Fragen:

Nenne Typen somatosensorischer Fasern. Kreuze falsche Antwort an.

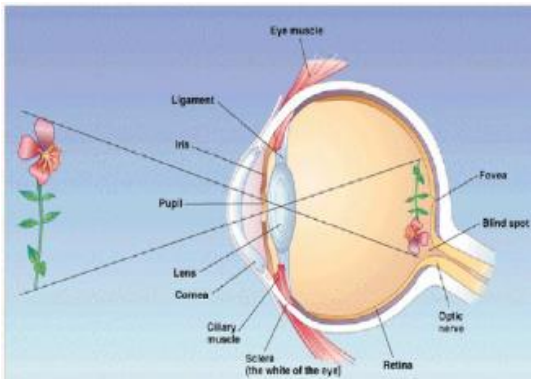
- Aa, Proprioception, sehr stark myelinisiert
- Ab, Berührung, mittel stark myelinisiert, Durchmesser größer als As
- As, langsamer Schmerz, Kälte, stark myelinisiert
- As, schneller Schmerz, Temperatur, weniger myelinisiert als Ab
- C Faser, langsamer Schmerz, Temperatur, nicht myelinisiert

Schmerz wird in freier Nervenendigungen

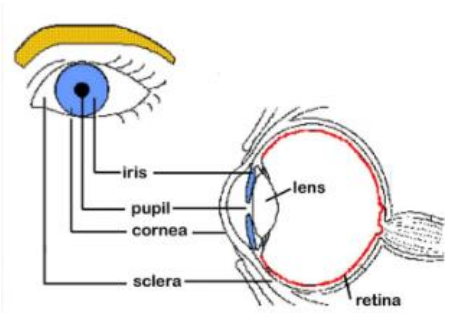
- Über Aktivierung eines Internalisierungsprozesses von Thermorezeptoren ausgelöst
- Über Ca2+ und Glutamatrezeptoren in der Haut ausgelöst
- Über Freisetzung von Peptiden (Serotonin, Bradykinin, Prostaglandine), die über Phosphorylierung von TRP Kanälen neuronale Aktivität in Nervenendigungen steuern, ausgelöst
- Über Na+ und GABA Rezeptoren in der Haut ausgelöst

(weiß nicht was hier die richtige antwort war…)

Im Gehirn werden Sehnerven gekreuzt. Was linkes Auge wahrnimmt, wird im rechten Cortex empfangen und andersherum. Optisches System produziert reverses und verkleinertes Bild auf die Retina.



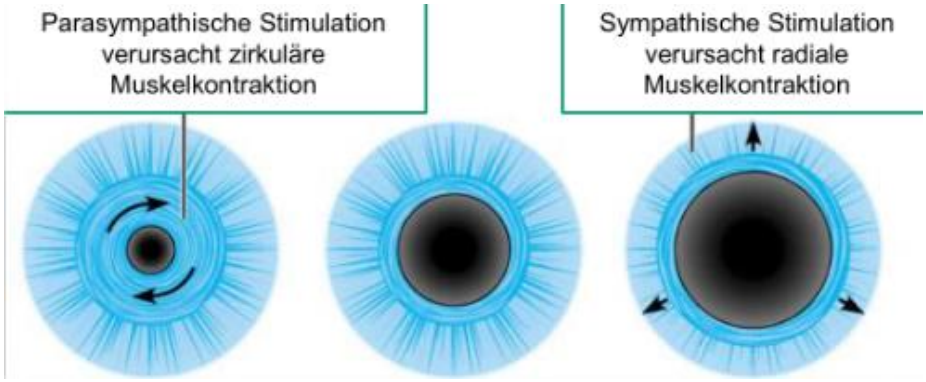
Wir sehen nur Kleinen Anteil des elektromagnetischen Spektrums. Wir nehmen Wellenlängen zwischen 740nm (rot) – 370 nm (Blau) wahr.



Lichtaufnehmende Anteile des Auges: Iris, Pupille, Cornea, Sclera, Linse, Retina

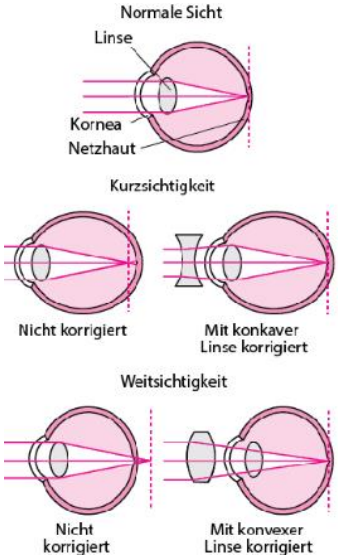
Quantität des Lichts wird durch Pupillenweite verändert

- Lichtreaktion: wenn Licht ins Auge geleuchtet wird passt sich Pupillenweite an. Wenn nur ein Auge angeleuchtet wird, passt sich das andere unbeleuchtete Auge im Normalfall auch an die Pupillenweite an
- Parasympathische Stimulation verursacht zirkuläre Muskelkontraktion
- Sympathische Stimulation verursacht radiale Muskelkontraktion



Lichstrahl wird durch Form der Linse fokussiert

- Nahsicht (Akkommodation): der Ziliarmuskel kontrahiert sich, als folge wölbt ich die Linse
  - Nahsicht: Parasympathikus → mACh Agonist, Ziliarmuskel kontrahiert→ Runde Linse, enge Pupille
  - Neostigmin: AChE-Blocker (verhindert Abbau von Acetylcholin)
- Fernsicht: Der Ziliarmuskel entspannt sich, die Zonula Fasern ziehen die Linse in eine abgeflachte Form
  - Fernsicht: Parasymphatikus→ mACh Antagonist, Ziliarmuskel Entspannung-> flache Linse, weite Pupille
  - Atropin (Atropa Belladonna, mACHR, Antagonist)



Myopie (Kurzichtigkeit)

- Ursache: Augenbulbus zu lang
- Minus Linse→ Korrektur durch Brille, kokave (Innenwölbung) Gläser oder Kontaktlinse = Refraktion des Lichtes exakt auf Retina

Hyperopie (Weitsichtigkeit)

- Ursache: Augenbulbus zu kurz
- Plus Linse→ Brille, konvexe (Außenwölbung) Linse

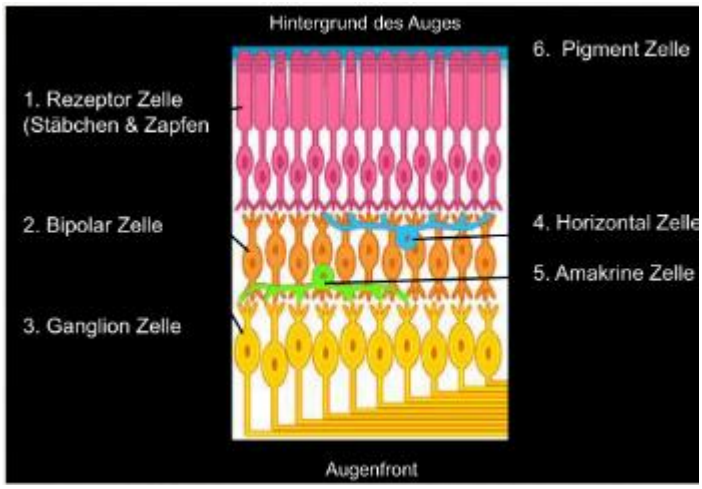
→Linsenanpassung durch Lasern: Ansteilung bei Weitsichtigkeit, Abflachung bei Kurzsichtigkeit

Zusammenfassung I

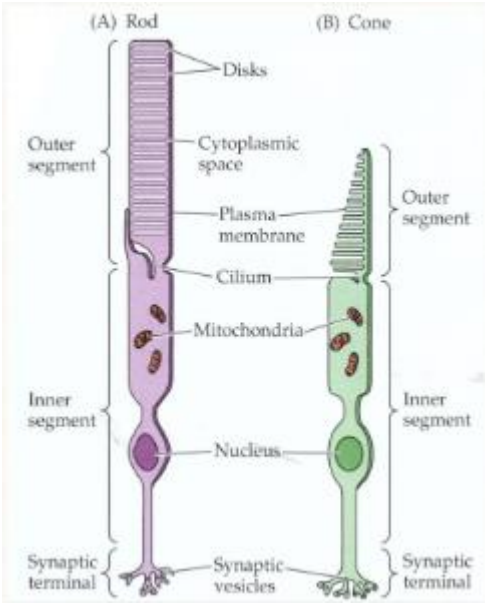
- Quantität von Licht wird durch Pupillenweite verändert
- Lichtstrahl wird durch Linsenform fokussiert
- Licht↑: Zirkulärer Muskel= Parasympathikus↑: enge Pupille
- Licht↓: Zirkulärer Muskel= Parasympathikus↓: weite Pupille
- Angst↑: Radialmuskel= Sympathikus, (Block Parasympathikus) weite Pupille
- Nahsicht: Parasympathikus↑ → mACh Agonist (Neostigmin), Zirkulärer und Ziliarmuskel kontrahieren→ Runde Linse, enge Pupille

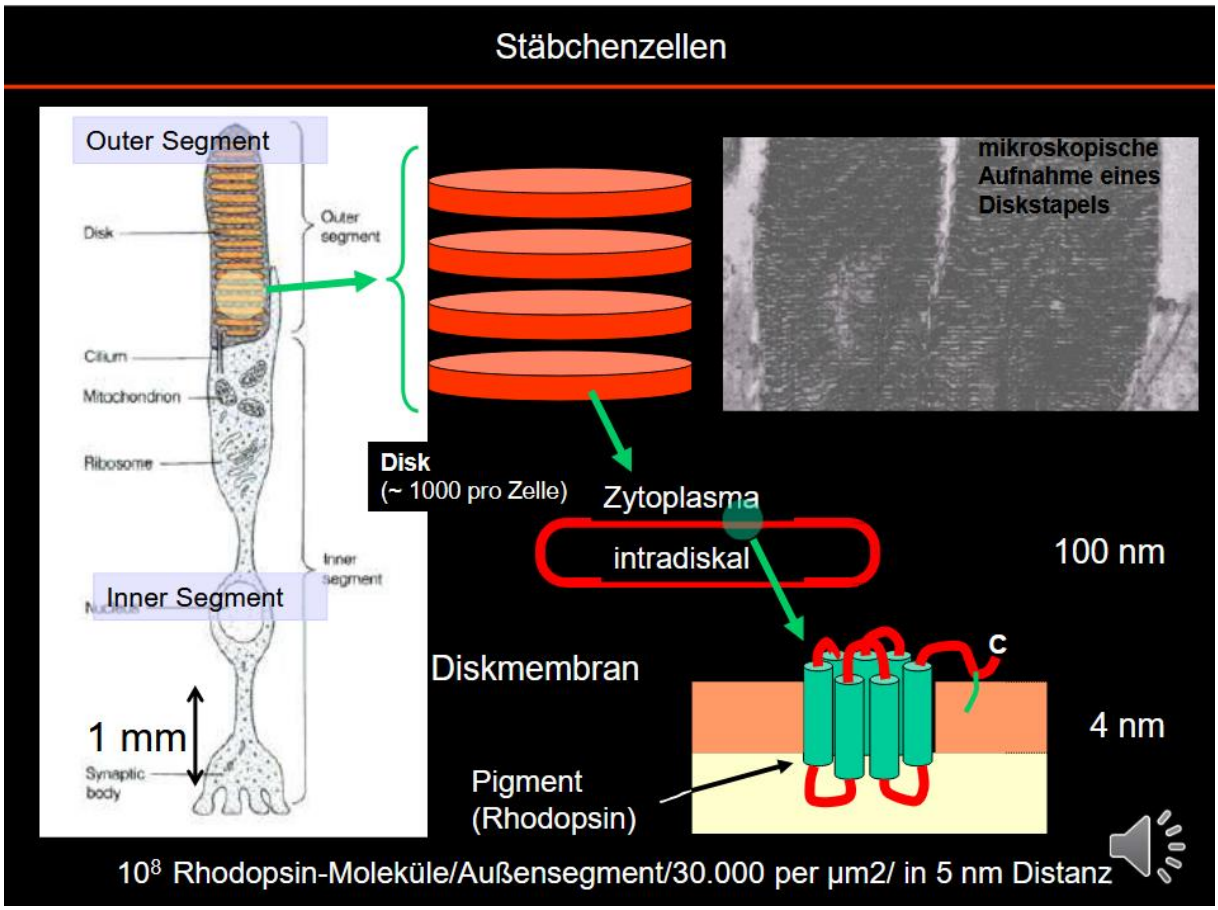
- Fernsicht: Parasympathikus↓→ mACh Antagonist (Belladonna); Zirkulärer und Ziliarmuskel relaxieren→ Flache Linse, weite Pupille

Verschiedene Zellschichten in der Retina



Photorezeptorzellen





Pro Disk ca. 1000 Stäbchenzellen

Rods (Stäbchen) ca. 100 Mio., Sehen im Dunkeln

Cones (Zäpfchen) ca. 6 Mio., Farben Licht/Sehen

Stäbchen = Rauschen niedrig 0,03pA = schon 1 Photon wird detektiert

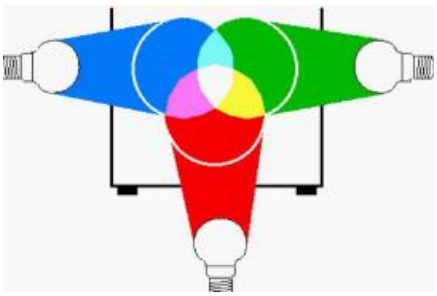
Zapfen = Rauschen hoch 0,12pA = erst 8 Photonen geben Signal

Sehen bei Nacht möglich da Stäbchen 8-mal empfindlicher als Zapfen

Weiß= Farbzäpfchen gleichzeitig stark angeregt→ Gehirn→ weiß

Von 2 Zapfen angeregt→ gelb, violett, grünblau

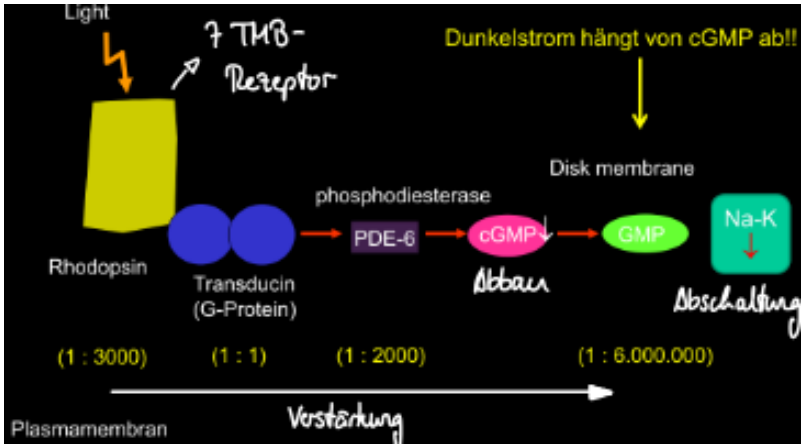
Je nach Intensität der Anregung alle anderen Farben



<u>Farbblindheit</u>

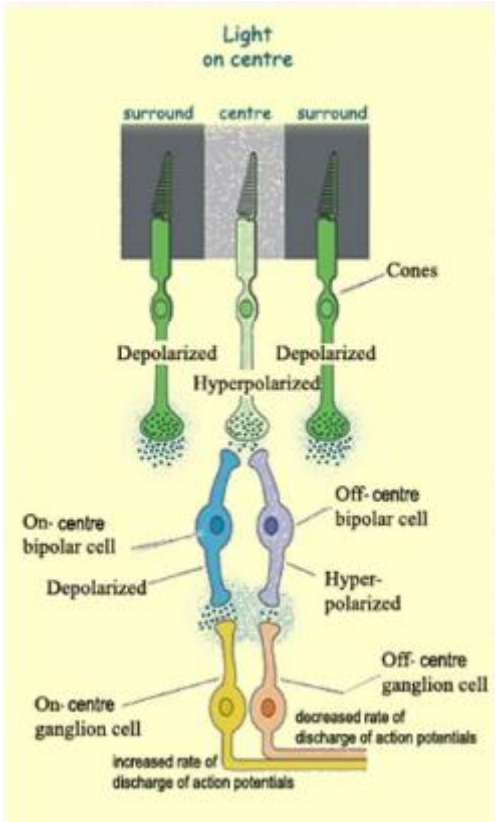
Deuteranopia (kein grün)

Protanopia (kein rot)



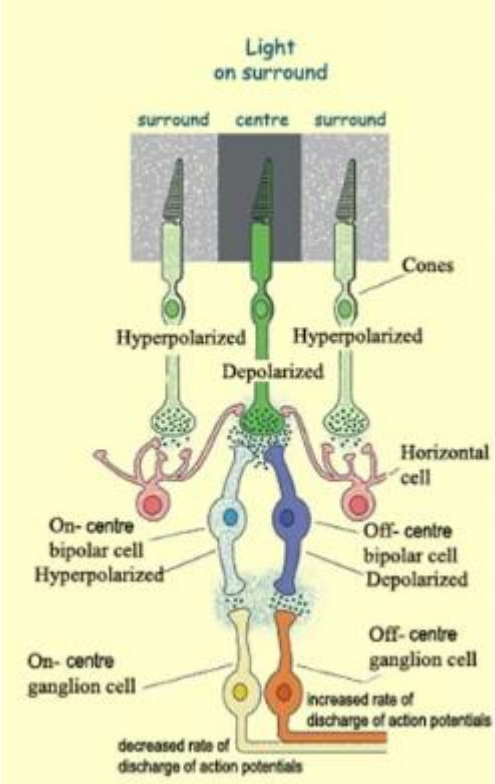
- Licht aktiviert den Rhodopsin Rezeptor
- Rhodopsin besteht aus Retinal und Opsin
- Durch cis-trans-Isomer Funktion wird Licht wahrgenommen
- Phosphodiesterase nimmt second messenger cGMP und spaltet es zu GMP
- wenn cGMP weniger wird, wird Natrium-Kalium Kanal geschlossen
- Licht → durch PDE 6 ↑ cGMP ↓
- Dunkel → konstant fließt cGMP
- Licht führt zu Hyperpolarisation und reduziert Transmitterfreisetzung
- Licht→ Dunkelstrom wird blockiert von -30mV bis zu -70mV
- Hyperpolarisation→Reduzierte Transmitterfreisetzung

<u>Licht vom Zentrum:</u>



- Wenn hellgrüne Zelle weniger Transmitter ausschüttet, wird von zwei Zellen registriert: Off-Centre bipolar cell und on-centre bipolar cell
- On centre bipolar cell: depolarisiert→ weniger inhibitorische mGlut R
- On centre ganglion cell: Zunahme der Entladungsrate
- Off centre bipolar cell: hyperpolarisiert→ weniger exzitatorischer Glut R
- Off centre ganglion cell: Abnahme der Entladungsrate

Licht von außen



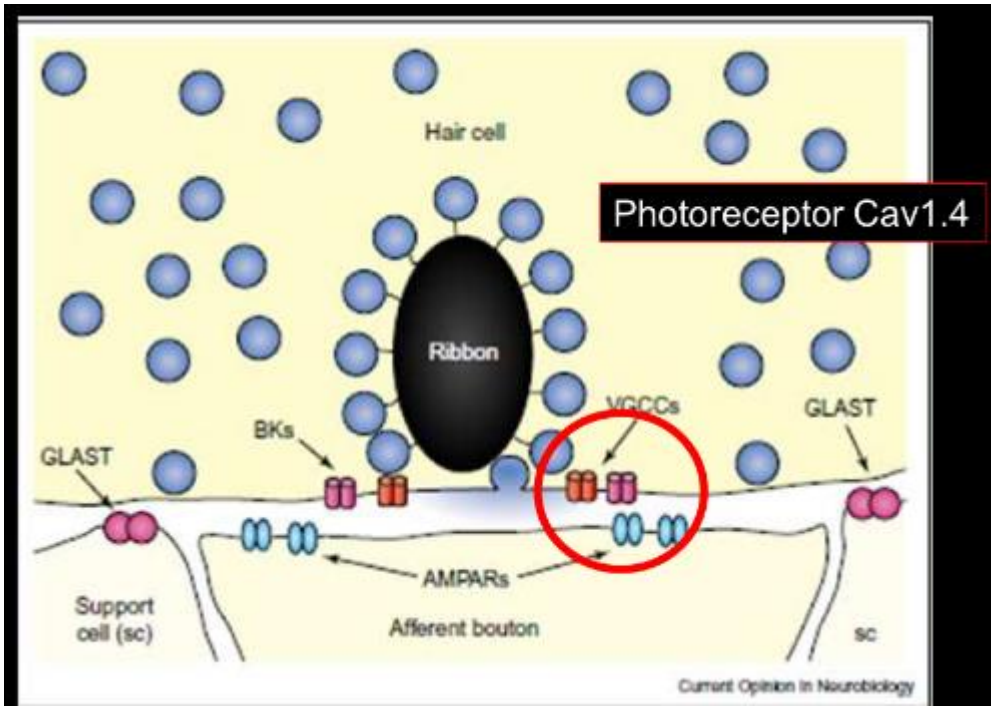
Konventionelle Synapsen setzen Transmitter eng phasen-korreliert (phase-locked) zum Ereignis eines Aktionspotentials in der Präsynapse frei.
Diese erlaubt eine hohe episodische Freisetzung durch relativ kleinen Pool an sofort feisetzbarem Transmitter Pool (RPR) aus synaptischen Vesikeln.

Ribbon: Vielzahl von Vesikel, die graduell freigesetzt werden→ binden Vesikel für Transmitterfreisetzung

Vesicles gedockt an PM = ultrafast pool (URP)
vesicles bereit zur TM an PM = ready releasable Pool (PRP)
vesicles ungedockt an PM = secondary releasable pool (SRP)

Ribbon = ca 110-130 vesicles (davon 11-26 gebunden gedockt)
RPR = 11-26 docked x number of ribbons = ca. 600
SRP = ca 3500

Transmitterfreisetzung aus Ribbon nach Ca2+-Einstrom



Vorteil von Ribbon-Synapse

- Photorezeptorzellen und Bipolarzellen der Retina, ebenso wie in Haarzellen (Innenohr/Vestibular) von Säugetieren sind „analoge Transducer" (Analoge Umwandler) die kontinuierlich proportional zum graduell veränderten Membranpotenzial Glutamate freisetzen (Innenohr) oder Glutamate Freisetzung blockieren (Photorezeptor)

Lichtübertragung durch Elektroden auf die Retina funktioniert mit Retina Chip
Beim Alpha AMS (Retina Chip) sitzt der Chip unter der Netzhaut (subretinal) und besteht aus 1600 Mikroelektroden

Zusammenfassung II

- Stäbchen: 8x empfindlich Dunkelstrom (0,03 pA) als Zapfen (0,12 pA)
- 10^8 rhodopsin-molecules/Outer Segment/ 30.000 per Mikrometer2/ in 5 nm Abstand
- Licht induziert Konformationsänderung Retinals von Cis zum Trans Isomer
- Licht führt zur Hyperpolarisation und reduziert Glutamatfreisetzung
- Duales Antwortverhalten von Bipolarzellen kodiert Rauminformation von Licht
- Dunkel → PDE↓ → cGMP↑ Na-current↑
- Licht→ PDE↑→ cGMP↓ Na-current↓
- Ribbons ermöglichen kontinuierliche Transmitterfreisetzung (analoge Transducer)
- Die Entwicklung der Retina Elektroden liegt in Händen von Med Technik!!