

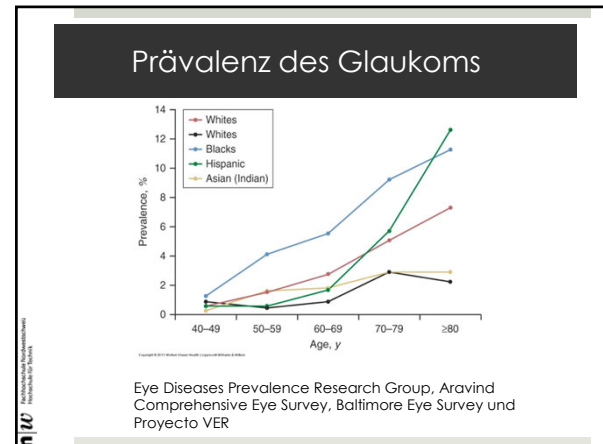
Glaukomscreening Teil 2

Prof. Dr. Daniela Nosch
Institut für Optometrie, FHNW, CH-Olten

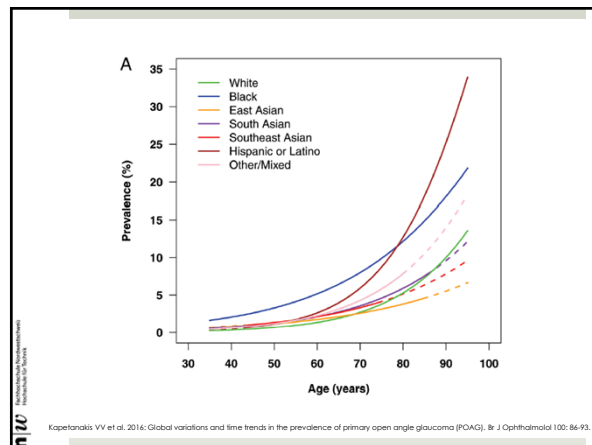
WVAO ONLINE
10. Februar 2021



1



2



3

Überblick

- Teil 1
 - Klassifikation des Glaukoms
 - die häufigsten Glaukome und verursachende Syndrome
 - Risikofaktoren
- Teil 2
 - klinische Indikationen für Durchführung
 - Bestandteile des Glaukomscreenings und Beurteilung der Befunde
 - Fallbeispiele

4

Klinische Indikationen für ein Glaukomscreening

- jeder? Ab 30? Ab 40?
 - 90% der Personen mit Glaukom sind älter als 55 Jahre!
- Verdacht aufgrund
 - der Anamnese
 - Fehlsichtigkeit
 - Ophthalmoskopie
 - Tonometrie

5

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Anamnese



6

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Anamnese
- Ophthalmoskopie
 - stereoskopisch (78 oder 90D Lupe)
 - (evtl. dilatiert)
 - evtl. Fundusfotografie






7

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Anamnese
- Ophthalmoskopie
 - stereoskopisch (78 oder 90D Lupe)
 - (evtl. dilatiert)
 - evtl. Fundusfotografie
- Vorderkammerwinkelbeurteilung
 - Van Herick
 - evtl. Gonioskopie








8

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Anamnese
- Ophthalmoskopie
 - stereoskopisch (78 oder 90D Lupe)
 - (evtl. dilatiert)
 - evtl. Fundusfotografie
- Vorderkammerwinkelbeurteilung
 - Van Herick
 - evtl. Gonioskopie
- Tonometrie










9

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Anamnese
- Ophthalmoskopie
 - stereoskopisch (78 oder 90D Lupe)
 - (evtl. dilatiert)
 - evtl. Fundusfotografie
- Vorderkammerwinkelbeurteilung
 - Van Herick
 - evtl. Gonioskopie
- Tonometrie
- Pachymetrie











10

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Perimetrie (Glaukomprogramm)




11

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Perimetrie (Glaukomprogramm)
- Evtl. OCT, evtl. sogar Angio-OCT (Darstellung des Blutstroms)



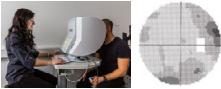
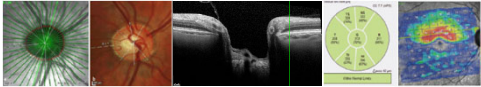







12

Die Bestandteile des Glaukomscreenings

- Perimetrie (Glaukomprogramm) 
- Evtl. OCT, evtl. sogar Angio-OCT (Darstellung des Blutstroms) 
- Befundbesprechung und Entscheidung ob Überweisung

13

Anamnese

14

Anamnese

- Sehstörungen / Blendempfindlichkeit / Kontrastsehen
- Symptome, welche auf einen (subklinischen) Winkelblock deuten könnten
- Aufgrund von Risikofaktoren wie
 - Alter, Ethnie, Vererbung (1. Grades), Fehlsichtigkeit etc.
- Allgemeinbefinden / Allgemeinerkrankungen
 - Kreislaufbeschwerden, Herz-Kreislauferkrankungen
 - Diabetes
 - Schlafapnoe
- Medikamente, Beispiele:
 - Steroide (oral, topisch, inhaliert)
 - Möglicher IOD Anstieg nach ein paar Wochen täglicher Anwendung, meist reversibel
 - Depression, Allergien, Parkinson
 - Mydriase bei engem Vorderkammerwinkel
- Vorherige Verletzungen oder Eingriffe an den Augen?

15

Ophthalmoskopie

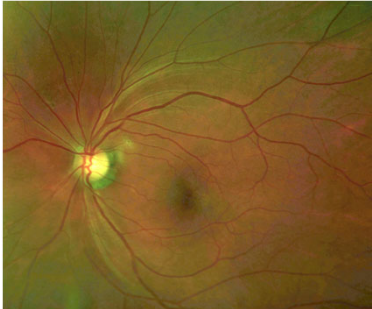
16

Ophthalmoskopie: auffällige Befunde

- **Retinale Nervenfaserschicht**
 - subtile Nervenfaserschichtdefekte vor Papillen- und Gesichtsfeldveränderungen erkennbar
- **Die Papille**
 - Vergrößerung und Vertiefung der Papillenexkavation
 - vertikale Ausdehnung der papillären Exkavation
 - ISN'T Regel nicht erfüllt – die Cup wird vertikal oval statt horizontal oval
 - Kerbe (lokalisierter Nervenfaserausfall)
 - „Bayonettgefäße“
 - Papillenrandblutung
 - flammenförmig
 - Papillenasymmetrie OD / OS >/gleich 0.2
- **parapapilläre Atrophie**
 - insbesondere die innen gelegene Beta Zone korreliert mit Papillen- und Gesichtsfeldschäden

17

Ausfall der Nervenfaserschicht



Parapapillär
sonst auch gut im rotfreien (grünen) Licht erkennbar

Achtung: die RNFS ist mit zunehmendem Alter und in gering pigmentierten Fundi weniger gut zu erkennen!

18

Ausfall der Nervenfaserschicht

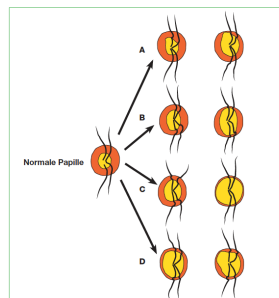


Hayreh SS, Jani JB. Ophthalmoscopic detectability of the peripapillary atrophy in the evaluation of the optic nerve. An experimental study in rhesus monkeys. Ophthalmology 2000; 107: 1009-1014.

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

19

Glukomatöser Schaden an der Papille



A: lokalisierter Nervenfaserverlust (Kerbe)

B: an den Polen lokalisierter Nervenfaserverlust (polare Randsaumkerben)

C: Diffuser oder konzentrischer Nervenfaserverlust

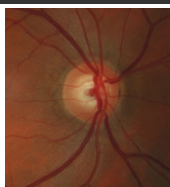
D: Lokalisierter und diffuser Nervenfaserverlust

European Glaucoma Society Guidelines, 2008

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

20

Die normale Erscheinung der Papille



C/D h0.6/v0.55

ISN'T erfüllt!



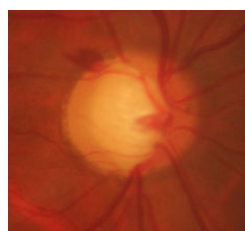
C/D h/v 0.2

dieser Befund wäre anomal, wenn es sich hier um die rechte und linke Papille eines Patienten handeln würde.

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

21

Die glukomatöse Papille



Exkavation v0.8/h0.7

Blutung bei 10Uhr und Kerbe inferior



Exkavation 0.9

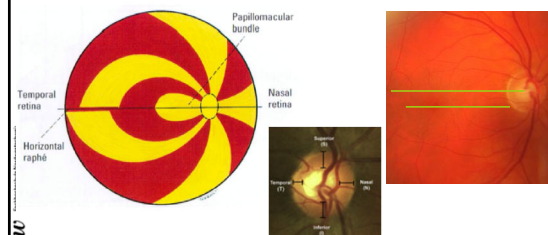
„Bayonettgefäße“

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

22

Die ISNT Regel

■ Inferior (I) > superior (S) > nasal (N) > temporal (T)?



Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

23

Die ISNT Regel

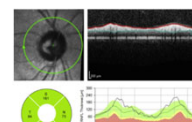
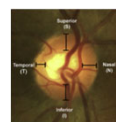
■ Inferior (I) > superior (S) > nasal (N) > temporal (T)?

■ Studie (Poon et al 2017)*

■ OCT (3.5mm Kreisscan; RNFL Dicke in 4 Quadranten)

■ Fundus Bilder (Neuroretinale Randsaubreite bei 12, 3, 6, und 9 Uhr)

■ N=105 gesunde Augen



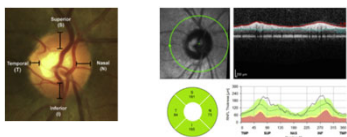
*Poon et al. 2017: The ISNT Rule: How often does it apply to disc photographs and retinal nerve fiber layer measurements in the normal population? AJO Vol 184: 19-27

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

24

Die ISNT Regel

- Inferior (I) > superior (S) > nasal (N) > temporal (T)?
- Studie (Poon et al 2017)*
 - ISNT korrekt: 37% (Fotos), 43.8% (OCT)
 - IST korrekt: 70.9% (Fotos & OCT) >> **nasal weglassen?**
 - Nasal **dicker als temporal bei 45 von 105 Augen**
 - IS korrekt: 76.4% (Fotos), 71.8% (OCT)
 - T am dünnsten, korrekt: 82.6% (Fotos), 57.1% (OCT)



*Poon et al, 2017: The ISNT Rule: How often does it apply to disc photographs and refined nerve fiber layer measurements in the normal population? AJO Vol 184: 19-27

Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

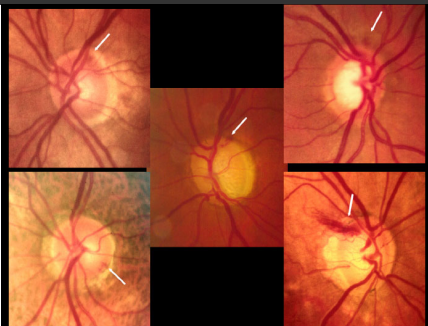
25

Papillenrandblutungen

- normalerweise rund innerhalb des NRR, splitterförmig am oder im Randbereich der Papille
- am häufigsten inferotemporal, dann supero-temporal
- intermittierend
- in 0-0.21% der normalen Bevölkerung und 2.21-4.1% in glaukomatösen Augen
- möglicherweise etwas häufiger bei Normaldruckglaukom

26

Papillenrandblutungen

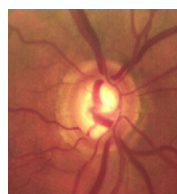


Jonathan Clarke, Moorfield's (UK)

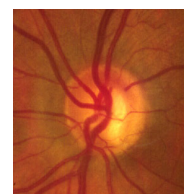
Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

27

Neuroretinaler Randsaumverlust



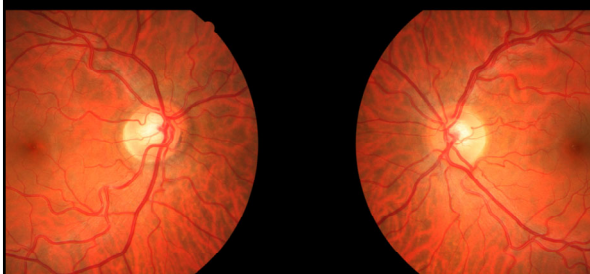
diffus



fokal

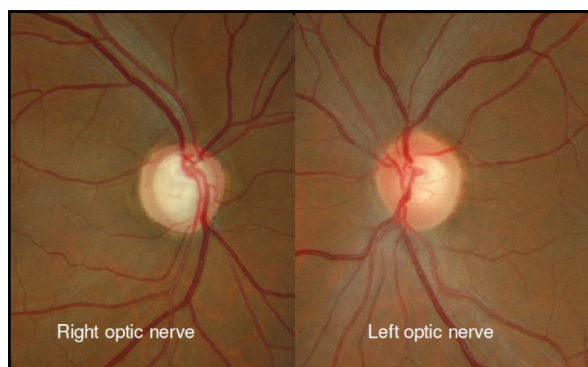
28

Papillenasymmetrie



Anamnese, Ophthalmoskopie, Tonometrie, Pachymetrie, Perimetrie, OCT, Befunde

29



Jonathan Clarke, Moorfield's (UK)

30



31

Papillengrösse

- eine gesunde grosse Papille hat ein grösseres C/D Verhältnis als eine kleine Papille!
- Augen mit grossen Papillen haben nur geringfügig mehr Nervenfasern (normal: 1.2 Mio Axone)
- normal: h 1.77mm / v 1.88mm
- normaler Durchmesser: 1.2-2.5mm
- klein: $\leq 1.2\text{mm}$; gross: $\geq 1.8\text{mm}$ (Crowston et al. 2004)

Large disc C/D: 0.80
Small disc C/D: 0.65

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

32

parapapilläre Atrophie

- Alpha Zone
 - Hypo- oder Hyperpigmentation im RPE
- Beta Zone
 - RPE Atrophie – Aderhautgefässe und Sklera werden sichtbar
- Die Alpha Zone ist weiter peripher gelegen; Beta Zone kann auf glaukomatösen Schaden deuten (Atrophie der Nervenfaserschicht und der Photorezeptoren).

Jonathan Clarke, Moorfield's (UK)

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

33

Beta Zone

- tritt häufiger bei Glaukom auf und erstreckt sich über eine grössere Fläche
- seltener im nasalen Bereich bei gesunder Papille
- das breiteste Band der parapapillären Atrophie korrespondiert mit dem breitesten NRR-Verlust
- Atrophieareale kommen auch in normalen Augen vor – sie geben daher nur einen Hinweis aber nicht einen Beweis für ein Glaukom!

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

34

Beta Zone

Jonathan Clarke, Moorfield's (UK)

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

35

Tonometrie

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

36

Tonometrie

Weshalb ist sie so wichtig?

.... Pathogenese des Glaukoms komplex:

- Apoptose („Selbstmordprogramm“ von Zellen)
 - mechanischer Ursache
 - ischämischer Ursache
- Beeinträchtigung der Mikrovaskulatur und somit der Blutversorgung des Sehnervs
- autoimmune Reaktionen

■ IOD gilt als wichtigster Risikofaktor

■ IOD Senkung stellt einzige erwiesen-wirksame Therapie des Glaukoms dar

37

auffällige Befunde: Tonometrie

■ korrigierter Grenzwert 21mmHg

- morgens höher
- wiederholt messbar

■ erhöhtes Risiko für Glaukom

- IOD
 - > 21mmHg: 5%iges Risiko
 - > 24mmHg: 10%iges Risiko
 - > 27mmHg: 50%iges Risiko
 - > 39mmHg: 90%iges Risiko
- Differenz OD/OS > 4mmHg
- signifikante Schwankungen (> 4mmHg)

■ wichtig: wiederholte Messung zu unterschiedlichen Tageszeiten!

38

Pachymetrie

■ für die Korrektur der IOD - Messung

- Goldmann, NCT, Rebound-Tonometrie

■ Formel für die IOD Anpassung an die HH Dicke?

- Es existiert keine allgemein anerkannte Formel!

39

Dresdner Korrekturtabelle

Hornhautdicke (µm)	475	500	525	550	575	600	625	650
Korrekturfaktor (mmHg)	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4

Kohlhaas 2006

Pro 25µm Abweichung von mittlerer Hornhautdicke (544µm) wird 1mmHg korrigiert

40

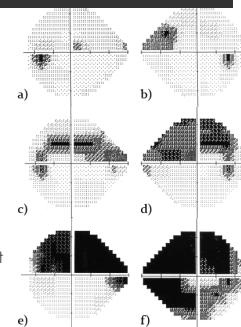
Perimetrie

41

Gesichtsfeldausfall bei Glaukom

- a) parazentrales Skotom
- b) nasaler Sprung
- c) bogenförmiger GF-Ausfall
 - temporale Fasern sind betroffen
- d) Vergrößerung
- e) „Aushöhlung“ der Exkavation
- f) Ringskotom

- die horizontale Mittellinie wird respektiert
- im Frühstadium viele Fluktuationen



42

Diffuse Herabsetzung der Sensibilität

- kann auf ein Glaukom hindeuten
- kann aber auch andere mögliche Ursachen haben:
 - kleiner Pupillendurchmesser
 - Katarakt
 - Hornhauttrübung
 - Trübung der übrigen Medien

43

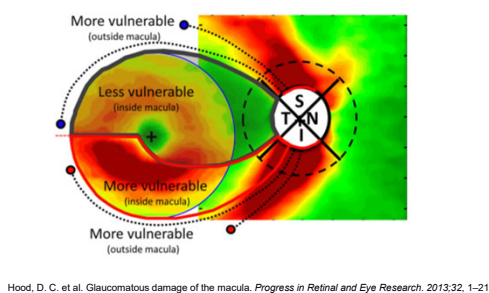
Zentraler Gesichtsfeldausfall

- Das zentrale Gesichtsfeld ist häufiger betroffen, als bisher angenommen!^{1,2}
- Anatomische Basis für Schaden gezeigt mit OCT³
 - Lokale Verdünnung (RNFL, GGC, innere Plexiformschicht)

¹De Moraes CG, Hood DC, Thanappan A, et al. 24-2 Visual Fields Miss Central Defects Shown on 10-2 Tests in Glaucoma Suspects. *Ocular Hypertensives and Early Glaucoma. Ophthalmology.* 2017;124:1449-56.
²Grilo LM, Wang DL, Ramachandran R, et al. The 24-2 Visual Field Test Misses Central Macular Damage Confirmed by the 10-2 Visual Field Test and Optical Coherence Tomography. *Trans Vis Sci Technol* 2016;14:15.
³Hood, D. C. et al. Glaucomatous damage of the macula. *Progress in Retinal and Eye Research.* 2013;32, 1-21.

44

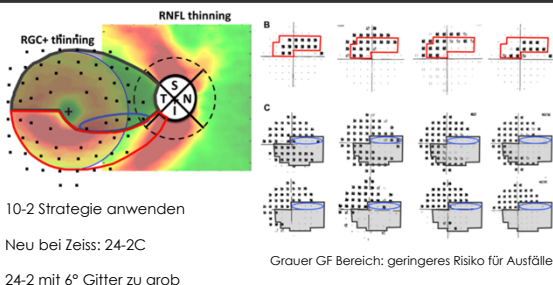
Zentraler Gesichtsfeldausfall



Hood, D. C. et al. Glaucomatous damage of the macula. *Progress in Retinal and Eye Research.* 2013;32, 1-21

45

Zentraler Gesichtsfeldausfall



10-2 Strategie anwenden

Neu bei Zeiss: 24-2C

24-2 mit 6° Gitter zu grob

Grauer GF Bereich: geringeres Risiko für Ausfälle

46

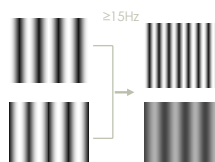
Perimetrie - Strategien

- Statische Perimetrie (weiss / weiss)
 - Screening vs. Verlaufskontrolle mit Glaukomstrategie
 - Zentrales Gesichtsfeld (10-2 Strategie)!
- Frequenzverdoppelungstechnologie (FDT)
 - Gegeneinander versetzte grobe, flimmernde Sinusgitter
 - Wahrnehmung von verdoppelter Ortsfrequenz
 - Messgröße: Schwellenwert = Kontrast
- Flimmerperimetrie
 - Flimmer von gegeneinander versetzten runden Sinusgittern
 - Octopus 600 (statisch und Flimmer kombiniert)

47

Frequenzverdoppelungstechnologie (FDT/Matrix)

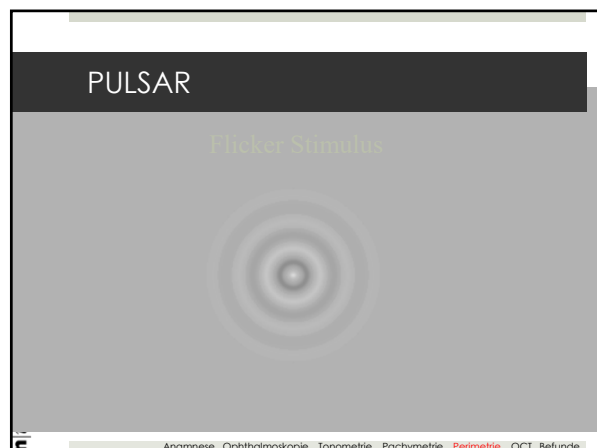
Gegeneinander versetzte grobe, flimmernde Sinusgitter
Wahrnehmung von verdoppelter Ortsfrequenz



Welch Allyn / Humphrey
FDT / Matrix

≤ 1 Zyklus/Grad Hintergrund: ca. 100 cd/m²

48



49

Verdoppelungsillusion

- Hypothese
 - Subgruppe von nicht-linearen Ganglionzellen mit ungenauer räumlicher Auflösung generieren das retinale Substrat für die Verdoppelungsillusion
 - Befinden sich ausserhalb der Makula Gegend auf der Netzhaut
 - Grosse und gut über die Netzhaut verteilte Zellen?
 - Sind besonders stark und früh bei Glaukom betroffen? (Maddess and Henry, 1992)

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

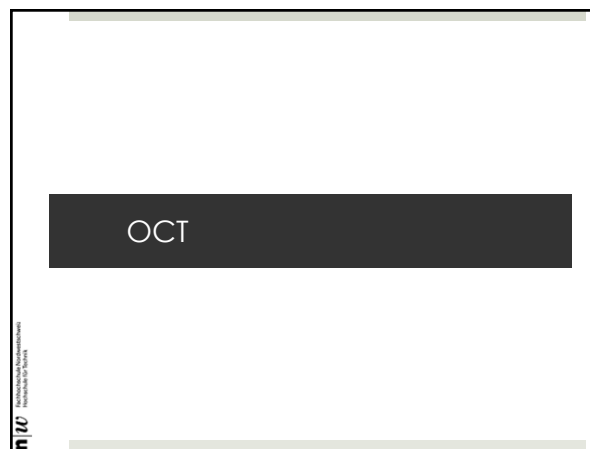
50

Flimmer/FDT oder konventionelle statische Perimetrie?

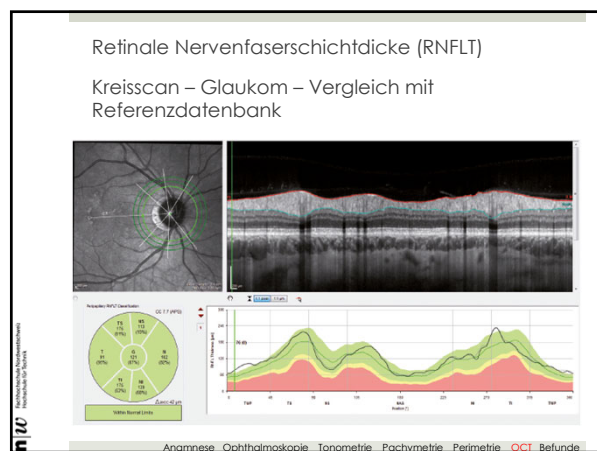
- Es werden z.T. unterschiedliche Schadensmuster gefunden
- Ein Defekt kann mit FDT/Flimmer angezeigt werden, vielleicht aber nicht mit weiss/weiss – oder umgekehrt!
- Empfehlung: Anwendung beider Verfahren für die Früherkennung
- Für Verlaufskontrolle:
 - konventionelle dynamische Perimetrie

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

51



52



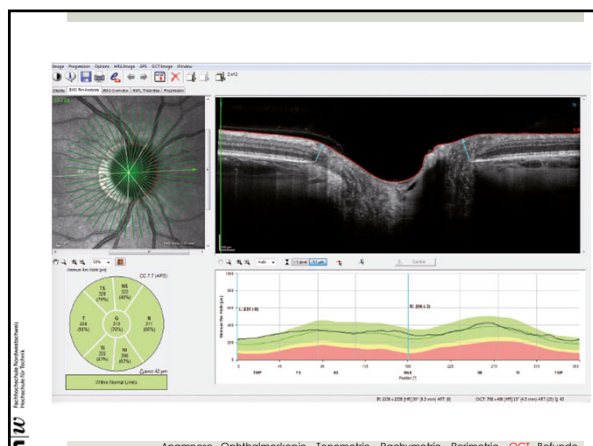
53

Okuläre Kohärenz Tomographie (OCT)

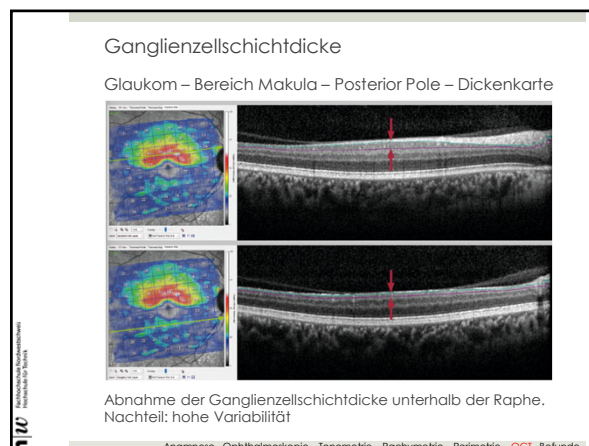
- Bestimmung der minimalen Randsaumweite der Nervenfaserschicht an der Öffnung der Bruch-Membran
- Papillenrand muss nicht manuell eingezeichnet werden (wie bei HRT)

Anamnese Ophthalmoskopie Tonometrie Pachymetrie Perimetrie OCT Befunde

54



55



56

Artefakte – Interpretation!

- Referenzlinien nicht immer korrekt
- Artefakte

>>> Analyse der Parameter basiert auf Bildern, welche eingehend überprüft werden müssen

- interne Heidelberg Studie ergab, dass bei 20% der Aufnahmen quantitative Daten ignoriert wurden oder diese irreführend waren
- Probleme bei geringem Sehnerveneintritt
- Blutgefäße am Papillenrand
- Limitationen von Referenzdatenbanken
 - Spectralis: 201 Kaukasier, Alter: 18-79 Jahre (48,2±14,5 Jahre), -7,0/+5,0 dptr.

57

Hood Report

NSTIN statt TS/NIT Profil
>> RNFL Dickenkarten werden in der Mitte dargestellt

RNFL (oben rechts) und GCL (unten links) Dickenkarten werden gedreht und mit dem Prüfungsaster der GF Untersuchung abgestimmt dargestellt.

58

OCT / Perimetrie

Differenzierung Struktur – Funktion

OCT

- Vergleich von korrespondierenden Lokationen im Sehbereich und OCT Orientierungspunkten
- Anspruchsvoll für das Glaukom:
 - direktes Mapping schwierig:
 - regionale Schäden in der RNFL am Sehnerv projizieren grosse Regionen

59

OCT / Perimetrie

- Die OCT erkennt erst schon bereits abgestorbene Nervenfasern
- Zeigt sich ein funktioneller Ausfall vor einem morphologischen Schaden?
 - Genereller Konsensus, dass strukturelle und funktionelle Schäden zeitgleich auftreten, jedoch die Sensibilität der Erkennung derer hängt von der individuellen Messmethode ab!

*Dennis J et al. Relating optical coherence tomography to visual fields in glaucoma: structure-function mapping, limitations and future applications. Clin Exp Ophthalmol 2019; 102:291-9.

60

Zusammenarbeit mit dem Augenarzt

- Format / Formulierung Überweisungsbefehl
- Darf / Kann ich ein komplettes Glaukomscreening durchführen?
- Wie gehe ich mit kritischen Augenärzten um?

67

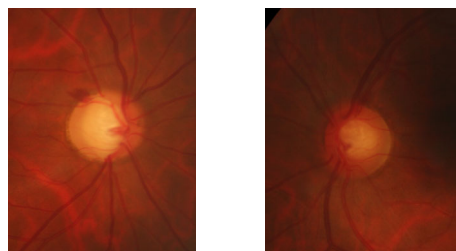
Fragen?

68

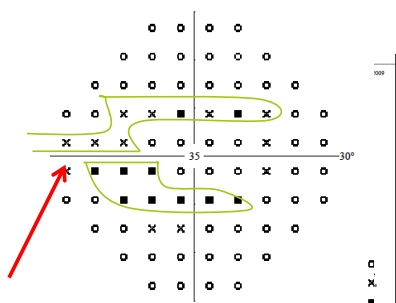
Fallbeispiele

69

Fall 1



70



71

Fall 2

- Alter 62 männlich
- OS Sicht „neblig“ in der Peripherie, müde und leicht schmerzhaft
- Pupillenreflexe normal
- IOD um 11h17 Uhr
 - OD: 16/19/18 533µm OS: **37/36/38** 536µm

	SPH	CYL	AXE	ADD	AVcc	VPcc
OD	+1.25	-2.00	90	2.50	1,0	0.8
OG	+1.50	-2.50	90	2.50	0,7	0,6

Lochblende OS 0.9

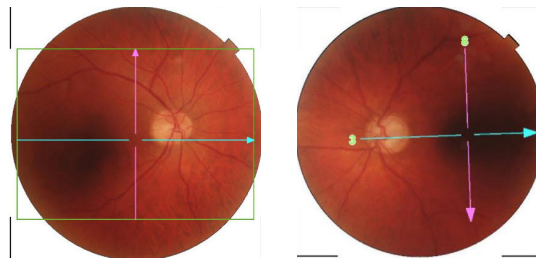
72

Fall 2: OS



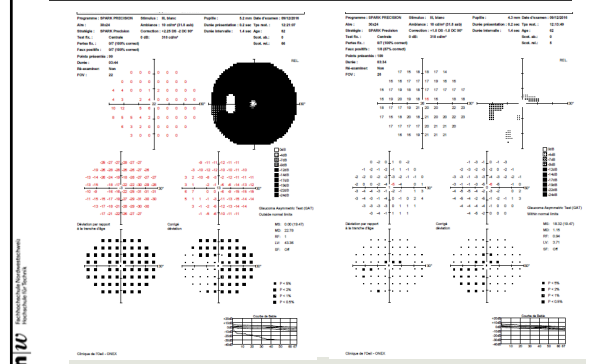
73

Fall 2: Ophthalmoskopie



74

Fall 2: Perimetrie



75

Fall 3



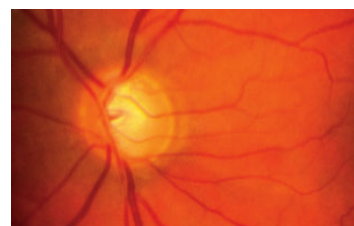
76

Fall 3

- Alter 52, weiblich, helle Hautfarbe
- Bruder hat Glaukom
- IOD, 16 Uhr (NCT, 3 Messungen)
 - OD 20, 21, 19mmHg, OS 18, 17, 19mmHg
- Pachometrie
 - OD 590μm, OS 580μm
- IOD, 10 Uhr (NCT, 3 Messungen)
 - OD 21, 21, 20mmHg, OS 20, 19, 21mmHg
- Perimetrie mit Glaukomstrategie

77

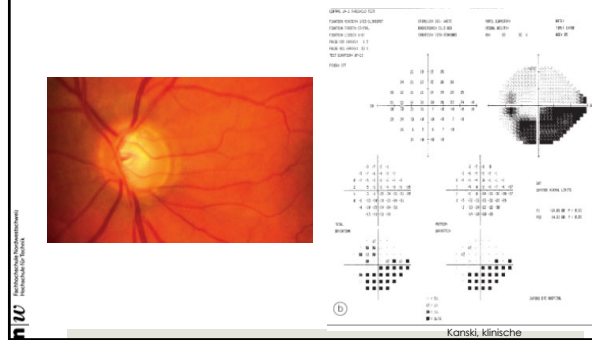
Fall 4



Kanski, klinische Ophthalmologie

78

Fall 4



79



80