweiterungen bei 17 Patienten um durchschnittlich 11,3 Grad erzielen. Das binokulare Training war dabei dem monokularen Training überlegen. Die meisten Patienten berichteten auch von Verbesserungen im Alltagsleben (Gall und Kasten, 2007; Schmielau und Wong, 2007).

Aufgrund der Erfolge, die mit dem Restitutionstraining erzielt werden konnten, entwickelte Kasten eine Computer Software (Novavision VRT), die es hemianopischen Patienten ermöglichte, zu Hause an einem Bildschirm zu trainieren.

Um die Effizienz des Trainings am Bildschirm zu steigern, wurde in Lübeck eine neue Software (Vision Trainer Brightness VTB) entwickelt, in der das Funktionsprinzip des Lübecker Reaktionszeit Perimeters angewendet wird und die Patienten zu Hause über das Internet trainieren können (Schmielau et al., 2001).

Die neueste zusammenfassende Darstellung über die verschiedenen Therapieansätze von Gesichtsfelddefekten wurde 2008 von Lane et al. veröffentlicht.

1.5.3.2 Wirkungsweise des Restitutionstrainings: Neuroplastizität

Neuroplastizität beschreibt die Fähigkeit des Gehirns, seine eigene Struktur und Organisation den veränderten biologischen Grundlagen (z.B. nach einer Läsion) und Anforderungen (z.B. Lernen) anzupassen. Das Nervensystem ist in der Lage, auf funktionelle und morphologische Veränderungen modifizierte Organisationsstrukturen zu entwickeln (Henningsen et al., 1999).

Das Gesichtsfeldtraining basiert auf der Annahme, dass über gezielte Stimulation

1 EINLEITUNG

geschädigter Areale eine Funktionserholung möglich ist. Der genaue Pathomechanismus ist bis heute nicht ganz geklärt. Man geht jedoch davon aus, dass in der sog. Transitionszone zwischen noch intaktem und absolut geschädigtem Gesichtsfeldbereich teilgeschädigte Neurone liegen, deren Erregung zunächst nicht ausreicht, um zuverlässig Sinneseindrücke zu erzeugen (Gall und Kasten, 2007).

In den Studien des Instituts für Medizinische Psychologie der Universität Magdeburg wurden neurobiologische Modelle zur Erklärung der Erfolge des Gesichtsfeldtrainings erforscht. Demnach geht man von drei unterschiedlichen Funktionsmechanismen aus:

1. Intakte Neurone dehnen nach einer gewissen Trainingszeit ihr „Arbeitsgebiet“ (= rezeptives Feld) aus und lernen, auch Informationen aus teilgeschädigten Bereichen zu verarbeiten.
2. Die elektrophysiologisch unter-schwellig bleibenden Neurone „arbeiten zusammen“ und addieren ihre Aktivität, so dass Aktionspotentiale entstehen, die für die Verarbeitung visueller Informationen ausreichen.
3. Die teilgeschädigten Neurone der lädierten Hirnstruktur werden durch gezielte Stimulation ihres Sehbereichs wieder reaktiviert.

Um neurophysiologische Korrelate der Gesichtsfelderweiterung nachzuweisen, wurden in einer Studie mit Gesichtsfeldtraining visuell evozierte Potentiale gemessen (VEPs). Die P100 Komponente wurde hinsichtlich ihrer Latenz und Amplitude untersucht (Julkunen et al., 2003). Bei einigen Patienten mit Gesichtsfelddefekten war die P100 Komponente vor dem Training asymmetrisch oder fehlte. Nach dreimonatigem Üben normalisierten sich die P100 Latenzen bei vielen Patienten.

Diese neurophysiologischen Ergebnisse wurden durch Beobachtung aus der Lübecker Gruppe bestätigt (Schmielau und Wong, 2007).

Anhand einer Positronen-Emissionstomographie (PET) konnte auch ein erhöhter Blutfluss im Gehirn, nach längerem Training insbesondere im Okzipitallappen und dem Bereich der Läsion, nachgewiesen werden (Gall und Kasten, 2007).

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1. Das Vision Trainer Programm

Das Vision Trainer Programm (VTB) zur Vergrößerung des Gesichtsfeldes bei hemianopischen Patienten folgt dem gleichen Funktionsprinzip wie das LRP. Der Patient trainiert jedoch nicht mehr an dem Halbkugelperimeter, sondern an einem Computerbildschirm zu Hause, wobei die Übertragung der Trainingsdaten und Steuerung der Trainingsparameter automatisch über das Internet erfolgt.

Der Raum ist dabei völlig abgedunkelt. Der Abstand zum Monitor sollte immer gleich sein und so eingestellt, dass der Bildschirm horizontal unter einem Winkel von 30° Sehwinkelgrad gesehen wird. Beträgt die Größe des Monitors beispielsweise 15 Zoll (28 cm), so sollte der Abstand zum Bildschirm 48 cm betragen, bei 17 Zoll (32 cm) wären es 55 cm und bei 19 Zoll (36 cm) dementsprechend 62 cm. Die Konstanz dieser Bedingung erlaubt die gezielte Stimulation derselben Hirnregion in jedem Trainingsdurchgang und ermöglicht den Vergleich der Trainingsergebnisse im Verlauf der Behandlung.

Über den Vision Trainer Server der Universität Lübeck wird den Teilnehmern die Betreueroberfläche des Vision Trainer Systems zur Verfügung gestellt. Daher muss auf dem PC des Betreuers keine Software installiert werden. Der Patient erhält eine CD - Rom (Vision Trainer Client) zur Installation des Internet-Trainingsprogramms sowie Zugangsdaten zum Betreuerinterface. Dort werden alle Informationen aufbereitet und übersichtlich dargestellt. Hier verfolgt der medizinische bzw. neuropsychologische Betreuer den Trainingsverlauf und adaptiert den Schwierigkeitsgrad sowie den Trainingsbereich.

Sobald sich der Patient in das Trainingsprogramm eingeloggt hat, erscheint das Hauptmenü, in dem drei Icons aufgelistet sind: Nachrichten, Auswertung und Einstellungen, sowie die Optionen, das Training zu starten oder das Programm zu beenden (Abb. 2).

2 MATERIAL UND METHODEN



Abbildung 2: Vision Trainer Programm: Hauptmenü

Über die integrierte Nachrichtenfunktion können die Patienten mit ihrem Therapeuten kommunizieren und umgekehrt. Über die Auswertungsfunktion können die Patienten die einzelnen Trainingssitzungen nachvollziehen. Nicht erkannte Reize werden schwarz markiert, erkannte Reize werden je nach Dauer der Reaktionszeit in verschiedenen Farben dargestellt (Abb.3).

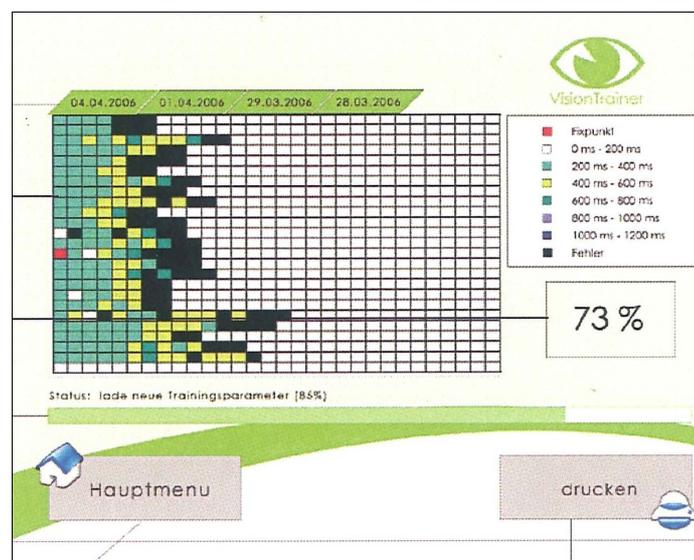


Abbildung 3: Trainingssitzung

2.1.1 Ablauf des Trainings

Während des Trainings fixiert der Patient einen roten Punkt auf dem Bildschirm, z.B. in der linken unteren Ecke des Monitors und drückt die linke Maustaste, sobald er einen Lichtreiz wahrnimmt. Wird der Reiz ($\Delta t = 200$ ms), der von einem hohen Ton angekündigt wird, innerhalb der vorgesehenen Zeit (150 - 900 ms) erkannt, folgt nach ein paar Sekunden der nächste Stimulus in unmittelbarer Nähe. Erkennt der Patient den Lichtreiz nicht oder reagiert zu langsam (> 900 ms), ertönt ein tiefer Fehlerton. Werden zwei unmittelbar aufeinander folgende Stimuli nicht erkannt, springt der Reiz um fünf Positionen (5°) zurück. Innerhalb einer Zeile sind maximal zwei Rücksprünge vorgesehen. Schafft es ein Patient nicht bis zum Ende einer Zeile oder Spalte, so beginnt die Stimulation am Anfang der nächsten Zeile oder Spalte, je nach Ausrichtung der Reizabfolge (horizontal oder vertikal). Abb. 4 demonstriert den Algorithmus für zeilenweises Training.

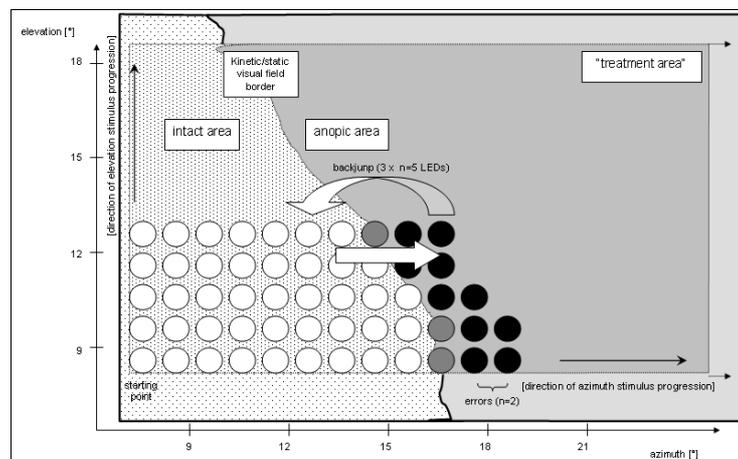


Abbildung 4: Trainingsschema (aus Schmielau und Wong, 2007)

Direction of elevation stimulus progression = Stimulusrichtung: Elevation

Direction of azimuth stimulus progression = Stimulusrichtung: Azimuth

starting point = Startpunkt, errors = Fehler, backjump = Rücksprung

intact area = intaktes Gesichtsfeld (GF), anopic area = anopes GF

treatment area = Trainingsbereich, intact area = intaktes GF

kinetic/static visual field border = kinetische/statische Gesichtsfeldgrenze

2 MATERIAL UND METHODEN

Etwa alle fünf Minuten sollte eine ca. einminütige Pause eingelegt werden. Der Patient kann über die P-Taste der Computertastatur jederzeit das Training unterbrechen. Eine Übungssitzung sollte durchschnittlich 45 Minuten dauern. Wenn der Patient das Training beendet hat (manuell oder automatisch) und das Programm geschlossen wird, entsteht automatisch eine Internetverbindung zum Server der Universität zu Lübeck und die Daten werden übertragen, so dass sie für den Betreuer einsehbar sind.

2.1.2 Trainingsparameter

Die Trainingsparameter beziehen sich auf den Schwierigkeitsgrad des Trainings und umfassen Kontrast, Reizgröße, Bereich und Laufrichtung der Reize.

Durch Kontrast- und Reizgrößenänderung kann das Üben erschwert oder vereinfacht werden. Der Bildschirmhintergrund kann „schwarz, dunkelgrau, grau, hellgrau oder weiß“ eingestellt werden. Der Reiz ist normalerweise „weiß“, kann aber auch dunkel sein und auf hellem Hintergrund dargeboten werden. Die Reizgröße liegt bei maximal 2° und minimal $0,25^\circ$. Durch Änderung des Trainingsbereichs (Lage des Fixationspunktes) wird der Trainingsschwerpunkt in einen anderen Gesichtsfeldbereich verlegt. Die Laufrichtung gibt an, in welche Richtung sich die nacheinander dargebotenen Lichtreize aus der Sicht des Patienten beim Training fortbewegen (z.B. von rechts nach links oder von oben nach unten). Die Parameter werden vom Therapeuten je nach Schwere und Lokalisation des Gesichtsfelddefektes eingestellt und im Verlauf des Trainings angepasst. Der Schwierigkeitsgrad des Trainings sollte möglichst groß sein und kann erhöht oder erniedrigt werden. Auf diese Weise sollen die Patienten ihren aktuellen Leistungen entsprechend optimal gefordert werden. Erzielt der Patient z.B. fünf Tage lang eine konstant hohe Trefferquote ($> 75\%$) bei den Trainingssitzungen, so wird der Schwierigkeitsgrad erhöht. Die Trefferquote beschreibt das Verhältnis der korrekt beantworteten Reize zur Anzahl aller

dargebotenen Reize eines Trainingsdurchgangs. Der Reiz wird dann verkleinert (z.B. von 1° auf 0,5°) oder der Kontrast verringert (z.B. durch Veränderung der Bildschirmleuchtdichte von „schwarz“ auf „hellgrau“).

2.2 Erfassung der Patientendaten

2.2.1 Patientenprofil

Um eine Aussage über die klinische Effektivität des Vision Trainer Programms treffen zu können, habe ich mittels der Patientenakten im Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation sowie dem Betreuerinterface des Vision Trainer Servers ein Profil für jeden Patienten erstellt (s. Anhang).

2.2.1.1 Patientendaten

Der erste Teil des Patientenprofils enthält allgemeine Informationen über den Patienten: Geschlecht und Geburtsdatum, die Ursache der Gesichtsfeldeinschränkung und Angaben über zusätzliche Erkrankungen des Patienten (Komorbidität). Das posttraumatische Intervall (PI) beschreibt den Zeitraum zwischen Eintritt des Gesichtsfeldausfalls und Beginn des Trainings, die Trainingsdauer die Anzahl an Wochen, die der Patient insgesamt trainiert hat.

Weiterhin wird die Art der Diagnostik geschildert, die entweder an einem LRP (an der Universität zu Lübeck oder in den Bad Segeberger Kliniken SKT), oder an externen Perimetern (z.B. Humphrey - System, Octopus - Perimeter, Rodenstock Perimeter) erhoben wurde. Bei einigen Patienten wurde am LRP eine Zwischendiagnostik nach einigen Wochen Training durchgeführt und eine Abschlussdiagnostik am Ende des Trainingsprogramms.

Der Gesichtsfelddefekt wird mittels der erhobenen Diagnostik kurz erläutert.

2.2.1.2 Trainingsdaten

Im zweiten Teil des Patientenprofils erfolgt die Darstellung der Trainingsdaten: Hier werden die Anzahl der Trainingsdurchgänge (TDG), die insgesamt absolviert wurden sowie die Anzahl der Probedurchgänge (PDG) und der echten Trainingsdurchläufe angegeben. Ein Probedurchgang ist eine Trainingssitzung, bei der weniger als 50 Lichtreize beantwortet wurden. Die echten Trainingsdurchläufe entsprechen den gesamten Trainingsdurchgängen abzüglich der Probedurchgänge. Des Weiteren wird die Anzahl der echten Trainingsdurchgänge angegeben, die durchschnittlich pro Woche absolviert wurden.

Hat der Patient das Training für sieben oder mehr Tage unterbrochen, ist dies als Pause vermerkt. Die durchschnittliche Länge einer Pause (Dauer pro Pause) sowie die Summe aller Pausen insgesamt (Dauer insgesamt) sind in Wochen angegeben.

Die Einstellungsänderungen zeigen an, wie oft die Trainingsparameter bzw. der Schwierigkeitsgrad des Trainings verändert wurden.

2.2.1.3 Trainingsverlauf und Trainingserfolg

Der Trainingsverlauf beinhaltet die Entwicklung der Treffer (Anzahl der richtig erkannten Lichtreize pro Trainingsdurchgang), Trefferquoten (Treffer in Prozent) und die gemittelten Reaktionszeiten.

Der Trainingserfolg wird anhand der im Trainingsverlauf genannten Parameter beschrieben sowie am Vergleich von Vor- und Nachdiagnostik, wenn diese vorhanden waren (s. Abb. 5).

2 MATERIAL UND METHODEN

Pat 2	
*8/1939, m	
Defekt	Diffuser Gesichtsfeldausfall
Ursache	Septisch embolischer Kleinhirnfarkt nach Herz OP
Komorbidität	Retinale Probleme
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	52
Trainingsdauer (Wochen)	28
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Rodenstock Perimeter
Beschreibung	Diffuse Ausfälle in Q1, 2, 3, besonders im Randbereich
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine
Trainingsdaten:	
Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	89
Probedurchgänge (PDG)	37 (48%)
Echte Trainingsdurchläufe	52 (52%)
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,1
Pausen: Anzahl	4
Dauer pro Pause (Wochen)	2 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	9
Einstellungsänderungen: Kontrast	3x
Reizgröße	3x
Bereich	1x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	8
Trainingsverlauf:	
<ul style="list-style-type: none"> - durchgehend hohe Trefferquoten (98% der TDG $TQ \geq 95\%$) - Variabilität der Treffer hat ab TDG 25 abgenommen - im arithmetischen Mittel fallen die Werte anfänglich von 340 ms ab auf 280 ms. Danach schwanken sie zwischen 300 - 400 ms. Bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades steigen die Werte leicht an. 	
Trainingserfolg:	
<ul style="list-style-type: none"> - LRP Diagnostik nicht direkt vergleichbar, da Vordiagnostik mit anderen Parametern gemessen - Weiterhin Ausfälle bei beiden Augen - Subjektive Patientenempfindung: kein Effekt 	

Abbildung 5: Beispiel eines Patientenprofils

Die Patienten- und Trainingsdaten der Profile sind im Anhang zusammenfassend in den Tabellen 1 bis 4 dargestellt. Von den Trainingsdaten wurden das arithmetische Mittel, die Standardabweichung und der Median berechnet (s. Tab. 3 - 5). Trainingsverlauf und -erfolg sind in den Tabellen 6 - 11 dargelegt.

2.2.2 Fragebogen

Anhand von Fragebögen an die Patienten sollen die objektiv dargestellten Trainingsverläufe dem subjektiven Empfinden der Patienten über einen evtl. Trainingserfolg gegenübergestellt werden. Die Fragen wurden offen, d.h. ohne vorgegebene Antwortmöglichkeiten gestellt. Für die Patienten, die das Training noch nicht ganz abgeschlossen hatten, war der Fragebogen im Präsens verfasst.

Folgende Fragen wurden gestellt:

1. Haben Sie das Gefühl, dass Ihnen das Training mit dem Vision Trainer Programm hilft/geholfen hat?
2. Wie lange dauert(e) eine Trainingssitzung durchschnittlich?
3. Hat sich ihre Konzentrationsfähigkeit oder ihr Gedächtnis durch das Training (bereits) verbessert?
4. Falls Sie Probleme beim Gehen, beim Lesen oder mit der Orientierung haben/hatten, haben sich diese Beschwerden (schon) verringert?
5. Wie empfinden/empfanden Sie das Training am Computer, gibt/gab es technische Probleme?
6. Trainier(t)en Sie gerne?
7. Würden Sie das Programm an andere Betroffene weiterempfehlen?

3 ERGEBNISSE

3.1 Demonstration des Behandlungsablaufs an zwei Patientenbeispielen

3.1.1 Fallbeispiel 1

Der 65 Jahre alte Herr W. (Patient 3 der Patientenübersicht im Anhang) erlitt im März 2004 einen Hirninfarkt im Bereich der Arteria cerebri posterior. Als Folge wurde bei ihm eine partielle homonyme Hemianopsie nach rechts diagnostiziert. Der Patient durfte nicht mehr Auto fahren. Aufgrund eines Hinweises seines Arztes nahm Herr W. Kontakt mit dem Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation auf. Dort wurde am 7.04.2004 eine genaue Gesichtsfeldmessung am Lübecker LRP durchgeführt. Es zeigte sich folgender Befund:

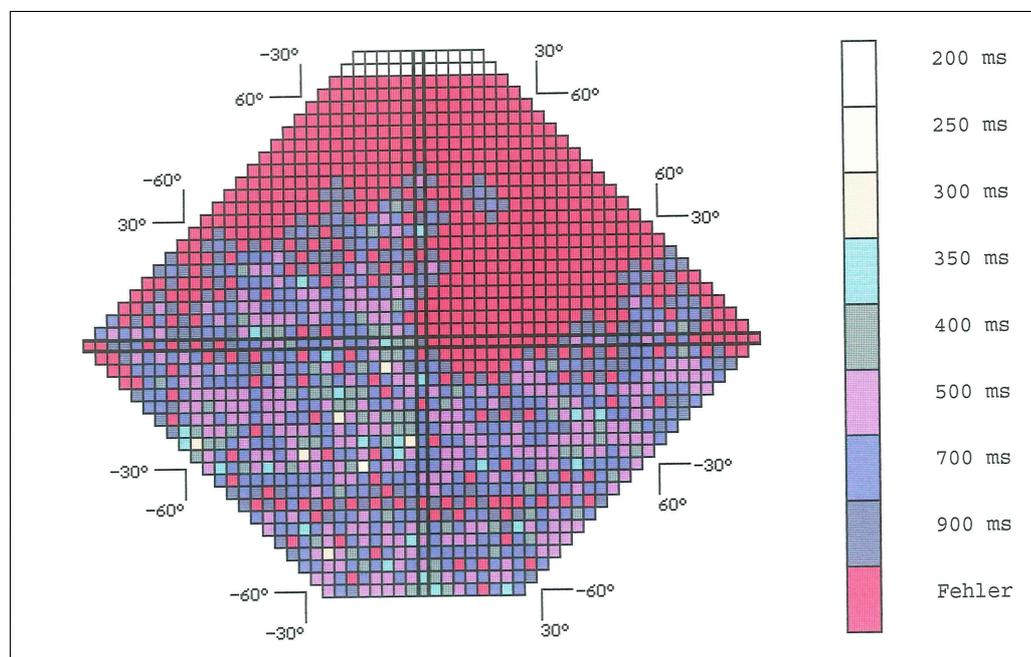


Abbildung 6: LRP Eingangsdagnostik: Binokulares Gesichtsfeld (SKT)

3 ERGEBNISSE

Abb. 6 zeigt einen fast kompletten Ausfall des rechten oberen Quadranten und Einbußen in der oberen Hälfte des linken oberen Quadranten.

Nach Bewilligung der Kostenübernahme durch die Krankenkasse und Installation der geeigneten Technik im Haus des Patienten, konnte das Vision Trainer Programm eingerichtet und die Anfangseinstellungen bestimmt werden.

Am 8.07.2004 unternahm Herr W. seinen ersten Trainingsdurchgang (TDG) (Abb. 7):

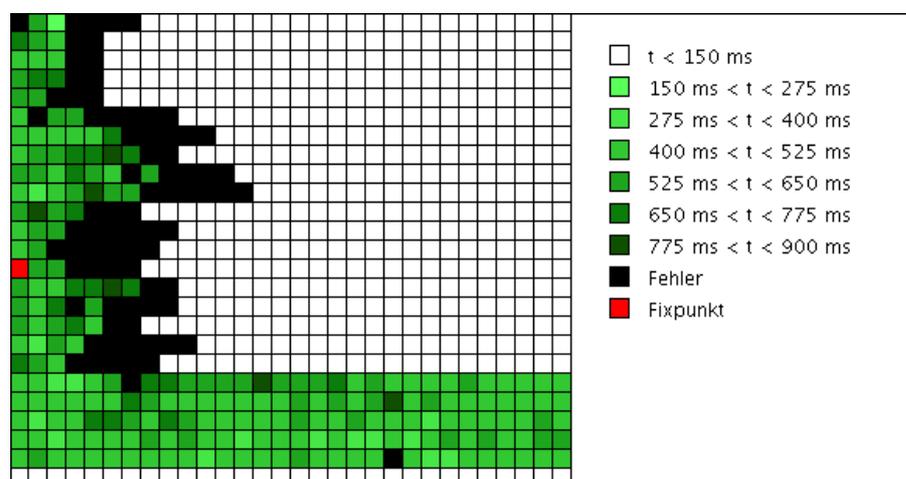


Abbildung 7: TDG vom 8.07.04 (Betreuerinterface)

Der Fixationspunkt lag auf dem Monitor bei 0/13° (linker Rand Mitte), der Startpunkt bei 0/0° (links oben), die Trainingsrichtung verlief in Zeilen von links nach rechts, die von oben nach unten abgearbeitet wurden. Der Trainingsschwerpunkt lag im zentralen Bereich (30° horizontal x 25° vertikal) der rechten Gesichtsfeldhälfte. Die Reize hatten einen Durchmesser von 1°. Das Training begann mit maximaler Kontrasteinstellung, d.h. der Testpunkt war „weiß“, der Monitorhintergrund des Patienten „schwarz“.

Herr W. konnte seine Trainingsleistung während der ersten 20 TDGe deutlich verbessern, die Treffer stiegen von anfänglich 294 auf > 650 und blieben auf hohem Niveau (Abb. 8).

3 ERGEBNISSE

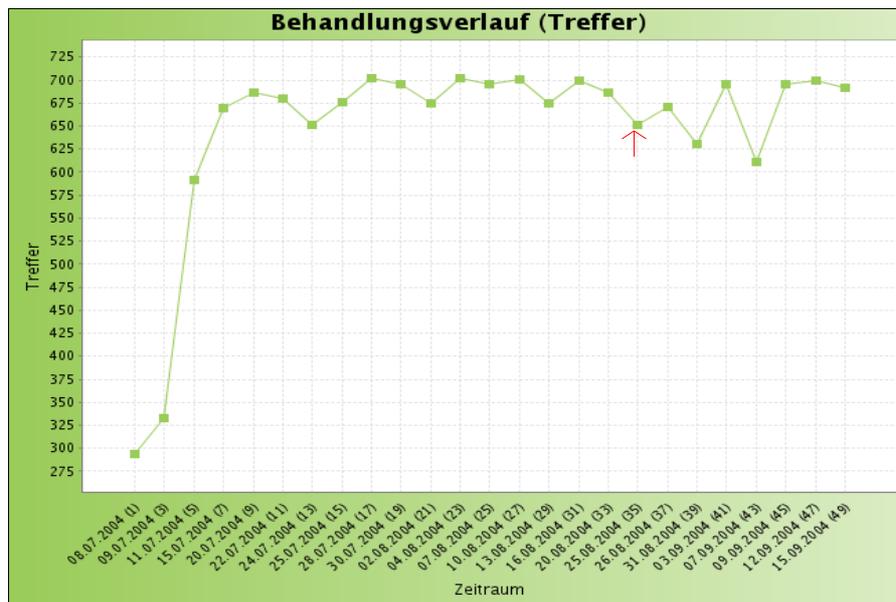


Abbildung 8: Verlauf der Treffer (Teil1), (Betreuerinterface)

Am 13.08.2004 konnte der medizinische Betreuer von Herrn W. den Schwierigkeitsgrad erhöhen und den Durchmesser des Testpunktes von 1° auf 0,5° verkleinern. Am 20.08.2008 wurde der Kontrast reduziert, indem die Helligkeit des Testpunktes von „weiß“ auf „hellgrau“ umgestellt wurde. Wie in der Abbildung oben dargestellt (s. Pfeil Abb. 8) führten diese Veränderungen zu einem vorübergehenden leichten Abfall der Treffer.

Nach 30 TDGen ergab sich folgendes Bild:

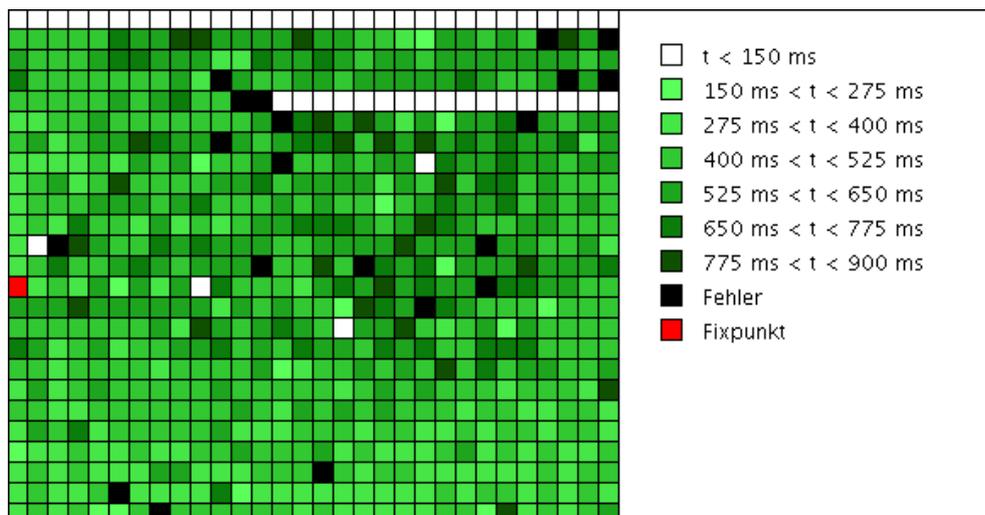


Abbildung 9: TDG vom 20.08.04 (Betreuerinterface)

3 ERGEBNISSE

Aufgrund des sehr guten Trainingserfolges wurde nach 60 TDGen am 19.10.2004 der Trainingsschwerpunkt in den am stärksten betroffenen rechten oberen Quadranten verlagert.

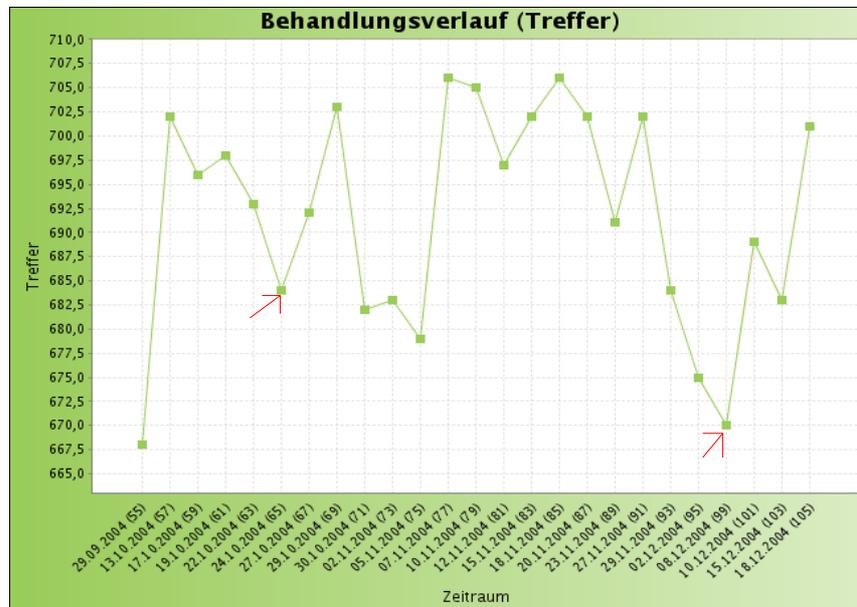


Abbildung 10: Verlauf der Treffer (Teil 2), (Betreuerinterface)

Fixationspunkt und Startpunkt lagen daraufhin in der linken unteren Ecke des Monitors (0/24°), der Kontrast wurde wieder auf das Maximum erhöht (Reiz: „weiß“, Hintergrund: „schwarz“). Es kam zu einem leichten Abfall der Treffer (s. Abb. 10, Pfeil links).

Das Leistungsniveau blieb insgesamt jedoch sehr hoch mit Treffern zwischen 668 und 707. Am 16.11.2004 wurde die Leuchtdichte der Reize auf „hellgrau“, am 22.11.2004 auf „grau“ und am 29.11.2004 auf Wunsch des Patienten auf „dunkelgrau“ umgestellt. Die Treffer fielen zunächst auf 670 ab (s. Abb. 10, Pfeil rechts), stiegen aber rasch wieder an.

Betrachtet man die Reaktionszeiten während des Trainingsverlaufes (Abb. 11, 12), so ist ein deutlicher Abwärtstrend (= Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit) während der ersten 50 TDGe zu erkennen, im weiteren Verlauf wieder ein Anstieg.

3 ERGEBNISSE

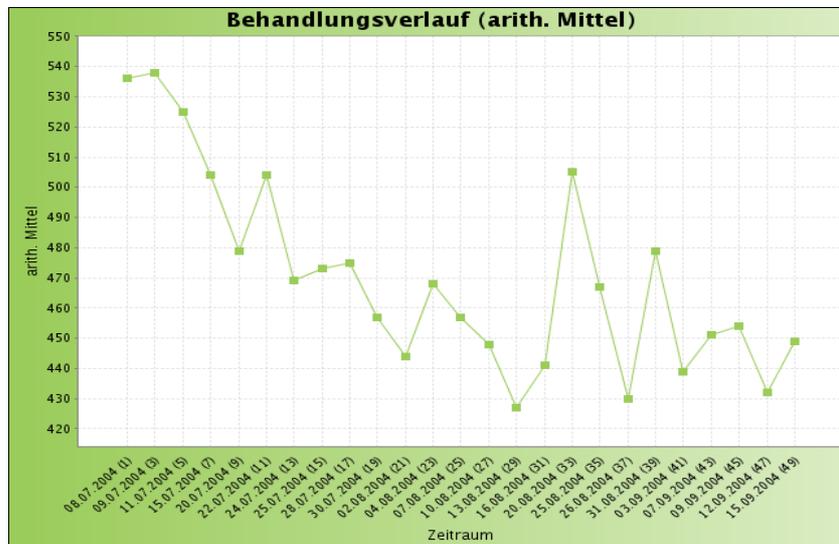


Abbildung 11: Reaktionszeiten (Teil1), (Betreuerinterface)



Abbildung 12: Reaktionszeiten (Teil2), (Betreuerinterface)

Einige Schwankungen sind auf Veränderungen der Trainingsparameter zurückzuführen (die Pfeile in Abb.12 markieren hier die Zeitpunkte, an denen das Training umgestellt wurde).

Herr W. trainierte 16 Wochen lang sehr regelmäßig durchschnittlich 5,3 mal pro Woche.

3 ERGEBNISSE

Die Abschlussdiagnostik am LRP in Lübeck (HL) am 15.02.2005 ergab folgenden Befund (Abb. 13):

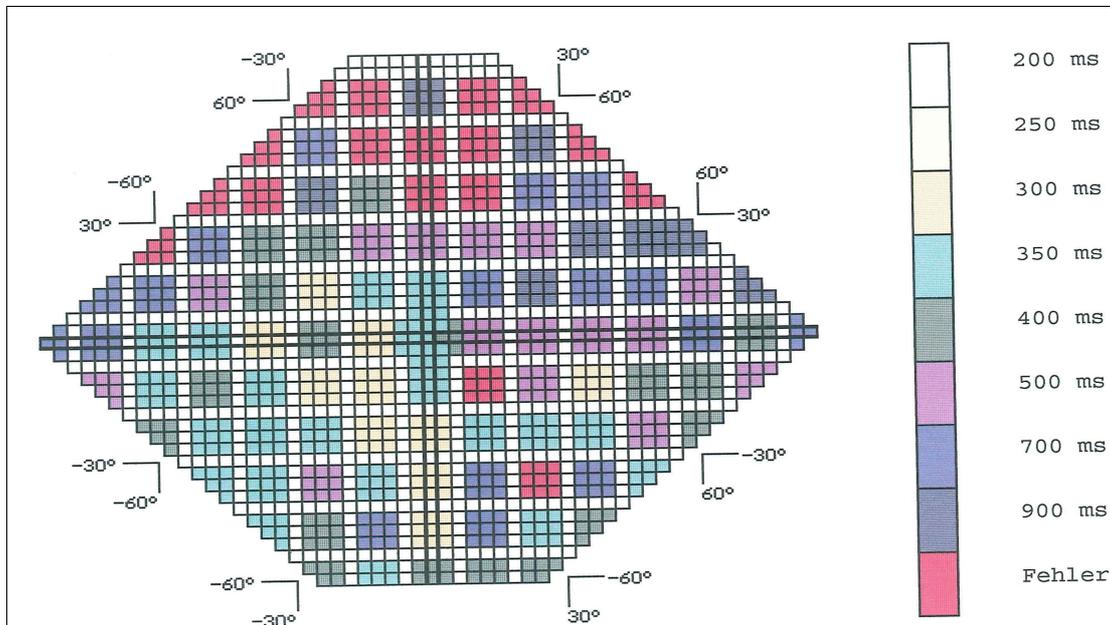


Abbildung 13: LRP Abschlussdiagnostik: Binokulares Gesichtsfeld (HL)

Es zeigt sich eine deutliche Abnahme des anopen Bereiches in beiden oberen Quadranten.

Herr W. wurde entsprechend den Empfehlungen der „Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft“ (DOG) als wieder fahrtüchtig eingestuft.

3 ERGEBNISSE

3.1.2 Fallbeispiel 2

Frau R. (Patientin 9 der Patientenübersicht im Anhang) zeigte im Herbst 2002 nach der Operation eines Hirntumors die Symptome einer homonymen Hemianopsie nach links. Zudem löste die Operationsnarbe epileptische Anfälle aus, so dass Frau R. Antikonkulsiva einnehmen musste. Als sie sich 2004 aufgrund eines Rezidivs erneut in medizinische Behandlung begab, wurde sie von ihrem Arzt auf das Vision Trainer Programm hingewiesen.

Bei der Befunderhebung am LRP der Neurologischen Rehaklinik SKT in Bad Segeberg im September 2004 zeigte sich folgender Gesichtsfelddefekt (Abb.14):

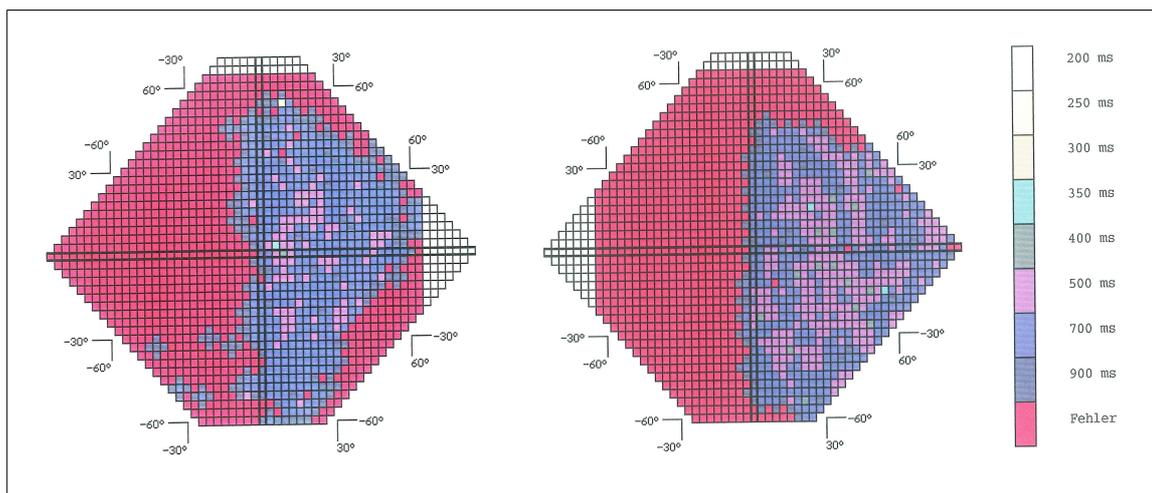


Abbildung 14: Eingangsdagnostik: linkes Auge (li), rechtes Auge (re), (SKT)

Es ist deutlich die nahezu kongruente Hemianopsie nach links zu erkennen.

Die VTB Trainingsparameter wurden auf folgende Werte eingestellt:

Der Fixationspunkt lag in der Mitte des rechten Monitorrandes bei $29^{\circ}/13^{\circ}$, der Startpunkt in der rechten oberen Monitorecke bei $29^{\circ}/0^{\circ}$. Die Trainingsrichtung verlief in Zeilen von rechts nach links, die von oben nach unten abgearbeitet wurden. Der Testpunktdurchmesser betrug $0,5^{\circ}$ bei maximalem Kontrast.

3 ERGEBNISSE

Frau R. trainierte 136 Wochen nach Auftreten der Gesichtsfeldeinschränkung, nach einigen technischen Problemen am 12.9.2005 zum ersten Mal die linke Gesichtsfeldhälfte mit dem Vision Trainer Programm (Abb. 15):

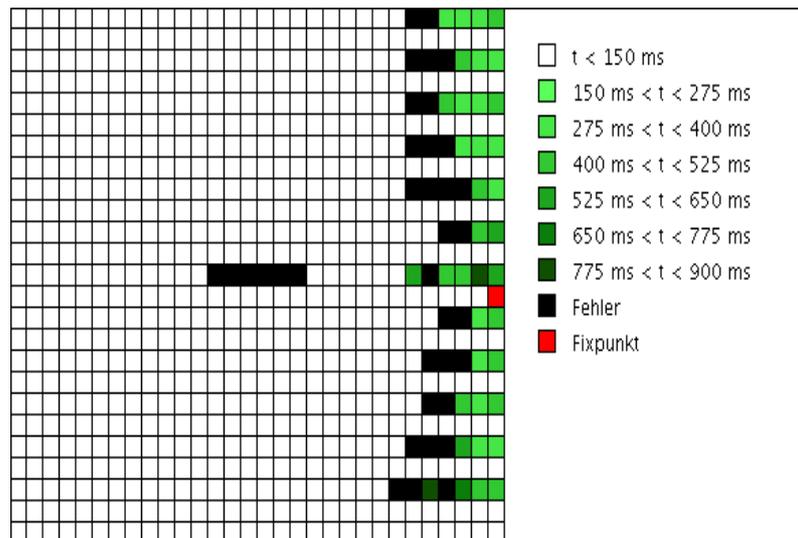


Abbildung 15: TDG vom 12.09.05 (Betreuerinterface)

Frau R. steigerte ihre anfangs niedrige Trefferzahl während der ersten 20 TDGe von 87 auf 489, ihre Trefferquote nahm von 52% auf 86% zu.

3 ERGEBNISSE

Damit ergab sich nach ca. drei Wochen folgendes Trainingsbild:

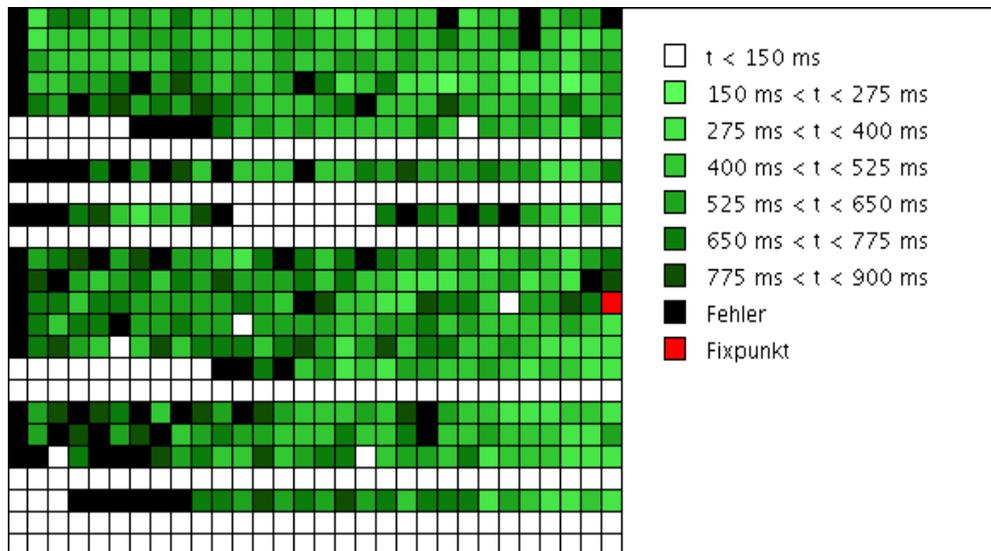


Abbildung 16: TDG vom 2.10.05 (Betreuerinterface)

Die Trefferquote blieb im weiteren Verlauf konstant hoch ($> 80\%$).

Frau R. machte vom 5.10. - 13.10.05 eine achttägige Trainingspause. Wegen der guten Trainingserfolge wurde das Training am 13.10.05 erschwert und die Leuchtdichte der Reize von „weiß“ auf „hellgrau“ umgestellt. Dies führte zu einer kurzfristigen Reduzierung der Treffer (s. Pfeil Abb. 17), die jedoch im weiteren Verlauf mit einigen Schwankungen wieder eine ansteigende Tendenz zeigten.

3 ERGEBNISSE

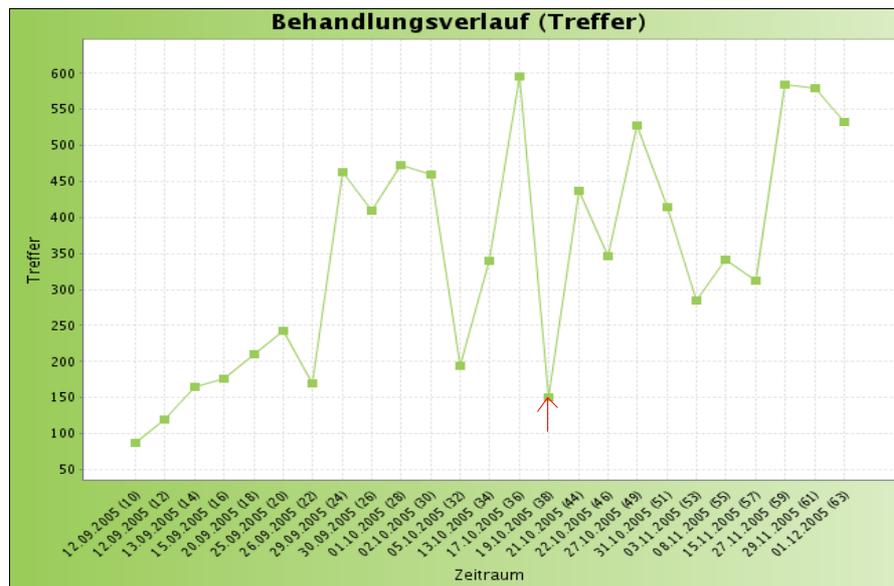


Abbildung 17: Verlauf der Treffer (Teil1), (Betreuerinterface)

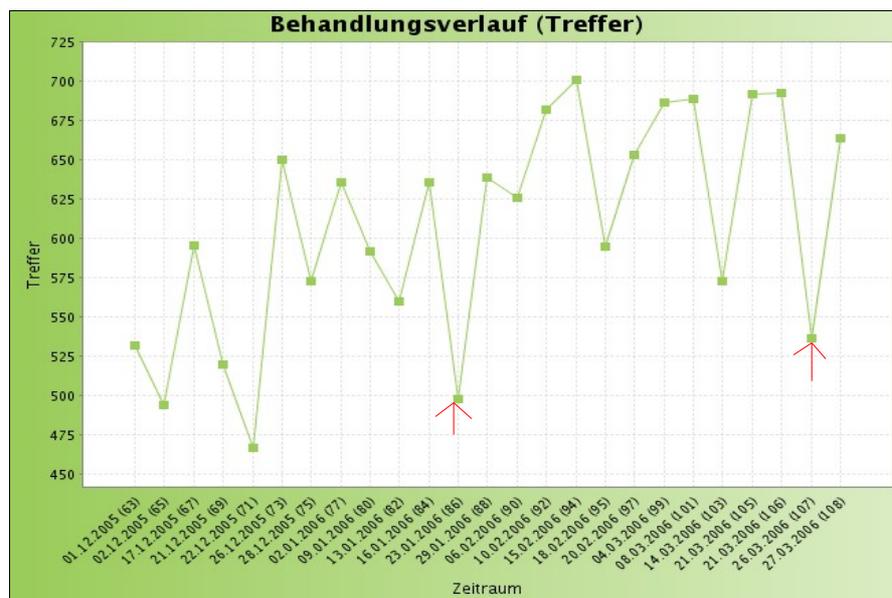


Abbildung 18: Verlauf der Treffer (Teil2), (Betreuerinterface)

Am 16.01.06 wurde der Schwierigkeitsgrad weiter erhöht, indem die Leuchtdichte der Reize von „hellgrau“ auf „grau“ umgestellt wurden. Dies spiegelte sich in einem kurzfristigen Absinken der Treffer wider (s. Abb. 18, Pfeil links).

3 ERGEBNISSE

Am 21.03.06 absolvierte Frau R. den 100. TDG (Abb. 19):

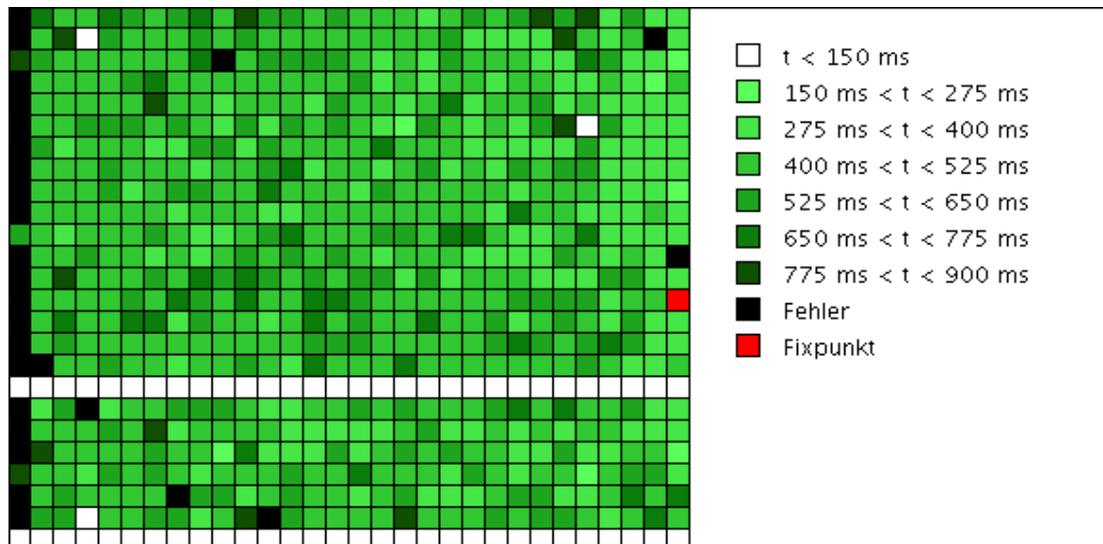


Abbildung 19: TDG vom 21.03.05 (Betreuerinterface)

Am 22.03.06 wurde der Testpunktdurchmesser von $0,5^\circ$ auf $0,25^\circ$ verkleinert, woraufhin erneut leichte Schwankungen bei den Treffern auftraten (s. Abb.18 Pfeil rechts). Insgesamt lagen diese jedoch während der letzten 20 TDGe mit Werten zwischen 500 und 700 Treffern in einem hohen Bereich.

Die Reaktionszeiten zeigten während des gesamten Trainingsverlaufs hohe Werte zwischen 400 und 600 ms. Das arithmetische Mittel der Reaktionszeiten zeigte einen deutlichen Anstieg während der ersten 10 TDGe von 464 ms auf 612 ms (Abb. 20). Anschließend schwankten die Werte mit insgesamt absteigender Tendenz bis zum Trainingsabschluss. Während der letzten 10 TDGe lag die Reaktionszeit zwischen 450 und 500 ms (Abb. 21).

3 ERGEBNISSE

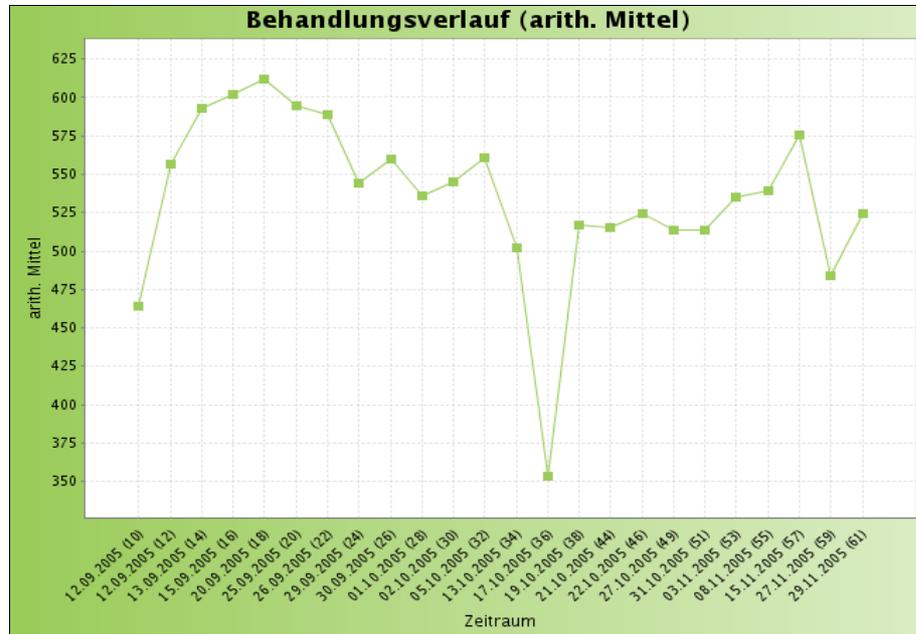


Abbildung 20: Verlauf der Reaktionszeiten (Teil 1), (Betreuerinterface)

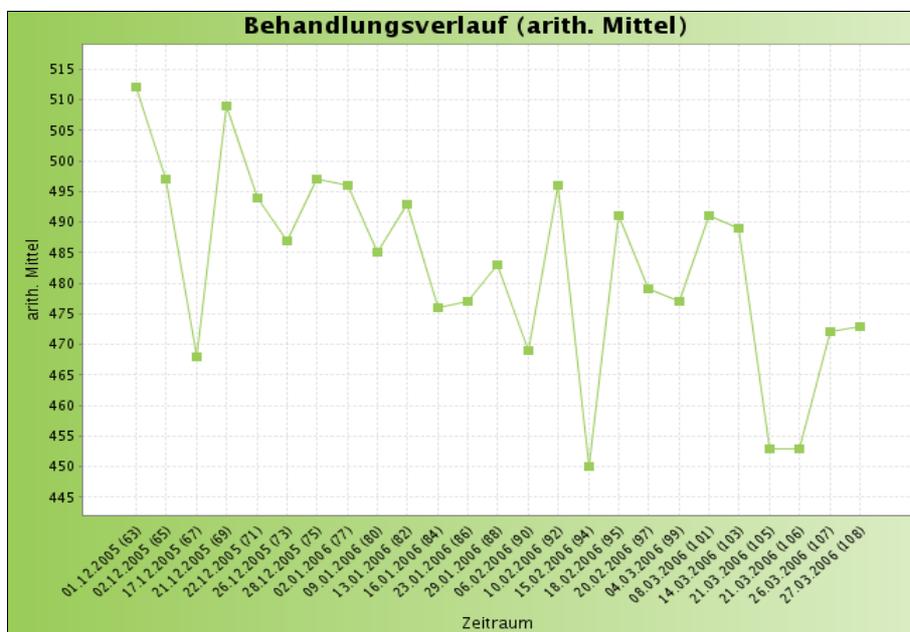


Abbildung 21: Verlauf der Reaktionszeiten (Teil 2), (Betreuerinterface)

3 ERGEBNISSE

Die Reaktionszeiten sanken nach Erhöhung des Schwierigkeitsgrades am 13.10.05 von 502 ms auf 358 ms ab. Auch am 16.01.06 nach Umstellung der Testpunkthelligkeit auf „grau“, war ein plötzlicher Abfall der Werte zu erkennen.

Frau R. trainierte 30 Wochen mit durchschnittlich 3,1 TDGen pro Woche. Insgesamt absolvierte sie 108 TDGe, davon waren 16 Probedurchläufe.

Frau R. kam am 30.05.06 zu einer Abschlussdiagnostik ins Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation nach Lübeck. Beim Vergleich zur Vordiagnostik (Abb. 14) konnte ein deutlicher Zuwachs der Größe der trainierten linken Gesichtsfeldhälfte, Quadrant 2 (links oben) und Quadrant 3 (links unten), beider Augen festgestellt werden (Abb. 22).

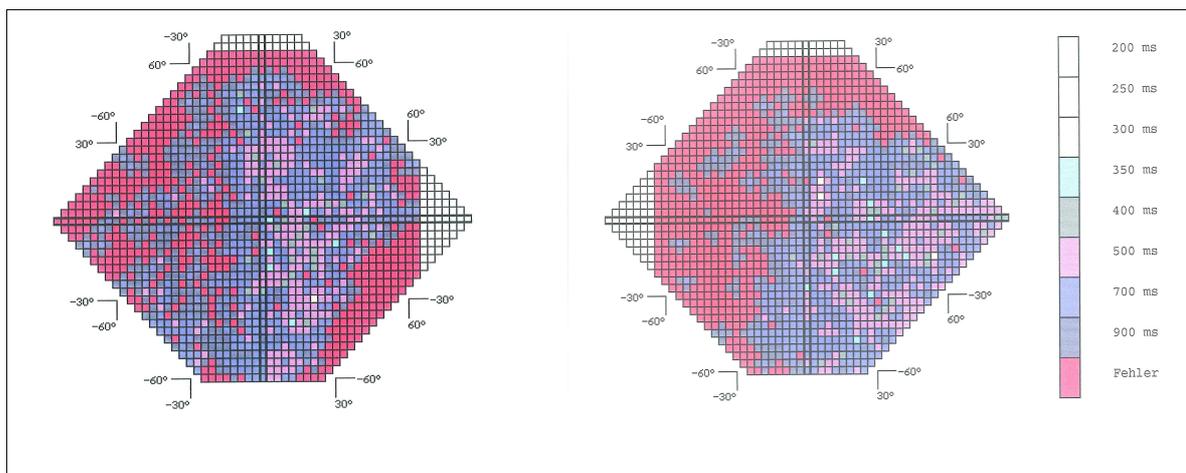


Abbildung 22: LRP Abschlussdiagnostik: rechtes Auge (re), linkes Auge (li), (HL)

3.2 Auswertung

3.2.1 Patientendaten

Insgesamt haben 31 Patienten von Januar 2004 bis zum 20. Oktober 2007 mit dem Vision Trainer Programm begonnen, davon 20 Männer und 11 Frauen. Darunter haben fünf Patienten weniger als 35 Trainingsdurchgänge absolviert, die aufgrund mangelnder Aussagekraft in der Auswertung nicht berücksichtigt wurden.

3.2.1.1 Alter

Der Altersdurchschnitt der Patienten lag bei Therapiebeginn bei 55,3 (\pm 16) Jahren, wobei der jüngste Patient 15 Jahre und der älteste 83 Jahre alt war. 17 (65%) der Patienten waren mindestens 50 Jahre alt (s. Anhang Tab. 1).

3.2.1.2 Gesichtsfelddefekt

22 von 26 (89%) auswertbaren Patienten litten unter homonymen Hemianopsien (14 partiell, acht komplett), zwei Patienten unter einem diffusen Gesichtsfeldausfall, ein Patient unter einem peripherem Skotom und ein weiterer unter dem Ausfall des zentralen Gesichtsfeldbereichs des linken Auges (s. Anhang Tab. 1)

3.2.1.3 Pathogenese

Die Gesichtsfeldeinschränkung war bei 16 (62%) von 26 Patienten Folge eines Hirninfarkts: neun (35%) davon lagen im Bereich der A. cerebri posterior, zwei (8%) im Bereich der A. cerebri media und bei einem Patienten (4%) waren die

3 ERGEBNISSE

A. cerebri posterior und media gleichzeitig betroffen. Die restlichen vier Infarktlokalisationen waren nicht näher beschrieben.

Sechs (23%) Patienten hatten sich einer Tumorresektion unterzogen, drei (12%) Patienten hatten eine Hirnblutung erlitten und eine weitere Patientin (4%) eine hypoxische Enzephalopathie nach einem Ertrinkungsunfall (s. Anhang Tab. 1).

3.2.1.4 Komorbidität

19 (73%) Patienten berichteten neben der Gesichtsfeldeinschränkung über zusätzliche Probleme wie Sehstörungen, Konzentrations- und Aufmerksamkeitschwäche, Gedächtnisstörungen, Orientierungsprobleme, Defizite der Feinmotorik, Hemiparesen oder Depressionen.

3.2.1.5 Diagnostik

Insgesamt kamen 17 (65%) der 26 Patienten persönlich zu einer genauen Gesichtsfeldvermessung am Lübecker Reaktionsperimeter (LRP) in das Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation, 14 (54%) kamen zu einer Vordiagnostik, sieben (27%) einige Wochen nach Trainingsbeginn zu einer Zwischendiagnostik und acht (31%) Patienten ließen nach Trainingsabschluss eine abschließende Analyse (= Abschlusssdiagnostik) ihres Gesichtsfeldes vornehmen. Bei neun (35%) Patienten basierte das Training mit dem Vision Trainer Programm ausschließlich auf externen Diagnoseverfahren an Perimetern verschiedener Augenärzte. Insgesamt wurden bei sieben Patienten eine Vor- und Abschlusssdiagnostik und bei zwei Betroffenen nur eine Vor- und Zwischendiagnostik am LRP durchgeführt (s. Anhang Tab. 2).

3.2.2 Trainingsdaten

Die Zeit zwischen Krankheitsvorfall und Beginn des Trainings (posttraumatisches Intervall (PI)) lag durchschnittlich bei 62 ± 82 [2 - 364] Wochen, die Trainingsdauer bei 43 ± 30 [14 - 106] Wochen, wobei acht (31%) von 26 Patienten zum Zeitpunkt der Auswertung im Rahmen dieser Arbeit noch weiter trainierten. Die Anzahl durchgeführter Trainingsdurchgänge lag durchschnittlich bei 169 ± 134 [47 - 560]. Nach Abzug von 20 ± 25 [0 - 120] Probedurchgängen, haben die Patienten im Mittel 148 ± 120 [38 - 440] echte Trainingsdurchgänge absolviert.

24 (92%) von 26 Patienten hatten während des Trainingszeitraumes mindestens eine Woche lang mit den Übungen pausiert. Im arithmetischen Mittel ergeben sich pro Patient $3,8 \pm 3,9$ [1-18] Pausen, wobei die Dauer jeweils zwischen einer Woche bis zu 38 Wochen variiert. Insgesamt haben die Patienten durchschnittlich $3,8 \pm 1,5$ [1-7] mal pro Woche trainiert (s. Anhang Tab 3, Tab. 4).

3.2.3 Trainingsparameter

Insgesamt sind die Trainingsparameter im Mittel $6,4 \pm 6$ [0 - 26] mal pro Patient verändert worden. Der Kontrast wurde durchschnittlich $2,9 \pm 2,3$ [0 - 7] mal verändert, die Reizgröße $2,4 \pm 3,3$ [0 - 15] mal, der Trainingsbereich im Mittel $0,7 \pm 1$ [0 - 4] und die Laufrichtung durchschnittlich $0,4 \pm 0,8$ [0 - 3] mal. Die Patienten haben $5,8 \pm 4,1$ [1 - 21] Trainingsabschnitte absolviert (s. Anhang Tab. 5). Ein Trainingsabschnitt beschreibt den Zeitraum, in dem der Erkrankte unter gleichen Bedingungen mit unveränderten Trainingseinstellungen trainiert hat. Er stimmt nicht mit dem Durchschnittswert der Veränderungen der Trainingsparameter überein, da in einigen Fällen mehrere Parameter gleichzeitig umgestellt wurden (z. B. neuer Trainingsbereich und veränderter Kontrast).

3.2.4 Trainingsverlauf

Der Trainingsverlauf beinhaltet Treffer, Trefferquoten, Reaktionszeit sowie die Trainingsregelmäßigkeit (s. Anhang Tab. 6).

3.2.4.1 Trainingsregelmäßigkeit

Von 26 Patienten haben 16 (62%) regelmäßig trainiert, d.h. während des gesamten Trainingszeitraumes maximal vier Pausen von jeweils maximal vier Wochen gemacht. Zehn (38%) Betroffene haben nicht regelmäßig trainiert (s. Anhang Tab. 6, Tab. 10).

3.2.4.2 Treffer

20 (77%) von 26 Patienten konnten die Treffer insgesamt steigern oder erzielten konstant hohe Werte (> 500 Treffer pro Trainingsdurchgang). Sechs (23%) Betroffene zeigten beim Training konstant niedrige Trefferzahlen (< 500 Treffer pro Trainingsdurchgang) oder trainierten mit insgesamt abnehmender Leistung (s. Anhang Tab. 6, 7).

3.2.4.3 Trefferquote

Bei 21 (81%) von 26 Patienten lag die Trefferquote konstant hoch (> 70%) oder konnte sukzessive gesteigert werden. Bei fünf (19%) lagen die Werte konstant niedrig (< 70%) oder zeigten insgesamt eine absteigende Tendenz (s. Anhang Tab. 6, Tab. 8).

3.2.4.4 Reaktionszeit

Sieben (27%) von 26 Patienten zeigten im Trainingsverlauf eine Verlangsamung des arithmetischen Mittels der Reaktionszeit, sieben (27%) erzielten insgesamt eine Verbesserung der Reaktionszeit. Bei 12 (46%) Patienten fiel die Reaktionszeit zu Beginn des Trainings deutlich ab und stieg dann im Verlauf wieder leicht an (s. Anhang Tab. 6, Tab. 9).

3.2.5 Trainingserfolg

Der Trainingserfolg zeigt sich zum einen in der diagnostisch nachgewiesenen Gesichtsfelderweiterung (GFE) (s. Anhang Tab. 6, Tab. 11), zum anderen in dem vom Patienten geäußerten Empfinden über einen Gesichtsfeldzuwachs. Letzteres wird in der Auswertung der Fragebögen (Kap. 4.3) besprochen.

Bei 12 (46%) der 26 Patienten konnte nach Abschluss des Trainings eine Gesichtsfelderweiterung diagnostisch mittels LRP oder externen Perimetern nachgewiesen werden. Bei neun dieser zwölf Patienten lagen mindestens zwei am LRP erhobene Gesichtsfelduntersuchungen vor, die miteinander verglichen werden konnten. Es zeigte sich ein durchschnittlicher Zuwachs des trainierten Gesichtsfeldbereichs um $31,6\% \pm 22,8$ [2 - 69] (s. Anhang Tab. 2, 2a).

Bei zwei Patienten (8%) wurde ein Gesichtsfeldzuwachs ausgeschlossen. Die restlichen 14 (54%) unterzogen sich keiner abschließenden Diagnostik.

3.3 Statistik: Wilcoxon - Rangsummentest

Der Wilcoxon Test ist ein nichtparametrisches statistisches Verfahren, das die Häufigkeitsverteilung gepaarter Stichproben überprüft. Er soll in diesem Fall zeigen, ob sich die Treffer der Patienten während des Trainings signifikant verändern.

Damit gelten folgende Hypothesen:

H₀: Die Stichprobe der Anfangswerte der Treffer zeigt keinen Unterschied zu der Stichprobe der Abschlusswerte.

H₁: Die Stichproben der Anfangs- und Abschlusswerte unterscheiden sich.

Bei jedem der 26 ausgewerteten Fälle lag jeweils ein Anfangswert der Treffer im Trainingsbereich bei Beginn des Trainings und ein Endwert der Treffer zum Abschluss der Übungen vor.

Um den Schwierigkeitsgrad, der sich im Laufe des Trainings bei den meisten Patienten steigerte, zu berücksichtigen, wurde pro Patient ein bestimmter Wert zum Endergebnis addiert. Dieser Wert berechnet sich aus der Summe der Veränderungen der Treffer bei den jeweiligen Trainingsbedingungen.

Hatten z. B. bei einem Patienten von einem Zeitpunkt t_1 bis zum Zeitpunkt t_2 die Treffer im Training kontinuierlich zugenommen, so wurde der Schwierigkeitsgrad zum Zeitpunkt t_3 erhöht. Unter diesen Bedingungen trainierte er bis zum Zeitpunkt t_4 . Ab Datum t_5 übte der Patient wieder unter neuen Bedingungen (mit weiter erhöhtem Schwierigkeitsgrad) bis zum Zeitpunkt t_6 usw..

Die Differenzen der Treffer ($h = \text{hits}$) zwischen t_3 und t_4 sowie t_5 und t_6 wurden anschließend addiert (H_{gesamt}) und zum letzten Trefferwert des Trainings (t_6) hinzugerechnet. Abb. 23 veranschaulicht das Vorgehen.

3 ERGEBNISSE

Die Berechnung der Wahrscheinlichkeit erfolgte über den normalverteilten z-Wert:

$$z = \frac{T - \frac{N(N+1)}{4}}{\sqrt{\frac{N(N+1)(2N+1)}{24}}}$$

N = Anzahl der Paardifferenzen

Daraus ergab sich:

$$z = \frac{42 - 175,5}{39} = -3,4$$

Der Annahmehbereich für H₀ (alpha = 5%) lautete: -1,96 < z < 1,96

z = -3,4 < -1,96, damit wurde H₀ verworfen.

Die Unterschiede der Stichproben zu Beginn und bei Abschluss des Trainings sind signifikant (p ≤ 0,05).

Bei Betrachtung der Einzelwerte zeigen fünf Patienten eine negative Entwicklung der Treffer, 21 (81%) von 26 Betroffenen erzielten einen positiven Trefferzuwachs, davon 18 (69%) mehr als 100 und 9 (35%) mehr als 400 Treffer. Im Durchschnitt konnten die Patienten die Anzahl der Treffer um 267 (10,7 °) steigern.

Dieses Ergebnis zeigt, dass es durch das Training mit dem Vision Trainer Programm unter sukzessiv schwierigeren Trainingsbedingungen zu einer Vergrößerung des Gesichtsfeldes kommt.

3.4 Fragebogen

26 Patienten erhielten einen Fragebogen (s. Anhang), 20 (77%) Betroffene schickten ihn ausgefüllt zurück (s. Anhang Tab. 12 - 18):

Frage 1

Die Frage, ob ihnen das Training mit dem Vision Trainer Programm geholfen habe, beantworteten 16 (80%) von 20 Patienten mit „ja“, zwei (10%) mit „wenig“ und zwei (10%) Patienten mit „nein“ (s. Abb. 25).

Frage 2

Der Median der Dauer einer Trainingssitzung liegt bei 51,25 Minuten. Das arithmetische Mittel beträgt $49 \pm 14,2$ [20 - 75] Minuten.

Frage 3

12 (60%) von 20 Betroffenen gaben außerdem an, dass sich ihre Konzentrationsfähigkeit oder ihr Gedächtnis durch das Training verbessert hätten, vier (20%) Patienten konnten dieses nicht beurteilen, vier (20%) weitere empfanden keine Verbesserung (s. Abb. 24).

Frage 4

Geh-, Lese-, oder Orientierungsprobleme verringerten sich bei 11 (55%) Patienten, vier (80%) konnten es nicht einschätzen und fünf (25%) Erkrankte verneinten einen Fortschritt (s. Abb. 24).

Frage 5

Zu dem Training am Computer äußerten sich fünf (25%) Patienten sehr positiv, vier (20%) Trainierende fanden es anstrengend, ein Patient (5%) langweilig. Zehn (50%) Erkrankte machten dazu keine Aussage. Bei acht (40%) Betroffenen gab es technische Probleme.

3 ERGEBNISSE

Frage 6

Die Frage, ob sie gerne trainieren oder trainiert haben, bejahten zehn (50%) Patienten, vier (20%) verneinten dieses. Vier (20%) Betroffenen machte es „mal mehr, mal weniger Spaß“, zwei Patienten machten diesbezüglich keine Aussage (s. Abb. 25).

Frage 7

Insgesamt würden 16 (80%) von 20 Befragten das Programm an andere Betroffene weiter empfehlen, drei (15%) Patienten nur unter bestimmten Bedingungen und ein Patient (5%) würde es nicht empfehlen (s. Abb. 25).

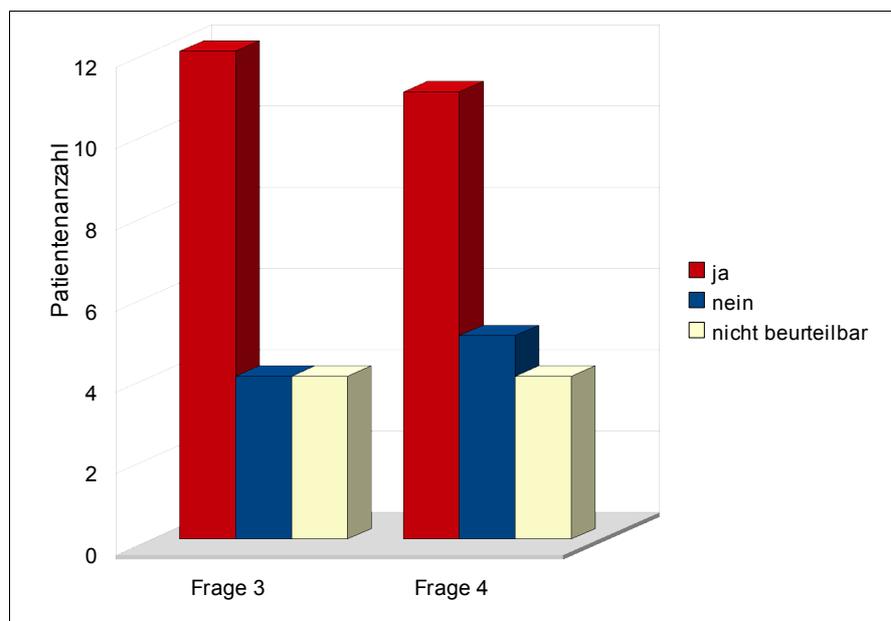


Abbildung 24: Aussagen der Patienten zu den Fragen 3, 4

Frage 3: Haben sich Ihre Konzentrationsfähigkeit oder Ihr Gedächtnis durch das Training verbessert?

Frage 4: Falls Sie Probleme beim Gehen, beim Lesen oder mit der Orientierung hatten, haben sich diese Beschwerden verringert?

3 ERGEBNISSE

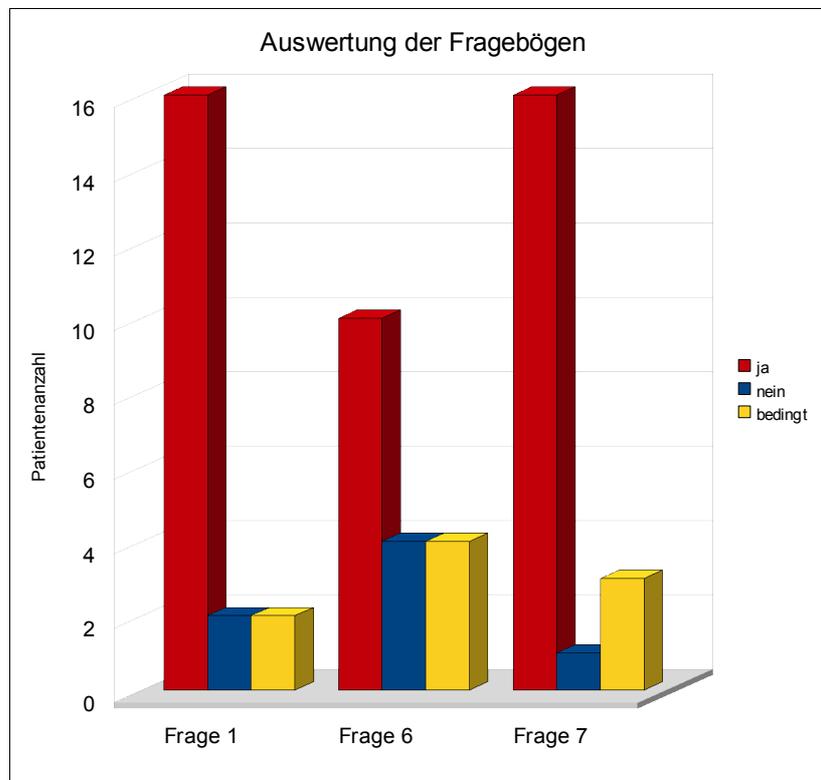


Abbildung 25: Aussagen der Patienten zu den Fragen 1, 6, 7

Frage 1: Hat Ihnen das Training geholfen?

Frage 6: Haben Sie gerne trainiert?

Frage 7: Würden Sie das Programm an andere Betroffene weiter empfehlen?

3.5 Vergleich der Fragebögen mit objektiven Trainingsergebnissen

Der Fragebogen war anonym, um die Patienten zu unterstützen, auch ehrlich negative Kritik zu äußern. 13 Patienten unterschrieben den Fragebogen jedoch persönlich. Dadurch war es in einigen Fällen möglich, zu überprüfen, ob der Eindruck der Patienten den perimetrischen Befunden entsprach.

Bei fünf dieser Patienten war eine Vor- und Abschlussdiagnostik am LRP durchgeführt worden, die bei allen einen Gesichtsfeldzuwachs dokumentierte. Vier der fünf Betroffenen bestätigten diesen Befund, ein Patient empfand trotz objektiver Gesichtsfeldzunahme und daraufhin wiedererlangter Fahrerlaubnis keine Besserung.

Bei sieben der 13 Patienten lag jeweils nur die Eingangsdiagnostik vor, so dass ein möglicher Gesichtsfeldzuwachs nicht beurteilt werden konnte. Alle sieben gaben an, dass ihnen das Training geholfen habe.

Eine weitere Patientin berichtete über eine Verbesserung ihres Seh- und Lesevermögens, obwohl perimetrisch keine Gesichtsfelderweiterung nachgewiesen werden konnte.

4 DISKUSSION

4.1 Ergebnisse

Die dargelegte Verlaufsstudie zur Effektivität der visuellen Rehabilitationstherapie via Internet hat gezeigt, dass die überwiegende Anzahl der Patienten mit zerebral bedingten Sehstörungen von der Langzeitbehandlung mit der Vision Trainer Software (VTB) profitierte.

1. Bei 24 (92%) von 26 Patienten konnte aufgrund der Trainingsfortschritte der Schwierigkeitsgrad der Therapie sukzessive gesteigert werden. Im Mittel wurde in einem Zeitraum von 43 ± 30 (Median: 21) Wochen und 6 ± 4 (Median: 5) Trainingsabschnitten der Schwierigkeitsgrad der Behandlung $4,7 \pm 4,1$ (Median: 4) mal verändert. Dies deutet bereits auf eine Verbesserung der Sehfunktion während des Trainings hin.
2. Bei 12 der 26 hemianopischen Patienten konnte der neuro - visuelle Status vor und während oder nach Abschluss der Behandlung erhoben werden, davon zeigten 10 (83%) einen Zuwachs des Gesichtsfeldes. Bei neun Betroffenen wurde der Befund unter identischen Bedingungen am LRP erhoben (sieben Patienten kamen nach Lübeck oder Bad Segeberg zur Vor- und Abschlussdiagnostik, zwei zur Vor- und Zwischendiagnostik nach einigen Wochen). Von diesen neun Patienten zeigten alle einen Zuwachs des Gesichtsfeldes um durchschnittlich 32%. Bei den restlichen drei Patienten lag jeweils ein extern erhobener Vorbefund und eine am LRP durchgeführte Zwischen- oder Abschlussdiagnostik des Gesichtsfelddefekts vor. Bei dem Vergleich dieser - unter nicht identischen Bedingungen erhobenen - Befunde, zeigte ein Patient einen Zuwachs des Gesichtsfeldes, bei zwei Erkrankten konnte keine Verkleinerung des anopen Bereichs dokumentiert werden. Die Sehtherapie unter den Bedingungen räumlich - selektiver Aufmerksamkeit führte somit bei den meisten Patienten zu einer Erweiterung des Gesichtsfelds.

4 DISKUSSION

3. Bei 20 beantworteten Fragebögen gaben 16 (80%) Patienten an, dass ihnen das Training mit dem Vision Trainer Programm geholfen habe. Bei fünf dieser Patienten war es zusätzlich aufgrund persönlicher Unterschriften möglich, diese Aussage mit einem am LRP erhobenen perimetrischen Abschlussbefund zu vergleichen. Bei vier der fünf Erkrankten stimmten subjektive Empfindung und objektiver Befund überein.

Diese Ergebnisse stützen die Annahme, dass eine teilweise Restitution von Gesichtsfelddefekten auch mit telemedizinischen Methoden bei postchiasmatischen Läsionen möglich ist.

Bei 16 der 26 ausgewerteten Fällen lagen zwischen Krankheitseintritt und Beginn des Trainings mehr als sechs Monate. Bei drei der zehn Patienten, bei denen ein Gesichtsfeldzuwachs nachgewiesen wurde, betrug das posttraumatische Intervall sogar mindestens ein Jahr. Eine spontane Rückbildung der Gesichtsfelddefekte ist hier sehr unwahrscheinlich (Tiel - Wilck, 1991). Dies bestätigt die Annahme, dass durch gezieltes Training scheinbar irreversible Gesichtsfelddefekte auch nach langer Zeit restituiert werden können: „It seems evident that visual field defects...can be partially restored even in the chronic phase“ (Julkunen et al., 2003). Damit werden auch die Aussagen anderer Autoren (Pöppel et al., 1978; Schmielau, 1989; Kasten et al., 1997; Julkunen et al., 2003) gestützt, die mit unterschiedlichen Methoden ebenfalls Verkleinerungen anoper Gesichtsfelder bei zerebral geschädigten Patienten erreichen konnten.

Von besonderer Bedeutung ist die Tatsache, dass der am LRP erprobte sensorische Trainingsalgorithmus (Schmielau und Wong, 2007), erfolgreich auf die telemedizinische Behandlung der Hemianopsien übertragen werden konnte. Auf diese Weise können weltweit eine Vielzahl an Patienten zu Hause behandelt werden.

Die Therapie mit der Vision Trainer Software via Internet wird seit 2004 unter der Leitung von Professor Wong von der University of California Irvine (UCI) bereits bei Patienten in Kalifornien eingesetzt. Am UCI wird derzeit mittels funktioneller Kernspintomographie (fMRI) untersucht, welche neuronalen Strukturen an der

4 DISKUSSION

Restitution des Gesichtsfeldes durch die Vision Trainer Behandlung beteiligt sind (persönliche Mitteilung Prof. Wong, 2009).

Ein interessanter Nebeneffekt der Therapie zeigte sich bei den Reaktionszeiten. Bei 12 Patienten verbesserte sich die Reaktionszeit während der ersten Trainingsdurchgänge deutlich, stieg jedoch im Verlauf der Behandlung wieder langsam an. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass geschädigte Neurone im Bereich der Penumbra funktionell wieder reaktiviert wurden, diese die visuelle Information aber langsamer verarbeiten als die unbeeinträchtigten Nervenzellen.

Alle 10 Patienten, die eine Vordiagnostik sowie Zwischen- oder Abschlussdiagnostik am LRP durchführen ließen, zeigten einen Gesichtsfeldzuwachs. Bei den zwei Patienten (Pat. Nr. 8 und Pat. Nr. 18), bei denen perimetrisch keine Verbesserung festgestellt werden konnte, basierten die Trainingseinstellungen der Vision Trainer Therapie jeweils auf einer externen Eingangsdagnostik: Bei Patientin Nr. 18 stellte sich z.B. bei einer Zwischendiagnostik am LRP in Lübeck heraus, dass aufgrund eines fehlerhaften Vorberichtes, zunächst der falsche Bereich trainiert worden war.¹ Bei der anderen Patientin (Nr. 8) wurde während des Trainingszeitraumes ein zusätzlicher Defekt des Corpus Callosum diagnostiziert. Darüber hinaus litt die Patientin unter schweren Depressionen, so dass die nötige Trainingsmotivation fehlte.

Die Idee zur Entwicklung des Vision Trainer Programms basierte vor allem auf der Überlegung, möglichst vielen Patienten auch aus anderen Regionen Deutschlands das Training zu ermöglichen. Viele Teilnehmer dieser Studie kamen dementsprechend nicht aus Lübeck oder der näheren Umgebung. Bei ihnen wurde die Gesichtsfeld-diagnostik an Perimetern anderer Bauweisen durch Augenärzte durchgeführt. Deshalb fehlten leider bei insgesamt 14 Patienten Zwischen- oder Abschlussbefunde, so dass keine Aussage über einen Gesichtsfeldzuwachs getroffen werden konnte. Es ist jedoch davon auszugehen, dass einige dieser 14 Patienten eine Gesichtsfelderweiterung aufwiesen, da 20

¹ Diese Patientin setzte das Training nach Abschluss der Auswertung unter angemessenen Bedingungen fort und erzielte im weiteren Verlauf deutliche Verbesserungen ihres Sehvermögens und visuell geleiteten Verhaltens.

4 DISKUSSION

(77%) der 26 Patienten ihre Treffer während des sukzessive schwierigeren Trainings steigerten oder diese bei erschwerten Bedingungen auf hohem Niveau halten konnten. Die hohe positive Resonanz bei den Fragebögen lässt ebenfalls vermuten, dass die Behandlung erfolgreich war. Sieben Patienten, bei denen keine genau vergleichbare Vor- und Nachdiagnostik vorlag, gaben an, dass sich ihre Situation deutlich verbessert habe.

Generell ist jedoch anzumerken, dass durch das Training mit dem Vision Trainer Programm eine hundertprozentige Restitution des ursprünglichen Gesichtsfeldes sehr unwahrscheinlich ist. Dies zeigten auch Untersuchungen am LRP von Schmielau und Wong (2007). Bei keinem der exakt vor- und nachuntersuchten Patienten wurde eine vollständige Wiederherstellung erreicht. Ziel des Trainings ist es, das Sehvermögen zu verbessern, den Leidensdruck der Erkrankten zu verringern und ihre Selbstständigkeit weitgehend wieder herzustellen. Die Patienten sollen nach dem Training in der Lage sein, den Alltag gut zu bewältigen und sich sicher in der Öffentlichkeit zu bewegen.

4.2 Trainingsablauf

Das Training mit dem Vision Trainer Programm verlief bei den jeweiligen Patienten recht unterschiedlich. Die Anzahl der insgesamt durchgeführten TDGe variierte zwischen 38 und 440. Manche Patienten trainierten sehr regelmäßig täglich, andere nur einmal pro Woche. Einige Patienten setzten das Training sogar für mehrere Wochen aus oder brachen die einzelnen Trainingssitzungen frühzeitig ab.

Trotz der unterschiedlichen Trainingsabläufe konnten von 26 Patienten 20 (77%) die Treffer und 21 (81%) die Trefferquoten steigern. Offensichtlich gibt es keine bestimmte Trainingsmethodik (z.B. tägliches Üben von mindestens 45 Minuten), die zu bevorzugen ist. Vielmehr scheint es wichtig zu sein, das Training der individuellen Leistungsfähigkeit des Patienten anzupassen. Es ist offenbar

4 DISKUSSION

möglich, dass ein Erkrankter, der z.B. drei mal die Woche trainiert, die gleichen Erfolge beim Training erzielen kann wie ein Patient, der täglich übt.

Ein interessanter Aspekt zeigt sich bei Betrachtung der Lokalisation der Läsionen. Von den zehn Patienten, bei denen ein Gesichtsfeldzuwachs diagnostiziert wurde, hatten drei eine rechtsseitige Hirnläsion erlitten (Infarkt bzw. Tumor). Diese drei Patienten absolvierten mit jeweils 60, 76 und 106 TDGen deutlich weniger Sitzungen als die ebenfalls erfolgreichen Patienten mit einer Läsion der linken Hemisphäre. Möglicherweise ist die Lokalisation der Läsionen im Gehirn von Bedeutung für die Dauer bzw. die Effektivität der Therapie. Dafür sprechen auch Befunde von hemianopischen Patienten, die mit dem LRP behandelt wurden: Schmielau und Wong (2007) konnten zeigen, dass die Therapie bei Hemianoptikern mit linksseitigen Gesichtsfelddefekten, entsprechend Läsionen der rechten Hirnhälfte, deutlich effektiver war, als bei Patienten mit Defekten im rechten Gesichtsfeld als Folge einer Läsion der linken Hemisphäre.

Bei kritischer Betrachtung des Trainingsablaufes ist darauf hinzuweisen, dass die Rahmenbedingungen für die Übungen am Computer - Monitor nicht immer exakt einheitlich sein können. Die Größe des Monitors bzw. der Abstand des Patienten zum Bildschirm während des Trainings sind zwar vorgegeben, aber die Lichtverhältnisse im Übungsraum können je nach Möglichkeit der Raumverdunkelung variieren. Auch die Tagesform der Patienten sowie die Tageszeit des Trainings können die Leistungen wesentlich beeinflussen. Einige Patienten wiesen Komorbiditäten auf, die Schmerzen verursachten oder viel Zeit für Physiotherapie forderten. Einige litten unter Antriebsarmut aufgrund depressiver Episoden.

Zur Zeit wird am Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation der Universität zu Lübeck untersucht, inwieweit aktuelle Wetterbedingungen zum Zeitpunkt des Trainings Einfluss auf die Therapieeffizienz haben. In einer Veröffentlichung (Feldtmann, 2007) konnte gezeigt werden, dass eine herannahende Warmfront bei kalter Wetterlage im Winter zu einer deutlichen Verkleinerung des Gesichtsfeldes bei hemianopischen Patienten führen kann.

4.3 Fragebogen

Die Fragebogenuntersuchung sollte Aufschluss darüber geben, ob sich die Hirnleistungen und die alltägliche Lebenssituation der Patienten durch das Vision Trainer Programm verbessert haben und wie die Betroffenen das Training empfanden.

Bei der Auswertung fiel auf, dass sich einige der Patienten viel Mühe mit der Beantwortung der Fragen gemacht hatten. 13 Patienten unterschrieben den Antwortbrief persönlich, einige gaben ihre Telefonnummern für Rückfragen an und tippten die Antworten an der Schreibmaschine oder am Computer.

„Das Gefühl an der Krankheit zu arbeiten hat einen guten psychologischen Effekt. Man hat die Sicherheit, nicht allein gelassen zu sein“ (Zitat einer Patientin). Manche Patienten berichteten, dass sie wieder gesund werden wollten und ihnen das Training Hoffnung gemacht habe. Ein wichtiger Aspekt schien auch die persönliche Betreuung der Patienten zu sein. Die Möglichkeit, über die Kommunikationsfunktion des Vision Trainer Programms Fragen, Anmerkungen und Wünsche an den medizinischen Betreuer zu richten, vermittelte vielen Patienten das Gefühl, ernst genommen zu werden.

60% der Patienten gaben an, dass sich ihre Konzentrationsfähigkeit bzw. ihr Gedächtnis durch das Training verbessert hätten, 55% empfanden eine Verbesserung beim Lesen und Gehen oder konnten sich besser orientieren. Offensichtlich werden durch das häufig wiederholte Gesichtsfeldtraining auch kognitive Leistungen unterstützt. „Durch die Übungen fand ich zunehmend mehr Sicherheit bei allen Tätigkeiten im persönlichen Umfeld“ (Zitat eines Patienten). Möglicherweise ist es für die Genesung der Patienten hilfreich, eine Aufgabe mit einem bestimmten Ziel vor Augen zu haben. Ein Betroffener berichtete, dass ihm das Training Spaß gemacht habe, da er „nach jeder Übungseinheit feststellen konnte, inwieweit sich das eingeschränkte Gesichtsfeld schrittweise zum Positiven hin veränderte“. Das Gefühl, Fortschritte zu machen und aktiv an der Besserung des eigenen Gesundheitszustandes mitwirken zu können, motivierte viele

4 DISKUSSION

Patienten, weiter zu trainieren.

Ein Trainingsdurchgang dauerte durchschnittlich 49 Minuten. Zehn Patienten gefiel das Training gut. Für einige Betroffene war das Üben jedoch ein großer Zeit- und Kraftaufwand. So lassen sich möglicherweise auch Schwankungen der Trainingsleistungen erklären, obwohl die Parametereinstellungen nicht verändert wurden.

4.4 Erklärungsmodelle

Die Restitution des Gesichtsfeldes basiert nach Schmielau und Wong (2007) auf neuroplastischen Prozessen des partiell geschädigten visuellen Cortex bei gleichzeitiger Aktivierung des fronto- parietalen Aufmerksamkeitsystems (Schmielau, 2007).

Die Hebbsche Regel bietet darüber hinaus eine mögliche Erklärung der Prozesse auf neuronalem Niveau: Wenn ein Axon eines Neurons A ein anderes Neuron B wiederholt erregt und z.B. zur Auslösung von Aktionspotentialen beiträgt, kommt es zu Wachstumsprozessen und metabolischen Veränderungen in einer oder beiden Zellen. Dadurch wird die Erregung von Neuron A auf Neuron B hinsichtlich der Generierung von Aktionspotentialen effizienter (Hebb, 1949). Analog kann die wiederholte Stimulation teilgeschädigter Neuronensysteme dazu beitragen, deren Aktivität bzw. die Weiterleitung visueller Informationen zu verbessern. Die Wirkung repetitiver Stimulation auf Neurone ist in der Neurophysiologie als „post - tetanische Potenzierung“ bekannt.

Ein ähnliches Phänomen beschreibt die sog. „Bahnung“. Durch die wiederholte Erregung bestimmter Nervenbahnen wird der Wirkungsgrad von Reizen gleicher Stärke erhöht oder die Erregung bereits bei schwächeren Impulsen möglich. Bezogen auf das Gesichtsfeldtraining kann durch Bahnung das Erkennen von Reizen über eine Erniedrigung der Schwelle (Lichtunterschiedsschwelle) erreicht werden. Ein ähnlicher Mechanismus ist offensichtlich bei der

4 DISKUSSION

„Long Term Potentiation“ (LTP) von Neuronen wirksam, dem z.B. die Vergrößerung von rezeptiven Feldern durch Training im akuten Experiment zugeschrieben wird (Schweigart und Eysel, 2002).

Alternativ wurde diskutiert, dass ein erhöhtes Aufmerksamkeitsniveau Ursache für die Verbesserungen der Patienten sein könnte (Reinhard et. al, 2005). Perzeptuelles Lernen ist eine Teilkomponente jedes perimetrischen Trainings. Bei Patienten mit Gesichtsfelddefekten sind die Wahrnehmungsschwellen in Bereichen residualen Sehens erhöht (Gall und Kasten, 2007). In einer Studie konnte gezeigt werden, dass die Aufmerksamkeitsausrichtung der Patienten durch Einsatz eines Hinweisreizes verbessert wurde und dies zu einem stärkeren Gesichtsfeldzuwachs führte (Poggel et. al, 2004; 2005).

4.5 Statistische Auswertung

Der Effekt des Vision Trainer Programms sollte anhand der Veränderung der Trefferzahlen beim Training untersucht werden. Zur Analyse der statistischen Signifikanz der Trainingseffekte wurde der Wilcoxon - Rangsummentest verwendet, da die Stichprobe klein und die Werte nicht normalverteilt waren.

Problematisch ist jedoch die Tatsache des variablen Schwierigkeitsgrades beim Training. Um diesen Einfluss zu berücksichtigen, wurden die Veränderungen der Treffer in den einzelnen Trainingsabschnitten getrennt berechnet und deren Summe zur Trefferzahl des letzten Trainings addiert.

Diese Vorgehensweise basiert auf der Beobachtung, dass die Treffer zunächst absinken, wenn der Schwierigkeitsgrad des Trainings erhöht wird und im Verlauf der nächsten Sitzungen durch das Trainieren meistens wieder ansteigen.

Auf diese Weise kann der Trainingserfolg realistischer repräsentiert werden, besonders bei den Patienten, deren Anfangs - Trefferwert wenig vom Endwert abwich, obwohl die Trainingsbedingungen durch Reduzierung des Reiz - Umfeld -

4 DISKUSSION

Kontrasts bzw. Verkleinerung der Reizgröße sukzessive schwieriger gestaltet werden konnten.

Das soll an einem Beispiel verdeutlicht werden:

Der Patient X erreicht im Trainingsareal von $30^\circ \times 25^\circ$ einen Anfangswert von 739 Treffern. Der Maximalwert möglicher Treffer liegt - aufgrund des Inter - Reiz - Abstandes von 1° - bei 749 Treffern (= $750 - 1$ wegen des Fixationspunktes), sofern keine Reizwiederholungen vorliegen. Dieser Anfangswert von 739 wird bei einer Reizgröße von 1° und maximalem Kontrast („weißer“ Reiz auf „schwarzem“ Hintergrund) erzielt. Nach mehreren Trainingsintervallen mit zunehmend schwierigeren Bedingungen erzielt er schließlich bei einem Reizdurchmesser von $0,25^\circ$ und minimalem Kontrast („dunkelgrauer“ Reiz auf „schwarzem“ Hintergrund oder „hellgrauer“ Reiz auf „weißem“ Hintergrund) 733 Treffer. In diesem Fall wäre das Ergebnis negativ (- 6 Treffer), obwohl der Patient stetig - bei sukzessiver Erhöhung des Schwierigkeitsgrades - seine Leistung verbessern konnte.

Obwohl dieser Effekt berücksichtigt und die Veränderungen der Treffer für jedes Trainingsintervall getrennt berechnet und anschließend mit dem Treffer-Endergebnis addiert wurden, zeigte sich bei einigen Patienten ein sog. „Ceiling - Effekt“. In diesen Fällen erzielten die Patienten von Beginn an sehr hohe Trefferzahlen (> 700) und zeigten auch bei Umstellung auf schwierigere Bedingungen keinen anfänglichen Abfall der Werte. In Folge dessen kamen keine nennenswerten positiven Differenzen zustande, in einigen Fällen zeigte das Gesamtergebnis sogar negative Tendenzen.

Insgesamt ergab die Auswertung jedoch einen signifikanten Unterschied zwischen den Anfangs- und Endergebnissen des Trainings zugunsten eines Zuwachses an Trefferzahlen ($z = -3,4 < -1,96$; $p = 0,05$). Dieser für die gesamte Gruppe der trainierten Patienten statistisch signifikante Unterschied zwischen den Trefferwerten am Ende und am Anfang der Behandlung dokumentiert die Effektivität der neurovisuellen Therapie mit der Vision Trainer Software (VTB) via Internet.

4.6 Diskussion des Vision Trainer Programms

Das Restitutionstraining mit VTB ist in vielerlei Hinsicht positiv zu bewerten. Vorteile für die Patienten sind neben flächendeckender Versorgung und individueller Betreuung v.a. das orts- und zeitunabhängige Training: Die Erkrankten müssen sich nicht in eine Praxis oder Klinik begeben und können den Zeitpunkt der Therapie selbst bestimmen. Die Software ist einfach zu bedienen und zu installieren, so dass sich auch technisch unerfahrene, insbesondere ältere Patienten, leicht in das Trainingsprocedere einarbeiten können.

Im Gegensatz zum Kompensationstraining, wie z.B. dem Sakkaden- oder Lesetraining, führt das Restitutionstraining zu einem nachweisbaren Gesichtsfeldzuwachs. Die Therapieeffekte wurden in vorhergegangenen Untersuchungen, unabhängig vom Trainingsgerät, mittels statischer und kinetischer Perimetrie evaluiert und erwiesen sich auch nach Beendigung der Therapie (> ein Jahr) als stabil (Schmielau und Wong, 2007).

Zudem ist die VTB-Therapie eine kostengünstige Rehabilitationsmaßnahme und könnte auch für Arztpraxen, Kliniken und Reha - Zentren eine wirtschaftliche Lösung darstellen.

Es ist allerdings anzumerken, dass einige, insbesondere ältere Patienten, über keinen Computer bzw. Internetzugang verfügen. Für viele Erkrankte bedeutet die Anschaffung eines Rechners damit einen großen, auch finanziellen Aufwand.

Ein weiterer negativer Aspekt ist die begrenzte Fläche des Bildschirms (30° horizontal x 25° vertikal). Die Patienten können immer nur einen Ausschnitt des Gesichtsfeldes trainieren. Sie üben zudem allein, ohne Beobachtung durch einen medizinischen oder neuropsychologischen Therapeuten. Dadurch können Fehler bei der Durchführung des Trainings auftreten wie beispielsweise nicht ausreichender Abstand zum Monitor oder Auslassen der Pausen während einer Sitzung. Ebenso wenig ist es derzeit möglich zu überprüfen, ob der Patient konsequent den vorgegebenen Punkt fixiert und nicht zwischendurch mit dem Blick abschweift.

4 DISKUSSION

Des weiteren müssen bestimmte Voraussetzungen bei den Patienten gegeben sein, um das Training durchführen zu können: Es darf keine visuelle Agnosie oder Fixationsschwäche vorliegen und die Betroffenen müssen über ein foveales Restsehen mit ausreichender Sehschärfe verfügen. Verschwimmen die Zeichen vor den Augen, so können die Patienten weder den Anweisungen des Programms folgen noch beim Training adäquat einen Punkt fixieren.

Da die Erkrankten binokular, also mit beiden Augen gleichzeitig trainieren, sollte der Gesichtsfelddefekt annähernd kongruent sein. Ein monokulares Training wäre möglicherweise bei den Patienten sinnvoll, bei denen der Gesichtsfeldverlust des einen Auges stark von dem des anderen Auges abweicht. Es hat sich jedoch gezeigt, dass das binokulare Training dem monokularen Training überlegen und zudem weniger belastend ist (Gall und Kasten, 2007; Schmielau und Wong, 2007).

4.7 Kritische Betrachtung der Arbeit und Schlussfolgerung

Das Vision Trainer Programm ist das erste Restitutionstraining, das über das Internet durchgeführt werden kann. Zum Zeitpunkt der Auswertung der vorliegenden Daten hatten in Deutschland erst 30 Patienten an diesem Programm teilgenommen. Es wäre sicher empfehlenswert, im weiteren Verlauf eine größere Anzahl an Betroffenen zu erfassen, da eine Stichprobe von 26 Patienten sicher nicht repräsentativ für alle Erkrankten mit homonymen Gesichtsfelddefekten sein kann.

Weiterhin ist die Vergleichbarkeit der Patienten untereinander kritisch zu betrachten. Die Ursachen der Gesichtsfelddefekte waren zwar überwiegend Infarkte der A. cerebri posterior bzw. media, aber die Ausprägung der Läsionen sowie die damit einhergehenden Komorbiditäten waren bei den Patienten nicht

4 DISKUSSION

einheitlich. Des weiteren lagen nur bei der Hälfte der Patienten Zwischen- oder Abschlussbefunde identischer Perimeter vor, so dass ein prä - post Vergleich der Gesichtsfelder nur bei einem Teil dieser Stichprobe möglich war.

Aus diesen Gründen war es bei der Arbeit sehr wichtig, den genauen Verlauf des Trainings bei den einzelnen Patienten zu erfassen und auch den Erkrankten selbst die Möglichkeit zu geben, sich über einen evtl. Erfolg zu äußern.

Unter Berücksichtigung der deutlich positiven Ergebnisse in Hinblick auf den Trainingseffekt, den Gesichtsfeldzuwachs sowie die Verbesserung der Lebensqualität der betroffenen Patienten, ist die klinische Effektivität der telemedizinischen Verwendung des Vision Trainer Programms insgesamt als positiv zu bewerten.

5 ZUSAMMENFASSUNG

In den 90er Jahren wurde zur Restitution von Gesichtsfelddefekten ein automatisches senso - motorisches Training für das Lübecker Reaktionsperimeter (LRP) entwickelt. Aufgrund der Erfolge mit dem LRP entstand das Vision Trainer Programm, eine Software, die das Training zur Verkleinerung von Gesichtsfelddefekten über das Internet ermöglicht. Um die klinische Effektivität dieses Programms zu überprüfen, wurden die 26 Patienten ausgewertet, die im Zeitraum von 2003 - 2007 ein Training absolviert haben. Anhand von Patientenprofilen werden Patientendaten, Trainingsdaten sowie Trainingsverlauf und -erfolg dargestellt, tabellarisch zusammengefasst und ausgewertet. Die Veränderung der Treffer beim Training wird als Maß für die Wirksamkeit des Trainings statistisch mithilfe des Wilcoxon-Rangsummentests analysiert. Zusätzlich nahmen die Patienten an einer anonymen Umfrage mittels Fragebogen teil, auf dem sie ihre Erfahrungen mit dem Programm und Veränderungen durch die Therapie wiedergeben konnten.

Die Patienten waren im Mittel **55,3** ± 16 [15 - 83] Jahre alt und begannen das Training **62** ± 82 [2 - 364] Wochen nach Eintritt des Gesichtsfelddefekts. Sie absolvierten in einem Zeitraum von durchschnittlich **43** ± 30 [14 - 106] Wochen und **6** ± 4 [1 - 21] Trainingsabschnitten, **3,8** ± 1,5 [1 - 7] Trainingsdurchgänge (TDG) pro Woche bei insgesamt **148** ± 120 [38 - 440] Trainingsdurchgängen.

Bei 24 (92%) von 26 Patienten konnte aufgrund der Trainingsfortschritte der Schwierigkeitsgrad der Therapie sukzessive gesteigert werden, 20 (77%) Patienten konnten die Anzahl der Treffer im Training steigern. Der Wilcoxon - Rangsummentest bestätigt einen signifikanten Unterschied zwischen den Anfangs- und Endwerten beim Training zugunsten einer Zunahme der Treffer. Bei 12 (46%) Patienten lag eine vergleichbare perimetrische Vor- und Nachdiagnostik vor, davon zeigten zehn (80%) einen Gesichtsfeldzuwachs. Bei neun Patienten, bei denen die Untersuchung am LRP durchgeführt worden war, hatte das Gesichtsfeld um durchschnittlich **31,6%** ± 22 [2 - 69] zugenommen. Den

5 ZUSAMMENFASSUNG

Fragebogen beantworteten 20 (77%) der 26 Patienten. Davon gaben 16 (89%) an, dass ihnen das Vision Trainer Programm geholfen habe und sie das Training an andere Betroffene weiter empfehlen würden. 12 (60%) der 20 Patienten berichteten zusätzlich über Verbesserungen des Gedächtnisses und der Konzentrationsfähigkeit.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine teilweise Restitution von Gesichtsfelddefekten auch mit telemedizinischen Methoden möglich ist. Sie basiert, zumindest anteilsweise, auf neuroplastischen Prozessen des partiell geschädigten visuellen Kortex in Verbindung mit räumlich - selektiven Aufmerksamkeitsprozessen des fronto - parietalen Systems.

Aufgrund der Trainingsergebnisse und perimetrischen Befunde sowie der von den Patienten berichteten deutlichen Verbesserung der alltäglichen Leistungen, ist die klinische Effektivität des telemedizinischen Vision Trainer Programms positiv zu bewerten.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Balliet R., Blood, K. M. T., Bach-y-Rita, P.: Visual field rehabilitation in the cortically blind? J Neurol Neurosurg Psychiatry, 48: 1113 - 1124, 1985
- Bernhard, J., Lachenmayr, P., Vivell, M.O.: Perimetrie, Georg Thieme, Stuttgart, New York, 1992
- Brandt, T., Thie, A., Caplan, L.R., Hacke, W. : Infarkte im Versorgungsgebiet der A. cerebri posterior. Nervenarzt, 66: 267 - 274, 1995
- Burns, T.A., Hanley, W.J., Pietri, J.F., Welsh, E.C.: Spectacles for hemianopia; a clinical evaluation, Am J Ophthalmol., 35, 1489 - 1492, 1952
- Feldtmann, M.: Wie beeinflusst das Wetter die Hirnleistung?, in: Erster Doktorandentag, Focus MUL 24, 2007
- Feldtmann, M.: Einfluss des Wetters auf die Hirnleistung, Dissertation, Universität zu Lübeck, 2009 (in Bearbeitung)
- Gall, K., Kasten, E.: Kompensatorische und restitutive Methoden des Gesichtsfeldtrainings, J Neuropsychol., 4, 255 - 273, 2007
- Hebb, D.: The organization of behaviour. A neuropsychological theory, Erlbaum Books, Mahwah, New York, 2002, aus: Wikipedia.de /Hebbsche_Lernregel (3.12.08),
- Hennings, H., Ende-Henningsen, B.: Grundlagen der Plastizität des Nervensystems, in: Frommelt, P., Grötzbach, H., (Hrsg): Neurorehabilitation, 29 - 40, Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 1999
- Jähn, E., Willmann, M., Schmielau, F.: Vision Trainer: Neurorehabilitation via Internet: Die Geschichte einer Ausgründung, Focus MuL, 24/ 2, 2007
- Julkunen, L., Tenovuo, O., Jaaskelainen, S., Hamalainen, H: Rehabilitation of chronic post - stroke visual field defect with computer - assisted training: a clinical and neurophysiological study, Restor Neurol Neurosci., 24, 123 - 132, 2003
- Kasten, E., Strasburger, H., Sabel, B.A.: Programs for diagnosis and therapy of visual field deficits in vision rehabilitation, Spatial Vision, 10, 499 - 503, 1997
- Kasten, E.: Diagnose und Behandlung zerebraler Sehstörungen, Shaker, Aachen, 1999

6 LITERATURVERZEICHNIS

Kerkhoff, G., Münssinger, U., Meier, E.K.: Neurovisual rehabilitation in cerebral blindness, Arch Neurol, 51, 474 - 81, 1994

Kerkhoff, G., Neurovisual rehabilitation: recent developments and future directions, J Neurol Neurosurg Psychiatry, 68, 691 - 701, 2000

Kolominsky - Rabas, P.L., Heuschmann, P.U.: Incidence, etiology and long - term prognosis of Stroke, Fortschr Neurol Psychiatr, 70, 657 - 62, 2002

Kölmel, H.W.: Die homonymen Hemianopsien. Klinik und Pathophysiologie zentraler Sehstörungen, Springer, Berlin, 1988

Lane, A.R., Smith, D.T., Schenk, T.: Clinical treatment options for patients with homonymous visual field defects, Clin Ophthalmol, 2, 93 - 102, 2008

Mohr, J.P., Pessin, M.S.: Posterior cerebral artery, in: Barnett H.J., Mohr, J.P., Stein, B., Yatsu, F. M.: Stroke: Pathophysiology, diagnosis and management, 419 - 440, Churchill Livingstone, New York, 1992

Novavision.de/wirkungsweise/shtml (28.05.2008)

Pambakian, A.L., Mannan, S.K., Hodgson, T.L., Kennart, C.: Saccadic visual search training: a treatment for patients with homonymous hemianopia, J Neurol Neurosurg Psychiatry, 75 (10), 1443 - 1448, 2004

Paul, C.: Reha Sehtraining, Therapieleitfaden für Orthoptistinnen, Diagnostik und Therapie zerebraler Sehstörungen nach erworbenen Hirnschäden, Praefke, Ravensburg, 1995

Poeck, K., Hacke, W.: Neurologie, 7 - 15, Springer, Heidelberg, 2006

Poeppel, E., Brinkmann, R., von Cramon, D., Singer, W.: Association and dissociation of visual functions in a case of bilateral lobe infarction, Arch Psychiat Nervenkr, 225, 1 - 21, 1978

Poggel, D.A., Kasten, E., Müller-Oehring, E.M., Bunzenthal, U., Sabel, B.A.: Verbesserung residueller Sehfähigkeit bei Patienten mit homonymen Gesichtsfeldausfällen durch räumliche Aufmerksamkeit, Z Med Psychol, 14, 119 - 139, 2005

Poggel, D.A., Kasten, E., Sabel, B.A.: Attentional cueing improves vision restoration therapy in patients with visual field defects, Neurology, 63, 2069 - 76, 2004

Pschyrembel: Klinisches Wörterbuch, 670 - 71, de Gruyter, Berlin, 2002

6 LITERATURVERZEICHNIS

Reinhard, J., Schreiber, A., Sabel, B.A., Kasten, E., Schiefer, U., Kenkel, S., Vontheim, R., Trauzettel - Klosinski, S.: Does visual restitution training change absolute homonymous visual field defects? A fundus controlled study, *Br J Ophtalmol*, 89, 30 - 35, 2005

Schmielau, F.: Restitution bei hirnerkrankten Patienten: Effizienz lokalisationspezifischer sensorischer und sensomotorischer Rehabilitationsmaßnahmen, in P.Jacobi, *Psychologie in der Neurologie, Jahrbuch der Medizinischen Psychologie*, Springer, Berlin, 1989

Schmielau, F.: Telemedizinische Restitution von hemianopischen Gesichtsfelddefekten mit Vision Trainer, *Neurologie und Rehabilitation*, 13, 2007

Schmielau, F., Wong, E.K. Jr.: Recovery of visual fields in brain - lesioned patients by reaction perimetry treatment, *J Neuroeng Rehabil*, 16, 3, 2007

Schmielau, F., Edward, K., Wong, J.R., Holbe, F.: Neurovisual rehabilitation via the internet, in: *Telemedicine: Medicine and communication*, Buzug, T. M., Handels, H., Holz, D., Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York, 2001

Schweigart, G., Eysel, U.T.: Activity-dependent receptive field changes in the surround of adult cat visual cortex lesions, *Eur J Neurosci*, 15, 1585 - 1596, 2002

Sehbahn.de/site-sehbahn/deutsch/04dokt.htm#was (15.05.08)

Seidl, M.: Hemianopsie - Ergotherapeutische Behandlungsmöglichkeiten, *Besch Ther Reh*, 25, 195 - 229, 1986

Silbernagel, S., Despopulus, A.: *Taschenatlas der Physiologie*, 358 - 361, Thieme, Stuttgart, 2003

Spalton, D.J., Hitchings, R.A., Hunter, P.A., Tan, J.C.H.: *Atlas der Klinischen Ophthalmologie*, 13 - 18, Urban und Fischer, München, 2006

Spitzyna, G.A., Wise, R.J., Mcdonald, S.A., Plant, G.T., Kidd, D., Crewes, H., Leff, A. P.: Optokinetic therapy improves text reading in patients with hemianopic alexia: a controlled trial, *Neurology*, 68,1922 - 1930, 2007

Tiel - Wilck K.: Rückbildung homonymer Gesichtsfelddefekte nach Infarkten im Versorgungsgebiet der Arteria cerebri posterior, *Dissertation*, Freie Universität Berlin, 1991

Trepel, M.: *Neuroanatomie Struktur und Funktion*, 224 - 228, Urban und Fischer, München, 2004

6 LITERATURVERZEICHNIS

Wiesner, G., Grimm, J., Bittner, E.: Schlaganfall: Prävalenz, Inzidenz, Trend, Ost-West-Vergleich. Erste Ergebnisse aus dem Bundesgesundheitsurvey 1998, Gesundheitswesen, 61, 79 - 84, 1999

Zihl, J., von Cramon, D., Poeppel, E.: Rehabilitation bei Patienten mit postchiasmatischen Sehstörungen, Nervenarzt, 49, 101 - 111, 1978

7 ANHANG

7.1 Patientenprofile

7 ANHANG

Pat 1

*8/1939, m	
Defekt	Diffuser Gesichtsfeldausfall
Ursache	Septisch embolischer Kleinhirnfarkt nach Herz OP
Komorbidität	Retinale Probleme
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	52
Trainingsdauer (Wochen)	28
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Rodenstock Perimeter
Beschreibung	Diffuse Ausfälle in Q1, 2, 3, besonders im Randbereich
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	89
Probedurchgänge (PDG)	37
Echte Trainingsdurchläufe	52
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,1
Pausen: Anzahl	4
Dauer pro Pause (Wochen)	2 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	9
Einstellungsänderungen: Kontrast	3x
Reizgröße	3x
Bereich	1x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	8

Trainingsverlauf:

- Durchgehend hohe Trefferquoten (98% der TDG $TQ \geq 95\%$).
- Variabilität der Treffer hat ab TDG 25 abgenommen.
- Im arithmetischen Mittel fallen die Werte anfänglich von 340 ms ab auf 280 ms. Danach schwanken sie zwischen 300 - 400 ms. Bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades steigen die Werte leicht an.

Trainingserfolg:

- LRP Diagnostik nicht direkt vergleichbar, da Vordiagnostik mit anderen Parametern gemessen.
- Weiterhin Ausfälle bei beiden Augen.
- Subjektive Patientenempfindung: kein Effekt.

7 ANHANG

Pat 2

*3/1964, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Oligoastrozytom linke Hirnhälfte März 03
Komorbidität	Epilepsie
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	52
Trainingsdauer (Wochen)	52
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Keine
Beschreibung	Homonyme Hemianopsie in Q1, 4 leichte Einschränkung Q2, oberer Rand
Zwischendiagnostik	1 Monat nach Therapiebeginn
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	111
Probedurchgänge (PDG)	51
Echte Trainingsdurchläufe	60
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	1
Pausen: Anzahl	4
Dauer pro Pause (Wochen)	2 - 8
Dauer insgesamt (Wochen)	17
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	1

Trainingsverlauf:

- Reihenfolge der Trainingssitzungen nicht fortlaufend aufgelistet.
- Anfängliche Probleme mit Software und Computereinstellungen.
- Änderungen der Parameter nicht in der Akte nicht einsehbar.
- Sofortiger systematischer Trainingsbeginn nach einem Probedurchlauf.
- Konstante Trefferquote zwischen 50 - 70% mit wenigen Schwankungen.
- Die Treffer schwanken zu Beginn zwischen 490 - 675. Im weiteren Verlauf nehmen sie mit einigen Schwankungen deutlich ab auf 125 Treffer.
- Die Reaktionszeit, anfangs bei 395 ms, zeigt aber eine absteigende Tendenz auf 355 ms während der ersten 17 TDG. Es folgt ein leichter Aufwärtstrend in den folgenden 50 TDG bis 450 ms, danach fallen die Werte wieder (mindestens 370 ms). Insgesamt schwankende Werte.
- Leichter Anstieg des Medians.

Trainingserfolg:

- Keine abschließende LRP Diagnostik, daher kein direkter Vergleich möglich.
- Verbesserung der trainierten Gesichtshälfte nach vier Monaten.

7 ANHANG

Pat 3

*1/1939, m	
Defekt	Partielle homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Infarkt der A. c. posterior links nach Arrhythmia absoluta bei Vorhofflimmern März 2004
Komorbidität	KHK, Diabetes mellitus
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	16
Trainingsdauer (Wochen)	22
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	LRP SKT
Beschreibung	Partielle homonyme Hemianopsie Schwerpunkt rechter oberer Quadrant 1
Zwischendiagnostik	IMP (LRP)
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	106
Probedurchgänge (PDG)	0
Echte Trainingsdurchläufe	106
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	5,3
Pausen: Anzahl	0
Dauer pro Pause (Wochen)	0
Dauer insgesamt (Wochen)	0
Einstellungsänderungen: Kontrast	4x
Reizgröße	1x
Bereich	1x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	6

Trainingsverlauf:

- Sehr regelmäßige Trainingsdurchgänge.
- Steigerung der Treffer in den ersten sechs Trainingsdurchgängen von 69% auf $\geq 90\%$.
- Konstant hohe Trefferquote $\geq 90\%$, leichte Verschlechterung bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades.
- Verkürzung während des ersten Monats auf Min. 401 ms, danach Anstieg auf max. 525 ms.

Trainingserfolg:

- Die Trefferquote hat sich im Vergleich zur Vordiagnostik von 49% auf 72% verbessert
- Der Defekt in der rechten Gesichtsfeldhälfte hat sich erheblich zurückgebildet, was von der Augenärztin bestätigt werden konnte.
- Der Patient ist laut DOG Richtlinie wieder verkehrsfähig.
- Patient gibt an, den Erfolg schwer einschätzen zu können.

7 ANHANG

Pat 4

*10/1963, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	Infarkt der A. c. posterior rechts
Komorbidität	Nicht bekannt
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	2
Trainingsdauer (Wochen)	14
Diagnostik : IMP(Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter
Beschreibung	Ausfall Q2, leichte Einschränkungen in Q3
Zwischendiagnostik	Extern
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	46
Probendurchgänge (PDG)	8
Echte Trainingsdurchläufe	38
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,7
Pausen: Anzahl	2
Dauer pro Pause (Wochen)	1
Dauer insgesamt (Wochen)	2
Einstellungsänderungen: Kontrast	3x
Reizgröße	0x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	3

Trainingsverlauf:

- Generell hohe Trefferquoten nach anfänglicher Gewöhnungsphase (14 TDG), Schwankungen bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades.
- Die Treffer steigen während der ersten 15 TDG von 150 auf > 700 an, bleiben in den folgenden 8 TDG konstant hoch und fallen dann auf 250 Treffer ab.
- Konstant niedrige Reaktionszeiten (max. 431 ms).
- Sehr kritischer und wissbegieriger Patient.
- Abbruch bereits nach 48 TDG, keine Begründung in den Akten vermerkt.

Trainingserfolg:

- Der Patient hat subjektiv eine Besserung empfunden.
- Laut Zwischendiagnostik beim Augenarzt konnte jedoch keine Erweiterung des Gesichtsfeldes festgestellt werden.

7 ANHANG

Pat 5

*8/1965, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Operation eines arteriovenösen Hämangioms links okzipital
Komorbidität	Sensomotorische Schwäche rechts mit funktionellen Defiziten
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	32
Trainingsdauer (Wochen)	26
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Keine
Beschreibung	Fast vollständiger Ausfall Q1, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	95
Probedurchgänge (PDG)	15
Echte Trainingsdurchläufe	80
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	7
Dauer insgesamt (Wochen)	7
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	0x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	0

Trainingsverlauf:

- Generell konstantes Trainingsverhalten.
- Konstant mittlere Trefferquote um 60%, leichte Schwankungen.
- Kontinuierlich ansteigende Treffer in den ersten 25 TDG (min. 186, max. 294), danach überwiegend konstant (225 - 250).
- Abnehmende Reaktionszeit in den ersten 25 TDG um ca. 50 ms, im weiteren Verlauf wieder ansteigend.

Trainingserfolg:

- Generell Verbesserung des Gesichtsfeldbereichs während des ersten Trainingsabschnittes.
- Fehlende Vergleichsdiagnostik.

7 ANHANG

Pat 6

*8/1991, m	
Defekt	Partielle Hemianopsie nach links
Ursache	Operation eines Kraniopharyngeoms in Hypophysennähe
Komorbidität	Panhypopituitarismus
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	184
Trainingsdauer (Wochen)	14
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Augenarzt)
Beschreibung	Laterale Skotomfelder in Q2, 3
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	38
Probedurchgänge (PDG)	1
Echte Trainingsdurchläufe	37
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,1
Pausen: Anzahl	3
Dauer pro Pause	2
Dauer insgesamt (Wochen)	6
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	0x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	0

Trainingsverlauf:

- Generell schwankende Werte.
- Schwankende eher niedrige Trefferzahlen (im Mittel 350 ms).
- Anstieg der Trefferquote in den ersten 20 TDG (von ca. 50% auf 75%), danach schwankend, deutlicher Abfall auf anfängliche Werte.
- Hohe Reaktionszeiten mit steigender Tendenz (min. 484 ms, max. 606 ms).

Trainingserfolg:

- Keine IMP Diagnostik und nur 38 TDG mit Pausen, daher Beurteilung schwierig.
- Kein Erfolg nachweisbar.

7 ANHANG

Pat 7

*5/1956, m	
Defekt	Inkomplette Hemianopsie nach rechts
Ursache	A. c. media Infarkt links, Subduralhämatom, entzündlicher Entmarkungserkrankung unklarer Genese
Komorbidität	Gedächtnisstörung
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	28
Trainingsdauer (Wochen)	44
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	LRP (SKT)
Beschreibung	Inkomplette Hemianopsie nach rechts, besonders Q1, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	82
Probedurchgänge (PDG)	6
Echte Trainingsdurchläufe	76
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	1,7
Pausen: Anzahl	3
Dauer pro Pause (Wochen)	3 - 14
Dauer insgesamt (Wochen)	27
Einstellungsänderungen: Kontrast	7x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	8

Trainingsverlauf:

- Sukzessive Steigerung des Schwierigkeitsgrades.
- Generell sehr hohe Trefferquoten (96% der TDG \geq 97%).
- Treffer immer \geq 90% (nicht in PDG).
- Im arithmetischen Mittel lassen sich die Veränderungen der Trainingsparameter nachvollziehen, bei Verkleinerung des Testpunktes steigt die Reaktionszeit leicht an.

Trainingserfolg:

- Im Vergleich zur Vordiagnostik leichte Verbesserung des Gesichtsfeldes.
- Der therapierte Gesichtsfeldbereich konnte in die Peripherie verlagert werden.

7 ANHANG

Pat 8

*4/1962, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links, Sehstörungen im Bereich der rechten Gesichtsfeldhälfte
Ursache	Infarkt der A. c. posterior nach operativer Entfernung einer arteriovenösen Malformation
Komorbidität	Depression
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	18
Trainingsdauer (Wochen)	106
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Augenarzt)
Beschreibung	Quadrantenausfall Q3
Zwischendiagnostik	LRP 7 Monate nach Trainingsbeginn
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	560
Probedurchgänge (PDG)	120
Echte Trainingsdurchläufe	440
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	4
Pausen: Anzahl	5
Dauer pro Pause (Wochen)	2 - 38
Dauer insgesamt (Wochen)	68
Einstellungsänderungen: Kontrast	1x
Reizgröße	2x
Bereich	0x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	4

Trainingsverlauf:

- Die Patientin hat während der ersten fünf Monate überdurchschnittlich viele TDG pro Tag absolviert (bis zu 20 TDG).
- Teilweise sehr lange Pausen.
- Die Treffer waren insbesondere während der ersten 6 Monate niedrig (max. 250), sie konnten erst mit Verlagerung des Trainingsbereiches auf ≥ 300 Treffer gesteigert werden.
- Die Trefferquote lag überwiegend bei mittleren Werten zwischen 60 - 70%.
- Die Reaktionszeit sank während der ersten 50 TDG von ca. 600 ms auf 250 ms, stieg dann im weiteren Verlauf wieder an. Insgesamt konnte die Reaktionszeit leicht verbessert werden.

Trainingserfolg:

- Subjektiv konnte die Patientin keine Verbesserung feststellen.
- Anhand der erzielten Trainingsergebnisse kann kein signifikanter Fortschritt festgestellt werden (aufgrund von Depressionen Motivationsprobleme).

7 ANHANG

Pat 9

*2/1945, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	Tumorentfernung im rechten Hinterhorn mit anschließender Strahlentherapie
Komorbidität	Epilepsie
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	136
Trainingsdauer (Wochen)	30
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	LRP (SKT)
Beschreibung	Kompletter Ausfall Q2, 3, leichte Ausfälle im Randbereich von Q1, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	104
Probedurchgänge (PDG)	16
Echte Trainingsdurchläufe	92
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3,1
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	1
Dauer insgesamt (Wochen)	7
Einstellungsänderungen: Kontrast	3x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	4

Trainingsverlauf:

- Anstieg der Treffer von anfänglich ca. 120 auf ≥ 500 während der ersten 50 TDG, im weiteren Verlauf schwankend, weiterhin ansteigende Tendenz mit max. 701 Treffern.
- Steigende Trefferquoten in den ersten 30 TDG von 45% auf 85%, anschließend konstant hohe Trefferquoten $\geq 90\%$.
- Insgesamt hohe Reaktionszeiten (zwischen 400 - 600 ms), möglicherweise durch Antiepileptika bedingt.
- Deutlicher Anstieg im arithmetischen Mittel bis max. 600 ms während der ersten 10 TDG, danach wieder leicht fallend auf Reaktionszeiten von 470 bis 500 ms.

Trainingserfolg:

- beim Vergleich von Vor- und Nachdiagnostik deutlicher Zuwachs der Größe der linken Gesichtsfeldhälfte bei beiden Augen.
- Insgesamt Verlangsamung der Reaktionszeiten.

7 ANHANG

Pat 10

*1/1956, m	
Defekt	Homonyme Quadrantenanopsie nach links
Ursache	Operation eines Glioblastoms in der rechten Hirnhälfte
Komorbidität	Trochlearisparese rechts
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	40
Trainingsdauer (Wochen)	22
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Perimeter (Augenarzt)
Beschreibung	Homonyme Quadrantenanopsie Q3
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	57
Probedurchgänge (PDG)	0
Echte Trainingsdurchläufe	57 (100%)
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,7
Pausen: Anzahl	2
Dauer pro Pause (Wochen)	2 - 2 1/2
Dauer insgesamt (Wochen)	4 1/2
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	0x
Bereich	1x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	1

Trainingsverlauf:

- Parametereinstellungen nur unvollständig in Akte vermerkt.
- Hohe Trefferzahlen während der ersten 20 TDG ($90\% \geq 600$), dann schwankend mit absteigender Tendenz während der nächsten 20 TDG auf Werte zwischen 400 - 500, ab dem 40. TDG wieder ≥ 600 .
- Hohe Trefferquoten in den ersten 20 TDG ($\geq 90\%$), dann Abfall der Werte auf ca. 85%, ab TDG 33 wieder konstant ansteigend.
- Anstieg der Reaktionszeit in den ersten 35 TDG auf max. 565 ms, dann Verkürzung auf Werte zwischen 400 - 500 ms. Nach Änderung des Trainingsbereichs ab TDG 52 Werte unter 300 ms.

Trainingserfolg:

- Treffer und Trefferquoten konnten leicht verbessert werden, die Reaktionszeit hat sich insgesamt verkürzt.
- Da keine Zwischen- oder Abschlussdiagnostik gemacht wurde, ist die Beurteilung des Gesichtsfeldes schwierig.

7 ANHANG

Pat 11

*4/1953, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Hirnfarkt links (nicht näher beschrieben)
Komorbidität	Eingeschränkte Feinmotorik der rechten Hand
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	12
Trainingsdauer (Wochen)	16
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Novavision)
Beschreibung	Inkompletter homonymer Gesichtsfeldausfall nach rechts, besonders in Q4 keilförmiger Ausfallbereich im Trainingsdurchlauf
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	68
Probedurchgänge (PDG)	1
Echte Trainingsdurchläufe	67
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	4,2
Pausen: Anzahl	2
Dauer pro Pause (Wochen)	3
Dauer insgesamt (Wochen)	6
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	1

Trainingsverlauf:

- Kontinuierliche Zunahme der Treffer von 450 auf 700.
- Steigerung der Trefferquote von ca. 80% auf $\geq 95\%$ in den letzten 13 TDG trotz Verkleinerung des Testpunktes auf $0,5^\circ$.
- Zunahme der Reaktionszeit in den ersten 40 TDG von ≤ 400 ms auf ≥ 500 ms, dann deutlicher Abfall auf ≤ 350 ms.

Trainingserfolg:

- relativ komplette Wiederherstellung des Gesichtsfeldes.
- Erhöhte Reaktionsgeschwindigkeit.

7 ANHANG

Pat 12

*8/1943, m	
Defekt	Hemianopsie beidseits
Ursache	Intrazerebrale Blutung rechts okzipital
Komorbidität	Feuchte Macula Degeneration
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	16
Trainingsdauer (Wochen)	60
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Perimeter (Universität Kiel)
Beschreibung	Inkomplette Hemianopsie überwiegend links in Q1, 2, Einschränkungen im Randbereich der rechten Gesichtsfeldhälfte
Zwischendiagnostik	keine
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	361
Probedurchgänge (PDG)	48
Echte Trainingsdurchläufe	313 (87%)
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	5,4
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	1
Dauer insgesamt (Wochen)	1
Einstellungsänderungen: Kontrast	5x
Reizgröße	4x
Bereich	2x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	12

Trainingsverlauf:

- Die ersten 2 Monate nur Probedurchgänge wegen technischer Probleme.
- Insgesamt sehr hohes Leistungsniveau.
- Anhand der Treffer konnten Trainingsanpassungen nachvollzogen werden, leichter Abfall der Treffer von 720 auf 690 bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades.
- Die Trefferquote liegt durchgehend $\geq 95\%$, kaum Schwankungen.
- Die Reaktionszeit erhöhte sich während der ersten 50 TDG von min. 270 ms auf 384 ms, zeigt leichte Schwankungen bei Erschwerung der Trainingsbedingungen und pendelt sich in den letzten 50 TDG auf Werte zwischen 340 - 400 ms ein.

Trainingserfolg:

- Erhebliche Fortschritte in selektiver räumlicher Aufmerksamkeit.
- Zugewinne an Treffern in den jeweiligen Trainingsarealen der linken Gesichtsfeldhälfte.
- Verkürzung der Reaktionszeiten.
- Bei dem Vergleich von Vor- und Abschlussdiagnostik zeigt sich eine erhebliche Zunahme des Gesichtsfeldes, die subjektive Empfindung des Patienten bestätigte diesen Befund.
- Weitgehende Wiederherstellung der Größe des linken Gesichtsfeldes beider Augen.
- Die Leistungsfähigkeit der restituierten Gesichtsfeldhälfte ist jedoch reduziert, es zeigen sich noch deutliche Defizite in Q3 im Vergleich zum oberen linken Quadranten (insbesondere bei geringem Kontrast).

7 ANHANG

Pat 13

*12/1930, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Linkshirnige Ischämie mit leichtgradiger Hemiparese
Komorbidität	Leichte Verlangsamung mit leichten Aufmerksamkeitsdefiziten
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	44
Trainingsdauer (Wochen)	80
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Perimeter (Octopus)
Beschreibung	Inkongruente inkomplette homonyme Hemianopsie nach rechts, nach oben deutlich eingeschränktes Gesichtsfeld der linken Gesichtsfeldhälfte
Zwischendiagnostik	IMP (LRP), Tübinger RP
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	431
Probendurchgänge (PDG)	8
Echte Trainingsdurchläufe	423
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	5,3
Pausen: Anzahl	4
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	8
Einstellungsänderungen: Kontrast	5x
Reizgröße	3x
Bereich	1x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	10

Trainingsverlauf:

- Sehr regelmäßige Trainingssitzungen.
- Die Treffer konnten kontinuierlich gesteigert werden auf ≥ 700 , mehr Variabilität nach Erhöhung des Schwierigkeitsgrades (Verkleinerung des Testpunktes), aber weiterhin sehr hohes Niveau.
- Deutliche Steigerung der Trefferquote innerhalb der ersten 50 TDG von durchschnittlich 65% auf $\geq 90\%$, anschließend konstant hohe Werte meist $\geq 95\%$.
- Die Reaktionszeit ist allgemein niedrig (300 - 400 ms), insgesamt kann aber eine leichte Erhöhung festgestellt werden.

Trainingserfolg:

- Bei der Nachdiagnostik im IMP konnte eine deutliche Vergrößerung der Gesichtsfeldgröße festgestellt werden.
- leichte Zunahme der Größe des binokularen Formerkennungsgesichtsfeldes in drei Quadranten.
- Im Vergleich zur Eingansdiagnostik konnte die Trefferquote um 12% gesteigert werden, die Reaktionszeit hat sich insgesamt um ca. 100 ms verkürzt.

7 ANHANG

Pat 14

*3/1944, m	
Defekt	Zentralverschluss des rechten Auges (Vorerkrankung), Ausfall des zentralen Gesichtsfeldes im linken Auge
Ursache	2 Hirninfarkte
Komorbidität	Reduzierte Helligkeit beider Augen
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	44
Trainingsdauer (Wochen)	62
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Keine
Beschreibung	Rechtes Auge: zentrales knopfgroßes Restgesichtsfeld Linkes Auge: Ausfälle v.a. im Randbereich von Q1, 2, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	259
Probedurchgänge (PDG)	30
Echte Trainingsdurchläufe	229
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3,7
Pausen: Anzahl	8
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 4
Dauer insgesamt (Wochen)	20
Einstellungsänderungen: Kontrast	2x
Reizgröße	2x
Bereich	3x
Laufrichtung	3x
Einstellungsänderungen insgesamt	10

Trainingsverlauf:

- In 42 von 62 Wochen regelmäßiges Training.
- Sukzessive Steigerung des Schwierigkeitsgrades mit immer kleineren und dunkleren Reizen.
- Schwankende Treffer während der ersten 25 TDG (zwischen 125 - 725), dann zunehmend stabilere Leistung auf sehr hohem Niveau (fast immer ca. 700)
- Nach anfänglichen Schwankungen durchgehend $\geq 90\%$, auch bei Erschwerung der Trainingsbedingungen.
- Tendenziell Verkürzung der Reaktionszeiten während der ersten 71 TDG, dann leichte Erhöhung bei dunklerem Reiz.
- Insgesamt ist eine leichte Reaktionsverlängerung zu beobachten.

Trainingserfolg:

- Das Gesichtsfeld des linken Auges hat leicht zugenommen auf fast die gesamte linke Gesichtsfeldhälfte und einen kleinen Teil der rechten Gesichtsfeldhälfte.
- Das Gesichtsfeld des rechten Auges ist auf einen zentralen Bereich geschrumpft, die Sehschärfe des rechten Auges hat dagegen zugenommen.
- Laut Patientin haben sich die Lesefähigkeit und die Orientierung verbessert, Zugewinn an Selbstständigkeit.

7 ANHANG

Pat 15

*11/1973, m	
Defekt	Partielle homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	Ependymom (OP) in der rechten Hirnhälfte
Komorbidität	Sehschwäche, Hornhautkrümmung
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	26
Trainingsdauer (Wochen)	22
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (nur rechtes Auge) Klinikum Plan am See
Beschreibung	Homonyme Hemianopsie besonders in Q2, 3, leichte Einschränkungen oberer Rand Q1
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP, Tübinger Perimeter)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	120
Probedurchgänge (PDG)	8
Echte Trainingsdurchläufe	112
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	5
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	3
Dauer insgesamt (Wochen)	3
Einstellungsänderungen: Kontrast	2x
Reizgröße	1x
Bereich	1x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	4

Trainingsverlauf:

- Sehr regelmäßiges Training.
- Anfängliche Steigerung der Treffer von 475 auf 625, im weiteren Verlauf leichte Schwankungen zwischen 500 - 700 Treffern.
- Die Trefferquote zeigt eine zunehmende Tendenz und kann insgesamt von 85% auf $\geq 90\%$ gesteigert werden. Leichte Schwankungen bei Verringerung des Kontrasts.
- Die Reaktionszeit nimmt zu Beginn des Trainings von 425 ms auf 390 ms ab, steigt aber nach ca. 35 TDG wieder an auf Werte zwischen 400 - 500 ms.

Trainingserfolg:

- Bei der Abschlussdiagnostik ist eine deutliche Zunahme des Gesichtsfeldes in der linken Gesichtsfeldhälfte erkennbar.
- Der linke untere Quadrant (Q3) ist vollständig restituiert, es bestehen weiterhin Einschränkungen im linken oberen Quadrant (Q2).
- Verbesserung des Formerkennungsvermögens, im Vergleich zur rechten Gesichtsfeldhälfte jedoch reduziert. Die Empfehlung, das Training mit einem anderen Schwerpunktbereich fortzuführen, wurde nicht umgesetzt.

7 ANHANG

Pat 16

*5/1928, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	A. c. posterior Infarkt rechts
Komorbidität	Beginnender grauer Star
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	11
Trainingsdauer (Wochen)	51
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Perimeter (Octopus)
Beschreibung	Homonyme Hemianopsie in Q2, 3 Leichte Einschränkungen oberer Rand Q1
Zwischendiagnostik	LRP nach 24 Wochen
Abschlussdiagnostik	IMP (LRP)

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	311
Probedurchgänge (PDG)	7
Echte Trainingsdurchläufe	304
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	5,9
Pausen: Anzahl	3
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	5
Einstellungsänderungen: Kontrast	7x
Reizgröße	6x
Bereich	1x
Laufrichtung	3x
Einstellungsänderungen insgesamt	17

Trainingsverlauf:

- Sehr regelmäßiges Training.
- Sukzessive Steigerung der Trainingsparameter.
- Generell lässt sich sowohl anhand der Treffer, Trefferquoten als auch der Reaktionszeiten die Erhöhung des Schwierigkeitsgrades nachvollziehen (leichter Anstieg der Reaktionszeit, Reduzierung der Treffer und Trefferquoten).
- Die Treffer schwanken zwischen min.390 und max. 679.
- Die Trefferquote konnte insgesamt gesteigert werden mit Werten zwischen 80 - 95%
- Im arithmetischen Mittel hat die Reaktionszeit insgesamt leicht zugenommen, sie schwankt zwischen 340 ms - 440 ms.
- Initial wurde zunächst die zentrale Gesichtsfeldhälfte, danach der zentrale Teil des linken oberen Quadranten und schließlich der zentrale Teil des linken unteren Quadranten trainiert.

Trainingserfolg:

- Sowohl die monokulare als auch die binokulare Vermessung des Gesichtsfeldes dokumentieren einen Zuwachs an Gesichtsfeld.
- Beim rechten Auge und beim beidäugigen Sehen hat überwiegend der linke untere Quadrant profitiert.
- Beim linken Auge besteht ein maximaler Trainingseffekt im oberen Gesichtsfeldbereich.
- Das gezielte Training der Gesichtsfeldperipherie führte zu einem teilweisen Rückgang bereits erreichter Zugewinne im Gesichtsfeldbereich um den horizontalen Meridian.
- Die Empfehlung zu weiterem Training des zentralen Gesichtsfeldes wurde nicht umgesetzt.

7 ANHANG

Pat 17

*5/1966, w	
Defekt	Partielle homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	Mediainfarkt rechts
Komorbidität	Spastische Hemiparese links
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	240
Trainingsdauer (Wochen)	81
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Keine
Beschreibung	Homonyme Hemianopsie besonders in Q2, 3, leichte Einschränkungen oberer Rand Q1, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	270
Probedurchgänge (PDG)	41
Echte Trainingsdurchläufe	229
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2,8
Pausen: Anzahl	3
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 20
Dauer insgesamt (Wochen)	22
Einstellungsänderungen: Kontrast	7x
Reizgröße	10x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	17

Trainingsverlauf:

- Zu Beginn Schwierigkeiten mit dem Computer.
- Eine fünfmonatige Pause, ansonsten regelmäßiges Training.
- Sukzessive Steigerung des Schwierigkeitsgrades.
- Schwankende Treffer mit insgesamt deutlicher Steigerung von anfänglich 525 auf ≥ 700 .
- Verbesserung der Trefferquote von ursprünglich 85% auf $\geq 90\%$.
- Zu Beginn des Trainings deutliche Verlangsamung der Reaktionszeiten, Schwankungen bei Änderungen der Trainingsbedingungen, insgesamt Anstieg von ca. 350 ms auf ≥ 400 ms.

Trainingserfolg:

- Fehlende Vergleichsdiagnostik.
- Insgesamt erfolgreiches Training mit konstant hohem Leistungsniveau auch bei erschwerten Bedingungen.

7 ANHANG

Pat 18

*11/1936, w	
Defekt	Hochgradige Visusminderung mit fast vollständiger Erblindung
Ursache	Hypoxische Enzephalopathie bei Ertrinkungsunfall mit Reanimation
Komorbidität	Bilaterale symmetrische Striatumnekrosen und folgend blandes Parkinsonoid
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	23
Trainingsdauer (Wochen)	96
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Augenarzt)
Beschreibung	Diffuse Schädigung des Gesichtsfeldes im parafovalen Bereich sowie in der Peripherie (Q2, 3)
Zwischendiagnostik	Nach 52 Wochen (LRP, Tübinger Perimeter)
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	364
Probedurchgänge (PDG)	19
Echte Trainingsdurchläufe	345
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3,6
Pausen: Anzahl	6
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	10
Einstellungsänderungen: Kontrast	6x
Reizgröße	15x
Bereich	4x
Laufrichtung	1x
Einstellungsänderungen insgesamt	26

Trainingsverlauf:

- Sehr regelmäßiges Trainingsverhalten über einen langen Zeitraum.
- Sukzessive Steigerung der Trainingsbedingungen.
- Insgesamt Leistungen auf hohem Niveau.
- Nach Beginn des Trainings, rasche Zunahme der Treffer auf Werte um 700, leichte Schwankungen bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades, Abfall gegen Ende auf 635.
- Steigerung der Trefferquote von anfänglich 60% auf 95%, anschließend Werte $\geq 90\%$ bis zur Umkehrung des Kontrastes (HG: „weiß“, TP: „schwarz“), danach Abfall auf durchschnittlich 84%.
- Zu Beginn Verkürzung der Reaktionszeiten, anschließend leichter Anstieg bei Änderung der Trainingsbedingungen. Insgesamt Verlängerung der Reaktionszeiten von anfänglich konstanten Werten ≤ 400 ms auf durchgängig Werte ≥ 400 ms.
- Deutlicher Leistungsabfall während der letzten drei Monate (Patientin wartet auf ein neues Programm zur Verbesserung der Formerkennung, hat keine Motivation mehr).

Trainingserfolg:

- Die Patientin konnte ihre Leistung sukzessive steigern.
- Bei der Zwischendiagnostik im IMP konnten jedoch noch erhebliche Ausfälle festgestellt werden, besonders im unteren Gesichtsfeld, so dass der Trainingsbereich umgestellt wurde.
- Fehlende Abschlussdiagnostik zum direkten Vergleich.

7 ANHANG

Pat 19

*11/1949, m	
Defekt	Komplette homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	A. c. posterior Infarkt rechts
Komorbidität	Nicht bekannt
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	108
Trainingsdauer (Wochen)	96
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP
extern	Einzelfeldanalyse rechts (am PC)
Beschreibung	Homonyme Quadrantenanopsie in Q2 und besonders in Q3
Zwischendiagnostik	IMP (LRP)
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	217
Probedurchgänge (PDG)	22
Echte Trainingsdurchläufe	195
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	2
Pausen: Anzahl	12
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	43
Einstellungsänderungen: Kontrast	2x
Reizgröße	1x
Bereich	1x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	4

Trainingsverlauf:

- Der Patient hatte erst zwei Jahre mit Disketten trainiert, was zu einer deutlichen Verbesserung des zerebralen Sehvermögens geführt hatte.
- Nach anfänglicher Steigerung der Treffer auf ≥ 600 während der ersten 20 TDG Abfall der Werte nach Reduzierung des Kontrasts auf ca. 400 mit großen Schwankungen insbesondere während der letzten TDG.
- Deutliche Steigerung der Trefferquote in den ersten 15 TDG von 66% auf $\geq 90\%$,
- Danach schwankend zwischen 80% - 90%.
- Zunehmend schwächere Leistung seit dem 90. TDG, während der letzten Sitzungen Trefferquoten zwischen 40 - 70%.
- Die Reaktionszeit verbesserte sich anfangs von ca. 450 ms auf 370 ms, danach ansteigende Tendenz mit großen Schwankungen bis zum Schluss.

Trainingserfolg:

- Insgesamt Abfall der Leistung mit dem Vision Trainer Programm via Internet.
- Fehlende Abschlussdiagnostik zum direkten Vergleich.

7 ANHANG

Pat 20

*4/1934, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	A. c. posterior Infarkt rechts
Komorbidität	Fundus arterioscleroticus beidseits
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	19
Trainingsdauer (Wochen)	16
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Humphrey Systems)
Beschreibung	Kompletter Gesichtsfeldausfall in Q2, 3
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	140
Probedurchgänge (PDG)	28
Echte Trainingsdurchläufe	112
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	7
Pausen: Anzahl	Keine
Dauer pro Pause (Wochen)	0
Dauer insgesamt (Wochen)	0
Einstellungsänderungen: Kontrast	0x
Reizgröße	0x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	0

Trainingsverlauf:

- Insgesamt sehr regelmäßiges Training.
- Steigerung der Treffer während der ersten 50 Trainingsdurchgänge von ca. 270 auf 600, anschließend starke Schwankungen mit absteigender Tendenz mit Werten zwischen 400 - 600 Treffern.
- Die Trefferquote steigt anfänglich von 40- 50% auf > 60%, im weiteren Verlauf schwankend zwischen 60 - 75% mit leicht ansteigender Tendenz.
- Im arithmetischen Mittel zeigt sich anfangs eine Verkürzung der Reaktionszeit von 570 ms auf 393 ms, dann ein Anstieg auf Werte bis 510 ms, im weiteren Verlauf sehr schwankend mit Werten zwischen 300 - 500 ms.

Trainingserfolg:

- Der Patient konnte die Trefferquote leicht verbessern, jedoch keine konstanten Leistungen erzielen, daher konnten die Trainingsparameter nicht gesteigert werden.
- Der gesehene Monitorbereich zeigt eine Vergrößerung des Gesichtsfeldes.
- Aufgrund fehlender Diagnostik ist eine vergleichende Beurteilung schwierig.
- Der Patient trainiert noch weiter.

7 ANHANG

Pat 21

*3/1940, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	Intrazerebrale Blutung
Komorbidität	Instabile Fixation bei Augenbewegungen, reduzierte Aufmerksamkeits- und Reaktionsfähigkeit, visuomotorische Assoziationsschwäche
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	18
Trainingsdauer (Wochen)	31
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	LRP,
extern	Perimeter (Humphrey Systems)
Beschreibung	Gesichtsfeldausfall von Q4 und Randbereichen von Q1
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	125
Probedurchgänge (PDG)	16
Echte Trainingsdurchläufe	99
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3,1
Pausen: Anzahl	8
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 3
Dauer insgesamt (Wochen)	14
Einstellungsänderungen: Kontrast	1x
Reizgröße	2x
Bereich	1x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	4

Trainingsverlauf:

- Die Patientin hat das Training häufig unterbrochen, u.a. aufgrund technischer Probleme.
- Die Treffer schwanken stark während der ersten 58 Trainingsdurchgänge mit max. 727 und min. 122 Treffern. Im weiteren Verlauf sind die Werte konstant mit leicht ansteigender Tendenz zwischen 500 - 650 Treffern.
- Die Trefferquote zeigt große Schwankungen während der ersten 58 Trainingsdurchgänge mit Werten zwischen 50 - 95%, anschließend weitgehend konstant mit leicht steigender Tendenz bis > 80%
- Die Reaktionszeiten variieren während der ersten 58 Trainingsdurchgänge zwischen 350 - 500 ms, pendeln sich dann auf Werte zwischen 400 - 450 ms ein.

Trainingserfolg:

- Nach anfänglichen Schwankungen zeigt sich ein stetiger Verlauf mit leicht ansteigender Tendenz der Werte.
- Die Reaktionszeit ist insgesamt leicht angestiegen.

7 ANHANG

Pat 22

*12/1947, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	A. c. posterior Infarkt links
Komorbidität	Glaukom, leichte Konzentrationsschwäche
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	19
Trainingsdauer (Wochen)	93
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Augenarzt (nicht in der Akte)
Beschreibung	Homonyme Hemianopsie in Q1, 4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	102
Probedurchgänge (PDG)	2
Echte Trainingsdurchläufe	100
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	1,1
Pausen: Anzahl	18
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 10
Dauer insgesamt (Wochen)	44
Einstellungsänderungen: Kontrast	5x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	6

Trainingsverlauf:

- Sehr viele Pausen und unregelmäßiges Training.
- Die Treffer zeigen zu Beginn starke Schwankungen mit Werten zwischen 120 - 700, dann zwischen 300 - 450. Verbesserung der Leistung bei Erniedrigung des Schwierigkeitsgrades.
- Die Trefferquote stabilisiert sich nach anfänglich großen Schwankungen auf 85 - 95%. Bei Erhöhung des Schwierigkeitsgrades fällt sie auf 45 - 55% und schwankt im weiteren Verlauf mit absteigender Tendenz.
- Die Reaktionszeit variiert stark mit leicht absteigender Tendenz während der ersten 50 Trainingsdurchgänge und wieder leicht ansteigender Tendenz in der zweiten Trainingshälfte.

Trainingserfolg:

- Insgesamt ist keine Verbesserung der Leistung zu erkennen. Auffällig ist jedoch, dass sich die sehr schwankenden Werte stabilisierten, wenn der Patient über einen Zeitraum regelmäßig trainierte.
- Da keine perimetrischen Nachuntersuchungen in der Akte zu finden sind, ist eine Beurteilung über einen eventuellen Zuwachs des Gesichtsfeldes schwierig.

7 ANHANG

Pat 23

*5/1946, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	Intrazerebrale Blutung (rechte Hirnhälfte)
Komorbidität	Reaktions- und Aufmerksamkeitsdefizit
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	364
Trainingsdauer (Wochen)	17
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Augenarzt)
Beschreibung	Gesichtsfeldausfall in Q2, 3
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	140
Probedurchgänge (PDG)	23
Echte Trainingsdurchläufe	117
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	6,9
Pausen: Anzahl	3
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 2
Dauer insgesamt (Wochen)	4
Einstellungsänderungen: Kontrast	2x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	3

Trainingsverlauf:

- Sehr konstantes Trainingsverhalten mit fast täglichen Übungssitzungen.
- Der Patient hat bereits mehrere Sehtrainings während der letzten Jahre absolviert, daher wurden die Trainingsparameter zu Beginn direkt auf einen hohen Schwierigkeitsgrad eingestellt (Testpunkt 0,5°, „grau“).
- Zu Beginn des Trainings lagen sowohl die Treffer als auch die Trefferquote niedrig bei 150 bzw. 25 - 35%. Die Reaktionszeit verlangsamte sich von 510 auf 580 ms.
- Durch Vergrößerung des Testpunktes auf 1° und sukzessive Verstärkung des Kontrasts zeigte sich eine deutliche Verbesserung der Trefferzahlen auf > 500 und der Trefferquote auf bis zu 65%. Im weiteren Verlauf schwankten die Treffer stark mit Werten zwischen 150 - 700. Die Trefferquote variierte ebenfalls stark, zeigte aber eine leicht ansteigende Tendenz mit max. 85%, während der letzten 20 TDG jedoch wieder einen Abfalls auf ca. 70%.
- Im arithmetischen Mittel ist aufgrund sehr starker Schwankungen während des gesamten Trainingszeitraumes kein eindeutiger Trend erkennbar. Insgesamt lagen während der letzten 50 Trainingsdurchgänge jedoch deutlich mehr Werte unter 500 ms als während der ersten Trainingshälfte.

Trainingserfolg:

- Aufgrund der sehr schwankenden Leistungen konnte der Schwierigkeitsgrad nicht gesteigert werden, eine Verbesserung der Werte konnte erst durch Vereinfachung der Trainingsparameter erzielt werden.
- Da keine IMP Diagnostik gemacht wurde, ist eine Beurteilung über einen eventuellen Gesichtsfeldzuwachs schwierig.

7 ANHANG

Pat 24

*1/1938, m	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	A. c. posterior Infarkt links
Komorbidität	Nicht bekannt
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	38
Trainingsdauer (Wochen)	18
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Humphrey Systems)
Beschreibung	Gesichtsfeldausfall in Q4, Randbereiche Q1
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	81
Probedurchgänge (PDG)	9
Echte Trainingsdurchläufe	72
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	4
Pausen: Anzahl	2
Dauer pro Pause (Wochen)	1 - 2
Dauer insgesamt (Wochen)	3
Einstellungsänderungen: Kontrast	4x
Reizgröße	3x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	7

Trainingsverlauf:

- Der Patient trainiert sehr regelmäßig auf hohem Niveau.
- Die Veränderungen der Trainingsparameter lassen sich anhand der Werte nachvollziehen.
- Die Treffer liegen zu Beginn sehr hoch zwischen 700 - 750. Bei sukzessiver Steigerung des Schwierigkeitsgrades fallen sie auf 400 und zeigen dann Schwankungen mit ansteigender Tendenz. Während der letzten 20 Trainingsdurchgänge liegen 90% der Werte > 600.
- Die Trefferquote ist zu Beginn sehr hoch (95%) und fällt mit steigendem Schwierigkeitsgrad auf 60% während der ersten Trainingshälfte. Im weiteren Verlauf steigt sie kontinuierlich auf > 95% in den letzten 20 Trainingssitzungen.
- Die Reaktionszeit fällt in der Anfangsphase von 475 ms auf 350 ms, verlangsamt sich jedoch bei Änderungen der Trainingsparameter auf 460 ms. In der folgenden Trainingszeit sinkt sie langsam wieder auf Werte < 400 ms bis zu erneuter Reduzierung des Kontrasts und Verkleinerung des Testpunktes.

Trainingserfolg:

- Die Trainingsbedingungen konnten sukzessive gesteigert werden.
- Der Patient konnte trotz erschwerter Bedingungen ein hohes Leistungsniveau aufrecht erhalten. Der Patient trainiert noch weiter.

7 ANHANG

Pat 25

*9/1968, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach links
Ursache	A. c. posterior Infarkt rechts
Komorbidität	Hemiparese rechts
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	46
Trainingsdauer (Wochen)	14
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Octopus)
Beschreibung	Ausfall in Q1 und oberer Bereich Q4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	62
Probedurchgänge (PDG)	4
Echte Trainingsdurchläufe	58
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	4,1
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	2
Dauer insgesamt (Wochen)	2
Einstellungsänderungen: Kontrast	2x
Reizgröße	1x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	3

Trainingsverlauf:

- Die Patientin trainiert sehr regelmäßig auf hohem Niveau.
- Nach anfänglichen Schwankungen konstant hohes Niveau mit Treffern zwischen 700 - 750.
- Nach Verkleinerung der Reizgröße schwanken die Werte zwischen 400 - 750, stabilisieren sich aber wieder während der letzten 20 Trainingsdurchgänge auf 675 - 750 Treffer.
- Die Trefferquote liegt während des gesamten Trainingszeitraumes auf einem sehr hohen Niveau zwischen 85 - 95%.
- Die Reaktionszeit sinkt in den ersten 20 Trainingssitzungen von 500 ms auf 320 ms ab, sie steigt bei Veränderung der Trainingsparameter wieder an auf Werte zwischen 375 - 450 ms.

Trainingserfolg:

- Die Trainingsbedingungen konnten sukzessive gesteigert werden.
- Insgesamt war das Trainingsniveau recht hoch mit leichten Schwankungen bei Erhöhungen des Schwierigkeitsgrades.

7 ANHANG

Pat 26

*11/1930, w	
Defekt	Homonyme Hemianopsie nach rechts
Ursache	A. c. posterior /media Infarkt links
Komorbidität	Gedächtnis- und Konzentrationsschwäche
Posttraumatisches Intervall (Wochen)	34
Trainingsdauer (Wochen)	14
Diagnostik : IMP (Inst. Med. Psychologie)	Keine
extern	Perimeter (Humphrey Systems)
Beschreibung	Quadrantenausfall Q1, obere Hälfte von Q4
Zwischendiagnostik	Keine
Abschlussdiagnostik	Keine

Trainingsdaten:

Trainingsdurchgänge (TDG) insgesamt	47
Probedurchgänge (PDG)	5
Echte Trainingsdurchläufe	42
Trainingsdurchgänge pro Woche (ohne PDG)	3
Pausen: Anzahl	1
Dauer pro Pause (Wochen)	2
Dauer insgesamt (Wochen)	2
Einstellungsänderungen: Kontrast	4x
Reizgröße	3x
Bereich	0x
Laufrichtung	0x
Einstellungsänderungen insgesamt	7

Trainingsverlauf:

- Die Patientin trainiert sehr regelmäßig auf hohem Niveau.
- Die Treffer steigen während der ersten 25 Trainingsdurchgänge deutlich von 645 auf > 700 an, es kommt zu leichten Schwankungen bei Erschwerung der Bedingungen. In den folgenden 20 Trainingseinheiten liegen die Werte konstant hoch zwischen 700 - 750. Bei erneuter Veränderung der Trainingsparameter fallen sie während der letzten sechs TDG auf ca. 550 ab.
- Die Trefferquote liegt überwiegend sehr hoch > 90%, in den letzten zehn Sitzungen kommt es zu Schwankungen mit einem Abfall auf 65%.
- Im arithmetischen Mittel sinkt die Reaktionszeit zu Beginn von 350 ms auf 310 ms ab und steigt dann bis zum 20. TDG kontinuierlich an auf 450 ms. Im weiteren Verlauf verkürzen sich die Werte erneut auf 390 ms, während der letzten Trainingsdurchgänge schwankt die Reaktionszeit.

Trainingserfolg:

- Die Trainingsparameter konnten sukzessive gesteigert werden, die Patientin hat jedoch einen Leistungseinbruch während der letzten Trainingssitzungen.
- Der Korrespondenz in der Akte ist zu entnehmen, dass die Patientin verunsichert ist und deprimiert über den bisherigen Verlauf ihres Trainings. Sie trainiert noch weiter.

7.2 Tabellen

Tabelle 1: Patientendaten

Pat. Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Ort der Läsion	Art der Läsion	Art der Schädigung	PI (Wochen)	echte TDG
1	1	69	3	1	4	52	52
2	1	41	2	3	1	52	60
3	1	65	2	1	1	16	106
4	1	42	1	1	1	2	38
5	2	39	2	3	1	32	80
6	1	15	1	3	3	184	37
7	1	50	2	1	1	28	76
8	2	43	1	1	1	18	440
9	2	50	1	3	1	136	88
10	1	48	1	3	1	40	57
11	2	51	2	1	1	12	67
12	1	61	3	2	1	16	313
13	1	73	2	1	1	44	423
14	1	50	3	1	4	44	229
15	1	32	1	3	1	26	112
16	1	77	1	1	1	51	304
17	2	39	1	1	1	240	229
18	2	81	3	4	4	23	345
19	1	56	1	1	1	108	195
20	1	83	1	1	1	19	112
21	2	67	2	2	1	18	99
22	1	59	2	1	1	19	100
23	1	61	1	2	1	364	117
24	1	69	2	1	1	38	72
25	2	39	1	1	1	46	58
26	2	77	2	1	1	34	42

1 = m
 2 = w
 1 = links
 2 = rechts
 3 = bilateral
 1 = Infarkt
 2 = Blutung
 3 = Tumor
 4 = andere
 1 = Hemianopsie
 2 = Quadrantenanopsie
 3 = Skotom
 4 = diffus
 PI = Posttraumatisches Intervall
echte TDG = Trainingsdurchgänge - Probedurchgänge
gelb: perimetrisch nachgewiesener Gesichtsfeldzuwachs
orange: perimetrisch konnte keine Verbesserung festgestellt werden

Tabelle 2: Patientendaten: Diagnostik

Pat.	Vordiagnostik	Zwischendiagnostik	Abschlussdiagnostik	GFE
1	1	3	3	3
2	1	1	3	1
3	1	1	1	1
4	2	3	3	3
5	1	3	3	3
6	2	3	3	3
7	1	2	1	1
8	2	1	3	2
9	1	2	1	1
10	1	3	3	3
11	1	3	3	3
12	1	2	1	1
13	1	1	1	1
14	1	2	1	1
15	2	2	1	1
16	1	1	1	1
17	1	3	3	3
18	2	1	2	2
19	1	1	3	1
20	2	3	3	3
21	1	3	3	3
22	2	3	3	3
23	2	3	3	3
24	2	3	3	3
25	2	3	3	3
26	2	3	3	3

Vor-, Nach-, Abschlussdiagnostik:

1 = LRP, 2 = extern, 3 = keine

Gesichtsfeldzuwachs (GFE):

1 = nachgewiesen, 2 = nicht nachgewiesen, 3 = nicht beurteilbar

gelb: perimetrisch nachgewiesener Gesichtsfeldzuwachs**orange:** perimetrisch konnte keine Verbesserung festgestellt werden

Tabelle 2a: Treffer und Gesichtsfeldzuwachs der Patienten bei Vergleich der am LRP erhobenen perimetrischen Befunde

Pat. Nr.	Vordiagnostik	Zwischendiagnostik	Abschlussdiagnostik	Zuwachs
	Anzahl der Treffer in %			
2	22	27		5
3	2,5		55	52,5
7	62		84	22
9	9		51	42
12	21		90	69
13	9		40	31
14	51		53	2
16	16		30	14
19	7	54		47
			Arithmetisches Mittel	31,6
			Standardabweichung	22,8
			Median	31

Darstellung der Ergebnisse derjenigen Patienten, bei denen mindestens zwei vergleichbare Untersuchungen am LRP durchgeführt wurden (Eingangs- und Zwischen- oder Abschlussdiagnostik)

Tabelle 3: Trainingsdaten 1

Patient Nr.	PI (Wo)	TD (Wo)	TDG gesamt	PDG gesamt	PDG in %	echte TDG*	echte TDG in %	TDG pro Woche**
1	52	28	89	37	41,6	52	58,4	2,1
2	52	52	111	51	46	60	54	4
3	16	22	106	0	0	106	100	5,3
4	2	14	46	8	17,3	38	82,7	2,7
5	32	26	95	15	15,8	80	84,2	3
6	184	14	38	1	2,6	37	97,4	2,1
7	28	44	82	6	7,3	76	92,7	1,7
8	18	106	560	120	21,4	440	78,6	4
9	136	30	104	16	15,4	88	84,6	3,1
10	40	22	57	0	0	57	100	2,7
11	12	16	68	1	1,5	67	98,5	4,2
12	16	60	361	48	13,2	313	86,7	5,4
13	44	80	431	8	1,9	423	98,1	5,3
14	44	62	259	30	11,6	229	88,4	3,7
15	26	22	120	8	6,7	112	93	5
16	11	51	311	7	2,3	304	97,7	5,9
17	240	81	270	41	15,2	229	84,8	2,8
18	23	96	364	19	5,2	345	94,8	3,6
19	108	96	217	22	10,1	195	89,9	2
20	19	16	140	28	20	112	80	7
21	18	31	125	16	12,8	99	79,2	3,1
22	19	93	102	2	1,9	100	98	1,1
23	364	17	140	23	16,4	117	83,6	6,9
24	38	18	81	9	11,1	72	88,9	4
25	46	14	62	4	6,5	58	93,5	4,1
26	34	14	47	5	10,6	42	89,4	3
Arithmetisches Mittel	62,39	43,27	168,69	20,19	12,09	148,12	87,58	3,76
Standardabweichung	83,35	30,36	134,14	24,77	11,70	119,51	11,19	1,51
Median	33	21	68	12	10,85	99,5	89,15	3,65

PI = Posttraumatisches Intervall
 TD = Trainingsdauer

TDG = Trainingsdurchgänge (> 50 Treffer)
 PDG = Probedurchgänge (< 50 Treffer)

Wo = Wochen

* = ohne PDG

** = durchschnittlich

Tabelle 4: Trainingsdaten 2: Pausen

Patient Nr.	Pausen (Anzahl)	Dauer pro Pause (Wo)	Dauer insgesamt (Wo)
1	4	2-3	9
2	4	2-8	17
3	0	0	0
4	2	1	2
5	1	7	7
6	3	1-4	6
7	3	3-14	27
8	5	2-38	68
9	1	1	7
10	2	2-21/2	4,5
11	2	3	6
12	1	1	1
13	4	1-3	8
14	8	1-4	20
15	1	3	3
16	3	1-3	4
17	3	1-20	22
18	6	1-3	9,5
19	12	1-3	43
20	0	0	0
21	8	1-3	14
22	18	1-10	44
23	3	1-2	4
24	2	1-11/2	2,5
25	1	2	2
26	1	1 1/2	1,5
Arithmetisches Mittel	3,77		12,77
Standardabweichung	3,94		16,12

Tabelle 5: Trainingsdaten 3: Anzahl der Veränderungen der Parametereinstellungen

Patient Nr.	Kontrast	Reizgröße	Bereich	Laufrichtung	Einst. insg.	TA
1	3	3	1	1	8	7
2	0	1	0	0	1	4
3	4	1	1	0	6	8
4	3	0	0	0	3	3
5	0	0	0	0	0	6
6	0	0	0	0	0	1
7	7	1	0	0	8	9
8	1	2	0	1	4	5
9	3	1	0	0	4	4
10	0	0	1	0	1	2
11	0	1	0	0	1	3
12	5	4	2	1	12	4
13	5	3	1	1	10	9
14	2	2	3	3	10	8
15	2	1	1	0	4	4
16	7	6	1	3	17	9
17	7	10	0	0	17	12
18	6	15	4	1	26	21
19	2	1	1	0	4	6
20	0	0	0	0	0	1
21	1	2	1	0	4	3
22	5	1	0	0	6	5
23	2	1	0	0	3	3
24	4	3	0	0	7	5
25	2	1	0	0	3	3
26	4	3	0	0	7	5
Arithmetisches Mittel	2,89	2,43	0,65	0,43	6,39	5,8
Standardabweichung	2,31	3,3	1	0,84	6,03	4,1
Median	2,5	1	0	0	4	5

Einst. Insg. = Anzahl der insgesamt vorgenommenen Änderungen der Parametereinstellungen

TA = Trainingsabschnitte

Tabelle 6: Trainingsdaten 4: Trainingsverlauf und Trainingserfolg

Pat. Nr.	Trefferzahlen	Trefferquote	Reaktionszeit	TR	GFE
1	1	1	3	4	8
2	2	2	2	5	6
3	1	1	3	4	6
4	1	1	2	4	8
5	1	2	3	5	8
6	2	2	2	4	8
7	1	1	2	5	6
8	1	2	3	5	7
9	1	1	1	4	6
10	1	1	2	4	8
11	1	1	2	4	8
12	1	1	1	4	6
13	1	1	1	4	6
14	1	1	3	5	6
15	1	1	3	4	6
16	2	1	1	4	6
17	1	1	1	5	8
18	1	1	1	5	7
19	2	1	3	5	6
20	1	1	3	4	8
21	1	1	1	5	8
22	2	2	3	5	8
23	2	1	2	4	8
24	1	1	3	4	8
25	1	1	3	4	8
26	1	1	3	4	8

Trefferzahlen (TZ), Trefferquote (TQ), Reaktionszeit (RZ):

1 = insgesamt Anstieg oder konstant hoch (TZ > 500, TQ > 70%, RZ > 450 ms)

2 = insgesamt Abfall oder konstant niedrig (TZ < 500, TQ < 70%, RZ < 450 ms)

3 = Abfall der Reaktionszeit mit nachfolgendem Anstieg

TR = Trainingsregelmäßigkeit:

4 = regelmäßiges Training: max. 4 Pausen von jeweils max. 4 Wochen Dauer

5 = kein regelmäßiges Training

GFE = Gesichtsfelderweiterung:

6 = diagnostisch nachgewiesen (LRP oder extern)

7 = konnte diagnostisch nicht nachgewiesen werden

8 = es wurde keine Zwischen- oder Abschlussdiagnostik gemacht

Tabellen 7 - 11: Trainingsdaten 4: Trainingsverlauf und Trainingserfolg

Tab. 7 Treffer

	Anzahl	in Prozent %
1	20	77
2	6	23

Tab. 8 Trefferquoten

	Anzahl	in Prozent %
1	21	81
2	5	19

Tab. 9 Reaktionszeiten

	RZ	in Prozent %
1	7	27
2	7	27
3	12	46

Tab. 10 Trainingsregelmäßigkeit

	Anzahl	in Prozent %
4	16	62
5	10	38

Tab. 11 Gesichtsfelderweiterung

	Anzahl	in Prozent %
6	10	38
7	2	8
8	14	54

Trefferzahlen (TZ), Trefferquote (TQ), Reaktionszeit (RZ):

1 = insgesamt Anstieg oder konstant hoch (TZ > 500, TQ > 70%, RZ > 450 ms)

2 = insgesamt Abfall oder konstant niedrig (TZ < 500, TQ < 70%, RZ < 450 ms)

3 = Abfall der Reaktionszeit mit nachfolgendem Anstieg

TR = Trainingsregelmäßigkeit:

4 = regelmäßiges Training: max. 4 Pausen von jeweils max. 4 Wochen Dauer

5 = kein regelmäßiges Training

GFE = Gesichtsfelderweiterung:

6 = diagnostisch nachgewiesen (LRP oder extern)

7 = konnte diagnostisch nicht nachgewiesen werden

8 = es wurde keine Zwischen- oder Abschlussdiagnostik gemacht

Tabellen 12 - 15: Auswertung der Fragebögen

Tab. 12

Antwort	Anzahl	in Prozent %
ja	16	80
nein	2	10
wenig	2	10

Frage 1: Hat das Training geholfen?

Tab. 13

Patient	Minuten
1	20
2	30
3	30
4	45
5	60
6	60
7	47,5
8	60
9	45
10	45
11	60
12	25
13	50
14	55
15	75
16	60
17	52,5
18	40
19	60
20	60
Arithmeth. Mittel	49
Standardabweichung	14,22
Median	51,25

Frage 2: Wie lange dauert eine Trainingssitzung?

Tab. 14

Antwort	Anzahl	in Prozent %
ja	12	60
nein	4	20
nicht beurteilbar	4	20

Frage 3: Verbesserung des Gedächtnisses oder der Konzentrationsfähigkeit?

Tab. 15

Antwort	Anzahl	in Prozent %
ja	11	55
nein	5	25
nicht beurteilbar	4	20

Frage 4: Verbesserung beim Gehen, Lesen oder bei der Orientierung?

Tabellen 16 - 18: Auswertung der Fragebögen

Tab.16

Antwort	Anzahl	in Prozent %
gut	5	25
anstrengend	4	20
langweilig	1	5
keine Aussage gemacht	10	50
technische Probleme	8	40

Frage 5: Wie empfanden Sie das Training am Computer?

Tab. 17

Antwort	Anzahl	in Prozent %
ja	10	50
nein	4	20
unterschiedlich	4	20
keine Aussage	2	10

Frage 6: Haben Sie gerne trainiert?

Tab. 18

Antwort	Anzahl	in Prozent %
ja	16	80
nein	1	5
nur bedingt	3	15

Frage 7: Würden Sie das Programm an andere Betroffene weiterempfehlen?

Tabelle 19: Statistik: Wilcoxon - Rangsummentest

Pat. Nr.	A	B	C	D	Delta	Rang
1	739	733	-71	662	-77	3
2	591	389	-20	369	-222	11
3	294	697	81	778	484	20
4	294	351	69	420	126	8
5	186	261	95	356	170	10
6	379	263	0	263	-106	7
7	746	727	436	1163	417	17
8	308	265	-33	232	-76	2
9	548	664	727	1391	843	25
10	604	706	-6	700	96	5
11	161	704	-7	697	536	21
12	124	612	-93	519	395	16
13	217	718	67	785	568	22
14	160	738	334	1072	912	26
15	284	685	378	1045	761	24
16	678	466	534	1000	322	15
17	641	715	28	743	102	6
18	674	634	123	757	83	4
19	213	169	-439	-270	-483	19
20	323	514	0	514	282	14
21	727	591	291	882	155	9
22	713	481	490	971	258	12
23	158	465	172	637	479	18
24	697	717	241	958	261	13
25	149	715	58	733	584	23
26	647	712	6	718	71	1

T = 42

T' = 309

A = Treffer bei Trainingsbeginn**B** = Treffer bei Trainingsende**C** = Summe der Unterschiede zwischen den Treffern am Ende und zu Beginn eines Intervalls gleicher Trainingsbedingungen (Delta = (B + C) - A)**D** = Absolutbetrag der Treffer (B + C)**Delta** = Differenz zwischen Anfangs- und Gesamtergebnis**Rang** = Rangplatz

8 DANKSAGUNG

Danken möchte ich an dieser Stelle all den Menschen, die mich bei der Erstellung dieser Arbeit unterstützt haben.

Prof. Dr. Dr. Dr. Schmielau, meinem Doktorvater, für das interessante Thema, die uneingeschränkte Unterstützung und kompetente Betreuung meiner Arbeit sowie für die vielen Stunden, die er sich für mich Zeit genommen hat

Allen Mitarbeitern des Instituts für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation, wo ich sehr freundlich aufgenommen wurde und mich immer willkommen gefühlt habe

Anke Wilhoeft für die vielen guten Ratschläge und unzählige Hilfeleistungen bei der Organisation und technischen Umsetzung dieser Arbeit

Norman Scheel für sehr viel Geduld und kompetenten technischen Beistand am Computer, ohne den ich verzweifelt wäre

Silke Großkopf für die freundliche und hilfsbereite Unterstützung bei der Datenerhebung

Karen Rüger für durchdachte und produktive Vorschläge für die Statistik

Prof. Dr. Erich Kasten für die Hilfsbereitschaft und die konstruktive Kritik an meiner Arbeit

Dr. Reinhard Eder für den unermüdlichen menschlichen und kulinarischen Beistand

8 DANKSAGUNG

Meiner Mutter für das Korrekturlesen und Zuhören

Meinem Vater für die vielen interessierten Anrufe und für sein Vertrauen in mich

Meiner Freundin Inge, die es immer wieder geschafft hat, mich zu motivieren und konstruktive Lösungsvorschläge für alle Probleme hatte

Meinem Freund Christoph, der immer für mich da war

Meinen Geschwistern und allen Freunden, die mir mit Rat und Tat zur Seite standen

9 LEBENSLAUF

Britta Leykam

Geburtsdatum: 18.03.1984

Geburtsort: Bremen

Staatsangehörigkeit: Deutsch

Familienstand: Ledig



Studium

Seit Okt. 2003: Medizinstudium an der Universität zu Lübeck

Aug. 2005: 1.Staatsexamen

Sept. 2007 -

Jan. 2009: Dissertation am Institut für Medizinische Psychologie und spezielle Neurorehabilitation

Famulaturen:

März 2008: Zwei Wochen Dermatologie in der Asklepios Klinik St. Georg in Hamburg

Sept. 2007: Vier Wochen Gastroenterologie in der Rudolphstiftung Wien

März 2007: Vier Wochen Anästhesie im Centre Hospitalier Régional de Caen in Frankreich

Okt. 2006: Zwei Wochen Dermatologie im Centre Hospitalier Régional de Caen in Frankreich

März 2006: Vier Wochen Kardiologie im Klinikum Osnabrück

Schulische Laufbahn

1994 - 2003: Ökumenisches Gymnasium zu Bremen

1990 - 1994: Grundschule Oberneuland zu Bremen

Auslandsaufenthalte:

März - Juni 2009: PJ - Tertial Chirurgie im Hôpital Riviera in Montreux (Schweiz)

Aug. 2006 -

März 2007: Auslandssemester an der Université de Caen (Frankreich)

Jan. - Dez. 2000: „High - School - Year“ an der Kew - High - School
in Melbourne (Australien)

Fremdsprachen

Englisch und Französisch fließend

Lübeck, 29.01.09