3. Automatische statische Perimeter

3.1 Untersuchungsziel

Mit der automatischen statischen Perimetrie wird die topographische Verteilung der Empfindlichkeit für Lichtunterschiede innerhalb des Gesichtsfeldes geprüft, am häufigsten mit ortsfesten Reizen wechselnder Leuchtdichte (statische Perimetrie). Die Verwendung bewegter Reize (kinetische Perimetrie) bei automatischen Geräten ist im Kapitel 4. Kinetische Perimetrie abgehandelt.

3.2 Definition

Das Gesichtsfeld ist die Gesamtheit aller visuellen Sinneseindrücke, die von einer Person bei unbewegtem Auge (und konstanter, möglichst zentraler Fixation) sowie unbewegtem Kopf wahrgenommen werden können. Als automatisches Perimeter oder Computer-Perimeter bezeichnet man ein Gerät, welches die für die Untersuchung des Gesichtsfeldes erforderlichen Prüfreize erzeugt und dem zu untersuchenden Auge in geeigneter Weise nach einem computergesteuerten Algorithmus darbietet. Daneben ermöglicht das Gerät die Eingabe der erforderlichen Probandendaten und Programmparameter, die Registrierung und Verwertung der Antworten und ggf. die automatische Überwachung der Fixation, die Überprüfung der physikalischen Parameter und schließlich die Ausgabe des Befundes in verschiedenartigen Formaten und Medien, wie z.B. Papierausdruck, Bildschirmdarstellungen, Datenanalysen und Datenübergabe an Rechnersysteme.

3.3 Indikation

Die automatische statische Perimetrie wird einerseits diagnostisch zur Abklärung von (unklaren) Sehstörungen, zur Lokalisationsdiagnostik von Sehbahnläsionen mit Auswirkungen auf das zentrale und periphere Gesichtsfeld, zur Verlaufskontrolle bekannter Gesichtsfelddefekte sowie andererseits für differenzierte Eignungstests, z.B. Fahreignung oder zur Flugtauglichkeit eingesetzt. Gutachterlich sind die Ergebnisse der automatischen statischen Rasterperimetrie nur unter Einhaltung vorgeschriebener Mindestanforderungen in Bezug auf Untersuchungsstrategien, technische Geräteeinrichtungen, Rasteranordnungen/Prüfpunktdichten und Exzentrizitäten (sh. z.B. Empfehlungen zur Fahreignungsbegutachtung) verwertbar – und zwar nur dann, wenn diese einen altersentsprechenden Normalbefund zeigen. Im Falle von pathologischen Gesichtsfeldbefunden oder bei Untersuchung von Patienten mit erheblich eingeschränkter Kooperation ist dagegen die (manuelle) kinetische Perimetrie heranzuziehen, deren Befunde gutachterlich letztverbindlich sind (sh. Kapitel 4. Kinetische Perimetrie).

Unter „(manueller) kinetischer Perimetrie“ wird die Untersuchung an einem vollständig kalibrierten GOLDMANN-Perimeter oder gleichwertigen technischen Nachbauten oder an geeigneten Automatik-Perimetern verstanden, die eine Darbietung kinetischer Testreize ermöglicht, welcher der manuell geführten Stimulusbewegung am GOLDMANN-Perimeter weitgehend entspricht. Die Liste der diesbezüglich zugelassenen Automatik-Perimeter findet sich im (sh. Kapitel 4. Kinetische Perimetrie) unter Gerätetabellen.

Die (manuelle) kinetische Perimetrie ist für die Begutachtung zur Kraftfahreignung (Fahreignungsbegutachtung), im Sozialversicherungs- bzw. im Blindenwesen und bei der gesetzlichen und privaten Unfallversicherung unverzichtbar, zumindest bei hierdurch nachgewiesenem

Entschädigungs- oder Leistungsanspruch.

Für die Gesichtsfelduntersuchung bei Patienten mit hinreichender Mitarbeit kommt heutzutage überwiegend die automatische statische (Raster-)Perimetrie zur Anwendung. Die vorwählbare Strategie der statischen Lichtunterschiedsempfindlichkeits-Messung und die vorab spezifizierte Dichte des Prüfpunktrasters lassen bei automatisch überwachten physikalischen Eigenschaften des Gerätes eine angemessene Sensitivität und Reproduzierbarkeit der Befunde erwarten. Verschiedene Qualitätsindikatoren erlauben eine Abschätzung der Verlässlichkeit des Befundes. Die statische automatische schwellenbestimmende Perimetrie kommt überwiegend im zentralen Gesichtsfeldbereich (innerhalb einer Exzentrizität von 30°) zur Anwendung. Für das periphere Gesichtsfeld (jenseits einer Exzentrizität von 30°) empfiehlt sich eher der Einsatz schwellennah-überschwelliger statischer (Schnell-)Strategien oder alternativ die manuelle kinetische Perimetrie bzw. die computergesteuerte kinetische Technik oder (sh. 4. Kinetische Perimetrie).

Bezüglich der perimetrischen *Methodik* , u.a. in Bezug auf die Wahl der adäquaten (Nah-)Korrektion, wird auf das entsprechende Kapitel 4. Kinetische Perimetrie im Abschnitt Methodik verwiesen.

3.4 Fehlerquellen

Die vom Untersucher ausgehenden wesentlichen Fehlerquellen sind eine mangelhafte Einweisung, Positionierung und Führung des Probanden, ungeeignete oder ggf. fehlende Nahkorrektion, Streulicht oder Fremdlichteinfall, die fehlende Berücksichtigung der Pupillenweite und eine unangemessene Wahl des Programms oder der Testparameter sowie das Übersehen von Störfaktoren, wie z.B. Hektik oder Raumgeräusche.

Die vom Probanden ausgehenden Fehlerquellen sind u.a. unzureichende Motivation, mangelndes Verständnis, ein herabhängendes Oberlid (Ptosis), unstete Kopfposition (insbesondere bei Vorsetzen von Korrektionsgläsern), Fixationsunruhe, falsch positive oder falsch negative Antworten (s. Absatz "Qualitätskriterien"), ein schwankendes Antwortverhalten (z.B. positive Antwort bereits bei schwellennaher und im Folgenden erst bei stark überschwelliger Reizwahrnehmung bzw. vice versa), ein Lerneffekt bei perimetrisch unerfahrenen Patienten, stark verzögerte oder unsichere Antworten bzw. eine rasche Ermüdung.

Die vom Gerät ausgehenden Fehlerquellen werden in aller Regel durch automatische Kontrollverfahren eliminiert bzw. durch Unterbrechung des Ablaufs kenntlich gemacht und als Fehlermeldung ausgewiesen. Das Eindringen von Streulicht aus dem Untersuchungsraum muss vermieden werden. Der Anpassung des zeitlichen Ablaufs der Stimulusdarbietung an das individuelle Antwortenverhalten des Patienten sind gewisse Grenzen gesetzt.

3.5 Befunddarstellung, -wiedergabe und interpretation

Für die Quantifizierung und Darstellung von Lichtunterschiedsempfindlichkeiten wird meist die Dezibelskala benutzt. In dieser logarithmischen Skala werden absolute Ausfälle mit dem Wert 0 dB dargestellt, eine hohe Empfindlichkeit im zentralen Gesichtsfeld entspricht hingegen Werten von 30–40 dB. Der Wert 0 dB ist abhängig von der maximalen Prüfpunkt-Leuchtdichte; die Skala ist also gerätespezifisch. Die Wiedergabe in interpolierten Graustufen ähnelt der Isopterendarstellung der manuellen Perimetrie, mit vollständiger Schwärzung im Bereich minimaler und mit hellen Grauwerten bei hoher Lichtunerschiedsempfindlichkeit. Abweichungen von der Altersnorm lassen sich in einem

Differenzausdruck; ebenfalls in Dezibel, als „relative Empfindlichkeit“ in Graustufen oder als Zahlenwerte ausgeben. In einem numerischen Differenzausdruck wird zuweilen nur dann ein Zahlenwert angegeben, wenn der Lichtunterschiedsempfindlichkeitsverlust einen gewissen Mindestbetrag (z.B. 4–6 dB) überschreitet. Zur Visualisierung des Schwergrads einers Gesichtsfeldschadens und dessen Einordnung in einen generalisierten/diffusen bzw. lokalen Verlust eignet sich die kumulative Defektkurve („Bébié-Kurve“). Hierbei werden die einzelnen Schwellenwerte von ihrem Gesichtsfeldort entkoppelt und nur nach ihrer Abweichung von der Norm sortiert. Profilschnitte oder 3D-Ausdrucke dienen allenfalls der Detailinformation oder einer generellen Veranschaulichung; dreidimensionale Darstellungen haben in gedruckter Form den potentiellen Nachteil, ggf. bestehenden Ausfälle bei inadäquater Darstellung zu verdecken. Für die Visualisierung der Abweichung von der (Alters- und Exzentrizitäts-bezogenen) Empfindlichkeitsnorm lässt sich auch das „Signifikanzniveau der Abweichung“ verwenden. Die Wahrscheinlichkeit, mit welcher der jeweilige lokale Schwellenwert von einer alterskorrigierten Normalpopulation abweicht, ist hierbei als Graustufen und/oder Mustersymbol dargestellt. Aufgrund der (para-)zentral geringeren Streubreiten werden in diesem Exzentrizitätbereich bereits subtile Abweichungen von lokalen altersbezogenen Empfindlichkeits-Normwerten bereits mit geringer Irrtumswahrscheinlichkeit und somit deutlich als eindeutig pathologisch ausgewiesen, während ähnlich geringe Abweichungen in größerer Exzentrizität in einem derartigen „Probability-Plot“ kaum zutage treten. Somit kommt ein bestimmter Empfindlichkeitsverlust bei parazentraler Lage auffälliger zum Ausdruck als peripher, wodurch seine klinische Relevanz visualisiert werden soll. Vice versa kann und darf aus derartiger „p-Wert-Darstellungen“ unmittelbar auf die lokale Defekttiefe zurückgeschlossen werden.

Die Interpretation eines Gesichtsfeldes muss die Qualitätsindikatoren (Qualitätskriterien) zur Abschätzung der Zuverlässigkeit beachten.

Als erstes wird die Normalität eines Befundes beurteilt, als zweites die Art einer Abweichung vom Normalbefund in diffus oder lokalisiert differenziert. Danach bewertet man die topographische Anordnung lokalisierter Ausfälle (z.B. Nervenfaser- oder Quadrantenausfall?). Als letztes müssen die Befunde beider Augen miteinander in Beziehung gesetzt werden (homo- oder heteronym?). Kennwerte (Indizes) vereinfachen die Befundinterpretation durch Quantifizierung typischer Eigenschaften eines Gesichtsfeldes mit Hilfe einer Datenreduktion, oftmals unter Verlust der Ortsinformation. Hierdurch lässt sich die Verlaufsbeurteilung vereinfachen. Die am häufigsten gebrauchten Indizes sind der mittlere Empfindlichkeitsverlust (MD, Mittelwert aller Abweichungen von der alterskorrigierten normalen Empfindlichkeit), der besonders auf diffuse Schäden anspricht, und die Verlustvarianz (Varianz der einzelnen Abweichungen von der Altersnorm an allen Positionen), die ein Maß für die Irregularität der Defekte darstellt. Bei der bevorzugt angewandten korrigierten Verlustvarianz (CLV bei Octopus- Geräten oder CPSD bei Humphrey- Geräten) ist die Verlustvarianz, welche in Bezug die Kurzzeitfluktuation (mittlere quadratische Abweichung von Doppelbestimmungen innerhalb ein- und derselben Gesichtsfelduntersuchung) korrigiert wurde. Zur globalen Befundinterpretation hat sich darüber hinaus die o.g. kumulative Defektkurve („Bebie“-Kurse, s. sh. erster Absatz dieses Kapitels) bewährt. Die Werte für die Indizes lassen sich bei den unterschiedlichen Perimetern nicht unmittelbar miteinander vergleichen (u.a. weil sich die maximal erreichbaren Stimulus-Leuchtdichtewerte unterscheiden, die Prüfpunktanordnungen und auch die Berechnungsmethoden der Indizes unterscheiden).

Für Verlaufskontrollen sollten die Messparameter und die verwendete Strategie möglichst beibehalten werden. Bei der Interpretation von Befundänderungen sind neben Fehlerquellen (Fehlerquellen) auch zunehmende Linsentrübungen, Änderungen der Pupillenweite, Übungs- und Ermüdungseffekte und auch die Langzeitfluktuation (Varianz, bezogen auf verschiedene perimetrische Untersuchungssitzungen, meist im Abstand von mehreren Monaten) zu berücksichtigen. Besonders der erste Befund eines perimetrisch noch unerfahrenen Patienten muss zurückhaltend beurteilt

werden. Im Zweifelsfall hilft eine kurzfristige Wiederholung oder ein alternatives Verfahren, z.B. die manuelle Perimetrie. Qualitätsindikatoren (Qualitätskriterien) lassen die Verlässlichkeit eines Befundes abschätzen. Eine dauerhafte Speicherung der Einzelbefunde in einer Datenbank erleichtert die Verlaufskontrolle durch die Möglichkeit nachträglicher Analysen. Spezielle Computerprogramme haben zum Ziel – trotz der störenden Langzeitfluktuation – statistisch signifikante lokale und globale Trends zu eruieren. Hierfür wurden neben empirischen Bewertungskategorien verschiedene statistische Verfahren benutzt, z.B. ein t-Test oder lineare Regressionen. Auch die kumulative Defektkurve („Bebie“-Kurve) und Boxplots, welche den Median und umgebenden Quartile von Schwellenwerten abbilden, eignen sich zur globalen Verlaufsbewertung.

3.6 Qualitätskriterien

Ein typischer Qualitätsindikator ist die Rate falscher Antworten auf Fangfragen. Der Proband hat eine falsch positive Antwort gegeben, wenn er die Antworttaste drückt, obwohl ein Prüfreiz nur vorgetäuscht bzw. nur ein akustisches Aufmerksamkeitssignal gegeben worden war. Dies tritt gehäuft bei „Vieldrückern“ auf, die besonders gut mitarbeiten wollen, jedoch besser instruiert werden müssen. Eine falsch negative Antwort bedeutet, dass der Prüfling die Taste nach einem starken Reiz nicht drückt, obwohl bereits zuvor eine ausreichende Empfindlichkeit an dieser Position gefunden worden war. Solche Antworten kommen bei Konzentrationsmangel und bei stark oder irregulär geschädigten Gesichtsfeldern gehäuft vor. Ein weiterer Qualitätsindikator ist die Anzahl der Fixationsverluste, die sich aus der Darbietung starker Prüfreize im blinden Fleck oder gering überschwelliger Reize am Fixierort ergeben. Die Gesamtzahl der Darbietungen und Wiederholungen und die Untersuchungsdauer sind bei zahlreichen widersprüchlichen Antworten, bei Fixationsverlusten oder bei verlängerter Reaktionszeit erhöht. Eine erhöhte Kurzzeitfluktuation ergibt sich aus divergierenden Werten bei Doppelbestimmungen der Schwelle (mittlere quadratische Abweichung), ggf. auch aus Plausibilitätsberechnungen aus den Antworten bei der Schwellenbestimmung.

3.7 Literatur

1. Kaiser, H.J., J. Flammer: Gesichtsfeldatlas. User, Basel (1991)
2. Lachenmayr, B., P.M.O. Vivell: Perimetrie. Thieme, Stuttgart (1992)
3. Gloor, B. (Hrsg.): Perimetrie – Mit besonderer Berücksichtigung der automatischen Perimetrie. Enke, Stuttgart (1993)
4. Weber, J.: Atlas der Computer- Perimetrie. Springer, Berlin (1993)
5. Dannheim, F.: Perimetrie. In: Straub, W. et al. (Hrsg.): Augenärztliche Untersuchungsmethoden, Kap. 14, Enke, Stuttgart (1995)
6. Schiefer U, Wilhelm H (1995) Gesichtsfeldkompendium. Interpretation perimetrischer Befunde. Fachübergreifende diagnostische Maßnahmen. Klin Monatsbl Augenheilkd 206:206-238
7. DIN EN ISO 12866: Ophthalmische Instrumente – Perimeter (ISO 12866:1999+Amd1:2008; Deutsche Fassung EN ISO 12866:1999+AC:2000+A1:2008. DIN-Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NAFuO)- Beuth, Berlin, Wien, Zürich (2009)
8. Ungewiss, J und Schiefer, U.: Perimetrie in der neuroophthalmologischen Funktionsdiagnostik: Indikation – Methoden – Topodiagnostik. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. 235:1218-1228 (2018)
9. Gemeinsame Verkehrskommission von DOG und BVA: Empfehlungen der DOG Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft und des BVA Berufsverband der Augenärzte Deutschlands. Anleitung für die augenärztliche Untersuchung und Beurteilung zum Führen von Kraftfahrzeugen. DOG und BVA, 7. vollständig überarbeitete Auflage (2019)
10. Schiefer, U., Wörner, M., Zobor, D.: „Supervised Automated Kinetic Perimetry“ (SAKP) mit

simulierten Gesichtsfelddaten - Vorstellung einer neuen Untersuchungstechnik. Klin. Monatsbl. Augenheilkd. doi: 10.1055/a-2427-3556 (2024)

3.8 Gerätetabellen

Der Geräteanhang gibt in alphabetischer Reihenfolge eine Übersicht zu den Eigenschaften einiger auf dem deutschen Markt angebotener oder noch gebräuchlicher Computer-Perimeter. Die Daten beruhen auf Angaben der Hersteller. Sie sind angeordnet wie bei Gloor (1993) S. 59–103 (sh. Literatur).

Die Charakterisierung der Reize umfasst ihre Erzeugung (Projektionssystem, LED usw.) und die Sichtbarkeit der Orte ohne Reizdarbietung („Maskierung“). Die *Reizmarkengrößen* sind im Goldmann Standard, bei Abweichung in Winkelminuten wiedergegeben, die Farben der Stimuli werden durch die entsprechende Wellenlänge charakterisiert. Der *Leuchtdichtebereich* des Reizes gibt den Leuchtdichtezuwachs, also die Differenz zwischen der Leuchtdichte des Reizes und seines Umfeldes, für den lichtschwächsten und den lichtstärksten Reiz in cd/ m² wieder. Der *Kontrastbereich* nennt den schwächsten und stärksten Kontrast, ausgedrückt als Quotient zwischen Leuchtdichtezuwachs und Umfeldleuchtdichte (hierbei wird – sofern gerätetechnisch realisiert – auf die aktuell am häufigsten eingesetzte Umfeldleuchtdichte, d.h. auf 10 cd/m² , referenziert). Die *Lichtunterschiedsempfindlichkeit* (LUE) ist die Umkehrfunktion des Kontrastes: Die Werte sind in Dezibel (dB) angegeben, dem negativen 10fachen dekadischen Logarithmus der LUE. Der *LUE-Normalwert* für einen 20jährigen in einer Exzentrizität von 10° ist in Klammern aufgeführt. Sofern nicht anders vermerkt, wird dieser mit +10 dB angenommen. Bezüglich der dynamischen Breite wird es als nicht sinnvoll betrachtet, den gesamten Bereich zwischen minimalem und maximalem LUE-Wert anzugeben, da sehr lichtschwache Reizmarken nur selten vorkommen. Sinnvoller erscheint es daher, die sog. *nutzbare dynamische* Breite aufzuführen. Diese gibt die Differenz zwischen dem Normalwert der LUE für einen 20-jährigen in einer Exzentrizität von 10° (+10 dB, s.o.) und dem Wert für die niedrigste darstellbare LUE in dB (entsprechende dem gerätespezifisch maximal darstellbaren Kontrast) an. (Bei einem Stimulus LUE-Bereich von -25 dB bis +25 dB und einem LUE-Normwert von +10 dB beträgt die *gesamte* dynamische Breite des Geräts (+25 dB – [-25 dB] = 50 dB) und die *nutzbare* dynamische Breite (+10 dB – (–25 dB) = 35 dB).

Weitere Details zu Definitionen der aufgelisteten Merkmale der Geräte finden sich bei Gloor (1993) S. 71-72.

Geräteliste: Computerperimeter

- Dicon Perimeter LD400
- Haag-Streit Octopus 1-2-3
- Haag-Streit Octopus 500 EZ, 2000 R
- Haag-Streit Octopus 101
- Haag-Streit Octopus 900
- Humphrey Field Analyzer bis 1994
- Humphrey Field Analyzer ab 1995
- Kowa AP-5000C
- Kowa Perimeter AP-7000
- Medmont Perimeter
- Oculus Twinfield®
- Oculus Centerfield®
- Oculus Easyfield®
- OPTOPOL PTS920

- OPTOPOL PTS2000
- Rodenstock Perimat 206
- Rodenstock Peristat 433
- Tübinger Automatik-Perimeter - TAP cc / TAP 2000 / TAP 2000 ct
- Tübinger Electronic-Campimeter
- Vistec Perivist / Compact

–> @ Herbert: In dieser Liste scheint mir das Gerät MonCVOne der Fa. METROVISION zu fehlen.

Gutachterlich sind die Ergebnisse der automatischen *statischen* Rasterperimetrie nur dann verwertbar, wenn diese einen altersentsprechenden Normalbefund zeigen und nur unter Einhaltung vorgeschriebener Mindestanforderungen in Bezug auf Untersuchungsstrategien, technische Geräteeinrichtungen, Rasteranordnungen/Prüfpunktdichten und Exzentrizitäten.

–> @ Herbert: Bitte an dieser Stelle bitte Lit.-Verweis auf Pkt. 8 einbauen.

Die DOG-Kommission für die Qualitätssicherung sinnesphysiologischer Untersuchungsverfahren und Geräte ist in Abstimmung mit der gemeinsamen Rechtskommission von DOG und BVA sowie unter Zustimmung des geschäftsführenden Präsidiums der DOG zu folgender Einschätzung gelangt: Perimetrische Verfahren, die eine Untersuchung der Gesichtsfeldperipherie lediglich durch einen Fixationsversatz realisieren, sind nicht als gleichwertig zu solchen Perimetrieverfahren zu erachten, die eine Untersuchung der Gesichtsfeldperipherie unter Beibehaltung der Fixation des Gerätezentrums ermöglichen. Geräte mit Fixationspunktversatz zur Untersuchung der Gesichtsfeldperipherie werden daher nicht in nachstehender Liste gutachterlich geeigneter Automatik-/Computer-Perimeter aufgeführt.

–> @ Herbert: Aus Konsistenzgründen zur kinetischen Perimetrie sollte dann nachfolgend ein Auszug der vorgenannten Tabelle erscheinen, in denen alle Perimeter, die nur den zentralen 30°-Bereich untersuchen und/oder mit einem Fixationsversatz arbeiten oder andere o.g. Kriterien nicht erfüllen, ENTFERNT werden (Entwurf, s. nachstehend).

Geräteliste: Computerperimeter, deren Befundergebnisse einer automatischen statischen Rasterperimetrie – nur im Falle eines altersentsprechenden Normalbefundes – und nur unter Einhaltung vorgeschriebener Mindestanforderungen in Bezug auf Untersuchungsstrategien, technische Geräteeinrichtungen, Rasteranordnungen/Prüfpunktdichten und Exzentrizitäten zu gutachterlichen Zwecken herangezogen werden können:

–> @ Herbert: Bitte voranstehende „Tabellenlegende“ sorgfältig überprüfen und mit DOG-Verkehrs- und Rechtskommission sowie DOG-Präsidium abstimmen

- Haag-Streit Octopus 500 EZ, 2000 R
- Haag-Streit Octopus 101
- Haag-Streit Octopus 900
- Humphrey Field Analyzer bis 1994
- Humphrey Field Analyzer ab 1995
- Kowa AP-5000C
- Kowa Perimeter AP-7000
- Medmont Perimeter
- Oculus Twinfield®
- OPTOPOL PTS2000
- Rodenstock Perimat 206
- Rodenstock Peristat 433

- Tübinger Automatik-Perimeter - TAP cc / TAP 2000 / TAP 2000 ct

–> @ Herbert: Schreibweise „OptoMol“ kann m.E. nicht stimmen (–> durch meine Korrektur ist nun auch der „link“ gestört). In dieser Liste scheint mir das Gerät MonCVOne der Fa. METROVISION zu fehlen.

–> @ Herbert: Bitte nachprüfen, ob ich hier alle nicht gutacherlich geeigneten Perimeter korrekt aus dieser Liste entfernt habe.

From:
https://qss.dog.org/ - **QSS**

Permanent link:
https://qss.dog.org/doku.php?id=ap_txt_automatischeperimetrie&rev=1754552448

Last update: **2025/08/07 07:40**