

Farbsehen und Farbenblindheit

Elke Schmidbauer

Wie bunt ist deine Welt?



Übersicht

- Anatomie
 - Pathogenese
 - Farbsinnstörungen – angeboren, erworben
 - Farbtests
 - Therapeutische Möglichkeiten
-

Anatomie

- Stäbchen
 - Temporal
 - Helligkeitsunterschiede
 - Dämmerungssehen
 - Hell-Dunkel-Sehen

 - Zapfen
 - In der Fovea
 - Farbwahrnehmung
 - Bei ausreichender Beleuchtungsstärke
-

Anatomie

1. Neuron

Photorezeptoren in der
Retina

2. Neuron Bipolarzellen
in der Retina

3. Neuron

N. opticus, Chiasma,
optischer Trakt

4. Neuron

Radiatio optici, visueller
Cortex

Anatomie

- 3 Photorezeptorarten:
 - Grünzapfen – 55% aller Zapfen
 - Rotzapfen – 33% aller Zapfen
 - Blauzapfen – 12% aller Zapfen
-

Anatomie

- 3 verschiedene Photopigmente der Zapfen:
 - Absorptionsmaximum kurzwellig – 420nm
 - Absorptionsmaximum mittelwellig – 535nm
 - Absorptionsmaximum langwellig – 565nm
-

Anatomie

- An einer Oberfläche werden bestimmte Wellenlängen reflektiert bzw. absorbiert
 - Die Photonen bewirken in den Photorezeptoren eine Verformung des Sehpigments
 - Sehpigmente (Opsine) sind die lichtempfindliche Substanz des Sehapparates
-

Anatomie

- Die Empfindlichkeitsbereiche der 3 Zapfentypen überlappen sich
 - Ein Lichtreiz erregt in der Regel mehrere Zapfentypen in unterschiedlichem Ausmaß
-

Anatomie

- Nachgeschaltetes neuronales System
 - Vergleicht die unterschiedliche Aktivierung der Zapfentypen und gewinnt daraus Farbinformationen
 - Farbton, Sättigung, Helligkeit
 - Durch verschieden lange Wellenlängen entstehen Mischfarben
 - Werden alle 3 Zapfentypen in ausgewogenem Verhältnis angeregt, resultiert „unbunt“ = „weiß“
-

Anatomie

- Die unterschiedliche Erregung wird in einem mehrstufigen Prozess der Signalverarbeitung in der Netzhaut und Sehbahn zur Farbempfindung umgesetzt
-

Intaktes Farbsehen

- Ausgewogene Funktion der 3 Photorezeptoren
 - Regelrechte neuronale und zelluläre Verschaltung
 - Signalverarbeitung im visuellen Kortex des Gehirns
-

Pathogenese

- Angeborene
 - 8% der Männer
 - 0,5% der Frauen
 - Erworbene
 - Männer = Frauen
-

Ursachen angeborener Farbsinnstörungen

- Defekt in den Genen der Farbstoffe (Opsine) der Zapfenzellen
 - Funktion der Zapfenzellen gestört oder unterbunden
1. Rot- oder Grünzapfen
 2. Blauzapfen
 3. Mehrere Zapfentypen
-

Angeborene Farbsinnstörungen

- X-chromosomal rezessive Farbsinnstörung
 - am häufigsten
 - Am langen Arm des X-Chromosoms
 - Männer > Frauen
 - Grünzapfen
 - Deutananomalie – 4,63% der Männer
 - Deutananopsie - 1,27% der Männer
 - Rotzapfen
 - Protananomalie und Protananopsie - ca 1%
-

Angeborene Farbsinnstörungen

- Tritanstörungen
 - Gen für Blaupigment
 - Autosomal dominant
 - Chromosom 7
 - Komplett - inkomplett
-

Angeborene Farbsinnstörungen

- Achromatopsie
 - = vollständiges Fehlen der Farbwahrnehmung
 - komplett
 - inkomplett
-

Komplette Achromatopsie (Stäbchenmonochromasie)

- Beidseitiger Visus 0,1
- Nystagmus
- Erhöhte Blendempfindlichkeit
- Fehlende Farbdiskriminierung
- Erloschenes Zapfen-ERG
- Normales Stäbchen-ERG
- Autosomal rezessiv
- Chromosom 2



inkomplette Achromatopsie (Blauzapfenmonochromasie)

- Visus von 0,2 und höher
 - Erhaltene Farbdiskrimination für große Flächen
 - Stabile zentrale Fixation
 - Antwort auf Zapfen-ERG
 - Männer > Frauen – X-chromosomale Vererbung
 - Protan- und Deutan-Defekt
-

erworbene Störungen

- Häufig
 - Männer = Frauen
 - Diagnose vor Eintreten einer Visusminderung und ophthalmoskopisch sichtbaren Fundusveränderungen
-

Ursachen erworbener Störungen

- Erkrankungen des Auges
 - Erkrankungen des Sehnerven
 - Erkrankungen der Sehbahn
 - Erkrankungen der Netzhaut - hereditär, degenerativ
 - Allgemeinerkrankungen
 - Vaskuläre Störungen - Diabetes, Arterielle Hypertonie
 - Entzündlich - Neuritis nervi optici
 - Exogene Intoxikationen
-

Erworbene Farbsinnstörung

- Makulopathien – **Pseudoprotanomalie**
Mb. Stargardt, Zapfendystrophien
 - Retinale Intoxikationen – **Blausinnstörung**
Chloroquin, Quensyl, Digitalis, Antidepressiva
 - Retinopathien – **Blausinnstörung**
diabetische Retinopathie, Retinitis pigmentosa
 - Optikopathien – **Blausinnstörung**
ADOA, LHON, Ethambutoloptikopathie
-

Erworbene Farbsinnstörung

- Glaukome – **Blaugesichtsfeld**
 - Hypophysenprozesse – **Rotgesichtsfeld**
 - Sehbahnischämie – Hemidyschromatopsie vor Hemianopsie bei Insult
 - Intoxikationen und Effekte chronischer Exposition
Tabak, Alkohol, Leime, Lösungsmittel
- Farbsinnstörungen vor Visusreduktion
- Erworbene Störungen des Blausinns sind häufiger als solche des Rot-Grün-Sinns
-

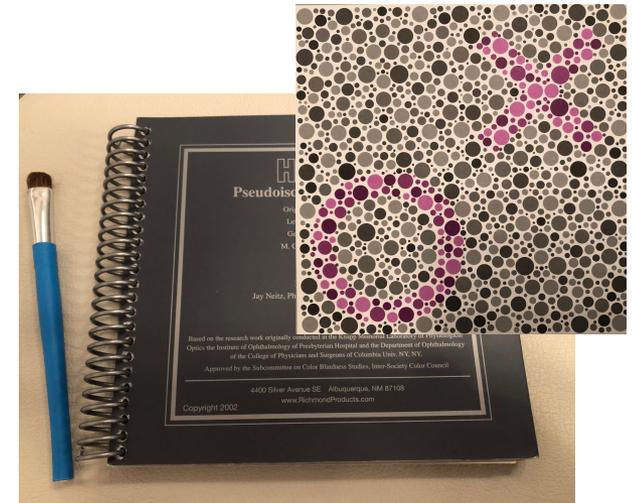
Farbtests

- Bei angeborenen Farbsinnstörungen:
 - Eignung für Berufe und Tätigkeiten
 - Qualitative und quantitative Diagnose

 - Bei erworbenen Farbsinnstörungen:
 - Oft Erstsymptom bei Erkrankungen der Netzhaut, Sehbahn sowie des Kortex
 - Erstsymptom bei Medikamentennebenwirkungen
 - Frühdiagnostik
 - Differenzialdiagnose
 - Verlaufskontrolle
-

Farbtests

- Pseudoisochromatische Tafeln
- Farbfleckverfahren
- Farbanordnungstests
- Spezielle Tests



Pseudoisochromatische Tafeln

- Ishihara
 - Velhagen-Broschmann
 - Velhagen-Pflügerhaken
 - Standard Pseudoisochromatic Plates (SPP) I
 - American Optical Company Plates nach Hardy, Rand und Rittler (AO HRR)
 - City-University-Color-Vision-Test
-

Ishihara-Tafeln

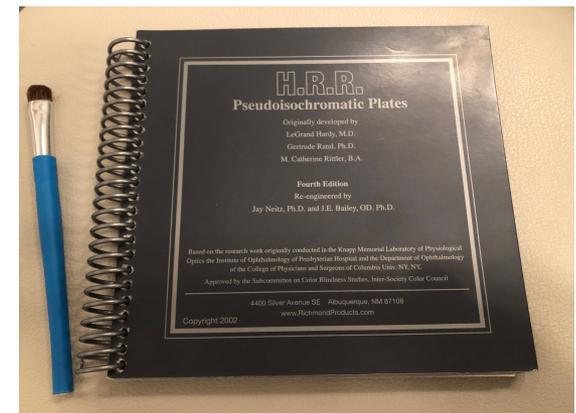
- Für angeborene Rot-Grün-Sinn-Störungen
 - Bedingt geeignet für erworbene Rot-Grün-Störung
 - KEINE Blausinntafeln
-

Velhagen-Broschmann-Tafeln

- Für angeborene und erworbene Rot-Grün-Sinnstörungen
 - Für Blausinnstörungen
 - Zahlen.- und Buchstabentafeln
-

AO-HRR-Tafeln

- Für angeborene Rot-Grün-Sinn-Störungen
- Bedingt geeignet für erworbene Rot-Grün-Störung
- Blausinntafeln
- Geometrische Figuren
- Auch geeignet für fremdsprachige Patienten oder Kinder im Vorschulalter
- Werden mit Pinsel nachgefahren



AO-HRR-Tafeln

NAME:

Geburtsdatum:

Untersuchungsdatum:

OD OS

B-Y defect

5 O.X

6 O.▼

If 5 or 6 are not checked, go to 21-24

R-G defect

7 X.▶

8 O.▶

9 O

10 X

If any of 7-10 are not checked, go to 11-20

OD

	Protan	Deutan
Mild R-G defect 11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medium R-G defect 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Strong R-G defect 19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total

Total number of checks

1. Protan > Deutan
2. Protan < Deutan
3. Protan = Deutan -unclassified

Extent of defect

Last group of error occurs

	Tritan	Tetartan
Medium B-Y defect 21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strong B-Y defect 23	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total

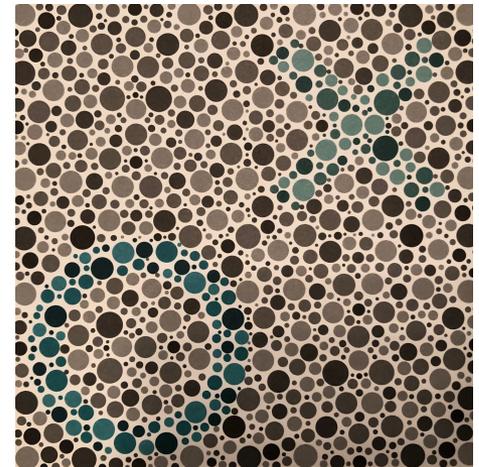
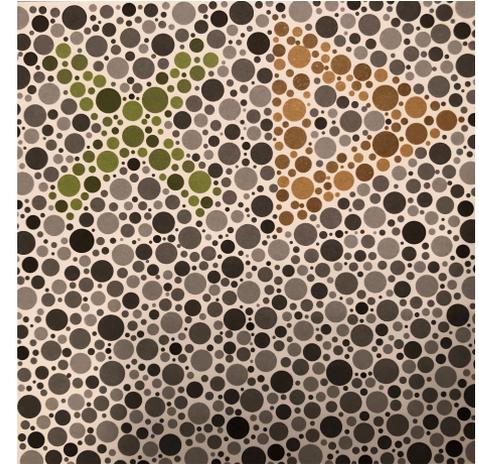
Total number of checks

1. Tritan > Tetartan
2. Tritan < Tetartan
3. Tritan = Tetartan -unclassified

OS

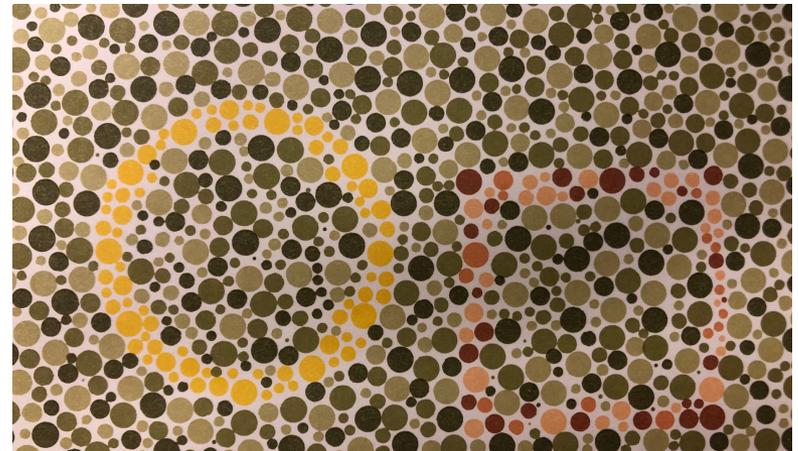
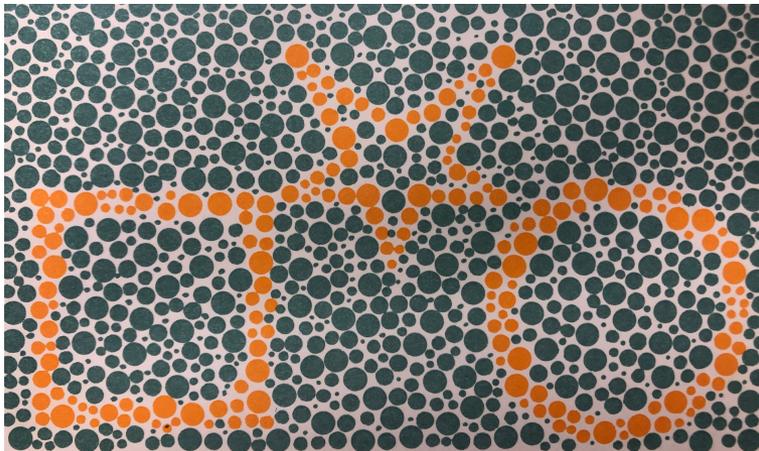
	Protan	Deutan
Mild R-G defect 11	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medium R-G defect 16	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Strong R-G defect 19	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total

	Tritan	Tetartan
Medium B-Y defect 21	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strong B-Y defect 23	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Total



Farbtest für Kinder

- Kinder können Farben schon im Alter von 4 Monaten unterscheiden
- Die richtige Benennung erst viel später, im Alter von 2-4 Jahren
- Farbtest möglich, wenn Benennen der Symbole möglich



Farbtests

- Konstante richtige Beleuchtung
 - Demonstrationstafel zum Vertraut machen
 - Durchführung unter Aufsicht
 - Aus der vom Hersteller benannte Distanz beurteilen
 - z.B. Ishihara-Tafeln 75cm
 - Beobachtung aus geringerer Distanz kann bewirken, dass einige Tafeln trotz Farbsinnstörung entziffert werden
 - Filtereffekte durch farbige Korrektionsgläser
 - Getönte Brillengläser, Kontaktlinsen
-

Farbtests

- Tafeln sind in etwa rechtem Winkel vorzulegen
 - Monokulare Prüfung
 - Lerneffekten vorbeugen durch Anbieten identischer Farbsehzeichen in unterschiedlicher Orientierung
 - z.B. „6“ „9“
 - Beobachtungszeiten des Herstellers einhalten
 - z.B. Ishihara 3 s
-

Fehlerquellen bei Pseudoisochromatischen Tafeln

- Falsche Beobachtungsdistanz
 - Falsche Beleuchtung
 - Zu lange Beobachtungszeit
 - Darbietung der Tafel dem rechten und dem linken Auge in identischer Reihenfolge
 - Unterlassene Protokollierung der Resultate auf einer Liste
-

Panel-D-15-Test nach Farnsworth

- Ordnung von Farbfleckmarken
- Gesättigte Version
- Entsättigte Version
- Rot-Grün-Sinn-Störungen
- Blausinnstörungen
- Sensitivität beim entsättigen Test besser



Farbtests

- Dichromaten haben durch Fehlen einer Zapfenfunktion einen reduzierten Farbraum
 - Farben gleicher Helligkeit, die miteinander verwechselt werden, liegen auf einer Geraden
 - Man zeichnet dies in das Diagramm
-

Panel-D-15-Test nach Farnsworth

TEST 15 HUE DESATURATION de LANTHONY LANTHONY'S DESATURATED 15 HUE TEST

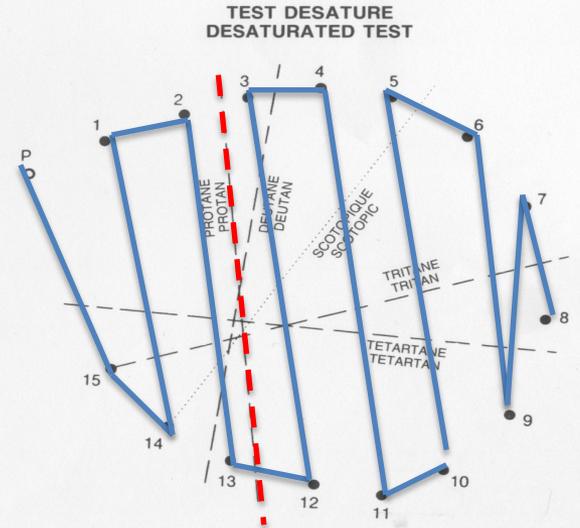
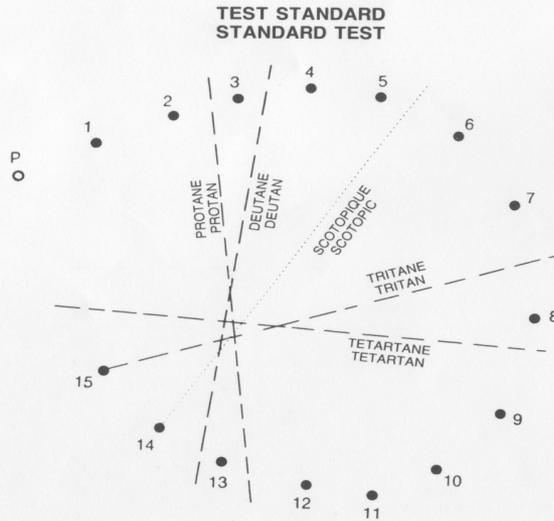
Nom _____ Age _____ Date _____ N° _____
 Name _____
 Œil _____ Diagnostic _____
 Eye _____

TEST STANDARD, ordre donné par le sujet :
 STANDARD TEST, order given by the patient :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

TEST DÉSATURÉ, ordre donné par le sujet :
 DESATURATED TEST order given by the patient :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15



Hue-Test nach Roth

- Rot-Grün-Sinn-Störung
 - Blausinnstörung
 - 28 Prüfmarken – Farbkreis
 - Bessere Sensitivität und Differenzierung in Protan-, Deutan-, Tritan-, Tetartan- und skotoptische Verwechslungen, weil der Farbkreis in mehr Schritte aufgelöst ist
-

Fehlerquellen bei Farbflecktests

- Unter Aufsicht durchführen
 - Test erklären, um Missverständnisse zu vermeiden
 - Ein korrekt gelegter Panel D 15 ist nicht gleichbedeutend mit normalem Farbsehen. Einige Deuteranomale können ihn korrekt anordnen
 - Vertauschen von Farbmarken um eine Position muss kein pathologischer Befund sein
 - z.B. mangelnde Aufmerksamkeit
 - 1. Durchgang nicht werten
-

Farbtests

- Farbtafeln und Farbflecktests trocken und lichtgeschützt aufbewahren
 - Berührungsfrei benutzen – z.B. Pinsel
 - Alterung – vergilbt, ausgebleicht, Fingerabdrücke
→ Tafel erneuern!
-

Anomaloskop

- Quantifizierung einer Rotgrünfarbsehstörung
 - Helligkeit eines spektralen gelben Halbfeldes mit der Farbe und Helligkeit eines aus einer grünen und roten Spektralfarbe gemischten Halbfeldes zur Deckung bringen
 - Grünschwacher stellt zu viel Grün ein
 - Rotschwacher stellt zu viel Rot ein
 - Auch Untersuchung des Blausinns möglich
-

Therapie

- Blendschutz
 - Kantenfilterbrillen
 - Getönte Kontaktlinsen
 - Vergrößernde Sehhilfen
 - Elektronische Farberkennungsgeräte

 - Gentherapie
 - Eine gesunde Version des defekten CNGA3 Gens wird in die Zellen der Netzhaut geschleust
-

Danke für die Aufmerksamkeit

