



HEIDELBERGER RETINA TOMOGRAPHIE

Soweit in diesem Kontext personenbezogene Bezeichnungen nur in weiblicher oder nur in männlicher Form angeführt sind, beziehen sie sich generell auf Frauen und Männer in gleicher Weise.

Für den Inhalt verantwortlich: Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger,
A-1031 Wien, Kundmangasse 21, Tel. +43.171132-3616,
e-mail: ewg@hvb.sozvers.at

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	2
2	Kurzbericht	3
3	Fragestellung	5
4	Methodik	6
5	Hintergrund - Definition	7
5.1	Glaukom	7
5.2	Epidemiologie des Glaukoms	7
5.3	Was ist HRT?	8
6	Untersuchungsparameter für die Glaukomuntersuchung/ Begriffserklärung	9
7	Leitlinien (AWMF)	12
7.1	Primäres Offenwinkelglaukom	12
7.2	Frühkindliches Glaukom	14
8	HTA Bericht der University of York (CRD)	17
9	Ergebnisse der Pubmed Suche	20
10	Zusammenfassung	43

2 Kurzbericht

Glaukom (Grüner Star) ist eine Erkrankung des Sehnervs, bei der ein kontinuierlicher **Verlust von Nervenfasern** erfolgt, was am Sehnervenkopf bzw. an der Austrittsstelle des Sehnervs (Papille) bei fortgeschrittenem Krankheitsverlauf als zunehmende Aushöhlung (Exkavation) sichtbar wird. Als Folge entstehen charakteristische Gesichtsfeldausfälle (Skotome) und im Extremfall eine Erblindung des Auges. Als wichtigster Risikofaktor wird ein zu **hoher Augeninnendruck** angesehen.

Die Prävalenz des **POWG (primäres Offenwinkelglaukom)** beträgt in der Bevölkerung europäischer Herkunft ab dem 40. Lebensjahr 2,42 % (AWMF Leitlinien). Die Inzidenz des **kindlichem Glaukom** beträgt in den USA (Minnesota) 2,29 pro 100.000 Einwohner unter 20 Jahren über eine 40-Jahresperiode (Apono et al. 2010).

Die **Heidelberger Retina-Tomographie (HRT)** ist ein Laser-gestütztes, bildgebendes Untersuchungsverfahren (Konfokale Lasermikroskopie) der Netzhaut. Es dient unter anderen der Glaukom-Früherkennung.

Ziel der Therapie des Glaukoms ist das Hintanhaltende der Nervenschädigung durch medikamentöse Senkung des Augeninnendrucks oder durch operative Erweiterung eines zu engen Kammerwinkels zur Abflusserleichterung des Kammerwassers. Je früher die Diagnostik, desto weniger fortgeschritten ist die Nervenschädigung.

Zur Standarddiagnostik zählen neben der Anamnese die Inspektion der Augen, die Sehschärfenbestimmung, die Spaltlampenuntersuchung der vorderen und mittleren Augenabschnitte und die Tonometrie (Augendruckmessung). (AWMF Leitlinien).

Weiterführend sind die Untersuchung des zentralen Augenhintergrundes, die schwellenbestimmende Perimetrie (Gesichtsfeldmessung), ggf. kinetische Perimetrie, die Gonioskopie (Kammerwinkeluntersuchung), und die Tonometrie zu verschiedenen Tageszeiten. (AWMF Leitlinien).

Nicht routinemäßig einzusetzende, aber eventuell in bestimmten Fällen sinnvolle weitere Untersuchungen sind die Papillenfotografie¹ zur Verlaufskontrolle, die Fotografie der retinalen (Retina = Netzhaut) Nervenfaserschicht, die Papillenmorphometrie (Formvermessung der Papille) zur Verlaufskontrolle, die Messung der zentralen Hornhautdicke. (AWMF Leitlinien).

Die klinische Relevanz zahlreicher weiterer Verfahren **wird noch diskutiert**, z.B. Nervenfaserpolarimetrie (GDx - Vermessung der Nervenfaserschicht), Optische Kohärenz Tomographie (OCT; Tomografie des Augenhintergrundes), Frequency-Doubling- Perimetry (FDT, Gesichtsfelduntersuchung), Blau-Gelb-Perimetrie (SWAP,

¹ Die Papille ist die schalenförmige Vertiefung, die das Sehnervenbündel am Netzhautansatz im Auge bildet. Auf der Papille selbst befinden sich keine Lichtrezeptoren, daher wird über Projektion auf die Papille beim Sehen ein blinder Fleck im Gesichtsfeld erzeugt

genauere Gesichtsfeldmessung mit Lichtreiz). (AWMF Leitlinien).

Aktuelle Daten (Glaucoma Imaging Studie, HTA Bericht der University of York) legen nahe, dass die Perimetrie **nicht** durch HRT oder GDx (laser diagnostic glaucoma scanning system) ersetzt werden kann, da wenig Übereinstimmung bei den Ergebnissen der drei verglichenen Techniken herrscht. Eine Annahme dazu ist, dass die unterschiedlichen Methoden der Untersuchung jeweils andere Veränderungen bei verschiedenen Glaukomarten entdecken können, wofür jedoch weitere Forschung notwendig wäre.

Um HRT oder GDx als Anwendung der Telemedizin zu verwenden (also in Trennung der Untersuchung und der Auswertung bzw. Befundung) bieten beide Methoden zu wenig Information für den Befunder. Eine komplette Untersuchung eines Glaukopatienten erfordert auch eine stereoskopische Untersuchung der Nerven mit wahrheitsgetreuer Farbwiedergabe. Diese Untersuchung ist notwendig um Veränderungen wie Blutungen oder Blässe am Netzhautnervenrand, beides sehr wichtige Entdeckungen bei Glaukom, sehen zu können. Derartige Alterationen können mit HRT oder GDx nicht erkannt werden.

Die Ergebnisse der Glaucoma Imaging Studie zeigen, dass trotz der digitalen Bildergebnisse guter Qualität bei HRT und bei GDx die Untersuchungsergebnisse wenig zu einer klinischen Glaukomdiagnose beitragen können, aber zusätzliche signifikante Kosten verursachen.

Aus Sicht der Evidenzstufen für diagnostische Anwendungen (nach Fryback) zeigen sich derzeit gute Ergebnisse für die HRT bei Stufe 1 und 2 (technische Qualität und diagnostische Genauigkeit), aber wenig überzeugende Hinweise auf den Stufen 3-6, für den diagnostischen oder therapeutischen Impact, den Patienten relevanten Nutzen und den Nutzen aus gesellschaftlicher Sicht.

Für eine Verlaufskontrolle mittels HRT bei Patienten mit bereits operiertem frühkindlichem Glaukom wurde keine Quelle gefunden. Das frühkindliche Glaukom ist selten und kann daher eine Ausnahmesituation bedingen. Entsprechende Gründe für die regelmäßige Kontrolle per HRT müssten individuell argumentiert werden und sind aus der Literatur vermutlich nur schwer bis gar nicht zu generieren.

3 Fragestellung

Welchen diagnostischen Nutzen hat die Heidelberger Retinatomographie für die primäre Früh- und die Verlaufsdagnostik von Glaukom und frühkindlichem Glaukom?

Patienten: mit Glaukom(verdacht), mit frühkindlichem Glaukom

Intervention: HRT

Control: Standarddiagnostik mit Sehschärfenbestimmung, Spaltlampenuntersuchung der vorderen und mittleren Augenabschnitte und Tonometrie als Referenz; GDx (laser diagnostic glaucoma scanning system) als Kontrolle

Outcome: diagnostische Evidenzlevel nach Fryback¹ (technische Qualität, diagnostische Genauigkeit, diagnostischer Impact, therapeutischer Impact, Patienten relevanter Nutzen, Nutzen aus gesellschaftlicher Sicht)

4 Methodik

Suche nach Reviews und Guidelines

Keywords: HRT, Heidelberger retina tomography/ tomografy, glaukoma/glaucoma diagnostic, glaucoma in childhood, child glaucoma

In Pubmed, G-I-N, AWMF, DARE

Suchergebnisse:

1 AWMF Guideline zum Glaukommanagement

1 AWMF Guideline zum frühkindlichen Glaukom

1 HTA Bericht aus 2005 zum Vergleich Heidelberger Retina Tomograph mit Laserdiagnostik-Scanner Systemen bei der Glaukomdiagnostik

488 Ergebnisse der Pubmedsuche, davon 89 inkludiert, 399 exkludiert (aufgrund anderer Krankheitsbilder als Glaukom, Fallstudien, technische Details, ethnische Gruppenvergleiche)

5 Hintergrund - Definition

5.1 Glaukom

Glaukom (Grüner Star) ist eine Erkrankung des Sehnervs, bei der ein kontinuierlicher Verlust von Nervenfasern erfolgt, was am Sehnervenkopf bzw. an der Austrittsstelle des Sehnervs (Papille) bei fortgeschrittenem Krankheitsverlauf als zunehmende Aushöhlung (Exkavation) sichtbar wird. Als Folge entstehen charakteristische Gesichtsfeldausfälle (Skotome) und im Extremfall eine Erblindung des Auges. Als wichtigster Risikofaktor wird ein zu hoher Augeninnendruck angesehen².

Nach anatomischen Kriterien lassen sich *Offenwinkel*- und *Engwinkel*-Glaukome unterscheiden. Diese Bezeichnungen beziehen sich auf den Winkel zwischen Hornhaurückfläche und Irisvorderfläche. Im Kammerwinkel befindet sich das sogenannte Trabekelwerk, durch das das Kammerwasser das Auge verlässt. Offenwinkelglaukome sind weit häufiger und verlaufen meist chronisch und unbemerkt, während die selteneren Engwinkelglaukome zum schmerzhaften *Glaukomanfall* führen können, bei dem unbehandelt innerhalb kurzer Zeit eine akute Erblindung droht. Die Gesichtsfeldausfälle beim Offenwinkelglaukom machen sich oft erst spät bemerkbar, weil sie außerhalb der Mitte beginnen und die Ausfälle durch den Seheindruck des anderen Auges überdeckt werden³.

Das Glaukom ist eine der häufigsten Erblindungsursachen, sowohl in Industriestaaten als auch in Entwicklungsländern⁴.

5.2 Epidemiologie des Glaukoms

Die Prävalenz des **POWG (primäres Offenwinkelglaukom)** beträgt in der Bevölkerung europäischer Herkunft ab dem 40. Lebensjahr 2,42 % und nach einer aktuellen australischen Studie unter der weißen Bevölkerung mindestens 2,5 %. Die Prävalenz steigt mit dem Alter an. Die Schätzungen zur Prävalenz der okularen Hypertension differieren wegen voneinander abweichender Definitionen in den einzelnen Studien erheblich. Die Mindestannahme einer Erhöhung der Gesamtprävalenz (von POWG + OHT) auf das Doppelte ist unstrittig⁵.

In einer Studie⁶ aus den USA (Minnesota) über eine 40-Jahresperiode wird eine Inzidenz an **kindlichem Glaukom** von 2,29 (95% Konfidenzintervall, 1,47-3,12) pro 100.000 (also 0,002%) Einwohner unter 20 Jahren berichtet. Davon waren die meisten erworbene oder sekundäre Glaukom-Formen, die Inzidenz für primär-kongenitales Glaukom (wirklich angeboren) betrug 1 von 68.254 (0,00146%) Einwohnern unter 20 Jahre oder 1,46 pro 100,000 (95% Konfidenzintervall 0.03-8.16). Es handelt sich dabei um eine sehr seltene Krankheit.

5.3 Was ist HRT?

Die **Heidelberger Retina-Tomographie** (HRT) ist ein Laser-gestütztes, bildgebendes Untersuchungsverfahren (Konfokale Lasermikroskopie) der Netzhaut. Es dient unter anderem der Glaukom-Früherkennung⁷.

Durch die Pupillenöffnung wird mittels eines schmalen Laserstrahls der Augenhintergrund um und auf der Papille abgetastet und schichtweise vermessen. Als Lichtstrahl wird ein leistungsschwacher LASER eingesetzt. Durch das Setzen von mehreren zehntausend Messpunkten wird ein dreidimensionales Höhenrelief – insbesondere der Papille – erzeugt⁸.

Der Kopf des Patienten wird mit dem Kinn auf Höhe des Messgerätes fixiert. Eine digitale Kamera steht der Pupille gegenüber. Der Messzeitraum einer einzelnen HRT-Messung nimmt nur wenige Sekunden in Anspruch. Für diesen Zeitraum darf der Patient nicht blinzeln oder das gemessene Auge bewegen. Eine Einzelmessung liefert gegenüber der klassischen Untersuchung keinen zusätzlichen Befund. Erst nach einer Messreihe und dem Vergleich der Einzelmessungen kann ein Befund abgeleitet werden. Messungen im Abstand von mehreren Monaten können eine fortschreitende, krankhafte Veränderung aufzeigen⁹.

Durch die mittels einer Laserscanner-Vermessung des Sehnervenkopfes (Sehnerv-Papille) genaue Konfiguration des Sehnervenkopfes als dreidimensionales Bild wird die genaue Vermessung der zentralen Sehnervauhöhlung und die Breite des vitalen Sehnerv-Randraumes möglich¹⁰.

Durch Vergleich mehrerer, zu verschiedenen Zeiten aufgenommener Bilder, die im Verlauf verglichen werden können, wird eine Verlaufsbeurteilung bei gesunden und glaukomatös veränderten Sehnerven möglich. Fragliche Befunde können präzise kontrolliert werden, bei Glaukompatienten kann die Wirksamkeit der Therapie im Verlauf besser erfasst und ggf. verändert werden¹¹.

Die konfokale Scanning-Laser-Ophthalmoskopie mittels der Heidelberg Retina Tomographie (HRT) ist ein nicht invasives Diagnoseverfahren, das topographische Informationen über den Sehnervenkopf, den neuroretinalen Randsaum und über die retinale Nervenfaserschichtdicke liefert. Diverse Auswertestrategien wie der Moorfields Regressionsanalyse (MRA) und des Glaucoma Probability Scores (GPS) sowie Diskriminanzanalysen sind für die Glaukom-Früherkennung implementiert, Topographic Change Analysis (TCA) und die Trendanalyse für die Verlaufskontrolle. Die klinische Untersuchung wird bei richtiger Anwendung des Verfahrens und entsprechender Erfahrung mit der Interpretation ergänzt¹².

6 Untersuchungsparameter für die Glaukomuntersuchung/ Begriffserklärung

Die wichtigsten **Stereometrischen Parameter** sind die Sehnervenscheibenumgebung, die Papille (Cup) und der neuroretinale Randsaum, das Randsaumvolumen, Papillentiefe (min und max), dreidimensionale Papillenkrümmungsmessung, mittlere Dichte der Nervenfaserschicht entlang der Konturlinie. Stereometrie ist eine dreidimensionale Flächen- oder Volumsberechnung¹³.

Mit der **Ophthalmoskopie** (Augenhintergrundbetrachtung, Fundusdiagnostik) können Netzhaut, Sehnervenkopf (Papille, blinder Fleck, Cup), Gefäßsituation und Makula beurteilt werden¹⁴⁺¹⁵. Bei der Glaukomdiagnostik interessiert ob und wie stark der **Sehnervenkopf** (Papille) ausgehöhlt ist. Mittels **Fundusfotografie** werden die Makulapigmentdichte und die Fundusfluoreszenz gemessen, dies dient der Erkennung von Veränderungen der Makula (Makula lutea - gelber Fleck; das Netzhautpigmentepithel, Bruch Membran und Aderhaut als die Unterstützungsstrukturen des Nervengewebes der Netzhaut¹⁶).

Mittels **Perimetrie** (=Goldstandard der Glaukomdiagnostik) wird das Gesichtsfeld gemessen und der **Glaukom Progressions Score** (GPS) berechnet.

Die **Augendruckbestimmung (Tonometrie)** ist ein sehr wichtiges Kriterium zur Diagnose des Glaukoms, weil in der überwiegenden Anzahl der Fälle ein erhöhter Augeninnendruck vorliegt und dies auch mit dem Ausmaß der Schädigung im Zusammenhang steht. Es gibt verschiedene Methoden zur Druckmessung, z. B. die Goldmann-Appplanationstonometrie, die Messung durch Luftstoß und die Schiötz-Tonometrie¹⁷. Die Augendruckmessung kann mehrfach am Tag zu bestimmten Zeiten durchgeführt werden (Tagesdruckprofil), um die Kontrolle nicht vom einzelnen Moment abhängig zu machen und Augentropfen für Glaukompatienten besser einstellen zu können¹⁸.

Der Augen-Vorderabschnitt wird mit der Spaltlampe¹⁹ (**Stereoskopie**) untersucht.

Kontaktglasuntersuchung: Auf die Hornhaut wird ein spezielles Kontaktglas aufgesetzt, um den Kammerwinkel der Augenvorderkammer beurteilen zu können.²⁰

Die Optische Kohärenz-Tomographie (**OCT**) dient ebenfalls der Vermessung des Sehnervenkopfes. Es wird mit Lasertechnik ein Schnittbild angefertigt²¹. Dabei werden die Dicke der Nervenfaserschicht (RNFL) rund um das Zentrum der Exkavation (cup shape; cup/disc ratio²²) mit Normdaten verglichen, sowie eine Vermessung der Netzhaut, des Sehnervenkopfes und der Ränder des retinalen Pigmentepithels (Papillenrand) erstellt.

Die Dicke der Nervenfaserschicht kann auch mit dem **nerve fiber analyzer** um den Sehnervenkopf herum analysiert werden. Diese Nervenfasern gehen beim Glaukom

allmählich zugrunde²³.

Beim Elektretinogramm (**ERG**) können Störungen der elektrischen Aktivität der Netzhaut schon zu einem frühen Zeitpunkt festgestellt werden²⁴.

Papilltomographie (HRT) ist eine Untersuchung, bei der mit einem Laser der Sehnervenkopf dreidimensional vermessen werden kann²⁵. Dabei kommen verschiedene Berechnungsalgorithmen unter Einbeziehung von Normalkurven zum Einsatz, aus denen normale von glaukomatös veränderten Augen unterschieden (Frühdiagnose) bzw. geringfügige Veränderungen zur Voruntersuchung (Progression) erkannt werden können.

Die **Moorfield Regression Analyse** bezieht die physiologischen Vorbedingungen unter Zuhilfenahme der Normdaten und das Verhältnis zwischen retinaler Randzone zu Papillengröße in die statistische Formel ein und liefert einen Vorhersagewert für die Glaukomfrüherkennung.

Die **Mikelberg discriminant function** wurde von Mikelberg 1997 als Methode der Abgrenzung zwischen gesunden und von Glaukom betroffenen Augen bei der Diagnose errechnet. Die discriminant function bezieht drei Parameter mit ein, nämlich die Sehnervenscheibenmessung, das Volumen des neuroretinalen Randsaums (rim volume) die Höhenvariation der Konturlinie (and contour line height variation). Mit diesem Ansatz fanden die Wissenschaftler um Mikelberg eine Sensitivität von 87% und eine Spezifität von 84% für die Entdeckung frühzeitiger glaukomatöser Veränderungen²⁶.

Reinhard Burk (R. Burks discriminant function) aus Heidelberg studierte die stereometrischen Parameter vieler hunderter Augen und klassifizierte sie anhand des Gesichtsfeldes in Gruppen normaler und frühzeitig, mittelfristig und fortgeschritten glaukomatös veränderter Augen. Die Studiengruppe um Burk fand, dass die meisten der stereometrischen Parameter, die im Heidelberg Retina Tomograph gemessen werden, signifikant verändert sind, wenn ein Glaukom fortschreitet; Standard Errors der Mittelwerte beim Gesichtsfeld sind sehr gering und die Mittelwerte unterscheiden sich stark zwischen den Gruppen. Diese Parameter sind daher nützlich, um das Fortschreiten eines Glaukoms zu entdecken oder zu beobachten. Allerdings ist die physiologische Variabilität der Konfiguration des optischen Sehnervenkopfes hoch und damit auch die Standardabweichung der Parameterwerte. Die Verteilungen der Parameterwerte der verschiedenen Gruppen überlappen, daher ist es schwierig, selbst in fortgeschrittenen Glaukomfällen, ein individuelles Auge als normal oder glaukomverändert aufgrund von individuellen stereometrischen Parametern zu klassifizieren²⁷.

Messung des optischen Nervenkopfes mittels **ranked sector distribution curves**: Hierbei wird der optische Nervenkopf in 36 Sektoren unterteilt, jeder von 10° Weite, und die stereometrischen Parameter werden für jedes Segment extra berechnet und in absteigender Reihenfolge geordnet. Das Ergebnis ist eine grafische Darstellung, die derjenigen der Bebie Kurve bei der Perimetrie ähnelt. Normalkurven aus der

Bevölkerung unter Angabe der residuellen Standardabweichung (RSD) sind zur Berechnung hinterlegt. Beim Test eines individuellen Auges werden die RSD Kurven einfach zusammen mit der Normal-RSD verglichen²⁸.

7 Leitlinien (AWMF)

7.1 Primäres Offenwinkelglaukom²⁹

Hohe IOD (intraokularer Druck) Spitzen und große IOD Schwankungen begünstigen einen fortschreitenden Verfall des Gesichtsfeldes.

Bei bereits eingetretenem Schaden an Sehnerv und Gesichtsfeld steigt das Risiko einer chronischen Progredienz auch des behandelten POWG (primäres Offenwinkelglaukom). Auch das Risiko einer vollständigen Erblindung erhöht sich, wenn zum Zeitpunkt der Diagnose schon ein glaukomatöser Gesichtsfeldschaden besteht. Ohne IOD senkende Therapie vergehen bei einem Teil der POWG-Patienten nur wenige Jahre bis zur Erblindung.

Die Angaben zum Erblindungsrisiko behandelter Glaukompatienten weichen erheblich voneinander ab (von 5 % in 12 Jahren bis sehr selten)

Optimale Therapie bewirkt eine wesentliche Verbesserung gegenüber dem Spontanverlauf (Erhalt des Sehvermögens bis zu 38 Jahren), kann aber nicht in allen Fällen die Erblindung verhindern.

Ziel

- Früherfassung von Risikofaktoren für ein Glaukom
- Verhinderung eines Sehnervschadens
- Erhaltung des Sehvermögens

Vorgehen

Notwendig:

- Anamnese (zumindest Dokumentation von Auffälligkeiten: Sehstörungen? Allgemeinbefinden? Kreislaufbeschwerden? Verträglichkeit/Einhalten der verordneten Medikation? Änderung der Allgemeinmedikation?)
- Inspektion der Augen und ihrer Adnexe
- Sehschärfenbestimmung, ggf. mit bekannter Korrektur (falls erforderlich Ausmessen vorhandener Sehhilfen)
- Spaltlampenuntersuchung der vorderen und mittleren Augenabschnitte
- Tonometrie ggf. mit Dokumentation der Tageszeit und ggf. Zeit der letzten Tropfenapplikation
- Dokumentation, Befundbesprechung und Beratung

Im Einzelfall erforderlich:

- weiterführende Anamnese (Risikofaktoren für die Entstehung des Glaukoms wie z.B. Alter, Glaukom in der Verwandtschaft 1.Grades, hohe Myopie ≥ 5 dpt, ethnische Zugehörigkeit; Faktoren, die für den Verlauf und die Behandlung des Glaukoms möglicherweise von Bedeutung sind wie z.B. Hypotonie, Hypertonie, Vasospasmus, Diabetes mellitus, Migräne; vorausgegangene Verletzungen oder Eingriffe an den Augen ? Topische oder systemische Medikation ?)
- Untersuchung des zentralen Augenhintergrundes einschließlich differenzierter Befundung von Papille und Nervenfaserschicht (ggf. im rotfreien Licht) einschließlich Dokumentation (z.B. vertikale Cup/Disc-Ratio, Seitenunterschiede, Papillenrandeinkerbungen, Papillenrandblutungen, Konus, Nervenfaserbündeldefekte)
- schwellenbestimmende oder dieser gleichwertige Perimetrie, bei fortgeschrittenen Ausfällen ggf. kinetische Perimetrie
- Gonioskopie
- Tonometrie zu verschiedenen Tageszeiten, zur Ermittlung der zirkadianen Schwankungsbreite des IOD als Risikofaktor für den Verlauf; u.a. auch als Voraussetzung für die Diagnose eines Normaldruckglaukoms und bei der Entscheidung zur Therapie einer OHT (okulare Hypertension).
- weitere Untersuchungen der Basisdiagnostik nach Leitlinie Nr. 4 (z.B. bei durch den Lokalbefund nicht zu erklärender Visusminderung oder bei Patienten, die sich erstmals oder nach einem Intervall von über einem Jahr nach der letzten augenärztlichen Basisdiagnostik vorstellen)
- Kommunikation mit Hausarzt bzw. zuständigem Facharzt (z.B. vor topischer Betablockertherapie, zum 24-Stunden-Blutdruckprofil)

Ggf. sind weitere, derzeit nicht routinemäßig angewandte, kostenaufwendige Verfahren sinnvoll:

- Papillenfotografie zur Verlaufskontrolle, Fotografie der retinalen Nervenfaserschicht
- Papillenmorphometrie zur Verlaufskontrolle
- Messung der zentralen Hornhautdicke. Eine einmalige Messung reicht in der Regel aus.
- Muster-ERG (Elektroretinogramm), Muster-VEP (visuelle evozierte Potentiale)

Die klinische Relevanz zahlreicher weiterer Verfahren wird noch diskutiert, z.B. Nervenfaserpolarimetrie, Optische Kohärenz Tomographie (OCT) Frequency-Doubling- Perimetry (FDT), Blau-Gelb-Perimetrie (SWAP)

Therapie

Zuerst ist festzulegen, ob es sich um einen behandlungsbedürftigen Befund (z.B. manifestes POWG, POWG-Verdacht oder OHT mit Risikofaktoren) oder einen

vorerst nur kontrollbedürftigen Glaukomverdacht bzw. eine OHT ohne Risikofaktoren handelt.

Prinzip der Therapie

Prinzip der Glaukombehandlung ist die Senkung des IOD. Deren Wirksamkeit bei hohem Niveau des Ausgangsdruckes ist unstrittig und auch für das Normaldruckglaukom bewiesen. Ebenso verzögert oder verhindert eine topische medikamentöse Drucksenkung bei OHT das Auftreten von Schäden an Sehnerv und Gesichtsfeld im Sinne einer relativen Risikoreduktion um 54 % (absolute Risikoreduktion 5,1 %). Eine IOD-senkende Therapie neuentdeckter Glaukome mit niedrigem (<21 mmHg) oder mäßig erhöhtem IOD (bis 30 mmHg) und geringgradigen Gesichtsfeldausfällen (durchschnittlich -4 dB) verzögert eine Verschlechterung glaukomspezifischer Gesichtsfeldbefunde und Sehnervschäden gegenüber einer unbehandelten Kontrollgruppe. Desgleichen tritt unter Therapie bei neu entdeckten Glaukomen mit einem geringen Gesichtsfeldschaden zum Zeitpunkt der Diagnose keine wesentliche Gesichtsfeldverschlechterung innerhalb von 4 Jahren auf. Die multizentrische europäische Studie zur Therapie der Okulären Hypertension hat die Risikofaktoren der OHTS im Wesentlichen bestätigt.

7.2 Frühkindliches Glaukom

Definition

- a. primäres kongenitales Glaukom
- b. entwicklungsbedingtes Glaukom mit weiteren Anomalien (Axenfeld, Rieger, Peters)
- c. sekundäres Glaukom der Kindheit

Ziel

- Verhinderung eines Sehnervenschadens
- Erhaltung des Sehvermögens

Vorgehen

Notwendig:

- Fremdanamnese über Eltern
 - familiäre Belastung ?
 - Epiphora ?
 - Fotophobie ?
 - Blepharospasmus ?
 - Vergrößerung und/oder Trübung der Hornhaut ?
- Fremdanamnese über Kinderarzt

- sonstiger Hinweis auf sekundäres Glaukom (z.B. Schwangerschafts- und Geburtskomplikationen, Entwicklungsstörungen) ?
- Basisdiagnostik entsprechend Leitlinie (soweit möglich)
- Dokumentation, Befundbesprechung und Beratung mit Eltern/Erziehungsberechtigten

Im Einzelfall erforderlich:

Bei Verdacht auf Glaukom:

- Untersuchung in Kurznarkose oder Sedation (in Abstimmung mit dem Anästhesisten); ggf. Wiederholung nach einigen Wochen bei Zweifel an der Diagnose:
 - Applanationstonometrie
 - mikroskopische Untersuchung der vorderen und mittleren Augenabschnitte (Hornhautdurchmesser, Haab-Leisten ?, Hornhauttransparenz ?, Regenbogenhaut, Pupille, Linse)
 - Gonioskopie
 - Untersuchung des Augenhintergrundes, insbesondere der Papille
- objektive Refraktionsbestimmung (Skiaskopie ohne oder in Narkose)
- ggf. Messung der Achsenlänge mit Ultraschall
- ggf. Infektionsserologie
- ggf. Chromosomenanalyse
- Kommunikation mit Kinder- oder Hausarzt

Therapie

- operativ (z.B. Trabekulotomie, Goniotomie, Filtrationschirurgie); Kriterien zur Operationsindikation:
 - Augendruck höher als 18 - 19 mmHg
 - Hornhautdurchmesser größer als 12 mm im ersten Lebensjahr
 - Größe oder Zunahme der Papillenexkavation
 - Zunahme des Hornhautdurchmessers bei unverändert niedrigen Druckwerten
 - Zunahme der Achsenlänge des Bulbus über das übliche Maß (Nomogramm)
- medikamentös nur zur präoperativen Überbrückung oder bei Versagen mehrfacher chirurgischer Eingriffe

Ambulant/Stationär

- Diagnostik überwiegend ambulant
- Operation in der Regel stationär

Kontrollintervalle

- in Abhängigkeit von Befund, Verlauf und Art des operativen Eingriffs

8 HTA Bericht der University of York (CRD)

Der HTA Bericht zum Vergleich von HRT und GDx (laser diagnostic glaucoma scanning system) bei der Diagnostik und Verlaufsbeobachtung von Glaukomerkrankungen³⁰ berichtet wie folgt:³¹

Patienten mit Glaukomdiagnose benötigen eine lebenslange Beobachtung

Zur Diagnostik des Glaukoms wird üblicherweise eine Triade an Untersuchungen angewandt: Augeninnendruckmessung (IOP), ophthalmoskopische Untersuchung des Sehnervenkopfes und der retinalen Nervenfaserschicht (ONH, RNFL) und die perimetrische Untersuchung des Gesichtsfeldes. Jede dieser Einzeluntersuchungen hat ihre Defizite:

- . IOP Messung ist ein schlechter Glaukom-Prädiktor, weil sie Patienten mit normalem Augeninnendruck bei Glaukom nicht identifiziert und Patienten mit erhöhtem Druck ohne Glaukom falsch positiv wertet
- . Perimetrie ist eine lange und unangenehme Untersuchung, die Patienten üblicherweise wenig mögen. Der Test ist subjektiv und benötigt einen aufmerksamen Patienten mit guter Beobachtungsgabe. Die Untersuchung verlangt mehrere Wiederholungen bei Artefakten oder unsicheren Ergebnissen
- . Die Untersuchung der Nervenfasern/ des Nervenkopfes hat eine hohe Untersuchervariabilität und ist abhängig vom Grenzwert zwischen normalem und Glaukombefund

Es besteht klarer Bedarf für eine objektive diagnostische Technik, die kurz und nachvollziehbar (wiederholbar) gute Diagnosen und Verlaufskontrollergebnisse liefern kann. Zwei Ansätze könnten diese Rolle übernehmen, nämlich HRT (Heidelberger Retina-Tomografie) und GDx (laser diagnostic glaucoma scanning system), die beide eine topografische Untersuchung des Sehnervenkopfes und der Nervenfasern anbieten. Dies war die Grundlage für die Erstellung des HTA Berichts der University of York.

Die Ergebnisse des ökonomischen Studienteils:

- Obwohl die Bildgebungsverfahren zur Untersuchung von zwei oder mehr Patienten pro Session genutzt werden können, sind die Ausgaben für die Ausstattung größer als der Nutzen durch die Zeitersparnis. HRT und GDx kosten in etwa doppelt so viel wie eine Basis HFA (Humphrey Field Analyzer zur Gesichtsfeldanalyse). Die Instandhaltungspakete sind ebenfalls teurer als die für die Gesichtsfeldanalysegeräte.

Die Ergebnisse zur Anwendbarkeit:

- Die Glaucoma Imaging Study zeigt, dass aus einer unselektierten Population von Glaukompatienten 93.3, 80.4 und 88.3% der Patienten erfolgreich eine Untersuchung mit HFA, HRT und GDx absolvieren konnten.

- Ein häufiger Grund für das Scheitern der Untersuchung war, dass die Patienten nicht in der Lage waren, die Fixierung auf das gegenseitige Ziel aufrechtzuerhalten. Der HRT II und der GDx VCC nutzen beide eine ipsilaterale Zielfixierung.
- Ein weiterer Grund für das Scheitern der Untersuchung war, dass die Patienten ihre Augen nicht bewegungslos halten konnten für die Zeit der Bildnehmung (1,6 und 0,7 Sekunden beim HRT und GDx).

Die Ergebnisse zur diagnostischen Genauigkeit:

Diagnostische Präzision hängt sehr stark von der Definition der Grenzwerte zur Abnormität ab. Die Glaucoma imaging study definierte ein Glaukom aus drei verschiedenen perimetrischen Kriterien. Bei 95% Spezifität war die beste Sensitivität aus allen HRT Parametern die Bahija DFA (discriminant function analysis) mit einer Sensitivität von 57%. Die MRA (Moorfields Regression Analysis) führte zu einer Sensitivität von 59% bei ähnlicher Spezifität. Die diagnostische Fähigkeit des GDx war schlechter als die des HRT, mit einer besten Sensitivität von 45% bei 95% Spezifität.

Die meisten der globalen HRT Parameter hatten eine Fläche unter der ROC Kurve (receiver operating characteristic, auch kumulierte Accuracy Profile genannt, Anm.), die als gut oder moderat zu bezeichnen ist. Dies war für GDx nicht der Fall, wo einige Parameter zwar in die Kategorien gut oder moderat fielen, viele jedoch waren als schlecht oder sehr schlecht kategorisiert und erreichten ein Resultat von knapp über 0,5 (Werte bis 1,0 - bester Wert, Ein Wert von 0,5 entspricht dem Zufall, Anm.).

Die Ergebnisse zur Langzeitwertigkeit bei Hochrisikopatienten:

Die drei Techniken scheinen verschiedene Aspekte der Entwicklung der Nervenschädigungen bei Glaukom abzudecken, keine davon kann ein frühzeitiges Glaukom erkennen. Das Ergebnis, dass die Untersuchung der Nervenfasern/ des Sehnervenkopfes verschiedene Patientengruppen identifizieren können unterstützt die wissenschaftliche Hypothese, dass der strukturelle Veränderungsprozess der funktionellen Veränderung vorangeht.

Die Ergebnisse aus der Langzeitbeobachtung von Glaukompatienten:

Die Ergebnisse sind ähnlich denen aus der Langzeitbeobachtung bei Hochrisikopatienten, wobei wenig Übereinstimmung der drei verschiedenen Messtechniken bei der Erkennung von Patienten mit Nervenschädigung herrscht.

Eine weitere Erkenntnis aus der Langzeitbeobachtung der Kohorte war, dass die Veränderungen (Verschlechterungen) generell bei den Patienten über die Jahre sehr gering waren.

Die Ergebnisse zur Interobservervariabilität:

Generell waren die Ergebnisse zwischen den verschiedenen Untersuchern gut übereinstimmend.

Generelle Interpretation der Ergebnisse:

Die grundlegende Frage der Glaucoma Imaging Studie war, ob Perimetrie von HRT oder GDx ersetzt werden kann. Die evaluierten Daten zeigen, dass so ein Vorgehen nicht sinnvoll ist, da wenig Übereinstimmung bei den Ergebnissen der drei verglichenen Techniken herrscht, die Veränderungen zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Patientengruppen zu zeigen in der Lage sind. Eine Annahme dazu ist, dass die unterschiedlichen Methoden der Untersuchung jeweils Veränderungen bei verschiedenen Glaukomarten entdecken können, wofür jedoch weitere Forschung notwendig wäre.

Um HRT oder GDx als Anwendung der Telemedizin zu verwenden (also in Trennung der Untersuchung und der Auswertung bzw. Befundung) bieten beide Methoden zu wenig Information für den Befunder. Eine komplette Untersuchung eines Glaukopatienten erfordert auch eine stereoskopische Untersuchung der Nerven mit wahrheitsgetreuer Farbwiedergabe. Diese Untersuchung ist notwendig um Veränderungen wie Blutungen oder Blässe am Netzhautnervenrand, beides sehr wichtige Entdeckungen bei Glaukom, sehen zu können. Derartige Alterationen können mit HRT oder GDx nicht erkannt werden.

Die Ergebnisse der Glaucoma Imaging Studie zeigen, dass trotz der digitalen Bildergebnisse guter Qualität bei HRT und bei GDx die Untersuchungsergebnisse wenig zu einer klinischen Glaukomdiagnose beitragen können, aber zusätzliche signifikante Kosten verursachen.

9 Ergebnisse der Pubmed Suche

In den 89 gefundenen Studien von 2005 bis 2010 finden sich bei drei Studien Angaben zu Sensitivität und Spezifität.

Harasymowycz et al. 2005³² berichtet eine Spezifität zwischen 87% und 97%, die Sensitivität zwischen 25% und 100%, der positive Vorhersagewert zwischen 28% und 68%, der negative Vorhersagewert zwischen 84% und 100%, die positive Likelihood Ratio zwischen 5.0 und 19.2, und die negative likelihood ratio zwischen 1.3 und 6.2 für den HRT und die Entdeckung von Glaukom in Abhängigkeit zu verschiedenen Referenzstandards.

Healey et al. 2010³³ berichtet für die Moorfield Regressionsanalyse, einer Teilanalyse im HRT, eine Sensitivität von 64.1%, eine Spezifität von 85.7%, einen positive predictive value von 21%, und einen negative predictive value von 97.6% bei der Diagnostik von Offenwinkelglaukom.

Hewitt et al. 2009³⁴ zeigt eine 97.5%ige Sensitivität für die Heidelberg retinal tomography (HRT) und 100% Sensitivität für die Stratus optical coherence tomography (OCT).

Nayak et al. 2009³⁵ berichtet für die digitale Fundusdarstellung eine Sensitivität von 80% und eine Spezifität von 100%.

Das heißt also:

HRT: Sensitivität 25-100%, Spezifität 87-97%

MRA: Sensitivität 64,1%, Spezifität 85.7%

Digitale Fundusdarstellung: Sensitivität 80%, Spezifität 100%

Die gefundenen Studien zum Thema HRT zeigen sehr unterschiedliche Herangehensweisen, unterschiedliche Einbeziehung und Vergleiche der verschiedenen Messparameter und sind in dem sehr uneinheitlichen Bild nur schwer zusammenzufassen. Generell konnte herausgelesen werden, dass

- Die HRT eine gute zusätzliche Diagnosemethodik zur Früherkennung des Glaukoms ist, aber nicht als alleinige angewandte Diagnostik ausreicht
- Die individuelle physiologische Unterschiedlichkeit die Früherkennung des Glaukoms wesentlich beeinflusst und sich nur mäßig gut einem statistischen Berechnungsalgorithmus unterwirft
- Die gemeinsame Interpretation der quantitativen Untersuchungsergebnisse mit den qualitativ klinischen Beurteilungen durch den Glaukomexperten derzeit noch unbedingt notwendig ist
- Generell die Untersuchervariabilität bei HRT Untersuchungen gering ist
- Die Diagnosegenauigkeit von der Glaukomart, von Alter und Geschlecht

(Papillengröße) und Ethnie abhängt

- Die den Berechnungsalgorithmen hinterlegten Normwerttabellen die Genauigkeit limitieren, da sie auf eine Normbasispopulation gemittelt sind

Ob und inwieweit die additive Diagnostik mittels HRT zur Standardbeurteilung durch den Glaukomexperten/ die Glaukomexpertin, welche sehr einheitlich nach Studienaussagen nicht ersetzt werden kann, notwendig ist, und wie sehr sie zu einer Reduktion der Zahl derjenigen Patienten beiträgt, die durch adäquate Therapie vor fortschreitendem Sehverlust bzw. vor Erblindung bewahrt werden können, konnte im Rahmen dieser Recherche nicht beurteilt werden.

Die Studien sind mit Kurzübersetzung des Ergebnisses in Tabelle 1 gelistet.

Nur eine der gefundenen Studien beschäftigt sich mit **kindlichem Glaukom** und beschreibt, dass mittels Rarebit Perimetrie glaukomatöse Veränderungen bei verschiedenen Formen von kindlichem Glaukom entdeckt werden konnten, woraus geschlussfolgert wird, dass dieses Verfahren wertvoll für Diagnostik und follow-up sei. Bei 13/15 Kindern mit Glaukom in dieser Studie konnte eine Heidelberg retinal tomography angewandt werden. Die Ergebnisse entsprachen den Rarebit Ergebnissen.³⁶ Rarebit Perimetrie (RBP) ist eine perimetrische Methode (Frisén in 2002³⁷) zur Entdeckung feiner Schädigungen im Gesichtsfeld. Die Anwendung erfolgt mittels räumlicher und zeitlicher Teststimuli ("rare bits"), um die ständig natürlich vorhandenen Stimuli auszuschalten, was zur Unterschätzung des Gesichtsfelddefektes führen kann. RBP zeigt gute Ergebnisse in der Früherkennung von Gesichtsfeldschäden bei Patienten mit neurologischen Defiziten und Glaukom³⁸, ist einfach durchzuführen und billig.

Tabelle 1

TI	AU	SO	Übersetzung
The impact of definition of primary open-angle glaucoma on the cross-sectional assessment of diagnostic validity of Heidelberg retinal tomography.	Miglior S, Guareschi M, Romanazzi F, Albe E, Torri V, Orzalesi N.	Am J Ophthalmol. 2005 May;139(5):878-87.	Die häufigsten Gesichtsfeld basierten Definitionen beim primären Offenwinkelglaukom (POAG) führen zu substanziellen Unterschieden in der Sensitivität und Spezifität der HRT bei ein und derselben Stichprobe aus normalen und Glaukom-Patienten. Eine Standarddefinition des POAG ist notwendig, um diagnostische Messungen genauer und vergleichbarer zu machen.
Retinal nerve fiber layer measured by Heidelberg retina tomograph and nerve fiber analyzer.	Iester M, Mermoud A.	Eur J Ophthalmol. 2005 Mar-Apr;15(2):246-54.	HRT und GDx RNFL Messungen waren statistisch signifikant unterschiedlich in jedem Bereich. Trotzdem zeigte das Verhältnis der Parameter keine Unterschiede

			zwischen den erhaltenen Werten außer bei der superior/temporal ratio und der inferior/temporal ratio.
A new statistical approach for quantifying change in series of retinal and optic nerve head topography images.	Patterson AJ, Garway-Heath DF, Strouthidis NG, Crabb DP.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2005 May;46(5):1659-67.	Statistic image mapping (SIM) hat eine bessere diagnostische Genauigkeit bei der Detektion von Veränderungen in Serien HRT Bildern im Vergleich zu den derzeitigen quantitativen Techniken.
Correlation between frequency doubling technology and heidelberg retina tomograph.	Iester M, Traverso CE, De Feo F, Sanna G, Altieri M, Vittone P, Calabria G.	J Glaucoma. 2005 Oct;14(5):368-74.	In der Gesamtgruppe zeigte sich die Cup shape Messung als einflussreichster Faktor im Zusammenhang mit funktionellen und morphologischen Veränderungen. Das Vorhandensein signifikanter Korrelationen zwischen einzelnen HRT Parametern und Gesichtsfeldindikatoren in der Gruppe mit erhöhtem Augeninnendruck und in der Glaukomgruppe legt nahe, dass die HRT Parameter und die Gesichtsfeldindikatoren Glaukomschäden auf unterschiedliche Art erkennen lassen.
Performance of community-based glaucoma screening using Frequency Doubling Technology and Heidelberg Retinal Tomography.	Robin TA, Muller A, Rait J, Keeffe JE, Taylor HR, Mukesh BN.	Ophthalmic Epidemiol. 2005 Jun;12(3):167-78.	Bei der Kombination der Beurteilung der Sehschärfe und der Familienanamnese für Glaukom mittels Frequency Doubling Technology perimetry und Heidelberg Retina Tomography, wurde ein Bevölkerungs-Glaukom-Screening Algorithmus entwickelt, der eine hohe Sensitivität und Spezifität hat.
Correlation between hemifield visual field damage and corresponding parapapillary atrophy in normal-tension glaucoma.	Kawano J, Tomidokoro A, Mayama C, Kunimatsu S, Tomita G, Araie M.	Am J Ophthalmol. 2006 Jul;142(1):40-45.	Bei Patienten mit normal-tension glaucoma, korrelierte nur die untere half area of parapapillary atrophy (PPA; obtained with the HRT) signifikant mit der Gesichtsfeldschädigung. Axial Länge und Myopie waren mit beiden, superior und inferior half areas of

			PPA, assoziiert.
Diagnostic ability of different tools for detection of glaucoma with confocal scanning laser tomography (Heidelberg Retina Tomograph II).	Polo V, Larrosa JM, Ferreras A, Borque E, Alias E, Honrubia FM.	Ann Ophthalmol (Skokie). 2006 Winter;38(4):321-7.	Mikelberg's linear discriminant function (LDF) zeigt die beste Sensitivität gefolgt von vier eigenen Formeln. Bei der Spezifität zeigte Burk's LDF bessere Ergebnisse als Mikelberg's LDF und unsere Formel. Verschiedene Heidelberg retina tomograph Analysewerkzeuge sind nützlich für die Abgrenzung von gesunden und glaukomatösen Augen. Alternative Werkzeuge basierend auf normativen Datenbanken liefern die zusätzlichen Informationen zur Bevölkerung und als Basis für den globalen Einsatz.
Effect of moderate intraocular pressure changes on topographic measurements with confocal scanning laser tomography in patients with glaucoma.	Nicolela MT, Soares AS, Carrillo MM, Chauhan BC, LeBlanc RP, Artes PH.	Arch Ophthalmol. 2006 May;124(5):633-40.	Bei Patienten mit Glaukom hatten geringe, aber signifikante Augeninnendruckerhöhungen von bis zu 5mmHg keinen Einfluss auf die optic disc topography (Heidelberg Retina Tomograph II).
Comparison of disc damage likelihood scale, cup to disc ratio, and Heidelberg retina tomograph in the diagnosis of glaucoma.	Danesh-Meyer HV, Gaskin BJ, Jayusundera T, Donaldson M, Gamble GD.	Br J Ophthalmol. 2006 Apr;90(4):437-41.	Die disc damage likelihood scale (DDLS) Graduierung entspricht der Cup to disc (C/D) ratio und HRT-II Evaluation gut. Die Beachtung des Sehnervenscheibendurchmessers und der rim area kann den Wert der klinischen Untersuchung der Sehnervenscheibe verbessern.
Three dimensional optic disc visualisation from stereo images via dual registration and ocular media optical correction.	Xu J, Chutatape O, Zheng C, Kuan PC.	Br J Ophthalmol. 2006 Feb;90(2):181-5.	Die überarbeitete 3-D optic disc images Messung zeigt gute Konsistenz und Austauschbarkeit im Vergleich zu den Ergebnissen mit Heidelberg retina tomography (HRT) unter klinischer Validierung, mit dem zusätzlichen Vorteil der günstigeren und gebräuchlicheren Form der retinal image Erfassung

<p>Detecting glaucoma with RADAAR: the Bridlington Eye Assessment Project.</p>	<p>Hawker MJ, Vernon SA, Tattersall CL, Dua HS.</p>	<p>Br J Ophthalmol. 2006 Jun;90(6):744-8.</p>	<p>Die rim/disc area asymmetry ratio (RADAAR) zur Abgrenzung zwischen normalen und glaucomatösen Augen unter Nutzung des Heidelberg retina tomograph (HRT) Diagnose Algorithmus erkannte Glaukome mit moderater Sensitivität, war aber limitiert durch die große Zahl von Glaukomepatienten mit symmetrischen Sehnervenscheibenschäden.</p>
<p>Morphometric assessment of normal, suspect and glaucomatous optic discs with Stratus OCT and HRT II.</p>	<p>Iliev ME, Meyenberg A, Garweg JG.</p>	<p>Eye (Lond). 2006 Nov;20(11):1288-99. Epub 2005 Sep 23.</p>	<p>Stratus Optical Coherence Tomograph (OCT) Disc protocol funktioniert gut bei der Differenzierung zwischen normalen und glaukomveränderten optischen Nervenköpfen. Trotzdem waren Fehler bei der Sehnervenscheibengrenzdefinition häufig und machten manuelle Korrekturen notwendig. Messungen des optischen Nervenkopfes können nicht direkt verglichen werden zwischen HRT und OCT.</p>
<p>Glaucoma follow-up by the Heidelberg retina tomograph--new graphical analysis of optic disc topography changes.</p>	<p>Kalaboukhova L, Fridhammar V, Lindblom B.</p>	<p>Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol. 2006 Jun;244(6):654-62. Epub 2005 Oct 12.</p>	<p>HRT ist nutzbringend bei der Langzeitbeobachtung der glaucomatösen optischen Neuropathie. Digitale Darstellung ermöglicht die Entdeckung progressiver Veränderungen durch HRT.</p>
<p>Discrimination between glaucomatous and nonglaucomatous eyes using quantitative imaging devices and subjective optic nerve head assessment.</p>	<p>Deleon-Ortega JE, Arthur SN, McGwin G Jr, Xie A, Monheit BE, Girkin CA.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Aug;47(8):3374-80.</p>	<p>Es wurde eine ähnliche diagnostische Fähigkeit für alle darstellenden Verfahren gefunden, aber keine zeigte Überlegenheit über die subjektive Beurteilung des optischen Nervenkopfes. Die Übereinstimmung bei der Erkrankungsklassifikation zwischen subjektiven und bildgebenden Verfahren war besser für die Techniken, die optische Nervenkopftopography anbieten als für solche, die die retinale Nervenfaserstärke messen. Eine Kombination beider bietet zusätzliche Information, kann auch klinischen Impact haben, und</p>

			verdient Beachtung in weiteren Studiendesigns, die objektive mit subjektiven Techniken vergleichen.
Measurement variability in Heidelberg Retina Tomograph imaging of neuroretinal rim area.	Owen VM, Strouthidis NG, Garway-Heath DF, Crabb DP.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Dec;47(12):5322-30.	Verrauschungen bei der HRT Messung der rim area ist gut über die hyperbole Verteilung charakterisiert. Die Sensitivität der Diagnostik bessert sich bei häufiger Messung.
Automated analysis of heidelberg retina tomograph optic disc images by glaucoma probability score.	Coops A, Henson DB, Kwartz AJ, Artes PH.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Dec;47(12):5348-55.	Die diagnostische Leistung der Konturlinien unabhängigen Glaukom-Propability-Score Analyse ist ähnlich derjenigen der Moorfields Regression Analyse. Dennoch sollten sich Kliniker der starken Größenabhängigkeit beider Diagnoseverfahren bewusst sein. Bei großer Sehnervenscheibe können sowohl MRA als auch GPS leicht eine bedeutende Anzahl falsch-positiver Ergebnisse generieren. Gleichzeitig ist die Entdeckungsrate für Frühschäden bei kleinen Sehnervenscheiben entsprechend gering. Es besteht ein Bedarf für Klassifikationssysteme, die die Größenabhängigkeit mit einbeziehen.
The agreement between the Heidelberg Retina Tomograph and a digital nonmydriatic retinal camera in assessing area cup-to-disc ratio.	Lamoureux EL, Lo K, Ferraro JG, Constantinou M, Keeffe JE, Muller A, Taylor HR.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Jan;47(1):93-8.	Die monoskopische und stereoskopische digitale Darstellung zeigte exzellente Wiederholbarkeit und substanzielle Übereinstimmung mit HRT. Die Ergebnisse indizieren, dass die digitale nonmydriatic retinal camera (NMRC) ein verlässliches und gutes Instrument für die Untersuchung der area Cup-to-disc ratio und das Screening auf

			glaucoma-suspekte Augen in der Bevölkerung ist.
Structure-function relationships using confocal scanning laser ophthalmoscopy, optical coherence tomography, and scanning laser polarimetry.	Bowd C, Zangwill LM, Medeiros FA, Tavares IM, Hoffmann EM, Bourne RR, Sample PA, Weinreb RN.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Jul;47(7):2889-95.	Die Ergebnisse zeigen, dass Struktur-Funktions-Assoziationen am stärksten sind mit Stratus OCT (optical coherence tomography) Messungen, ähnlich sind bei HRT II und GDx VCC, und dass diese Assoziationen logarithmisch oder linear gleich sind, wenn es sich um gesunde, suspekte und vom Glaukom bereits betroffene Augen handelt.
Optic disc and visual field progression in ocular hypertensive subjects: detection rates, specificity, and agreement.	Strouthidis NG, Scott A, Peter NM, Garway-Heath DF.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Jul;47(7):2904-10.	Eine relativ hohe Zahl entdeckter Krankheitsprogression wurde mit Gesichtsfeldmessung, und rim area Messung beobachtet. Eine schlechte Übereinstimmung zwischen Heidelberg Retina Tomograph (HRT; Heidelberg Engineering, GmbH, Heidelberg, Germany) rim area (RA) und Gesichtsfeld Progression wurde abseits von der Spezifität der Progressionskriterien beobachtet. Diese Ergebnisse zeigen, dass bei Patienten mit okularer Hypertension das Monitoring beider Werte, Gesichtsfeld und optic disc notwendig ist, weil die Übereinstimmung zwischen den beiden eher die Ausnahme als die Norm ist.
The quality of reporting of diagnostic accuracy studies in glaucoma using the Heidelberg retina tomograph.	Shunmugam M, Azuara-Blanco A.	Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Jun;47(6):2317-23.	Die Qualität der Berichte über diagnostische Genauigkeit für Glaukomuntersuchung mit HRT ist suboptimal.

<p>Influence of disease severity and optic disc size on the diagnostic performance of imaging instruments in glaucoma.</p>	<p>Medeiros FA, Zangwill LM, Bowd C, Sample PA, Weinreb RN.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2006 Mar;47(3):1008-15.</p>	<p>Die diagnostische Performance von GDx VCC, HRT II, und Stratus OCT wird signifikant beeinflusst von der Schwere der Erkrankung und der Sehnervenscheibengröße. Diese Kovariaten sollten beachtet werden, wenn mit anderen Glaukomtests verglichen wird. Höhere Erkrankungsschwere war assoziiert mit besserer Sensitivität.</p>
<p>Comparison of objective diagnostic tests in glaucoma: Heidelberg retinal tomography and multifocal visual evoked potentials.</p>	<p>Balachandran C, Graham SL, Klistorner A, Goldberg I.</p>	<p>J Glaucoma. 2006 Apr;15(2):110-6.</p>	<p>Die objektive Untersuchung der optischen Nervenfunktion (m-VEP) und der Struktur (HRT) kann Glaukom-Schäden entdecken, allerdings mit begrenzter Korrelation. Die 2 funktionellen Tests, Humphrey visual field (HVF) Perimetrie und m-VEP korrelieren besser miteinander als mit HRT. Es bleibt wichtig, beide, funktionelle und strukturelle, Veränderungen bei der Glaukomdiagnostik zu beachten.</p>
<p>Improving glaucoma diagnosis by the combination of perimetry and HRT measurements.</p>	<p>Mardin CY, Peters A, Horn F, Junemann AG, Lausen B.</p>	<p>J Glaucoma. 2006 Aug;15(4):299-305.</p>	<p>Die Kombination von Daten aus Sehnervenscheibenmessung und Gesichtsfeldmessung kann nicht nur die Glaukomdiagnostik in der Zukunft verbessern, sondern auch eine objektive Glaukomdiagnostik finden helfen. Die Limitierung der topografischen Beziehung zwischen Struktur und Funktion ist die individuelle Variabilität der Nervenscheibenmorphologie und der subjektiven Variabilität der Gesichtsfeldmessung.</p>
<p>[Healthy optic discs with large cups--a diagnostic challenge in glaucoma].</p>	<p>Mardin CY, Horn F, Viestenz A, Lammer R, Junemann A.</p>	<p>Klin Monbl Augenheilkd. 2006 Apr;223(4):308-14.</p>	<p>Durch die ausgeprägte Ausdehnung der Cup Messungen, nachlassenden Nervenfaserverwerte und Werten der ratio of temporal-to-inferior width of the neuroretinal rim, können große Sehnervenscheiben durch die morphologische Analyse leicht als falsch-glaukomatös klassifiziert werden.</p>

<p>[Heidelberg Retina Tomograph II topographic parameters, diagnostic capabilities of moorfields regression analysis, and their affecting factors].</p>	<p>Nakano S, Takita T, Imaizumi M, Nakatsuka K.</p>	<p>Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 2006 Dec;110(12):943-9.</p>	<p>HRT II ist besser bei der Glaukomdiagnostik als im follow-up. Der Fokus sollte beim temporal/inferior Sektor und auf der Moorfields regression Analyse liegen.</p>
<p>[Correlations among GDx-variable corneal compensation, optical coherence tomography, and Heidelberg retina tomograph and relationships between these structural parameters and visual field indices].</p>	<p>Kanamori A, Kusuhara A, Tatsumi Y, Fujioka M, Maeda H, Nakamura M, Negi A.</p>	<p>Nippon Ganka Gakkai Zasshi. 2006 Mar;110(3):180-7.</p>	<p>Die strukturellen Parameter, die mittels GDx-Variablen corneal compensation (GDx-VCC), OCT und HRT Analyse generiert werden, hatten gute bilineare Korrelation zur mittleren Abweichung. Retinale Nervenfaserverluste entdeckt mittels GDx-VCC und OCT korrelierten linear mit der neuroretinalen rim area Messung des HRT. Diese Instrumente können nützlich bei der Beobachtung von strukturellen Veränderungen bei Glaukom sein.</p>
<p>Heidelberg Retinal Tomograph (HRT 2) parameters in primary open angle glaucoma and primary angle closure glaucoma: a comparative study in an Indian population.</p>	<p>Thomas R, Muliylil J, Simha R A, Parikh RS.</p>	<p>Ophthalmic Epidemiol. 2006 Oct;13(5):343-50.</p>	<p>HRT hat eine moderate Sensitivität bei der Entdeckung von glaukomatösen Schäden, die zu Gesichtsfeldeinbussen führen. Die Sensitivität für die Früherkennung von primärem Winkelverschlussglaukom ist schlechter als die für primäres Offenwinkelglaukom.</p>
<p>Optic disc topography and peripapillary retinal nerve fiber layer thickness in nonarteritic ischemic optic neuropathy and open-angle glaucoma.</p>	<p>Saito H, Tomidokoro A, Sugimoto E, Aihara M, Tomita G, Fujie K, Wakakura M, Araie M.</p>	<p>Ophthalmology. 2006 Aug;113(8):1340-4. Epub 2006 Jun 22.</p>	<p>Disc Topografie von Augen mit nichtarterischer ischämischer optischer Neuropathie (n-AION) war quantitativ charakterisiert durch schmale und flache Schalen und eine relativ große RIM Area im Vergleich zu Augen mit Offenwinkelglaukom, gematched nach Alter und Gesichtsfeldschädigung (VFD). Bei Augen mit n-AION wurde signifikante Korrelation mit VFD nur für die retinal nerve fiber layer (RNFL) thickness evaluiert mit scanning laser polarimetry (SLP) jedoch nicht</p>

			für die HRT II Parameter gefunden.
Specificity of the Heidelberg Retina Tomograph's diagnostic algorithms in a normal elderly population: the Bridlington Eye Assessment Project.	Hawker MJ, Vernon SA, Ainsworth G.	Ophthalmology. 2006 May;113(5):778-85.	Bei der Anwendung von Moorfields Regressionsanalyse (MRA), R. Burk (RB) und F. S. Mikelberg (FSM) linear discriminant Funktion (LDFs), fällt die Spezifität dramatisch mit steigender Sehnervenscheibengröße, speziell bei Männern.
Optic disk and nerve fiber layer imaging to detect glaucoma.	Badala F, Nouri-Mahdavi K, Raouf DA, Leeprechanon N, Law SK, Caprioli J.	Am J Ophthalmol. 2007 Nov;144(5):724-32. Epub 2007 Sep 14.	StratusOCT, GDx VCC, und HRT III funktionierten gleich gut wie, aber nicht besser als, qualitative Evaluation von optic disc Stereophotographien bei der Früh-Entdeckung perimetrischer Glaukome. Die Kombination von Stratus OCT Mittelwert, RNFL Dicke, und HRT III Cup-to-disk area ratio lieferte eine hohe diagnostische Genauigkeit.
Evaluating the optic nerve and retinal nerve fibre layer: the roles of Heidelberg retina tomography, scanning laser polarimetry and optical coherence tomography.	Hoh ST.	Ann Acad Med Singapore. 2007 Mar;36(3):194-202.	Es besteht keine Einigkeit über die beste Technologie für die Beurteilung einer strukturellen Schädigung bei Glaukom. Daher sind mehrere Untersuchungen und Zusammenhänge zu erstellen, bevor die entsprechende Behandlung gewählt wird.
[Relationship between standard automated perimetry and HRT, OCT and GDx in normal, ocular hypertensive and glaucomatous subjects].	Lopez-Pena MJ, Ferreras A, Polo V, Larrosa JM, Honrubia FM.	Arch Soc Esp Oftalmol. 2007 Apr;82(4):197-208.	Das Verhältnis zwischen strukturellen und funktionellen Messungen bei Glaukom ist schlecht, daher sollten die Ergebnisse der ergänzenden Tests gemeinsam interpretiert werden, um höhere diagnostische Genauigkeit zu erhalten.

<p>Accuracy of GDx VCC, HRT I, and clinical assessment of stereoscopic optic nerve head photographs for diagnosing glaucoma.</p>	<p>Reus NJ, de Graaf M, Lemij HG.</p>	<p>Br J Ophthalmol. 2007 Mar;91(3):313-8. Epub 2006 Oct 11.</p>	<p>Automatisierte Analyse der Messung mit GDx VCC und HRT hat ähnliche diagnostische Genauigkeit für die Glaukomklassifikation wie die stereoscopic optic nerve head Fotografie durch Glaukomspezialisten. Die Intra- und Interobserver Übereinstimmung für ONH Analyse war nur moderate bis gut.</p>
<p>Comparison of glaucoma progression evaluated with Heidelberg retina tomograph II versus optic nerve head stereophotographs.</p>	<p>Kourkoutas D, Buys YM, Flanagan JG, Hatch WV, Balian C, Trope GE.</p>	<p>Can J Ophthalmol. 2007 Feb;42(1):82-8.</p>	<p>Mäßige Übereinstimmung zwischen HRT II und klinischer Beurteilung von optischen Nervenkopf-Stereofotografien für die Glaukomprogression. Derzeit sollte eine Progression gemessen im HRT alleine nicht zur Behandlungsveränderung führen. HRT II Veränderungen müssen in Zusammenhang mit anderen klinischen Zeichen der Verschlechterung evaluiert werden, bevor die Therapie verändert wird.</p>
<p>[The importance of HRT II (Heidelberg retina tomography) and perimeter Octopus 101 in glaucoma diseases].</p>	<p>Ferkova S, Chynoransky M, Krasnik V, Terek M.</p>	<p>Cesk Slov Oftalmol. 2007 Sep;63(5):325-34.</p>	<p>HRT II ist nicht in der Lage, die Gesichtsfeldmessung mittels Perimetrie zu ersetzen, beide Methoden sind wichtig für die Bewertung von Glaukom.</p>
<p>Sensitivity and specificity of Heidelberg Retinal Tomography II parameters in detecting early and moderate glaucomatous damage: effect of disc size.</p>	<p>Uysal Y, Bayer A, Erdurman C, Kilic S.</p>	<p>Clin Experiment Ophthalmol. 2007 Mar;35(2):113-8.</p>	<p>Manche HRTII Parameters haben eine bessere Sensitivität und Spezifität als die anderen. Vor allem die Untersuchung kleiner Sehnervenscheiben erfordert erhöhte Aufmerksamkeit.</p>

<p>Diagnostic accuracy of the Moorfields Regression Analysis using the Heidelberg Retina Tomograph in glaucoma patients with visual field defects.</p>	<p>Medved N, Cvenkel B.</p>	<p>Eur J Ophthalmol. 2007 Mar-Apr;17(2):216-22.</p>	<p>Die Moorfield Regressionsanalyse zeigte eine exzellente Spezifität und gute Sensitivität. Obwohl nur moderate Korrelationen zwischen rim area, rim volume, mean RNFL thickness, RNFL cross-sectional area, und visual field index MD, gefunden wurden, limitiert eine große interindividuelle Variation die Vorhersage des einen Parameters durch einen anderen. Daher sollten in der klinischen Praxis sowohl strukturelle als auch funktionelle Untersuchungen die Glaukomschädigung beschreiben.</p>
<p>A comparison of HRT II and GDx imaging for glaucoma detection in a primary care eye clinic setting.</p>	<p>Andreou PA, Wickremasinghe SS, Asaria RH, Tay E, Franks WA.</p>	<p>Eye (Lond). 2007 Aug;21(8):1050-5. Epub 2006 May 12.</p>	<p>Für die Glaukomdiagnostik im primary care setting sind sowohl HRT als auch GDx als Einzelmethode effektiv.</p>
<p>Detection of glaucomatous optic nerve head by using Heidelberg topographic maps.</p>	<p>Iester M, Zanini M, Vittone P, Calabria G.</p>	<p>Eye (Lond). 2007 May;21(5):609-13. Epub 2006 Feb 17.</p>	<p>Unter Nutzung der topografischen Abbildungsanalyse ist die Differenzierungskapazität des HRT zwischen normalen und glaukomveränderten Augen ähnlich der bereits publizierten, aber mit der Technikanwendung des HRT ist keine Zeichnung der Konturlinie durch den Untersucher notwendig.</p>
<p>Evaluation of optical coherence tomography and heidelberg retinal tomography parameters in detecting early and moderate glaucoma.</p>	<p>Naithani P, Sihota R, Sony P, Dada T, Gupta V, Kondal D, Pandey RM.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2007 Jul;48(7):3138-45.</p>	<p>OCT-basierte automatische Klassifizierung funktioniert besser als HRT Klassifizierung bei der Differenzierung zwischen gesunden und glaukomatösen Augen.</p>
<p>Glaucoma detection with the Heidelberg retina tomograph 3.</p>	<p>Burgansky-Eliash Z, Wollstein G, Bilonick RA, Ishikawa H, Kagemann L, Schuman JS.</p>	<p>Ophthalmology. 2007 Mar;114(3):466-71. Epub 2006 Nov 30.</p>	<p>Die Entdeckungsfähigkeit für Glaukome durch die neue HRT3 Software ist derjenigen der vorhergehenden Generation HRT2 ähnlich. Die Analyse der Glaukom-Probability Score zeigte vielversprechende Ergebnisse bei der Differenzierung zwischen gesunden und von Glaukom betroffenen</p>

			Augen, ohne Bedarf an zusätzlicher subjektiver Expertise.
Monitoring glaucomatous progression using a novel Heidelberg Retina Tomograph event analysis.	Fayers T, Strouthidis NG, Garway-Heath DF.	Ophthalmology. 2007 Nov;114(11):1973-80. Epub 2007 Jul 26.	Die HRT Ereignisanalyse (EA) repräsentiert eine einfache Technik guter Bildqualität. In dieser Studienkohorte war die Erkennungsrate von Progression höher (95% specificity) als für die rim area (RA) Trend Analyse und die visual field (VF) Progressionskriterien.
Association of retinal nerve fibre layer thickness measured by confocal scanning laser ophthalmoscopy and optical coherence tomography with disc size and axial length.	Nagai-Kusuhara A, Nakamura M, Fujioka M, Tatsumi Y, Negi A.	Br J Ophthalmol. 2008 Feb;92(2):186-90.	Zusätzlich zum Einfluss des Alters beeinflusst die Sehnervenscheibengröße die Nervenfaserstärke bei einer Messung mit dem HRT, während die Achsenlänge die Nervenfaserstärke und die Scheibenumgebung bei der Messung mit OCT beeinflusst. Dies muss bei der Anwendung von Normalwerten bedacht werden.
New developments in Heidelberg retina tomograph for glaucoma.	Strouthidis NG, Garway-Heath DF.	Curr Opin Ophthalmol. 2008 Mar;19(2):141-8.	Die HRT ist eine vielversprechende Technik um Patienten mit Glaukom oder Glaukomrisiko zu monitoren, obwohl das Verhältnis zwischen der progressiven strukturellen und der Gesichtsfeldveränderung noch nicht ganz klar ist.
Nonarteritic anterior ischaemic optic neuropathy.	Ho SF, Dhar-Munshi S.	Curr Opin Ophthalmol. 2008 Nov;19(6):461-7.	Es sind mehr Studien notwendig um die neuen bildgebenden Verfahren zu evaluieren.
Correlation of Disc Damage Likelihood Scale, visual field, and Heidelberg Retina Tomograph II in patients with glaucoma.	Hornova J, Kuntz Navarro JB, Prasad A, Freitas DG, Nunes CM.	Eur J Ophthalmol. 2008 Sep-Oct;18(5):739-47.	Diese Studie zeigt, dass die Beurteilung des optischen Nervenkopfes unter Anwendung der Disc Damage Likelihood Scale (DDLS) Informationen bietet, die mit den Ergebnissen der Gesichtsfeldmessung und Daten aus HRT II Untersuchungen gut korrelieren.

<p>Comparison of HRT-3 glaucoma probability score and subjective stereophotograph assessment for prediction of progression in glaucoma.</p>	<p>Alencar LM, Bowd C, Weinreb RN, Zangwill LM, Sample PA, Medeiros FA.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 May;49(5):1898-906.</p>	<p>Glaucoma Probability Score (GPS; HRT-3; Heidelberg Engineering, Dossenheim, Germany) Werte lieferten gute Vorhersagewerte bei suspektem Glaukom, gleich gut wie die subjektive Beurteilung der optic disc. Diese Ergebnisse legen nahe, dass der GPS den Stereophotograph als Werkzeug für die Einschätzung der Konversion beim Glaukom ersetzen kann.</p>
<p>Variability of the standard reference height and its influence on the stereometric parameters of the heidelberg retina tomograph 3.</p>	<p>Breusegem C, Fieuws S, Stalmans I, Zeyen T.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 Nov;49(11):4881-5. Epub 2008 Aug 8.</p>	<p>Eine deutliche Variabilität der Standard Referenzhöhe wurde zwischen HRT3 Untersuchungen derselben Augen beobachtet, was die große Variabilität von mehr als der Hälfte der Parameter rim area (RA), rim volume (RV) und retinale Nervenfaserstärke (RNFL) bedingen könnte. Die Ergebnisse zeigen, dass Veränderungen bei HRT3 Parametern mit Vorsicht zu interpretieren sind, wenn große SRH Variabilität besteht.</p>
<p>Longitudinal variability of optic disc and retinal nerve fiber layer measurements.</p>	<p>Leung CK, Cheung CY, Lin D, Pang CP, Lam DS, Weinreb RN.</p>	<p>Invest Ophthalmol Vis Sci. 2008 Nov;49(11):4886-92. Epub 2008 Jun 6.</p>	<p>Die Messung der langen Nervenfaserschicht und die Messung der neuroretinal rim area mit optischer Kohärenztomografie(OCT), scanning laser polarimetry (SLP), und confocal scanning laser ophthalmoscopy (CSLO =HRT) haben geringe Variabilität und sind nützlich für die Untersuchung der Glaukomprogression.</p>
<p>Relationship between Humphrey 30-2 SITA Standard Test, Matrix 30-2 threshold test, and Heidelberg retina tomograph in ocular hypertensive and glaucoma patients.</p>	<p>Bozkurt B, Yilmaz PT, Irkec M.</p>	<p>J Glaucoma. 2008 Apr-May;17(3):203-10.</p>	<p>Die Ergebnisse der Humphrey Matrix frequency doubling technology (FDT, 30-2 threshold test) sind gut vergleichbar mit der Standard automated perimetry (SAP, 30-2 SITA standard test) bei der Beurteilung von Glaukom. Visual field global Indizes zeigen statistisch signifikante, aber dennoch geringe Korrelationen mit den meisten HRT Parametern. Die Übereinstimmung zwischen Moorfields Regression analysis und visual fields for</p>

			<p>abnormality ist gut. HRT oder visual fields können die ersten Schädigungen durch Glaukom zeigen, daher kann die Kombination der optic nerve head Parameter und der Gesichtsfeldanalyse die Glaukomdiagnose und das Follow-up verbessern.</p>
<p>Accuracy of scanning laser polarimetry, scanning laser tomography, and their combination in a glaucoma screening trial.</p>	<p>Toth M, Kothy P, Hollo G.</p>	<p>J Glaucoma. 2008 Dec;17(8):639-46.</p>	<p>In einer weißen Screening Population mit relativ hohem Risiko für leichte Glaukomschäden war eine Kombination von verschiedenen GDx-VCC Kriterien sinnvoll für ein Glaukomscreening; Kombinationen von HRT Kriterien oder Kombinationen von GDx-VCC Kriterien mit HRT Kriterien waren nicht so gut dafür.</p>
<p>Observer agreement using the Heidelberg retina tomograph: the Bridlington Eye Assessment Project.</p>	<p>Hawker MJ, Ainsworth G, Vernon SA, Dua HS.</p>	<p>J Glaucoma. 2008 Jun-Jul;17(4):280-6.</p>	<p>Die fehlende Übereinstimmung beim contour placement kann substantiell sein, resultierend in Disproportionanzen bei manchen berechneten HRT Parametern. Die Bildqualität und die Linsendurchlässigkeit haben keinen bedeutenden Einfluss auf den Grad der Nichtübereinstimmung. Rim/disc area ratio ist jener HRT Parameter, der am wenigsten betroffen ist und besser nutzbar ist beim Vergleich normativer Datenbanken oder diagnostischer Studien zwischen verschiedenen Zentren.</p>
<p>Comparing optic nerve-head-size measurements by the heidelberg retina tomograph with fundus photography performed with a novel focusing technique.</p>	<p>Quigley MG, Patel V, Dube P, Wittich W, Harasymowycz P.</p>	<p>J Glaucoma. 2008 Sep;17(6):480-3.</p>	<p>Disc area Messungen können mittels digitaler Fundusfotografie gut durchgeführt werden, wenn für die Fokusleitposition korrigiert wird beim Vergleich mit der HRT.</p>

<p>Limitations of the Heidelberg Retina Tomograph.</p>	<p>Siam GA, Gheith ME, de Barros DS, Lin AP, Moster MR.</p>	<p>Ophthalmic Surg Lasers Imaging. 2008 May-Jun;39(3):262-4.</p>	<p>Es ist wichtig zu wissen, dass die alleinige Interpretation von Heidelberg Retina Tomograph Ergebnissen irreführend sein kann. Wenn mit sorgfältiger klinischer Untersuchung kombiniert (optic nerve head und visual field) kann die Heidelberg Retina Tomograph wertvolle Information zur Unterstützung des Klinikers bei Diagnose und Management des Glaukoms liefern.</p>
<p>Exploring the Heidelberg Retinal Tomograph 3 diagnostic accuracy across disc sizes and glaucoma stages: a multicenter study.</p>	<p>Oddone F, Centofanti M, Rossetti L, Iester M, Fogagnolo P, Capris E, Manni G.</p>	<p>Ophthalmology. 2008 Aug;115(8):1358-65, 1365.e1-3. Epub 2008 Mar 5.</p>	<p>Die Genauigkeit der HRT3 Diagnosealgorithmen ist moderat. Der Glaukom Propability Score ist weniger spezifisch und stärker von der Scheibengröße beeinflusst als die Moorfield Regressionanalyse. Die Cup shape Messung und die R. Burk linear discriminant function (RB-LDF) funktionieren am besten und sind am wenigsten beeinflusst von Scheibengröße und Glaukomstadium.</p>
<p>Discriminating between normal and glaucoma-damaged eyes with the Heidelberg Retina Tomograph 3.</p>	<p>Ferreras A, Pablo LE, Larrosa JM, Polo V, Pajarin AB, Honrubia FM.</p>	<p>Ophthalmology. 2008 May;115(5):775-781.e2. Epub 2007 Sep 17.</p>	<p>Verglichen mit den HRT-inkludierten Parametern, zeigte die linear discriminant function (LDF) höhere diagnostische Fähigkeit als die meisten verfügbaren Analysen. Die LDF hatte eine bessere Sensitivitäts- und Spezifitätsbalance als die Frederick S. Mikelberg (FSM) discriminant Funktion und die Reinhard O. W. Burk (RB) discriminant function, unabhängig von der Sehnervenscheibe.</p>
<p>[Relationship between standard automated perimetry and optic nerve head topography performed with the Heidelberg Retina Tomograph].</p>	<p>Lopez-Pena MJ, Ferreras A, Larrosa JM, Polo V, Fogagnolo P, Honrubia FM.</p>	<p>Arch Soc Esp Oftalmol. 2009 Dec;84(12):611-24.</p>	<p>Schwache bis moderate Korrelation fand sich für manche optic nerve head (ONH) Parameter gemessen mit dem Heidelberg Retina Tomograph (HRT) und standard automated perimetry (SAP) Ergebnissen in der Gruppe der Patienten mit Glaukom.</p>

Optical coherence tomography and Heidelberg retina tomography for superior segmental optic hypoplasia.	Lee HJ, Kee C.	Br J Ophthalmol. 2009 Nov;93(11):1468-73. Epub 2009 Jul 23.	Ein erhöhtes generelles Ausdünnen der retinalen Nervenfasern hinter der oberen Retina wurde bei Augen mit superior segmental optic hypoplasia (SSOH) beobachtet. OCT und HRT waren genauso wertvoll wie die ancillary diagnostic tests für SSOH, auch in leichten Fällen.
Assessment of cup-to-disc ratio with slit-lamp funduscopy, Heidelberg Retina Tomography II, and stereoscopic photos.	Durmus M, Karadag R, Erdurmus M, Totan Y, Feyzi Hepsen I.	Eur J Ophthalmol. 2009 Jan-Feb;19(1):55-60.	Trotz der Korrelationen zwischen den drei Methoden (Spaltlampen-Fundusuntersuchung, Heidelberg Retina Tomography II und stereoscopic optic nerve photos) bestehen doch signifikante Unterschiede zwischen den Messungen der Parameter zur Sehnervenscheibe, die zu groß für eine Austauschbarkeit im klinischen Setting zu sein scheinen.
Comparison of glaucoma probability score and Moorfields regression analysis to discriminate glaucomatous and healthy eyes.	Takmaz T, Can I.	Eur J Ophthalmol. 2009 Mar-Apr;19(2):207-13.	Die diagnostische Performance des GPS war ähnlich derjenigen der MRA. GPS kann zwischen glaukomatösen und gesunden Augen mit verhältnismäßig besserer Sensitivität aber schlechterer Spezifität als MRA beim Frühstadium von Glaukom differenzieren.
Clinical measurement and categorization of optic disc in glaucoma patients.	Rao HB, Sekhar GC, Babu GJ, Parikh RS.	Indian J Ophthalmol. 2009 Sep-Oct;57(5):361-4.	Die Übereinstimmung zwischen klinischer und HRT Scheibendurchmesser Untersuchung ist moderat.
Influence of glaucomatous damage and optic disc size on glaucoma detection by scanning laser tomography.	Hoesl LM, Mardin CY, Horn FK, Juenemann AG, Laemmer R.	J Glaucoma. 2009 Jun-Jul;18(5):385-9.	Die diagnostische Genauigkeit all der Klassifikationen im HRT hängen von der Sehnervenscheibengröße und dem Glaukomstadium ab. Der Glaucoma Probability Score zeigte eine bessere diagnostische Performance als die Moorfield Regressionsanalyse und war ähnlich derjenigen von Bathija.

<p>Sensitivity and specificity with the glaucoma probability score in Heidelberg Retina Tomograph II in Japanese eyes.</p>	<p>Saito H, Tomidokoro A, Yanagisawa M, Iwase A, Araie M.</p>	<p>J Glaucoma. 2009 Mar;18(3):227-32.</p>	<p>Bei japanischen Augen waren die Sensitivität und Spezifität mit dem GPS ähnlich denen der MRA oder FSM, allerdings war die Spezifität etwas geringer als die bei westlichen Augen. Subgruppenanalysen offenbarten eine bemerkenswerte Abhängigkeit der diagnostischen Fähigkeit von der disc area und dem refractive error. Die diagnostische Fähigkeit des GPS ist noch immer nicht ausreichend für die Glaukomentdeckung bei der japanischen Bevölkerung.</p>
<p>Reproducibility of the Heidelberg Retina Tomograph III Glaucoma Probability Score.</p>	<p>Taibbi G, Fogagnolo P, Orzalesi N, Rossetti L.</p>	<p>J Glaucoma. 2009 Mar;18(3):247-52.</p>	<p>Glaucoma Probability Score (GPS) ist hoch reproduzierbar speziell bei sehr guter bis guter Bildqualität der HRT. Weiters war die Reproduzierbarkeit der GPS Parameter signifikant besser bei gesunden Personen als bei Glaukomentpatienten.</p>
<p>Comparison of quantitative imaging devices and subjective optic nerve head assessment by general ophthalmologists to differentiate normal from glaucomatous eyes.</p>	<p>Vessani RM, Moritz R, Batis L, Zagui RB, Bernardoni S, Susanna R.</p>	<p>J Glaucoma. 2009 Mar;18(3):253-61.</p>	<p>Die diagnostische Fähigkeit aller bildgebenden Techniken zeigte bessere Performance als die subjektive Beurteilung des optischen Nervenkopfes durch die Augenärzte generell, aber nicht durch Glaukomspezialisten. Objektive RNFL Messungen können eine Verbesserung in der Glaukomdiagnostik bieten wenn sie mit subjektiven Beurteilungen durch die Augenärzte und Glaukomspezialisten ergänzt werden.</p>
<p>Relationship between pattern electroretinogram, standard automated perimetry, and optic nerve structural assessments.</p>	<p>Sehi M, Pinzon-Plazas M, Feuer WJ, Greenfield DS.</p>	<p>J Glaucoma. 2009 Oct-Nov;18(8):608-17.</p>	<p>Die Retinale Ganglionzellenfunktion gemessen mit PERGLA ist beim Glaukom reduziert und demonstriert mäßige Korrelationen mit zentralen standard automated perimetry (SAP) Sensitivitätswerten und strukturellen Messungen der optic nerve topography und Nervenfaserstärke.</p>

<p>Comparison of retinal nerve fiber layer thickness values using Stratus Optical Coherence Tomography and Heidelberg Retina Tomograph-III.</p>	<p>Moreno-Montanes J, Anton A, Garcia N, Olmo N, Morilla A, Fallon M.</p>	<p>J Glaucoma. 2009 Sep;18(7):528-34.</p>	<p>Die Sensitivität der RNFL Schaden Diagnostik mittels HRT-III war geringer im Vergleich mit OCT-3, vor allem im Frühstadium des Glaukoms. Die Nervenfaserstärke (RNFL thickness) stimmte zwischen HRT-III und OCT-3 nur mäßig überein. Die height variation contour (HVC) war für die Glaukomdiagnose nicht nützlich.</p>
<p>[Glaucoma diagnosis and follow-up using the Heidelberg Retina Tomograph].</p>	<p>Hoffmann EM, Lamparter J, Schmidt T, Schulze A.</p>	<p>Ophthalmologe. 2009 Aug;106(8):687-8, 690-5.</p>	<p>Der Heidelberg Retina Tomograph (HRT) ist ein Glaukom-Diagnosesystem, das schnelle und nichtinvasive topografische Informationen über den optischen Nervenkopf, die neuroretinale Umgebung und die optische Nervenfaserstärke liefert. Statistische Methoden wie die Moorfields Regressionsanalyse und der glaucoma probability score, sowie diskriminante Funktionen sind im Instrument implementiert, und unterstützen bei der Abgrenzung zwischen gesunden und glaukomatösen Augen. Die primäre Methode für Veränderungsuntersuchungen ist die HRT topographic change Analyse, eine Technik, die die Variabilität zwischen einer Basisuntersuchung und Nachfolgeuntersuchungen vergleicht. Die stereometrische Trend Analyse berichtet Veränderungen der normalisierten topografischen Parameter über die Zeit. Die Nutzung des HRT kann die klinische Untersuchung nicht ersetzen, aber die Beurteilung und das Management entsprechend der ärztlichen Erfahrung unterstützen.</p>

<p>Laser scanning tomography of optic discs of the normal Japanese population in a population-based setting.</p>	<p>Abe H, Shirakashi M, Tsutsumi T, Araie M, Tomidokoro A, Iwase A, Tomita G, Yamamoto T.</p>	<p>Ophthalmology. 2009 Feb;116(2):223-30. Epub 2008 Dec 12.</p>	<p>Der Bericht liefert Referenzdaten für die Normalität von HRT Parametern basierend auf einem großen Sample aus der japanischen Bevölkerung. Es wurden wenige, aber signifikante Unterschiede erkannt in der Höhe, dem refractive Error, dem intraokularen Druck und der zentralen Hornhautdicke bei mehreren HRT Parametern. Viele HRT Parameter waren wenig bis kaum von der optic disc size beeinflusst.</p>
<p>Clinician's agreement in establishing glaucomatous progression using the Heidelberg retina tomograph.</p>	<p>Vizzeri G, Weinreb RN, Martinez de la Casa JM, Alencar LM, Bowd C, Balasubramanian M, Medeiros FA, Sample P, Zangwill LM.</p>	<p>Ophthalmology. 2009 Jan;116(1):14-24. Epub 2008 Nov 17.</p>	<p>Die Übereinstimmung von Klinikern bei der Identifizierung von glaukomatöser Progression unter Nutzung verschiedener HRT Methoden der Analyse war mäßig bis gut und ähnlich unter all den Methoden, inklusive MRA, die nicht zur Progressionserkennung gedacht ist.</p>
<p>Sector-based analysis with the Heidelberg Retinal Tomograph 3 across disc sizes and glaucoma stages: a multicenter study.</p>	<p>Oddone F, Centofanti M, Iester M, Rossetti L, Fogagnolo P, Michelessi M, Capris E, Manni G.</p>	<p>Ophthalmology. 2009 Jun;116(6):1106-11.e1-3. Epub 2009 Apr 19.</p>	<p>Heidelberg Retinal Tomograph 3 Sektoranalyse zeigte moderate diagnostische Performance und kann potentielle Vorteile für die generelle Analyse des klinisch diagnostischen Prozesses generieren. Kleine Sehnervenscheiden können genauer klassifiziert werden, wenn der inferonasale Sektor untersucht wird, große Sehnervenscheiden im inferotemporal Sektor. Weder HRT Parameters noch die Klassifikationsalgorithmen scheinen für das Frühstadium geeignet.</p>
<p>Sensitivity and specificity of the Heidelberg Retina Tomograph II Version 3.0 in a population-based study: the Tajimi Study.</p>	<p>Saito H, Tsutsumi T, Araie M, Tomidokoro A, Iwase A.</p>	<p>Ophthalmology. 2009 Oct;116(10):1854-61. Epub 2009 Aug 5.</p>	<p>In einem Populations-basierten Setting war die Sensitivität des HRT II unbefriedigend mit allen Auswertungsprogrammen, die Spezifität war gut. Eine signifikante Zahl an Glaukomen wurde als normal klassifiziert, und Augen im früheren Stadium der Erkrankung werden leichter fehldiagnostiziert als sonst. Faktoren wie Alter, Refraktion und disc area hatten einen Einfluss auf</p>

			die Spezifität, aber der Grad des Einflusses war bei jedem der Klassifizierungsprogramme anders.
[Contribution and significance of Heidelberg Retinal Tomography II in diagnostics of ocular hypertension and its conversion into primary open-angle glaucoma].	Markovic V, Kontic D, Hentova-Sencanic P, Bozic M, Marjanovic I, Krstic V, Kovarevic D.	Vojnosanit Pregl. 2009 Apr;66(4):283-9.	Bei der Diagnose von okularer Hypertension und ihrer Konversion ins Glaukom, kommt HRT II für die quantitative Evaluation der retinalen Topography und das quantitative Monitoring von topographischen Veränderungen (C/D ratio, loss of rim volume tissue) zum Einsatz, wodurch subtile Änderungen, die nicht in der Ophthalmoskopie gesehen werden können, registriert werden. In dieser Studie offenbarte HRT II bei 10% der Patienten die Konversion von okularer Hypertension in Glaukom.
Diagnostic accuracy of Heidelberg Retina Tomograph III classifications in a Turkish primary open-angle glaucoma population.	Bozkurt B, Irkec M, Arslan U.	Acta Ophthalmol. 2010 Feb;88(1):125-30. Epub 2009 Jul 21.	Die mittels glaucoma probability score (GPS) automatisierte Klassifikation zeigte ähnliche Sensitivität wie die Moorfields regression analysis (MRA), aber deutlich geringere Spezifität bei der Anwendung in der türkischen Bevölkerung.
Pulsar perimetry in the diagnosis of early glaucoma.	Zeppieri M, Brusini P, Parisi L, Johnson CA, Sampaolesi R, Salvetat ML.	Am J Ophthalmol. 2010 Jan;149(1):102-12. Epub 2009 Oct 2.	Der Pulsar T30W Test ist eine schnelle und einfache perimetrische Methode mit höherer Sensitivität als SAP bei der Entdeckung von frühen Gesichtsfeldschäden bedingt durch Glaukom. Die diagnostische Fähigkeit ist gut für die Entdeckung früher perimetrischer POAG Augen und mäßig für glaucomatous optic neuropathy (GON) Augen. Die Funktion des Pulsar war vergleichbar mit frequency doubling technology (FDT), HRT, und GDx, auch wenn die Übereinstimmung dieser Instrumente nur schlecht bis mäßig

			ist.
Glaucomatous progression in series of stereoscopic photographs and Heidelberg retina tomograph images.	O'Leary N, Crabb DP, Mansberger SL, Fortune B, Twa MD, Lloyd MJ, Kotecha A, Garway-Heath DF, Cioffi GA, Johnson CA.	Arch Ophthalmol. 2010 May;128(5):560-8.	Statistische Methoden zur Entdeckung von strukturellen Veränderungen bei der HRT Darstellung zeigen nur mäßige Übereinstimmung miteinander und schlechte Übereinstimmung mit von Experten beurteilten Veränderungen von optic disc Stereophotographien.
The sensitivity and specificity of Heidelberg Retina Tomograph parameters to glaucomatous progression in disc photographs.	Saarela V, Falck A, Airaksinen PJ, Tuulonen A.	Br J Ophthalmol. 2010 Jan;94(1):68-73. Epub 2009 Aug 18.	Trotz der guten Darstellungsqualität hatte die Veränderung bei stereometrischen ONH Parametern keine hohe Sensitivität und Spezifität für die Progression. Das heißt, dass bei der Evaluierung der Progression bei Glaukom nicht auf die HRT Messung allein geachtet werden sollte.
Predicting progression to glaucoma in ocular hypertensive patients.	Strouthidis NG, Gardiner SK, Owen VM, Zuniga C, Garway-Heath DF.	J Glaucoma. 2010 Jun-Jul;19(5):304-9.	Patienten mit abnormen MRA und GPS Klassifikationen könnten ein erhöhtes Risiko für HRT oder VF Veränderungen haben.
The Heidelberg retina tomograph Glaucoma Probability Score: reproducibility and measurement of progression.	Strouthidis NG, Demirel S, Asaoka R, Cossio-Zuniga C, Garway-Heath DF.	Ophthalmology. 2010 Apr;117(4):724-9. Epub 2010 Jan 4.	Veränderungen bei HRT GPS Werten zwischen 0.30 und 0.78 sollten mit Vorsicht interpretiert werden, weil der Index in dieser Bandbreite schlechtere Reproduzierbarkeit hat.
Retinal nerve fiber layer imaging with spectral-domain optical coherence tomography a study on diagnostic agreement with Heidelberg Retinal	Leung CK, Ye C, Weinreb RN, Cheung CY, Qiu Q, Liu S, Xu G, Lam DS.	Ophthalmology. 2010 Feb;117(2):267-74. Epub 2009 Dec 6.	Die diagnostische Klassifikation durch den HRT und die Spectralis OCT Analyse können unterschiedlich sein. Auf vergleichbarem Niveau der Spezifität zeigt die Spectralis OCT RNFL Messung eine höhere Sensitivität als die HRT optic disc Messung.

Tomograph.			
Comparison of the diagnostic capability of the Heidelberg Retina Tomographs 2 and 3 for glaucoma in the Indian population.	Rao HL, Babu GJ, Sekhar GC.	Ophthalmology. 2010 Feb;117(2):275-81. Epub 2009 Dec 6.	Die diagnostische Fähigkeit der HRT2 MRA war ähnlich jener der HRT3 MRA; ethnische Korrektur konnte die Ergebnisse nicht verbessern, GPS war sensitiver aber weniger spezifisch als MRA bei der Glaukomdiagnose.
Diagnostic ability of Heidelberg Retina Tomography in detecting glaucoma in a population setting: the Singapore Malay Eye Study.	Zheng Y, Wong TY, Lamoureux E, Mitchell P, Loon SC, Saw SM, Aung T.	Ophthalmology. 2010 Feb;117(2):290-7. Epub 2009 Dec 14.	Die derzeitigen HRT II Algorithmen sind von limitiertem Wert für ein Populations bezogenes Glaukom Screening

10 Zusammenfassung

Aus Sicht der Evidenzstufen für diagnostische Anwendungen zeigen sich derzeit moderate Ergebnisse für die HRT bei Stufe 1 und 2 (technische Qualität und diagnostische Genauigkeit), aber wenig überzeugende Hinweise auf den Stufen 3-6, für den diagnostischen oder therapeutischen Impact, den Patienten relevanten Nutzen und den Nutzen aus gesellschaftlicher Sicht.

<p>Level 6: Nutzen aus gesellschaftlicher Sicht Kosten-Nutzen/Kosten-Nutzwert/Kosten-Effektivität aus gesellschaftlicher Sichtweise</p>	<p>Zusatzkosten</p>
<p>Level 5: Patientenrelevanter Nutzen Lebensqualität, Vermeidung weiterer Untersuchungen, funktioneller Status, Morbidität, Mortalität, Schmerzen, Nebenwirkungen</p>	<p>Unklar</p>
<p>Level 4: Therapeutischer Impact Einfluss des Testergebnisses auf therapeutisches Vorgehen, Einleiten/Vermeidung von Therapien, Änderung des Therapieplanes</p>	<p>Unklar</p>
<p>Level 3: Diagnostischer Impact Auswirkungen des Testergebnisses auf Diagnosefindung (Differentialdiagnostische Überlegungen, Untermauerung einer Hypothese, Änderung des geplanten diagnostischen Vorgehens)</p>	<p>Zusatzuntersuchung</p>
<p>Level 2: Diagnostische Genauigkeit Bestimmung der Sensitivität/Spezifität, prädiktive Werte, Receiver-Operating Kurve</p>	<p>57% Sensitivität bei 95% Spezifität</p>
<p>Level 1: Technische Qualität Beschreibung der Qualität anhand von physikalischen Parameter (z.B. Helligkeit, Kontrast,...) unter idealen Bedingungen</p>	<p>Bei 93.3, 80.4 und 88.3% der Patienten erfolgreich anwendbar</p>

Fryback, D.G. and J.R. Thornbury, *The efficacy of diagnostic imaging*. Med Decis Making, 1991. 11(2): p. 88-94.

¹ Fryback DG, Thornbury JR. The efficacy of diagnostic imaging. Med Decis Making, 1991. 11(2):p. 88-94.

² <http://de.wikipedia.org/wiki/Glaukom>

³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Glaukom>

⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Glaukom>

- ⁵ <http://www.augeninfo.de/leit/leit15a.pdf>
- ⁶ Aponte EP, Diehl N, Mohny BG. Incidence and clinical characteristics of childhood glaucoma: a population-based study. *Arch Ophthalmol.* 2010 Apr;128(4):478-82.
- ⁷ http://de.wikipedia.org/wiki/Heidelberger_Retina-Tomographie
- ⁸ http://de.wikipedia.org/wiki/Heidelberger_Retina-Tomographie
- ⁹ http://de.wikipedia.org/wiki/Heidelberger_Retina-Tomographie
- ¹⁰ <http://www.augen-roseneck.de/content/impressum-wwwaugen-roseneckde>
- ¹¹ <http://www.augen-roseneck.de/content/impressum-wwwaugen-roseneckde>
- ¹² <http://www.springerlink.com/content/q77h4x06417n5518/>
- ¹³ Aus der Beschreibung zum HRT (Dokument verfügbar); Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany
- ¹⁴ <http://de.wikipedia.org/wiki/Augenhintergrund>
- ¹⁵ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ¹⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Makuladegeneration>
- ¹⁷ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ¹⁸ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ¹⁹ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²⁰ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²¹ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²² http://books.google.at/books?id=Op3Y0L6iaOQC&pg=PA1021&lpg=PA1021&dq=Moorfield+Regressio+n+Analyse&source=bl&ots=b_-E1dcwBv&sig=AFuhBk2caoYH02-klkUcoll7fJk&hl=de&ei=w3G1TO_EJcKeOvPS2JYG&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CCsQ6AEwAw#v=onepage&q&f=false
- ²³ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²⁴ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²⁵ <http://www.portal-der-augenmedizin.de/behandlungen/spezielle-untersuchungen/glaukom-vorsorge-und-kontrolle/vorsorge-gruener-star-glaukom.html>
- ²⁶ Aus der Beschreibung zum HRT (Dokument verfügbar); Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany
- ²⁷ Aus der Beschreibung zum HRT (Dokument verfügbar); Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany
- ²⁸ Aus der Beschreibung zum HRT (Dokument verfügbar); Heidelberg Engineering GmbH, Heidelberg, Germany
- ²⁹ <http://www.augeninfo.de/leit/leit15a.pdf>
- ³⁰ Kwartz AJ, Henson DB, Harper RA, Spencer AF, McLeod D. The effectiveness of the Heidelberg Retina Tomograph and laser diagnostic glaucoma scanning system (GDx) in detecting and monitoring glaucoma. *Health Technol Assess* 2005;9(46).
- ³¹ Eigenübersetzung
- ³² Harasymowycz PJ, Papamatheakis DG, Fansi AK, Gresset J, Lesk MR. Validity of screening for glaucomatous optic nerve damage using confocal scanning laser ophthalmoscopy (Heidelberg Retina Tomograph II) in high-risk populations: a pilot study. *Ophthalmology.* 2005 Dec;112(12):2164-71.
- ³³ Healey PR, Lee AJ, Aung T, Wong TY, Mitchell P. Diagnostic accuracy of the Heidelberg Retina Tomograph for glaucoma a population-based assessment. *Ophthalmology.* 2010 Sep;117(9):1667-73.
- ³⁴ Hewitt AW, Chappell AJ, Straga T, Landers J, Mills RA, Craig JE. Sensitivity of confocal laser tomography versus optical coherence tomography in detecting advanced glaucoma. *Clin Experiment*

Ophthalmol. 2009 Dec;37(9):836-41; quiz 903-4.

³⁵ Nayak J, Acharya U R, Bhat PS, Shetty N, Lim TC. Automated diagnosis of glaucoma using digital fundus images. *J Med Syst.* 2009 Oct;33(5):337-46.

³⁶ Martin LM, Nilsson AL. Rarebit perimetry and optic disk topography in pediatric glaucoma. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2007 Jul-Aug;44(4):223-31.

³⁷ Frisén L. New sensitive window on abnormal spatial vision: rarebit probing. *Vision Res.* 2002;42:1931–1939 auf <http://www.iovs.org/cgi/content/full/48/11/5320>

³⁸ Frisén L. New sensitive window on abnormal spatial vision: rarebit probing. *Vision Res.* 2002;42:1931–1939; Frisén L. Spatial vision in visually asymptomatic subjects at high risk for multiple sclerosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2003;74:1145–1147.; Brusini P, Salvat ML, Parisi L, Zeppieri M. Probing glaucoma visual damage by rarebit perimetry. *Br J Ophthalmol.* 2005;89:180–184. auf <http://www.iovs.org/cgi/content/full/48/11/5320>