

Hand-out zum Kurs Kinderheilkunde

K. Pollack, S. Hörle, L. Hesse

Entwicklung des Sehens

Altersentsprechende Entwicklungsstufen des Sehens und
Testverfahren

Kinderbrille

Pupillenstörungen

Farbsehstörungen

Grundzüge Skiaskopie

Skiaskopie für Anfänger – eine zweite Darstellung des Themas

Dippser Skiaskopie

Grundlagen des beidäugigen Sehens

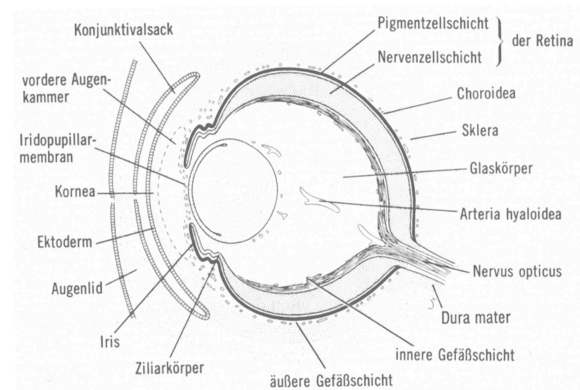
Prüfung des Binokularsehens

Untersuchung der Stereopsis

Nystagmus

Entwicklung des Sehorgans

Während der ersten vier Schwangerschaftswochen entwickeln sich aus dem ersten Gehirnbläschen (Prosencephalon) bei dem erst 2-4 mm langen Embryo zu beiden Seiten der Hirnplatte die Sehgruben, aus denen zunächst die Sehfurchen und anschließend die Augenblasen hervorgehen. Aus den Augenblasen entwickeln sich durch Einstülpung die doppelwandigen Augenbecher, deren äußeres Blatt zum Pigmentepithel und deren inneres Blatt zur Netzhaut wird. Die einzelnen Wandabschnitte wachsen unterschiedlich schnell, wodurch etwa in der 4. bis 6. Schwangerschaftswoche Augenbecherstiel und Augenbecherspalte entstehen. Der Embryo ist mittlerweile zwischen 7 und 14 mm groß. Aus den Rändern des Augenbechers entsteht etwa ab der 7. Woche die Pupille.



Langman 1984

Mesenchym, das in die Augenspalte einwächst, entwickelt sich zur A. hyaloidea, die während der Embryonalzeit den Glaskörper und die Linse, später dann als A. centralis retinae nur noch die Netzhaut versorgt.

Die Bildung der Augenbläschen induziert im darüber gelegenen Oberflächenektoderm etwa in der 5. Woche die Entwicklung der Linsenplakode. Diese stülpt sich zunächst zum Linsengrübchen, dann zum Linsenbläschen ein und schnürt sich schließlich vom Ektoderm ab. Die Hornhaut entsteht aus Oberflächenektoderm, das über der Linsenanlage liegt.

Die Augenlider entwickeln sich etwa ab der 7. Woche als zwei Hautfalten, die in der 10. Woche verkleben und etwas bis zum 7. Monat verschlossen bleiben.

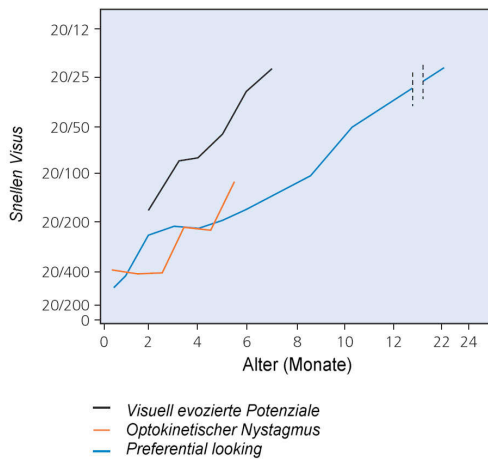
Anatomie zum Zeitpunkt der Geburt

Augapfel:	<ul style="list-style-type: none"> Achsenlänge 17 mm bei Geburt Wächst innerhalb der ersten 12-18 Lebensmonate sehr stark erreicht im Erwachsenenalter 24 mm.
Hornhaut:	<ul style="list-style-type: none"> Durchmesser 9,5 mm bei Geburt, 11,5 mm im Alter von 3 Jahren Krümmungsradius flacht ab entsprechend einer Brechkraftänderung von 5 Dioptrien.
Vorderkammer	<ul style="list-style-type: none"> ist innerhalb der ersten Lebensmonate flach
Iris:	<ul style="list-style-type: none"> meist graublau, weil Melanozyten und Pigmentepithel noch nicht richtig ausgebildet sind
Linse:	<ul style="list-style-type: none"> Rindenanteile nehmen zu
Fundus:	<ul style="list-style-type: none"> geringe Pigmentierung
Papille:	<ul style="list-style-type: none"> farbarm
Makula:	<ul style="list-style-type: none"> innerhalb der ersten Lebensmonate ohne differenzierte Fovea

Funktionsentwicklung

Geburt	<ul style="list-style-type: none"> kurzzeitige Fixation
1. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> Interesse an zufällig im Gesichtsfeld befindlichen Dingen (Gesichter) Visus um 0,1 sakkadierte Folgebewegungen
2. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> In die Hand genommene Gegenstände werden betrachtet fixiert stabil Gesichter in der näheren Umgebung
3. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> Visus um 0,3 Optische Reize führen zu zaghaften Einstellbewegungen folgt langsam Bewegungen großer naher farbiger Objekte

4.-5. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> • Visus um 0,4 • Beginn Akkommodation • Beginn Binokularität
4.-6. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> • Hand-Auge-Koordination entwickelt sich (Hand führt)
6. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> • Visus um 0,6 • fixiert stabil entferntere Objekte
7.-12. Lebensmonat	<ul style="list-style-type: none"> • Visus um 0,6-1,0 • Visuelle Wahrnehmung wird durch Fovea übernommen • Hand-Auge-Koordination entwickelt sich (Auge führt)
1.-3. Lebensjahr	<ul style="list-style-type: none"> • Binokularität höherer Qualität entwickelt sich (Stereosehen)
3. Lebensjahr	<ul style="list-style-type: none"> • Sehtest für Kinder möglich
5.-6. Lebensjahr	<ul style="list-style-type: none"> • Sehtest mit Zahlen möglich im Vorschul- bis frühen Schulalter : Einzeloptotypen bis zum 12. Lebensjahr: Reihenoptotypen (sog. physiologische Trennschwierigkeiten) • Voraussetzung für gute Funktionsentwicklung: freie Sehachse scharfe retinale Abbildung Fokussierungsmöglichkeit auf die Nahdistanz



© 2005 Elsevier Ltd. Spalton et al:
Atlas of Clinical Ophthalmology 3e

Entwicklung der Sehschärfe unter physiologischen Bedingungen^a

Alter	PL	Symbole	LR e	LR r
Geburt	0,01			
1 Monat	0,02			
6 Monate	0,1			
12 Monate	0,25			
3 Jahre		0,5		
4 Jahre		1,0	0,8–1,0	0,4
6 Jahre		1,25	1,25	0,8–1,0
10 Jahre		1,25–1,6	1,25–1,6	1,0–1,25
15 Jahre		1,6–2,0	1,6–2,0	1,25–1,6
25 Jahre		1,6	1,6	1,25–1,6

^a Ausschluss von Kindern und jungen Erwachsenen mit Augenkrankheiten oder mit Refraktionsanomalien, höchster Meridian 5 dpt oder darüber, Astigmatismus allein von 2 oder mehr Dioptrien
PL preferential looking-Teller Acuity Cards; Symbole=Lithander's Kolt-Test oder Hamburger H-Test; Lre Landolt-Ringe Einzeloptotypen; LRr Landolt-Ringe Reihenoptotypen, Abstand 2,6', C-Test.

W. Haase: Amblyopien Teil I: Diagnose.
Ophthalmologe 2003 ,100:69–87

Refraktionsentwicklung

Refraktion	<ul style="list-style-type: none"> • Achsenlänge • Hornhautbrechkraft • Linsendicke und -position
Hyperopie	<ul style="list-style-type: none"> • bei Geburt meist Hyperopie • breite Streuung in den ersten Monaten
Astigmatismus	<ul style="list-style-type: none"> • kann sich ausbilden und wieder verschwinden
Myopie	<ul style="list-style-type: none"> • entwickelt sich oft erst im Schulalter
Akkommodation	<ul style="list-style-type: none"> • ab dem 4. Lebensmonat relativ genaue Akkommodation • im frühen Kindesalter ist ein Nahpunkt bis mindestens 6 cm vorhanden.

Sonstige

Stellung	<ul style="list-style-type: none"> sowohl intermittierende Auswärtsschielstellung als Konvergenzschielien anfangs ohne Krankheitswert ab 3. bis 6. Lebensmonat dauerhaft Parallelstand
Folgebewegungen	<ul style="list-style-type: none"> Optokinetischer Nystagmus bereits innerhalb der ersten Lebenswochen auslösbar
Pupillenreaktion	<ul style="list-style-type: none"> Pupillenreaktion auf Licht ab der 30. Schwangerschaftswoche nachweisbar

Sehschärfe
Visusbestimmung

nonverbal	<ul style="list-style-type: none"> Reaktion auf Licht und Objekte, Fixation, Erkennen Abwehrreaktion beim Abdecken eines Auges Preferential Looking, Teller Acuity Cards (Gittersehschärfe als Visusäquivalent) optokinetischer Nystagmus
-----------	---

Optotypen (verbal kommunizieren)	<ul style="list-style-type: none"> Kinderbilder nach Löhlein (nicht mehr verwenden) VIS-Test (Lea Hyvärinen-Test) E-Haken Landoltringe <ul style="list-style-type: none"> einzel Reihe (z.B. C-Test nach Haase und Hohmann)
-------------------------------------	--

Refraktionsbestimmung in Zykloplegie
Methoden

Refraktionsbestimmung	<ul style="list-style-type: none"> Skiaskopie Autorefraktometer subjektiver Visusabgleich
-----------------------	--

Medikamente

Cyclopentolat 0,5-1%	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tr. 3-mal im Abstand von 10 Minuten Refraktionsbestimmung 30 Minuten nach dem letzten Tropfen
Tropicamid 1%	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tr. 2-mal im Abstand von 5 Minuten nach 15 min erneut weitere 15 Minuten warten Zykloplegie von kurzer Dauer
Atropin 4% / 0,5% (bis 3. Lj.)	<ul style="list-style-type: none"> 1 Tr. am Abend und am Morgen vor Refraktionsbestimmung

Kinderbrillen

Fassung:	<ul style="list-style-type: none"> klein + stabil = kindgerecht nicht breiter als das Gesicht Glasmitte gehört vor die Pupillenmitte
Gläser:	<ul style="list-style-type: none"> klein + dünn = leicht
Nasensteg:	<ul style="list-style-type: none"> gleichmäßige, weiche Auflage = keine Druckstellen
Ohrbügel:	<ul style="list-style-type: none"> gleichmäßige Auflage = stabiler, druckfreier Sitz

Refraktionsanomalien korrigieren

1. Vierteljahr	Hyperopie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Oberhalb Mittelwert + SD = +3,5 dpt +2 dpt ≈ ab 5 dpt ○ bei Gleichbleiben oder Zunahme ○ KO höchstens 2-monatlich <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table> Anisometropie <ul style="list-style-type: none"> ○ ab 2,5 dpt sofort ○ ab 1,5 dpt bei gleichbleibender Differenz <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...													
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
ab 4 Monaten	Myopie: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																										
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
2. Vierteljahr	Hyperopie: <ul style="list-style-type: none"> ○ Oberhalb 4 dpt ○ bei Zunahme oder Gleichbleiben ○ bei Strabismus jeden Wert korrigieren ○ sollte zwischen Monat 4 und 11 auf < 4 dpt zurückgehen <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																										
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
ab 4 Monaten	Myopie: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																										
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
3. Vierteljahr	Hyperopie: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table> Anisometropie <ul style="list-style-type: none"> ○ gleichgebliebene Werte ab 2 dpt korrigieren <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...													
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
12-14 Monate	Hyperopie: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table> Astigmatismus: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table> Anisometropie <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>...-6</td><td>-5</td><td>-4</td><td>-3</td><td>-2</td><td>-1</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6...</td> </tr> </table>	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...	...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												
...-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6...																												

Myopieprophylaxe

Lichtexposition	verringert Progression der Myopie, 2 h tägliche Tageslichtexposition (≥ 1000 lx) halbieren Myopierisiko
Naharbeit	kontinuierliches Lesen ohne Pause > 30 min Dauer sowie Lesen im Abstand < 30cm erhöhen Myopieprogression
Refraktionsausgleich	Längenwachstum wird gehemmt, wenn Abbildung vor der Netzhaut liegt; multifokale KL oder Brillengläser kompensieren relative Hyperopie der peripheren Netzhaut und scheinen Progression zu hemmen
Medikamente	0,01% Atropin: bei myopen Kindern zwischen 6-14 Jahren und Progression von ≥ 0,5dpt/Jahr, 1x tägl. z. Nacht, geringe NW, off-Label-Therapie, Progressionsminderung bis zu 50%, 10% Non-Responder

Literatur:

Haase W, Rassow B (2004) Sehschärfe . In: Kaufmann H (Hrsg) Strabismus. Thieme, Stuttgart New York
 Käsmann-Kellner B., Seitz B. (2012) Ausgewählte Aspekte der Kinderophthalmologie für Nichtkinderophthalmologen. Teil 1. Ophthalmologie 109: 171-192
 Käsmann-Kellner B., Seitz B. (2012) Ausgewählte Aspekte der Kinderophthalmologie für Nichtkinderophthalmologen. Teil 2. Ophthalmologie 109: 603-622
 Lagrèze, Wolf A.; Frank; Schaeffel: Myopieprophylaxe, Dtsch Arztebl Int 2017; 114(35-36): 575-80; DOI: 10.3238/arztebl.2017.0575

- Langman J (1984) Medizinische Embryologie. Thieme, Stuttgart New York
- Naumann GOH (1997) Pathologie des Auges, Bd 2. Springer, Berlin Heidelberg New York Tokio
- Stellungnahme von DOG und BVA. Stand Dezember 2018: Empfehlungen bei progredienter Myopie im Kindes- und Jugendalter, Ophthalmologie 2019, 116: 330-345
- Sachsenweger M (2002) Augenheilkunde, Thieme, Stuttgart, New York
- Schaeffel, F, Zrenner E (1997) Steuerung des Augenlängenwachstums durch Sehen. Dtsch Ärzteblatt 17:892-899
- Schulz E (1996) Estimation of accommodation in early childhood. Strabismus 4/3:133-138
- Singer W (1985) Hirnentwicklung und Umwelt. Spektr. Wiss. 3: 48-61
- Tamm ER, Ohlmann A (2012) Entwicklung des menschlichen Auges. Ophthalmologie 109: 911-928
- Teller W. (1985) First glances. The vision of infants. The Friedewald lecture. Invest Ophthalmol. Vis Sci 38: 2183-2203.
- Tychsen L (1992) Binocular vision. In: Hart MJr (ed) Adlers physiology of the eye. Mosby, St. Louis
- Weale RAA (1982) Biography of the eye. Development, growth, age. Lewis, London.

Pupillenstörung (PROF. HESSE)

- Geschwindigkeit,
- Ausprägung und
- Symmetrie

der Pupillenreaktion auf Licht wird an beiden Augen bei Blick in die Ferne untersucht. Eine verzögerte oder fehlende Lichtreaktion kann durch Erkrankung der Irismuskulatur, durch Störung der Afferenz oder Efferenz verursacht werden.

Untersuchungsmethoden

Beleuchtungstest	Anisokorie, direkte Lichtreaktion
Swinging-flashlight	Nachweis einer afferenten Störung
Prüfung Motilität	Ausschluß N. III -Parese
Spaltlampe	Iris-Veränderungen, Pupillotonie
Naheinstellung	Verlangsamt bei Pupillotonie, fehlend bei N. III-Parese
Pilocarpin 0,1%	Cholinerge Überempfindlichkeit verursacht eine Miosis (akute Pupillotonie < 8 Wochen)
Pilocarpin 1 %	Sphinkterstörung, toxisch (Trauma, Atropin)
Kokain	Nachweis Horner,
Neosynephrin®	Dilatatorstörung (Glaukom, Synechien)
Pholedrin	Unterscheidung zwischen 2. und 3. Neuron beim Horner

Leitsymptom Anisokorie.

- physiologische Anisokorie: Findet sich bei 10 bis 15 Prozent der Normalbevölkerung, Seitendifferenz bis zu 1 mm. Beide Pupillen reagieren normal, die Seitendifferenz ändert sich im Hellen oder Dunkeln nicht.
- Pupillotonie: Ist eine gutartige, einseitige, isolierte postganglionäre parasymphatische Denervierung bei sonst gesunden Patienten. Frauen sind häufiger als Männer betroffen. Die Pupillenbeweglichkeit ist im Hellen und Dunkeln träge oder aufgehoben. An der Spaltlampe zeigen sich charakteristische segmentale Kontraktionen. Im Frühstadium ist die Akkomodation gestört (deswegen kommen die Patienten gelegentlich zum Augenarzt). Später entsteht eine tonische Pupillenverengung.
- pharmakologische Ursache: Typischerweise einseitige Mydriasis. Ursache könnten beispielsweise Nasentropfen sein, die versehentlich ins Auge

gelangt sind oder Pflanzensaft (Tollkirsche, Engelstrompete, Stechapfel, Besenkraut).

- Sphinkterschäden: traumatisch, nach intraokularer Chirurgie, nach Entzündungen, durch Glaukommedikamente
- Weniger häufige Ursachen sind ein Hornersyndrom, ein kongenitales Pseudo-Horner-Syndrom oder eine Oculomotoriusparese.
- Kongenitaler Horner: Pupillendifferenz schon in frühen Photos nachweisbar, niemals vollständig, einseitiger Höherstand des Unterlids, Locken auf der betroffenen Seite, Heterochromie der Iris, hemifazialer Flush beim schreienden Säugling
- Differentialdiagnose physiologische Anisokorie und Horner: Test mit Digitalkamera. Mutter setzt Kind auf den Schoß und hält das Lineal an die Stirn. 1. Bild mit der Digitalkamera, 2. Bild nach 4 sec und 3. Bild nach 10sec. Beim Horner ist die Pupille erst nach 10 sec wieder weit, bei der physiologischen Anisokorie nach 4 sec.

Bds mittelweite Pupillen, geringer bis fehlender Lichtreflex, aber prompte Verengung bei Naheinstellung (Mittelhirnpupille)

Weitere Befunde: Konvergenz-Retraktions-Nystagmus, Aufblickparese, Stauungspapille, N.III-/N.IV-Parese Ursache zum Beispiel bei Tumor oder MS im dorsalen Mittelhirn

Ursachen eines RAPD (relative afferent pupillary defekt)

Einseitige Optikus-, Chiasma-, Traktus-Erkrankungen	immer
Medientrübung	nie (Ausnahme sehr dichte GK-Blutung!)
Psychogen	nie
Makula-, Glaukomerkrankungen	nur bei schwerer , asymmetrischer Ausprägung

Durchführung des Kokain-Tests

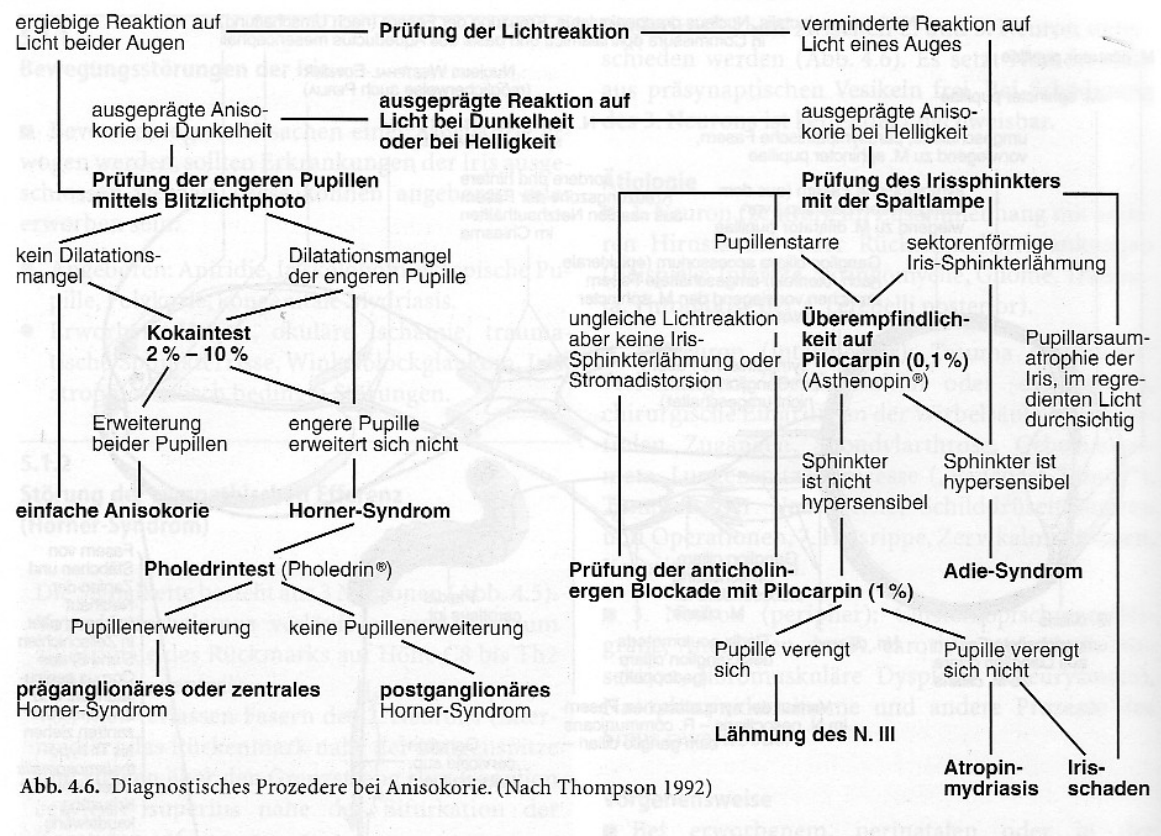
Ziel des Tests ist der Nachweis einer **kokain-induzierten Anisokorie!**

- Vor dem Test wird der Pupillendurchmesser exakt bestimmt (z.B. am Goldmann-GF, durch Photographie mit Polaroid oder Digitalkamera mit Blitzlicht)
- 10%-Kokain wird in beide Augen getropft (1-2 Tropfen).
- Erneute Messung des Pupillendurchmessers erfolgt nach 50 bis 60 Minuten
Eine Differenz von mindestens 1 mm ($p < 0,02$) bestätigt die Diagnose
(Arch Ophthalmol, 1990; 108:384-387)

Alternativ kann statt Kokain auch Apraclonidin verwendet werden

Apraclonidin ist eine Alternative zu Kokain. In einer Konzentration von 0,5% oder 1% wird es in beide Augen eingetropft. Nach 60' wird der Pupillendurchmesser bds. bestimmt. Eine weitere Pupille von mindestens 1 mm bestätigt die Diagnose eines Horner's. Der Test hat eine Sensitivität von 87%.

Ein Überblick:



Farbsehstörung (PROF. HESSE)

Farbe ist keine Eigenschaft der physikalischen Welt, sondern eine Sinnesempfindung (Gefühl). Das menschliche Farbsehen (normale Trichomaten) basiert auf drei unterschiedlichen Farbrezeptoren, die auf eine definierte Wellenlänge abgestimmt sind (415-425 nm, 520-540 nm, 550-570 nm). Die gleichzeitige und gleichstarke Stimulierung aller drei Farbpigmente erzeugt den Eindruck von Weiß. Die Darstellung des Farbsehens erfolgt üblicherweise in einem Raummodell, um den Farbton, die Sättigung und die Helligkeit darzustellen. Im klinischen Alltag wird der Farbraum zweidimensional in Form eines Hufeisens reduziert. Nur die kugelförmige äußere Begrenzung dieses Farbraumes korreliert mit tatsächlich vorhandenen Wellenlängen. Die innere Fläche repräsentiert die Vielzahl der physiologisch empfundenen Farben des Menschen. (200 unterschiedliche Farbtöne * 26 verschiedene Sättigungen * 500 unterschiedliche Helligkeiten = 2,6 Millionen Farben)

Um die menschliche Farbempfindung zu beschreiben, werden 6 unterschiedliche Farbwahrnehmungen benötigt. Dazu gehört blau, grün, gelb, rot, schwarz und weiß. Unter diesen Rahmenbedingungen gibt es einige interessante Beobachtungen. So können wir bläuliches Grün und rötliches Gelb unterscheiden, aber kein gelbliches Blau oder grünliches Rot. Die genannten Farben werden in Gegensatzpaaren geordnet. Diese sind rot-grün, blau-gelb und schwarz-weiß. Farbsinnstörungen lassen sich daher nach dem Ausmaß klassifizieren in Patienten, die als anomale Trichomaten beschrieben werden (geringste Störung), als Dichromaten oder als völlig farbenblind (Achromatopsie).

Eine Übersicht über die Häufigkeit der angeborenen Farbsinnstörungen bei Männern (8,2%) gibt die folgende Tabelle. (nur 0,4% bei den Frauen!)

Protanomalie	1,0%
Deuteranomalie	4,6%
Tritanomalie	0,0001 (?)%
Protanopie	1,2%
Deuteranopie	1,4%
Tritanopie	0,008 -0,0015%
Achromatopsie	0,003%

Diese genannten Störungen sind typischerweise angeboren. Erworbene Farbsinnstörungen sind assoziiert mit Erkrankungen der Netzhaut oder des Sehnerven. Nach Koller verursachen Läsionen der äußeren retinalen Schicht blau-gelb-Defekte, während Schäden der inneren Netzhautschichten rot-grün-Defekte erzeugen (Koller-Regel).

Untersuchung des Farbensehens mit Pigmentfarbenproben

Pigmentfarben können nur Licht zurückstreuen, mit dem sie be- oder durchleuchtet werden. Daher ist die richtige Beleuchtung wesentliche Voraussetzung dieses Verfahrens. Üblicherweise wird Tageslicht empfohlen, allerdings nicht direkte Sonneneinstrahlung. Am häufigsten werden pseudoisochromatische Tafeln (Velhagen, Ishihara) verwendet. In diesen Tafeln sind verschiedenen Teststrategien verwirklicht.

1. Verwechslungsfarben: Farben, die von Farbfehlsichtigen nicht oder nur erschwert unterschieden werden können, sie liegen im Farbraum auf charakteristischen Verwechslungslinien.
2. Spektrale Hellempfindlichkeit: Protanfehlsichtige haben eine abweichende Hellempfindlichkeit, die durch einen Helligkeitsverlust in Richtung rot gekennzeichnet ist.
3. Camouflage: Die farbigen Optotypen sind in einem Chaos unterschiedlicher Helle und unterschiedlich großer Bildpunkte verborgen, so dass sie nur aufgrund farblicher Unterscheidung erkannt werden können.
4. Gesteigerter Farbkontrast: Aufgrund des gesteigerten Farbkontrastes wird grau, umgeben von rot bzw. grün in der jeweiligen Farbe des komplementären Kontrastes wahrgenommen (nur bei Velhagen).

Plate	Normal Person	Person with Red-Green Deficiencies		Person with Total Colour Blindness	
		Protan	Deutan	Strong	Mild
1	12	12		12	
2	8	3		×	
3	29	70		×	
4	5	2		×	
5	3	5		×	
6	15	17		×	
7	74	21		×	
8	6	×		×	
9	45	×		×	
10	5	×		×	
11	7	×		×	
12	16	×		×	
13	73	×		×	
14	×	5		×	
15	×	45		×	
		Protan		Deutan	
		Strong	Mild	Strong	Mild
16	26	6	(2) 6	2	2 (6)
17	42	2	(4) 2	4	4 (2)

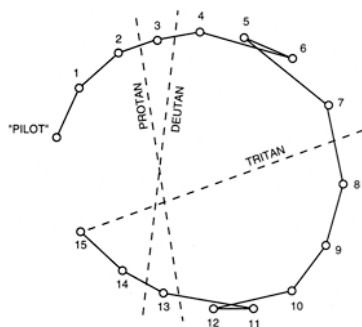
Zuordnung von Farbsinnstörung und Tafel (Ishihara)

Farnsworth Panel D 15

Der Test basiert auf helligkeits- und sättigungsgleichen Farben, deren Farborte im Farbendreieck den Weißpunkt auf einer Ellipse umgeben. Der Panel D 15 ist ein besonders einfacher Test, der auch von Kindern bewältigt werden kann. Auf eine optimale Beleuchtung (siehe oben) muß auch hier geachtet werden. Die vom Probanden geordnete Reihenfolge der Farbmarken wird in ein Diagramm eingezeichnet. Auf diese Weise werden die Farbverwechslungen und ihre charakteristische Richtung unmittelbar anschaulich. Folgende Befundkategorien werden vorgeschlagen:

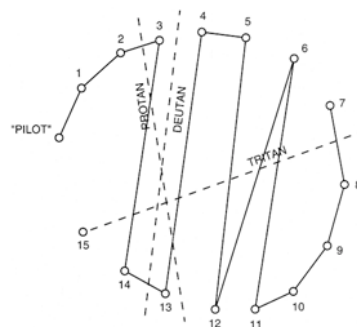
Insignifikant

(fehlerfrei oder kleinere Verwechslung)



Signifikant

(2 Verwechslungen durch den Kreis mit Vertauschung gleicher Richtung)



Der Test kann auch in einer entsättigten Version durchgeführt werden. Die Anwendung ist sinnvoll, wenn der gesättigte Panel D 15 kein eindeutiges Ergebnis brachte.

Testnachweis Achromatopsie

Zum Test werden Kantenfiltergläser F580 benötigt. Kinder öffnen bei Vorsetzen der Gläser ihre Augen auf und können sehen. Verordnet werden Zeiss 560 Kantenfiltergläser.

Nützliche Links:

www.lea-test.fi/de/sehtests/instruct/pv16/totester.html

(ausführliche Anleitung zur Verwendung des Panel D 15 bei Kindern mit unterschiedlicher Teststrategie)

www.uni-mannheim.de/fakul/psycho/irtel

www.photo.net/photo/edscott/vis00010.htm

www.orlab.optom.unsw.edu.au/ICVS/

www.yorku.ca/eye/toc.htm

Weiterbildung

Farbensehen und erworbene Farbsinnstörungen

C. Erb, M. Fahle

Ophthalmologie 2006;103:349-361

Grundzüge der Skiaskopie (PROF. HESSE)

Ein vernünftiges Strichskiaskop sollte folgende Eigenschaften haben:

- Der Beleuchtungsstrahlengang muß kontinuierlich von divergent nach konvergent einstellbar sein,
- das Lichtband sollte um 360° drehbar sein.
- Es sollte eine orangerote Farbe haben, um Blendungen zu verringern.

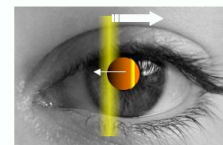
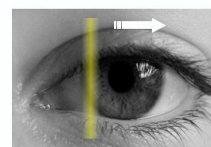


Mitläufigkeit

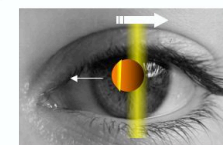
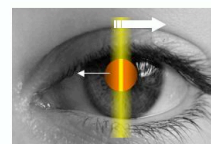


Bei einem leicht divergenten Beleuchtungsstrahlengang lassen sich die vier grundlegenden Phänome der Skiaskopie beobachten (vgl. Abbildungen).

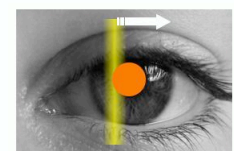
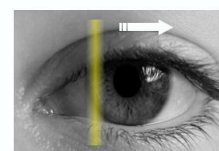
- Mitläufigkeit,
- Gegenläufigkeit
- Flackern
- Verdrehungseffekt



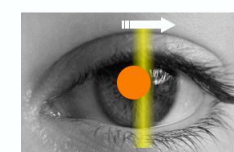
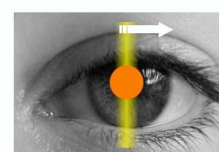
Gegenläufigkeit



In der Praxis beträgt der Skiaskopierabstand 50 – 70 cm. Mit diesem Abstand kann man bequem in einer Hand das Skiaskop und in der anderen Hand eine Skiaskopierleiste (ggf. einen Phoropter) bedienen. Der Abstand des Skiaskops zum Auge muß nach der Messung berücksichtigt und daher genau eingehalten werden

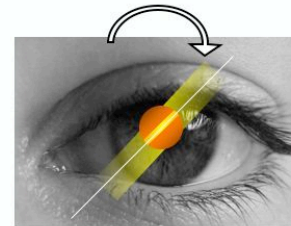
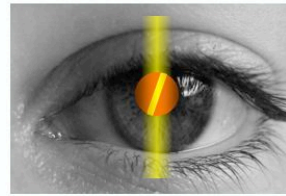


Flackerpunkt

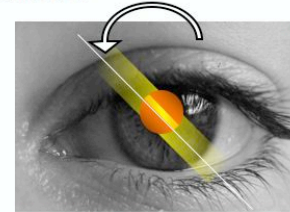
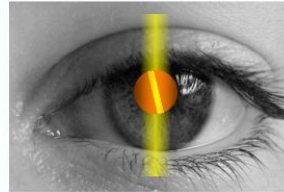


Verdrehungseffekt

Ein Astigmatismus liegt vor, wenn in unterschiedlichen Achslagen unterschiedliche Bewegungsphänomene beobachtet werden (z.B. Gegenläufigkeit bei senkrechtem Strich und Mitläufigkeit bei horizontalem Strich). Wichtig ist die Beobachtung des Verdrehungseffektes:



Verdrehungseffekt



Der strichförmige Lichtreflex in der Pupille verläuft schräg zum Lichtreflex auf dem äußeren Auge. Durch Drehen des Lichtbandes lässt sich die Verdrehung beseitigen. Der Strichreflex in der Pupille und das Lichtband außen auf dem Auge weisen in die gleiche Richtung. Damit ist die Richtung eines Hauptschnittes bereits festgelegt. Sie wird angezeigt durch die Richtung des Lichtbandes (vorausgesetzt es handelt sich um einen regulären Astigmatismus).

90° im rechten Winkel zu diesem Hauptschnitt liegt nun der zweite Hauptschnitt. Mit dem Festlegen der Hauptschnitte ist das Wichtigste beim Skiaskopieren astigmatischer Augen geschafft. Durch reichliches Üben können auch sehr kleine Astigmatismen präzise bestimmt werden.

Ablauf der Skiaskopie bei achsensymmetrischen Abweichungen.

1. Leicht divergenten Strahlengang einstellen
2. Das Lichtband wird in verschiedenen Richtungen über die Pupille geführt. Es darf kein Verdrehungseffekt auftreten, sonst liegt ein Astigmatismus vor.
3. Bei Mitläufigkeit müssen Plus-Gläser, bei Gegenläufigkeit Minus-Gläser vorgehalten werden. Auch dabei gilt, dass kein Verdrehungseffekt auftreten darf, sonst muß ein Astigmatismus berücksichtigt werden.
4. Nahe am Flackerpunkt werden die Reflexe breiter und bewegen sich schneller. Bewegungen mit dem Skiaskop sollten dann langsamer sein.

5. Den Flackerpunkt findet man leichter, wenn man aus der Gegenläufigkeit (Überkorrektion) in die Mitläufigkeit korrigiert. Für den Ungeübten ist die Mitläufigkeit einfacher als die Gegenläufigkeit zu beobachten.
6. Die Fernkorrektur wird ermittelt, in dem die gemessenen Werte um 2 dpt (Skioskopierabstand = 50 cm) bzw. 1,5 dptr (Skiaskopierabstand = 70 cm) reduziert werden.

Anmerkung: Besteht ein sehr schlechter Reflex beim Skiaskopieren, so liegen entweder Medientrüben vor oder sehr hohe Ametropien von 8 und mehr Dioptrien.

Ablauf der Skiaskopie astigmatischer Augen (für Anfänger)

1. Leicht divergenten Strahlengang einstellen
2. Das Lichtband wird in verschiedene Richtungen gedreht und dabei über die Pupille geführt. Ein Astigmatismus liegt vor, wenn in verschiedene Richtungen unterschiedlicher Breite und/oder schnelle Fundusreflexe in der Pupille zu sehen sind oder wenn ein Verdrehungseffekt beobachtet wird.
3. Das Lichtband wird so eingerichtet, dass keine Verdrehung vorliegt. Die beiden Hauptschnitte sind damit festgelegt, die Achsen können notiert werden.
4. Es wird der Flackerpunkt in den vorbestimmten Achsen der Hauptschnitt bestimmt und notiert. Aus den Werten wird die Refraktion mit Minuszylinder notiert. Der sphärische Wert wird um 2 dpt reduziert.

Anmerkung: Ziel ist ein Ablauf, der nicht durch Schreibarbeiten unterbrochen wird. Dennoch ist das Vorgehen für Ungeübte hilfreich. Später sollte zunächst der schwächer brechende Hauptschnitt aufgesucht werden. Dessen Richtung bestimmt die Achse des Minuszylinders. Anschließend wird der stärker brechende Hauptschnitt skiaskopiert. Dadurch lassen sich die Werte ohne weitere Notizen niederschreiben.

Voraussetzung:

Zum Verständnis der Hauptschnitte ist es notwendig, eine gegebene Refraktion sowohl mit Minus- als auch mit Pluszylindern zu notieren.

Praktische Durchführung der Skiaskopie für Anfänger (Frau Dr. Pollack)

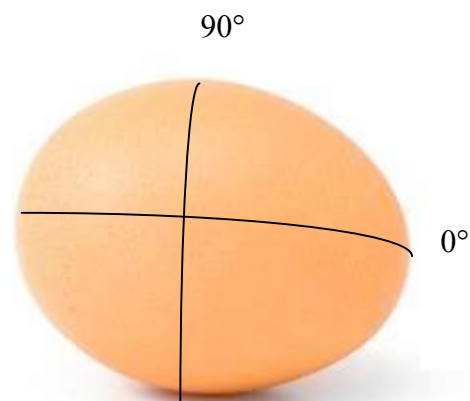
Skiaskop (divergenter Strahlengang)
sphärische Plus und Minusgläser
Plus-Zylindergläser

Das Vorgehen bei der Skiaskopie entspricht dem der Refraktion

1. Bestimmung der Sphäre
2. Bestimmung der Achse des Zylinders
3. Bestimmung der Stärke des Zylinders

Kurze Theorie:

Astigmatismus rectus: Das Auge kann man sich wie ein umgekipptes Ei vorstellen. In der 90° Achse ist die Krümmung stärker (der HH-Radius geringer) und die Brechkraft stärker. In der 0° Achse ist die Krümmung geringer und die Brechkraft geringer. Die 90° Achse wäre der stärker brechende Hauptschnitt, die 0° Achse der schwächer brechende Hauptschnitt (Astigmatismus mit der Regel)
Ist es anders herum liegt ein Astigmatismus inversus oder Asti gegen die Regel vor.



Astigmatismus rectus

Skiaskopie

1. Schritt: +2 D Glas vor das Auge halten oder bei größeren Kindern ins Probiertestell. Skiaskop in 90° und 0° sowie in den schrägen Achsen über die Pupille bewegen (Stellschraube!). Untersuchungsabstand ausgestreckter Arm (50 cm). Eigene Brille tragen!

2. Schritt: Beurteilung Mitläufigkeit oder Gegenläufigkeit. Keine sichere Bewegung zu erkennen +5 oder mehr bzw -5 oder mehr davorhalten.

bei Mitläufigkeit: Plusgläser (in 0,5 D Schritten) davorhalten bis in 1 Hauptschnitt Flackern und im anderen Mitläufigkeit. Beim Astigmatismus rectus ist der Flackerpunkt in der 0° Achse, in der 90° Achse noch eine Mitläufigkeit zu beobachten. **Pluszylindergläser** in dieser Achse vorhalten bis zum Flackerpunkt (2. Hauptschnitt). Anschließend Lichtstrahl nochmal über 0° Achse bewegen und Flackerpunkt überprüfen. Fertig!

3+2 D Glas weglegen (oder abziehen bei Verwendung von Skiaskopieleisten) und Ergebnis notieren:

z.B. +2,5+1,5/90°

Für Rezept umrechnen im Minus-Zylinder: +4,0-1,5/0°

bei Gegenläufigkeit: Minusgläser (in -1,0D Schritten) davor, so dass zunächst in beiden Hauptschnitten deutlich Mitläufigkeit entsteht. Dann in 0,5 D Schritten die Minusgläser abschwächen, so dass in 1 Hauptschnitt Flackern entsteht, im anderen Mitläufigkeit. In diesem Hauptschnitt Pluszylinder davorhalten, bis auch dort flackern. Fertig!

+2 Glas weglegen(oder abziehen bei Verwendung von Skiaskopieleisten)

Ergebnis notieren: z.B.-5,0 +2,0 /90° und umrechnen -3,0 sph -2,0 cyl/0°.

Astigmatismus inversus

Die stärker brechende Achse liegt bei 0° (Ei aufrecht)

1. bei Mitläufigkeit Plusgläser (in 0,5 D Schritten) davorhalten bis in 1 Hauptschnitt Flackern und im anderen Mitläufigkeit. Beim Astigmatismus inversus ist der Flackerpunkt in der 90° Achse, in der 0° Achse noch eine Mitläufigkeit zu beobachten. **Pluszylindergläser** in dieser Achse vorhalten bis zum Flackerpunkt (2. Hauptschnitt). Anschließend Lichtstrahl nochmal über 90° Achse bewegen und Flackerpunkt überprüfen. Fertig!

+2 D Glas weglegen und Ergebnis notieren:

z.B. $+2,5+1,5/0^\circ$ für Rezept umrechnen: $+4,0-1,5/90^\circ$ (für das Rezept ziehe ich 0,5D ab, wenn ich nicht ausdrücklich eine Vollkorrektur möchte).

2. bei Gegenläufigkeit: Minusgläser davor, so dass zunächst in beiden Hauptschnitten deutlich Mitläufigkeit entsteht. Dann in 0,5 D Schritten die Minusgläser abschwächen, so dass in 1 Hauptschnitt Flackern entsteht, im anderen Mitläufigkeit. In diesem Hauptschnitt Pluszylinder davorhalten, bis auch dort flackern. Fertig!

+2 Glas weglegen Ergebnis notieren: z.B. $-5+2/0^\circ$ und umrechnen $-3-2/90^\circ$.

schräger Astigmatismus (Astigmatismus obliquus)

Zunächst Bestimmung der Sphäre wie oben angegeben. Beurteilen des Lichtbandes auf der Pupille. Der Skiakoplichtstrahl wird an der Stellschraube so verstellt, das das Lichtband scharf erscheint. Dann wird das Licht 90° versetzt über die Pupille bewegt. Sphärische Gläser werden vorgesetzt, bis in einem Hauptschnitt der Flackerpunkt erreicht ist und im anderen Mitläufigkeit. Die Achse, in der das Lichtband scharf erscheint und parallel zum Skiaskoplichtstrahl ist, ist die Achse des Zylinders. Sie wird am Probiergestell abgelesen oder geschätzt. Anschließend in dieser Achse Pluszylindergläser in 0,5 Schritten davorhalten bis zum Flackerpunkt. Lichtreflexe immer auch in der um 90° versetzten Achse überprüfen und ggf Sphäre angleichen.

PS: Nach etwas Übung kann man das +2D Glasweglassen und rechnerisch abziehen, am Anfang schützt es vor Verwirrungen. Das Vorsetzen in 0,5 D Schritten schult die Beurteilung der Lichtreflexe. Ich verwende ausschließlich Pluszylindergläser, da ich die Mitläufigkeit besser beurteilen kann, als die Gegenläufigkeit.

Dippser Skiaskopie

Katharina Pollack

Benötigte Instrumente:

Skiaskop (divergenter Strahlengang)

sphärische Plus und Minusgläser

Plus-Zylindergläser (Grund: Mitläufigkeit des Lichtstrahles ist leichter zu beobachten)

Kurze Theorie:

Das Auge kann man sich wie ein umgekipptes Ei vorstellen. In der 90° Achse ist die Krümmung stärker (der HH-Radius geringer) und die Brechkraft stärker. In der 0° Achse ist die Krümmung geringer und die Brechkraft geringer. Die 90° Achse wäre der stärker brechende Hauptschnitt, die 0° Achse der schwächer brechende Hauptschnitt (Astigmatismus rectus). Ist es anders herum (Ei steht aufrecht) liegt ein Astigmatismus inversus oder Asti gegen die Regel vor. Bei schräg gekipptem Ei ein Astigmatismus obliquus.

1. Schritt: +2 D Glas vor das Auge halten oder bei größeren Kindern ins Probiergestell. Skiaskop in 90° und 0° sowie in den schrägen Achsen über die Pupille bewegen. **Untersuchungsabstand ausgestreckter Arm (ca 50 cm). Eigene Brille tragen!**

2. Schritt: Beurteilung Mitläufigkeit oder Gegenläufigkeit. Ist keine sichere Bewegung zu erkennen +5 oder mehr bzw -3 oder mehr davorhalten. Skiaskoplichtband immer in 90 und 0° drehen (mittels Stellschraube am Skiaskop)!

3. Schritt: wenn Mitläufigkeit beobachtet wurde: Plusgläser vorhalten, bis im 1. Hauptschnitt Flackern und im anderen Mitläufigkeit zu sehen ist. Dann durch Drehen des Lichtstrahles (an der Stellschraube Achse des Astigmatismus ermitteln (2. Hauptschnitt). Jetzt **Pluszylindergläser** vor 2. Hauptschnitt bis zum Flackern halten (in 0,5 D Schritten). Fertig! +2 D Glas weglegen und Ergebnis notieren: z.B. sph+2,5; cyl+1,5/90° für Rezept umrechnen: +4,0 -1,5/0° (für das Rezept ziehe ich 0,5D ab, wenn ich nicht ausdrücklich eine Vollkorrektur möchte). Nach etwas Übung kann man das +2D Glas ab Schritt 3 weglassen und rechnerisch abziehen, am Anfang schützt es vor Verwirrungen.

3. Schritt bei Gegenläufigkeit: Minusgläser vorhalten, so dass zunächst in beiden Hauptschnitten deutlich Mitläufigkeit des Lichtbandes entsteht. Dann in 0,5 D Schritten die Minusgläser abschwächen, so dass in 1 Hauptschnitt Flackern entsteht, im anderen Mitläufigkeit. Achse des Astigmatismus durch Drehen des Lichtbandes bestimmen (2. Hauptschnitt). In diesem Hauptschnitt mit noch vorhandener Mitläufigkeit **Pluszylinder** davorhalten, bis auch dort flackern sichtbar. Fertig! +2 D Glas weglegen und Ergebnis notieren: z.B. sph-5; cyl+2/90° und umrechnen sph-3; cyl-2/0°. Der Geübte kann das +2 D Glas weglassen und die 2 D rechnerisch abziehen (z.B. sph-3 D ; cyl +2,0/90 skiaskopiert ergibt sph-5,0D; cyl +2,0/90 oder sph-3,0D; cyl -2,0/0°).

Viel Erfolg!

Skript zum Kurs Kinder- Augenheilkunde

zusammengestellt von K. Pollack

Qualitätsgrade des Binokularsehens

1. binokulares Simultansehen: Mit beiden Augen wird gleichzeitig gesehen, aber nicht fusioniert; bei fehlender Fusion entsteht Doppelbildwahrnehmung (Diplopie) sofern keine Hemmung (Suppression) vorliegt.

2. binokulare Fusion: Die Bilder beider Augen werden reflektorisch zu einem Bild fusioniert. Voraussetzung sind korrespondierende Netzhautareale. Die Korrespondenz kann normal oder anomal sein.

3. Stereosehen

Prüfung des Binokularsehens

Ziel:

Erkennen von Fehlstellungen der Augen

Ausmessen der Fehlstellung

Erkennen von Bewegungsstörungen

Ermittlung der Qualität und Quantität des Binokularsehens

1. Untersuchung der Fixation

Methode: Untersuchung monokular

A Hornhautreflexbild- Untersuchung mit Stabtaschenlampe

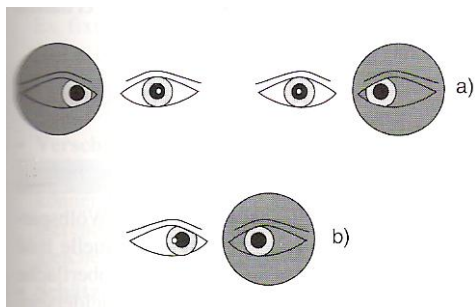
B Fixationsprüfung am Fundus mit Visuskop

Die Beurteilung der Fixation ist entscheidend für alle Folgeuntersuchungen. Die bestmögliche Sehschärfe ist nur bei fovealer Fixation zu erreichen. Eine exzentrische Fixation ist mit einer reduzierten Sehschärfe verbunden. Je weiter die Fixationsstelle von der Fovea entfernt ist, desto schlechter ist die Sehschärfe (parafoveolär, paramakulär, parapapillär). Bei Schielpatienten ist eine beidseitige monokulare

foveolare Fixation möglich, auch wenn unter binokularen Bedingungen eine anomale Netzhautkorrespondenz besteht.

A Beurteilung Hornhautreflexbild (monokular)

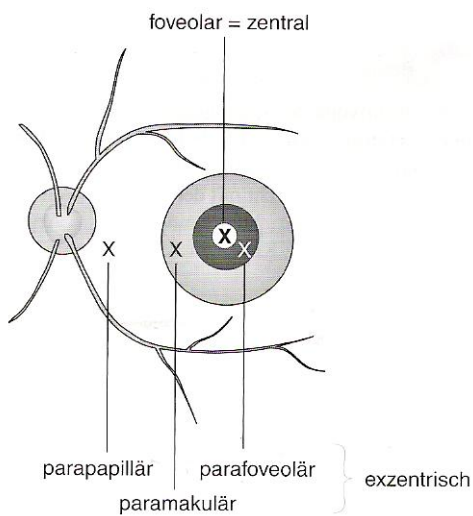
- bei zentraler Fixation liegt Reflex leicht nasal der Pupillenmitte
- Verschiebung des Lichtreflexes, Abbildung auf wechselnden Stellen spricht für exzentrische Fixation



- a) bei Abdecken des rechten bzw. linken Auges besteht eine zentrale Fixation des jeweils offenen Auges (Pat. schießt im Bsp. nach innen)
- b) exzentrische Fixation des rechten Auges, Lichtreflex temporal

B Beurteilung der Fixation mit Visuskop

Beurteilung einer 1° großen Prüfmarke auf dem Fundus im Vergleich zur Foveola



2. Prüfung auf Amblyopie

- Okklusionsversuch

- **Vertikalprisma (20 cm/m) Basis oben oder unten** abwechselnd vor das rechte und linke Auge halten. Die höhenversetzten Doppelbilder können nicht mehr fusioniert werden. Welches Auge nimmt Fixation auf? Wenn ein Auge nie die Fixation aufnimmt besteht eine Sehschwäche des Auges. Benutzt der Patient beide Augen im Wechsel, ist eine höhere Amblyopie unwahrscheinlich.

Brückner Test

- mit Ophthalmoskop
- Untersuchungsabstand 1 m, in Augenhöhe des Kindes
- herabgesetzte Raumbelichtung
- Beurteilung der Farbe des Pupillenleuchtens (= vom Augenhintergrund reflektiertes Licht)
- Normalbefund: seitengleich grau-rot Aufleuchten
- bei Schielen hellrotes/gelbliches Aufleuchten im schielenden Auge, nicht schielendes Auge leuchtet grau-rot
- Test evt. auch hinweisend auf Katarakt, Retinoblastom- bei pathologischem Befund Fundusuntersuchung!

- Visusprüfung/Skiaskopie

- Fundusreflex/ Fundusuntersuchung

3. Untersuchung der Augenstellung

Ziel:

Ausschluss einer Schielstellung

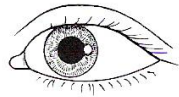
Ermittlung des Führungsauges

Abschätzen des Schielwinkels

Nachteil: kleine Schielwinkel ($\leq 3-4^\circ$) werden nicht erkannt

Methode: Untersucher hält Visitenlampe oder Ophthalmoskop direkt unter sein peilendes Auge um Parallaxe zu vermeiden. Untersuchungsabstand 30-60 cm.

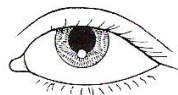
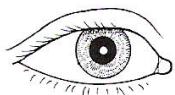
A Beurteilung des Hornhautreflexbildes (HHRB) binokular (Hirschberg-Test)



Esotropie links



Exotropie links



Hypertropie links (-VD)



Hypotropie links (+VD)

Reflexbilder liegen bei normalem Binokularsehen und Pseudostrabismus symmetrisch, beim Schielen asymmetrisch auf der Hornhaut.

1 mm Dezentrierung entspricht 7° .

Die Formel kann bei asymmetrischen Hornhautreflexen zur Abschätzung des Schielwinkels eingesetzt werden.

Bsp. HHRB 3 mm nasal (entspricht Reflex am Pupillenrand) Schielwinkel:

$3 \times 7 = 21^\circ$ Exotropie

HHRB am Limbusrand (entspricht 6 mm, Schielwinkel: $6 \times 7^\circ$)

Winkel Kappa

Hornhautreflexbilder liegen beim Gesunden meist nicht exakt in der Pupillenmitte, da optische Achse nur selten auf die Fovea trifft. Die Fovea liegt meist temporal, damit liegt das Reflexbild nasal = positiver Winkel Kappa. Liegt das Reflexbild temporal besteht ein negativer Winkel Kappa.

Winkel Kappa ergibt sich aus Gesichtslinie (=Foveola - Fixierobjekt, cave exzentrische Fixation!) und Verbindungslinie Hornhautscheitel- Pupillenmitte. Der Winkel Kappa kann anhand der Lage des Hornhautreflexbildes abgeschätzt werden, wenn ein Auge abgedeckt ist. Auch hier gilt 1 mm Dezentrierung entspricht 7 °.

B Abdecktests und Aufdecktest

Vorraussetzung für sichtbare Einstellbewegungen ist eine zentrale Fixation

Abdecktest einseitig in 5 m und 40 cm

Man lässt das Kind auf einen vorgehaltenen Gegenstand blicken und deckt mit der Hand das fixierende Auge ab. Kommt es zu einer Einstellbewegung des Partnerauges besteht ein manifestes Schielen. Die Richtung, aus der die Einstellbewegungen gemacht werden gibt Auskunft über die Art der Heterotropie. Siehe Abbildung unten. Einstellbewegungen von außen=Exotropie, von innen Esotropie usw. Werden keine Einstellbewegungen beobachtet bestehen folgende Möglichkeiten:

- Kind schielt nicht
- schielendes Auge wurde abgedeckt. Test muss mehrmals am rechten und linken Auge durchgeführt werden!

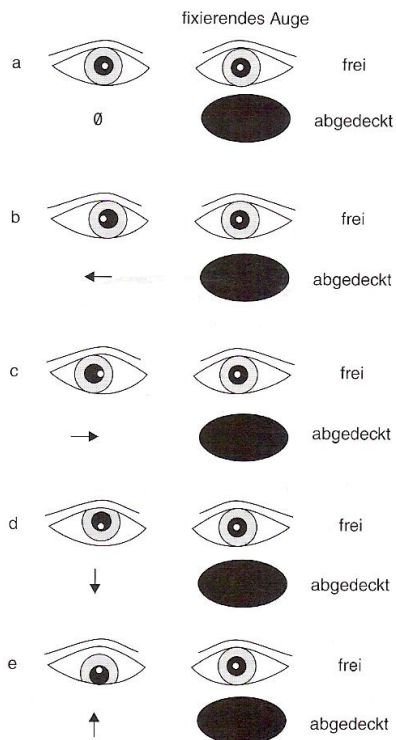


Abb. 2.20: Einseitiger Abdecktest: Die Abdeckung des linken fixierenden Auges löst rechts aus: (a) keine Einstellbewegung: Orthotropie, kein Schielen, (b) Einstellbewegung von innen: Esotropie rechts, (c) Einstellbewegung von außen: Exotropie rechts, (d) Einstellbewegung von oben: positive Vertikaldifferenz rechts (+VD), Aufwärtsschielen, (e) Einstellbewegung von unten: negative Vertikaldifferenz rechts (-VD), Abwärtsschielen.

(1)

Beim Freigeben des Auges bestehen folgende Möglichkeiten bei Schielern

1. Kind schielt sofort wieder mit dem Auge, das abgedeckt wurde - Strabismus unilateralis
2. Kind schielt mit dem nicht abgedeckten Auge- Strabismus alternans
3. bei hoher Amblyopie kann das schielende Auge beim Abdecken des guten Auges die Fixation nicht aufnehmen, bleibt beim Abdecken in Schielstellung, Suchbewegungen können beobachtet werden.

Der einseitige Abdecktest dient zur Diagnostik eines manifesten Strabismus. Das Fehlen von Einstellbewegungen schließt Mikrostrabismus mit exzentrischer Fixation nicht aus. Hier fehlen Einstellbewegungen, wenn der Abstand der monokular fixierenden Netzhautstelle dem Schielwinkel entspricht (Mikrostrabismus mit Identität).

Alternierender Abdecktest 5m und 40 cm

dient zum Erkennen einer Heterophorie.

Es erfolgt ein wechselseitiges Abdecken des linken und rechten Auges, wenn beim einseitigen Abdecktest keine Abweichung besteht. Beobachtet wird, ob Einstellbewegungen am freien Auge, das die Fixation aufnimmt, auftreten. Sind keine EB zu sehen besteht Orthophorie.

Einstellbewegungen werden bei Heterophorie beobachtet (z.B. von innen bei Esophorie, von außen bei Exophorie, von oben bei Hyperphorie, von unten bei Hyophorie).

Aufdecktest

Wird beim alternierenden Abdecktest eine Einstellbewegung beobachtet, wird beim Aufdecken beurteilt, ob der Patient die latente Abweichung fusionieren kann, d.h. ob der Parallelstand der Augen wiederhergestellt werden kann.

Macht das vorher abgedeckte Auge eine (langsame) Fusionsbewegung bei Heterophorie spricht das für eine gute Fusion. Im anschließenden Abdecktest treten keine EB auf.

Fehlt die Fusionsbewegung bei Heterophorie kann im anschließenden einseitigen Abdecktest eine Einstellbewegung sichtbar werden. Dies spricht für ein schlechtes Fusionsvermögen.

Wirkungsweise von Prismen

Die Lichtbrechung erfolgt beim Eintritt in das Prisma und beim Austritt aus dem Prisma. Als Maß der Stärke eines Prismas gilt der Grad der Ablenkung eines Lichtstrahls (in cm gemessen) auf 1 m Entfernung [cm/m]. D.h. ein Prisma von 4 [cm/m] führt zu einer Ablenkung der Lichtstrahlen um 4 cm in 1 m Entfernung. Weißes Licht wird in seine farbigen Anteile zerlegt (Dispersion des Lichtes). Langwelliges rotes Licht wird weniger stark gebrochen als kurzwelliges (blaues) Licht.

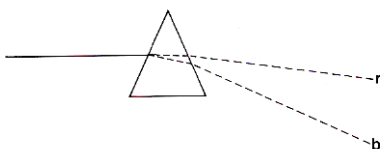
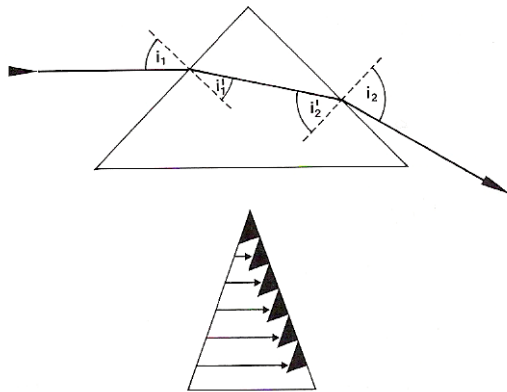


Abb. 1.1.4 **Dispersion des Lichtes.** Blaues Licht (b) wird stärker gebrochen als rotes (r).



Brechung des Lichtes durch ein Prisma, beide Flächen sind wirksam.

Prinzip des Fresnelprismas (Prismenfolie). Ein Blockprisma kann in viele Einzelprismen aufgelöst werden

(1)

Prismenabdecktest einseitig in 5 m und 40 cm

Prismen zunehmender Stärke werden vor das nicht führende Auge gehalten (das führende Auge wird anschließend abgedeckt), bis keine Einstellbewegungen am nicht führenden Auge zu beobachten sind. Die Stärke der Prismen entspricht dem Schielwinkel.

Die Winkelmessung erfolgt in 5 m und 40 cm und ist in verschiedenen Blickrichtungen möglich. Voraussetzung ist eine gute Mitarbeit und foveolare Fixation. Scheitert der Prismenabdecktest am ständigen Führungswechsel (beim alternierenden Schielen) wird der **simultane Prismenabdecktest** durchgeführt. Der Schielwinkel wird zunächst geschätzt und ein entsprechendes Prisma vor das schielende Auge gehalten. Gleichzeitig (simultan) wird das führende Auge mit der Abdeckscheibe abgedeckt.

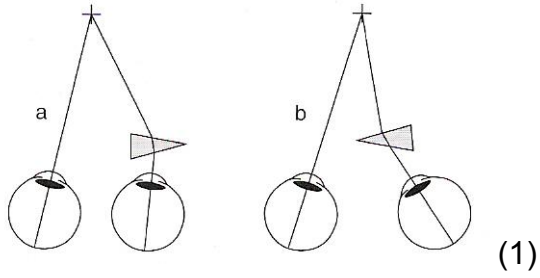
Prismenabdecktest alternierend in 5 m und 40 cm

Die Prismen werden vor das Auge gehalten, dessen Abweichung gemessen werden soll. Dann werden beide Augen abwechselnd in nicht zu rascher Folge abgedeckt. Das Auge hinter dem Prisma wird beobachtet. Es werden solange Prismen mit zunehmender Stärke davor gesetzt, bis die Einstellbewegungen des Auges hinter dem Prisma neutralisiert sind. Da durch das Abdecken die Fusion aufgehoben ist, wird mit dem Test die Fehlstellung bei aufgehobenen Binokularsehen gemessen.

Umrechnung Prismen in Grad des Schielwinkels:

Winkel (°) = Korrekptionsprisma × 0,5729 oder

Anzahl der Prismen : 1,8 = Schielwinkel in Grad



a Exotropie: Prismen Basis innen b Esotropie: Prismen Basis außen

Hypertropie: Basis unten

Hypotropie: Basis oben

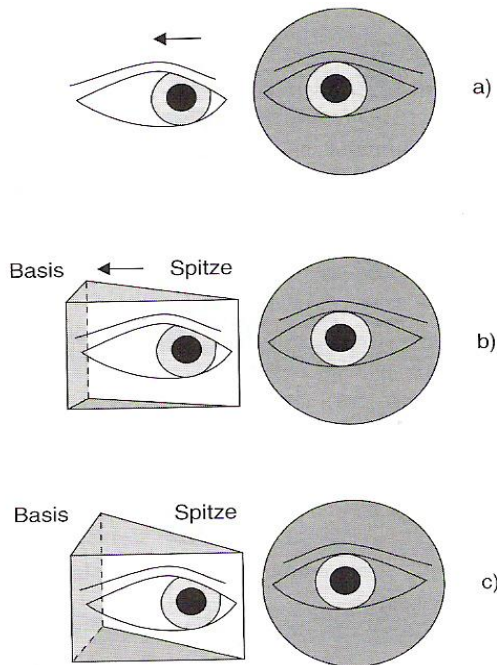


Abb. 2.21: Alternierender Prismenabdecktest bei Esotropie. (a) Abdecken links: deutliche Einstellbewegung rechts von innen. (b) Zu schwaches Prisma (Basis außen) vor rechtem Auge: Einstellbewegung geringer, (c) Richtiges Prisma (Basis außen) rechts: Schielwinkel ausgeglichen, keine Einstellbewegung mehr. Auch das Führungsaue braucht beim Aufdecken keine Einstellbewegung mehr zu machen, um zu fixieren. Wählt man ein zu starkes Prisma, erfolgt eine Einstellbewegung von außen.

(1)

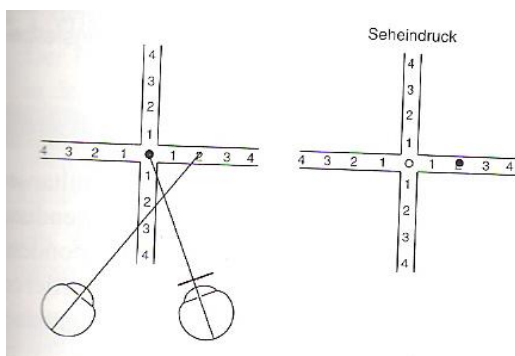
4. Dunkelrotglas-Test

zur Messung eines manifesten oder latenten Strabismus

Ermittlung des subjektiven Schielwinkels

Anwendung nur bei normaler beidäugiger Zusammenarbeit (normale Netzhautkorrespondenz) und zentraler Fixation

Methode: Patient fixiert Lichtquelle an Tangententafel (Maddox-Kreuz). Dunkelrotglas wird vor ein Auge gehalten, damit wird die Fusion unterbrochen. Jetzt besteht Simultansehen. Der rote Lichtpunkt wird an den Punkt lokalisiert, der in der Fovea des freien Auges abgebildet ist (Konfusion). Bei latenter oder manifester Abweichung wandert der rote Punkt aus dem Zentrum der Tafel heraus. Der Patient wird befragt, an welcher Stelle der Tafel er den roten Punkt sieht (ggf. mit Laserpointer zeigen lassen). Der gemessene Winkel an der Tangentenskala ist der subjektive Schielwinkel.



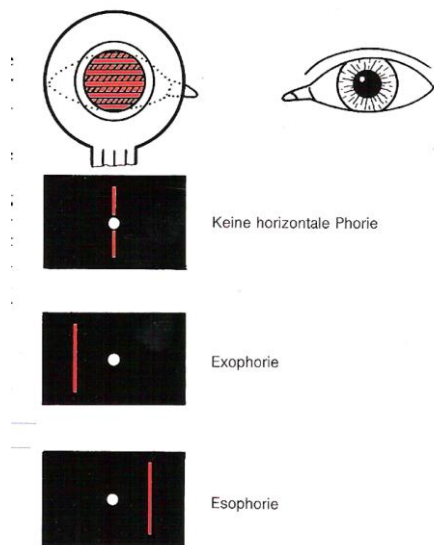
(1)

Rechtes, fixierendes Auge mit Rotglas. Die Fovea rechts nimmt roten Lichtpunkt wahr, die Linke den Lichtpunkt bei 2. Da beide Foveae korrespondieren wird das rote Licht auf die 2 lokalisiert.

Maddox-Stäbchentest

Ziel: Nachweis einer Heterotropie oder Heterophorie

Methode: Unterbrechung der Fusion durch Vorhalten eines Maddox-Zylinders. Der Streifen steht im 90° Winkel zur Längsachse der Stäbchen. Abmessung des Winkels an der Tangentenskala oder mit Prismen.



(2)

5. Korrespondenzprüfung

Bagolini Test

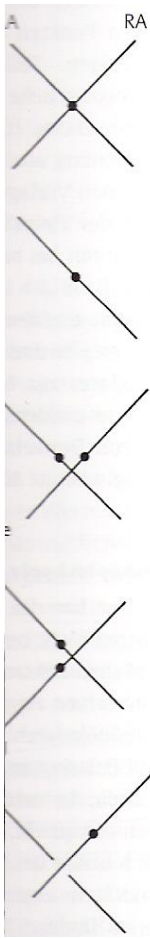
Ziel:

Nachweis von Simultansehen

Unterscheidung normale und anomale Netzhautkorrespondenz (gute Mitarbeit des Patienten erforderlich)

Methode: Streifengläser nach Bagolini

Patient fixiert durch die Streifengläser einen Lichtpunkt und wird befragt, ob er zwei oder einen Lichtstrich sieht, ob und wo die Lichtstriche sich kreuzen, wie viele Lichtpunkte er sieht. Zusätzlich wird der einseitige Abdecktest durchgeführt.



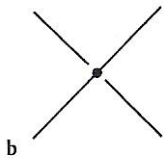
Normales Schweifkreuz

Exklusion rechts

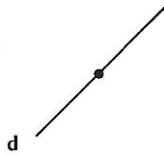
**ungekreuzte (gleichnamige, homonyme)
Diplopie**

vertikale Diplopie (+VD)

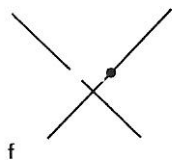
anomal verschoben mit Skotom links



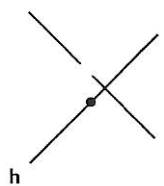
Skotom links



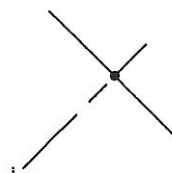
Suppression links



ungekreuzte Diplopie mit Skotom links



vertikale Diplopie (+VD) mit Skotom links



anomal verschoben mit Skotom rechts

(3)

Die Kreuzung der Lichtstriche im Lichtpunkt bedeutet

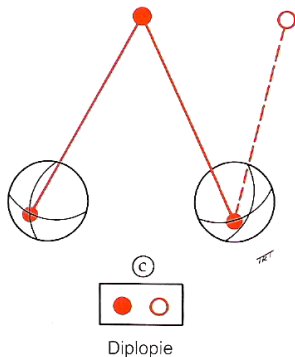
- normale Netzhautkorrespondenz, wenn man beim einseitigen Abdecktest unter vorgehaltenen Streifengläsern keine Einstellbewegungen sieht
- anomale Netzhautkorrespondenz, wenn Einstellbewegungen zu beobachten sind

Die Kreuzung außerhalb der Lichtpunkte bedeutet

- normale Netzhautkorrespondenz bei manifestem Schielen. Nach Ausgleich des Schielwinkels mit Prismen sieht der Patient einen Lichtpunkt mit kreuzenden Streifen (Bagolini positiv). Im Abdecktest werden keine EB beobachtet.
- anomale Netzhautkorrespondenz bei manifestem Schielen. Nach Prismenausgleich werden EB beobachtet.

Fehlen oder Unterbrechen eines Lichtstriches bedeutet

- vollständige Suppression
- Zentralskotom bei Parallelstand
- Fixierpunktskotom bei manifestem Strabismus mit anomaler Korrespondenz



(2)

ungekreuzte, homonyme Doppelbilder- Esotropie

Der rote Punkt stimuliert nicht miteinander korrespondierende Netzhautareale.

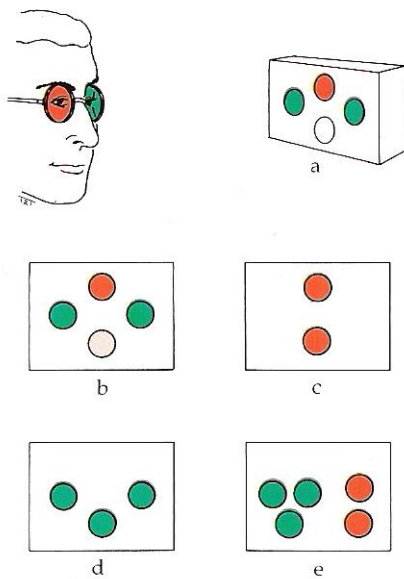
Rechts wird das Fixationsobjekt nasal der Fovea abgebildet und damit in das temporale Gesichtsfeld projiziert. Die Folge ist ein Doppelbild temporal des eigentlichen Bildes. Die Doppelbilder kreuzen sich nicht (ungekreuzt, homonym)

Beim Außenschielen wird das Fixationsobjekt temporal der Fovea abgebildet und damit nach nasal projiziert. Die Bilder kreuzen sich (gekreuzte oder heteronyme DB) und zeigen eine Exotropie an.

Worth Test

Ziel: Nachweis von Fusion, Korrespondenzprüfung

Methode: Patient trägt Rot/Grünbrille. Rotes Glas vor dem rechten, grünes Glas vor dem linken Auge. Patient blickt auf die dargebotenen Lichter, 1 rotes, 2 grüne, 1 weißes.



(2)

Bewertung:

a Patient sieht alle 4 Lichter - Patient hat Fusion

b Patient hat manifestes Schielen und sieht 4 Lichter- anomale
Netzhautkorrespondenz

c Patient sieht 2 rote Lichter- Suppression links

d Patient sieht 3 grüne Lichter- Suppression rechts

e Patient sieht 3 grüne und 2 rote Lichter- Diplopie. Wenn die roten und grünen
Lichter abwechseln besteht alternierende Suppression

6.Messung der Fusionbreite

Die Fusionsbreite dient als Maß für die motorische Fusion. Sie ist die Summe der Beträge zweier entgegen gesetzter Vergenzstellungen (z.B.Konvergenz und Divergenz) die bei konstantem Akkommodationsbedarf noch binokulares Einfachsehen gestatten.

Anwendung: bei Heterophorie

Methode:

optimale Brillenkorrektur

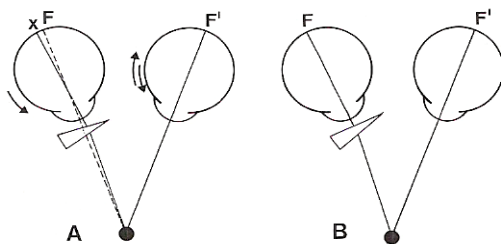
kleine Optotypen werden angeboten

Mit Prismenkompensatoren vor beiden Augen werden Prismenwirkungen Basis außen erzeugt, bis Bild unscharf wird (Stärke der verwendeten Prismen entspricht der Konvergenzreserve). Entsprechend wird mit Prismen Basis innen die Divergenzreserve ermittelt.

Anstelle von Prismenkompensatoren können Prismenleisten eingesetzt werden.

Aufgrund des erhöhten Akkommodationsaufwandes bei Prismen Basis außen sind fehlerhafte Messungen möglich.

7. 4 Prismen Basis außen Test

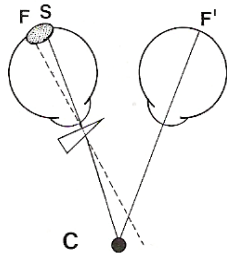


(3)

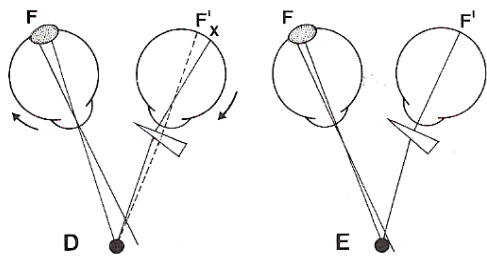
Einzelprisma Basis außen wird zunächst vor das rechte Auge gehalten. Ein kleines Sehzeichen wird fixiert. Das Bild des Fixierobjektes wird im rechten Auge durch das Prisma nach temporal verlagert. Ist das rechte Auge dominant und das Binokularesehen intakt erfolgt eine kleine Sakkade nach links, die das Bild wieder in die Fovea bringt. Nach dieser Sakkade gleicht das linke Auge die Bilddisparation mit einer Fusionsbewegung aus. Wird das Prisma nun vor das nichtdominante Auge gehalten, beobachtet man eine Fusionsbewegung. Sind beide Augen gleichwertig, beobachtet man beidseits Sakkaden und Fusionsbewegungen.

Zentral und Fixierpunktskotome führen zu einem pathologischen Testergebnis.

Folgende Befunde sind möglich:



Skotom rechts.
Bei Prismenvorsatz bleibt die Sakkade aus, da Zentralskotom die Wahrnehmung der Bildverschiebung verhindert



Skotom rechts.
Bei Prismenvorsatz links wird die Sakkade nach rechts beobachtet, die Fusionsbewegung am rechten Auge fehlt, da das Skotom die Wahrnehmung der Bildverschiebung verhindert.

(3)

Desweiteren kann eine Sakkade ohne Fusionsbewegungen des anderen Auges beobachtet werden und der Patient gibt Doppelbilder an. Eine Wiederholung des Test mit 2 Prismen Basis außen ist erforderlich, um kleinere Skotome aufzudecken.

3.2.4 Befunde beim 4 (2)-Prismen-Basis-außen-Test.

4 cm/m vor	Befund RA	LA	Deutung
RA	Fusion	-	keine Dominanz, kein Skotom
LA	-	Fusion	
RA	Fusion	-	Dominanz LA, kein Skotom
LA	1. ReSakkade 2. Fusion	ReSakkade	
RA	1. LiSakkade 2. Fusion	LiSakkade	Dominanz RA, kein Skotom
LA	Fusion	-	
RA	LiSakkade	LiSakkade	Skotom LA
LA	-	-	
RA	-	-	Skotom RA
LA	ReSakkade	ReSakkade	

(3)

8. Untersuchung des stereoskopischen Sehens

Ziel: Qualität und Quantität des Binokularsehens, dreidimensionale Wahrnehmung und Tiefensehschärfe

Testmöglichkeiten:

-Treffversuch nach Lang: 2 Bleistifte

-Bildvorlagen: Titmus-Test (Fliege, Ringe, Tiere) mit Polarisationsbrille

Lang-Test 1 und 2

TNO-Test mit Rot-Grün-Brille

Treffversuch

Prüfung auf grobes Stereosehen.

Untersucher hält Bleistift senkrecht in 30 cm Abstand und Augenhöhe. Patient versucht seinen Bleistift zügig von oben kommend senkrecht auf den Untersucherbleistift zu setzen. Im Falle eines beidäugigen Sehens trifft er den Bleistift binokular zielsicherer als monokular. Beobachtung der Augenstellung während der Untersuchung.

Bildvorlagen

Gesucht wird nach der geringsten Querdissipation, die noch einen Stereoeindruck ermöglicht. Die Testverfahren decken einen Bereich zwischen 1200 und 15 Bogensekunden ab. TNO Test bei Rot-Grün Schwäche nicht geeignet.

Untersuchung der Augenbewegungen

Prüfung der Augenmotilität monokular und binokular in alle 9 Blickrichtungen.

Gleichzeitig Beurteilung der Koordinationsfähigkeit (konjugiert, disjugiert, Sakkaden, Folgebewegungen).

Beurteilung des Hornhautreflexbildes bei binokularer Prüfung.

Bei Säuglingen oder nichtkooperativen Kindern können durch rasche Kopfbewegungen kompensatorische Blickbewegungen ausgelöst werden

(Puppenkopffänomen). Bei beobachteter Reflexbild -oder Bewegungsasymmetrie

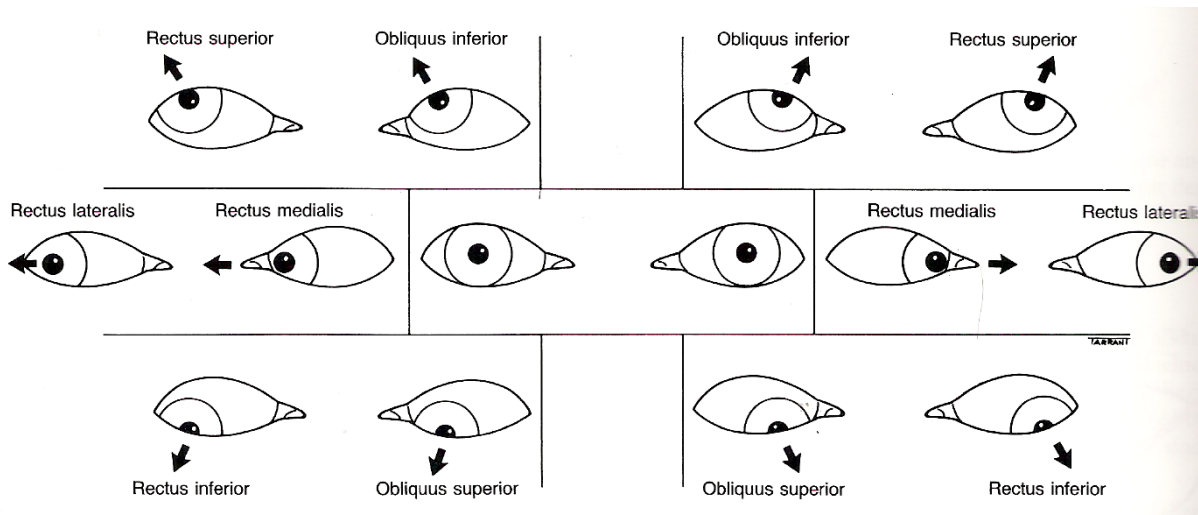
Beurteilung der monokularen Exkursionen (z.B. Limbustest nach Kestenbaum).
Normwerte Senkung, Abduktion/ Adduktion 9-10 mm, Hebung 5-7 mm.

Ziel: Ausschluss bzw. Nachweis von Augenmuskelparesen, Quantifizierung des Schielwinkels in den verschiedenen Blickrichtungen (alternierender Prismenabdecktest), Doppelbildabstand, Doppelbildlokalisierung

Vorgehen: Beurteilung der HHRBilder bei Kopfdrehung

Prüfung der Schielwinkel in Abhängigkeit von der Blickrichtung mit dem

Dunkelrotglas, alternierender Prismenabdecktest in verschiedenen Blickrichtungen



aus Kaufmann: Strabismus. Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 2003

spontane periodische Augenbewegungen

Rucknystagmus

hat eine langsame und eine schnelle Komponente. Die Beschreibung der Schlagrichtung erfolgt nach der schnellen Komponente (z.B. Rucknystagmus nach rechts). Das Auge driftet in eine Richtung und wird abrupt in die Originalposition gebracht. Bewegungen können horizontal, vertikal, schräg und rotatorisch sein.

Pendelnystagmus

Wellenförmige Bewegungen von gleicher Geschwindigkeit, Amplitude und Dauer in beiden Richtungen.

Folgende Merkmale werden untersucht

- besteht Blickstabilität bei Fixation
- in welcher Richtung schlägt der Nystagmus – horizontal – vertikal -torsional
- Amplitude (groß, mittel, klein)
- Frequenz (hoch, mittel, niedrig)
- Vergleich beider Augen- dissoziierter N. (unterschiedlich große Oszillationen)
 - diskonjugierter N. (unterschiedliche Richtung der Oszillationen)
- Abdecktest für latenten Nystagmus

Formen mit Spontannystagmus in Primärposition

- Kongenitale Nystagmusformen
- Erworbener Fixations-Pendelnystagmus (selten)
- Vestibuläre Spontannystagmusformen (neurologische Abklärung!)

Besonderheiten des kindlichen Auges

1.Wachstumsphase: bis 12.-18. Lebensmonat (17-23 mm)

2.Wachstumsphase: 3. bis 13. Lebensjahr endgültige Bulbuslänge 24 mm

Hornhaut flacher

Bulbus kürzer → 80 % hyperop in ersten LJ.

Iris wenig pigmentiert, blau bis grau (mit 1 ½ endgültige Augenfarbe)

Linse kugelförmiger, hohe Akkommodationsbreite

Fundus hell, Papille blasser (physiologisch hell), evt. Reste der Pupillarmembran oder Reste der A. hyaloidea

Kein fovealer Reflex in ersten Monaten

Quellen der Abbildungen

(1) Hansen L. Augenheilkunde systematisch Bremen:UNI-MED, 1997

(2) Kanski J.J., Spitznas M. Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie Georg Thieme Verlag 1987

(3) Kaufmann H. Strabismus Georg Thieme Verlag Stuttgart New York 2004