



Charité Berlin

*Die Druckversion
finden Sie auf ...*

www.med-school.de

Hörsinn**Schall**

- Allgemeines:
- Schall ist adäquater Reiz, Frequenz des Schalls wird in Hertz gemessen, Zusammenhang zw. Frequenz und empfundener Tonhöhe (je höher die Schallfrequenz → je höher der Ton)
 - Schalldruck: Amplitude der entstehenden Druckschwankungen
 - Schalldruckpegel: Dezibel (0-120 dB), wenige Dezibel sind Vervielfachung des physikalischen Schalldruckes (20dB = 10fache, 80dB = 10000fach)
 - subjektive Lautstärke ist frequenzabhängig
 - menschlicher Hörbereich: Frequenzen (20-16000 Hz), Lautstärkepegel (4-130 Phon)
 - Hörschwelle: frequenzabhängig, zw. 2000-5000 Hz am niedrigsten, stellt Isophone dar
 - Tonaudiogramm: klinische Hörschwellenkurve als Gerade, Messung des Hörverlustes

Schallleitung zum Innenohr

- Allgemeines:
- Aufbau (äußeres Ohr, Mittelohr, Innenohr), Schallweg (äußerer Gehörgang → Trommelfell → Fortleitung über Gehörknöchelchen zum ovalen Fenster), Trommelfell-Gehörknöchelchen-Apparat passt Impedanz der Luft an Impedanz der Innenohrflüssigkeit an
 - Knochenleitung: Fortleitung der Schwingung zum Innenohr (Umgehung des Mittelohrs)

Rinne: - Vergleich von Luft- und Knochenleitung, Rinne-positiv oder –negativ

Weber: - beidohriger Vergleich der Knochenleitung

- Ablauf: Stimmgabel auf Schädelmitte → Gesunder (hört Ton in der Kopfmittle), einseitig Schallleitungsgestörter (Lateralisation aufs kranke Ohr, weil weniger Schallabfluß + empfindlicheres Innenohr)

Schalltransduktion im Innenohr

- Allgemeines:
- Schallsignal bildet Wanderwelle in Basilarmembran der Schnecke
 - Amplitudenmaximum der Wanderwelle entsteht in Abhängigkeit von jeweiliger Reizfrequenz am bestimmten Ort der Basilarmembran

Anatomie:

- Schwingung der Basilarmembran löst Abbiegung der Sinneshärchen aus (auf Basilarmembran in Corti-Organ) → Umwandlung des mech. Schallsignals in elektr. + chem. Signale → Abgabe Transmitter von inneren Haarzellen an afferentes Neuron (äußere Haarzellen verstärken Wanderwellenmaximum und stimulieren innere Haarzellen)

Cochlea:

- schlauchförmiges Organ in Form eines Schneckenhauses mit 2 ½ Windungen
- 3 übereinanderliegende Kanäle (Scala vestibuli + tympani + media), Abgrenzung zum Mittelohr über ovales Fenster, Scala vestibuli + tympani mit Perilymphe gefüllt
- Scala media durch Reisner-Membran + Corti-Organ von Scala vestibuli + tympani getrennt (enthält Endolymphe)
- Corti-Organ: sitzt auf Basilarmembran und enthält Haarzellen

Ablauf:

- Beschallung des Ohrs → Stapes schwingt an ovaler Fenstermembran → Schallenergie tritt in Perilymphe der Scala vestibuli ein → Flüssigkeit weicht aus → Reisner-Membran + Scala media + Corti-Organ + Basilarmembran werden nach unten gedrückt → Verdrängung der Flüssigkeit in Scala tympani und Auswölbung des runden Fensters
- zw. Haarzellen und Tektorialmembran befindet sich ein mit Endolymphe gefüllter Spalt
- schallinduzierte Auf- + Abwärtsbewegungen der kochleären Trennwand führen zu Scherbewegung zw. Tektorial- und Basilarmembran → adäquater Reiz der Sinneszelle

Gleichgewichtssinn

Vestibularapparat:

Funktion:

- Vestibularapparat im Innenohr und Information aus Propriozeptoren ermöglichen aufrechten Gang, ohne primäre Beteiligung des Bewußtseins
- Pathologie: bei beidseitigem Ausfall kann das Sehorgan kompensieren, im Dunkeln → Gangunsicherheit, Schwindel, Fallneigung

Aufbau:

- im Labyrinth des Innenohrs liegen neben Hörorgan Endorgane des Bewegungs- + Raumorientierungssinnes (Vestibularorgan), hochspez. Sinnesorgane für Linear-/Winkelbeschleun.
- jeweils 2 Makulaorgane und 3 Bogengangsorgane

Sinnesorgane

- Sinneszellen bestehen aus Haarzellen die auf Abbiegungen der Zilien reagieren → Modulation der neuronalen Aktivität im Vestibularnerv
- Sinneshärchen ragen in gallertige Masse ein (Bogengänge → Cupula, Makulaorgane → Otolithenmembran), Sinneshärchen werden von Stereozilien + einem Kinozilium gebildet
- Haarzellen sind sekundäre Sinneszellen (keine eigenen Nervenfortsätze → Innervation von afferenten Nervenfasern der Pars vestibularis des N. vestibulocochlearis)

Erregung:

- adäquater Reiz: Deflektion der Stereozilien (mech. Reiz → Abscherung der Stereozilien → Umsetzung in chem.+elektr. Reize → Erregung der afferenten Gleichgew.nervenfasern
- extrazelluläre Flüssigkeit mit hohem K⁺ und niedrigem Na⁺ → bei Deflektion der Stereozilien strömt K⁺ in die Haarzellen → Änderung des Membranpotentials → Freisetzung eines Transmitters zur afferenten Nervenfasern
- ständiger Transmitterausstoß in Ruhe führt zu hoher Spontanaktivität im afferenten Nerv → Beschleunigungsreize ändern Transmitterfluß → Erhöhung oder Erniedrigung der Entladungsrates im Nerv (Abscherung zum Kinozilium hin → Aktivitätssteigerung der Nervenfasern, Abscherung vom Kinozilium weg → Reduktion der neuronalen Entladung)

Makulaorgane

- Messung der Translationsbeschleunigung (Schwerkraft, Beschleunigung, Bremsen)
- Otolithenmembran hat höhere Dichte als umgebende Endolymphe → bei Translation bleibt Otolithenmembran durch Schwerkraft leicht zurück → Abscherung der Stereozilien
- Macula sacculi: senkrechte Lage, Schwerkraft verschiebt Otolithenmembr. nach unten
- Macula utriculi: waagerechte Lage, Änderung der Kopfhaltung → Abscherung d. Stereozilien

Bogengangsorgane:

- Messung von Drehbeschleunigungen, horizontaler + vorderer + hinterer Bogengang
- Aufbau: kreisförmiger geschlossener Kanal, mit Endolymphe gefüllt, im Bereich der Ampulle durch dicke Trennwand (Cupula) unterbrochen
- Cupula: Innenseite (mit Wandung verwachsen), Außenseite (sitzt dort Haarzellen auf → Stereozilien ragen in Cupula hinein), Cupula und Endolymphe haben gleiche Dichte
- Drehbewegung: kreisförmig angeordnete Endolymphe bleibt durch Trägheit gegenüber knöchernen Bogengangswänden zurück → elastische Membran der Cupula wird durch Endolymphe ausgelenkt → Ablenkung der Stereozilien
- horizontaler Bogengang: Aktivitätssteigerung bei Auslenkung der Cupula zum Utriculus (Kinozilium zeigt zum Utriculus), Drehung nach links → Erregung im linken Bogengang
- vertikaler Bogengang: umgekehrt

zentrales vestibuläres System

Bahnen:

- afferente Nervenfasern des N. vestibularis leiten zu 4 Kernen (N. sup.+inf.+med.+lat.)

Muskelreflexe:

- Stehreflexe, Stellreflexe, statokinetische Reflexe

Bahnen zu Augenmuskelnkernen:

- vestibulärer Nystagmus: statokinetischer Muskelreflex, durch Bewegungsreiz vestibulär ausgelöste Augenbewegungen
- optokinetischer Nystagmus: bei offenen Augen

Auge

Sehen:

Gesichtsfeld:

- monokular: alle Orte im Sehraum die monokular bei Fixation wahrgenommen werden
- binokular: alle Orte im Sehraum bei Fixation, setzt sich aus binokularen Deckfeld + 2 monokularen seitlichen Teilen zusammen

Blickfeld:

- monokular: alle Orte im Sehraum die bei unbewegtem Kopf aber freien Augenbewegungen wahrgenommen werden

Augenbewegungen:

Sakkaden: - Bewegung der Augen in raschen Rucken beim freien Umherblicken (10-80ms Dauer)

Fixation: - zwischen den Sakkaden (0,2-0,6 sec), retinale Signalaufnahme findet statt

gleitende Bew: - beim Verfolgen sich bewegender Objekte

optokinetischer - periodischer Wechsel von langsamen Augenfolgebewegungen und Sakkaden

Nystagmus: (Rückstellsakkaden)

Augenfehler

- Myopie: Kurzsichtigkeit, Bulbus länger als normal, Zerstreuungslinse
- Hypermetropie: Weitsichtigkeit, Bulbus kürzer als normal, Sammellinse

Abbildungsfehler:

- Astigmatismus, sphärische Abberation, chromatische Abberation und Akkomodation, Streulicht und Trübungen im dioptrischen Apparat:

Akkommodation – Sehschärfe bei Nah- und Fernsehen

Allgemeines:

- Einstellung über Änderung der Linsenform (Akkommodation)
- Oberflächenkrümmung der Linse hängt von Elastizität und einwirkenden Kräften ab
- Zunahme der Spannung in Zonulafasern dehnt Linse → Abflachung vordere Linsenfläche
- Modifikation der passiven elastischen Kräfte durch Ziliarmuskel

Ziliarmuskel:

- glatte Muskulatur wird durch parasymphisches Nervenfasern innerviert
- Kontraktion → Spannung der Linsenkapsel nimmt ab → stärkere Krümmung der Linsenfläche → Brechkraft nimmt zu (Nahakkommodation)
- Erschlaffung → Linse flacht ab → geringe Brechkraft (Fernakkommodation)

Akkom.breite

- in Dioptrien gemessen, Differenz der Brechkraft bei Einstellung von Nah- und Fernpunkt
- nimmt im Alter ab (Alterssichtigkeit = Presbyopie)

Kontrolle:

- adäquater Reiz ist unscharfe Abbildung auf der Netzhaut
- sekundäre Sehrinde → Edinger-Westphal-Kern → Ganglion ciliare → Ziliarmuskel
- Atropin (Pupillenerweiterung + Fernakkommodation), Neostigmin (Pupillenverengung + Nahakk.)

Signalaufnahme und Signalverarbeitung auf der Netzhaut

Allgemeines:

- Netzhaut ist Ausstülpung des Zwischenhirnbodens
- 2 untersch. Klassen von Photorezeptoren (Duplizitätstheorie) je nach Beleuchtung
- Stäbchen (skotopisches Sehen bei Sternenlicht), Zapfen (photopisches bei Tageslicht)

Photo-rezeptoren:

- Rezeptorschicht besteht aus 120 Mio Stäbchen und 6 Mio Zapfen
- Rezeptordichte: Zapfen (Mitte der Fovea), Stäbchen (parafovealer Bereich)
- Fovea centralis: ∅ Stäbchen → spezialisiert auf Tageslicht

Zapfen: - bilden regelmäßige Mosaikstruktur in Fovea, 3 verschiedene Zapfentypen

Stäbchen: - Sehfärbstoff ist Rhodopsin

Erregung:

- Rezeptorpotential der Photorezeptoren ist Hyperpolarisation der Zellmembran
- Belichtung → Abnahme von gNa → Hyperpolarisation des Membranpotentials
- Verdunklung → Erhöhung von gNa → Depolarisation
- Membranpotential im Dunkeln beträgt -30mV
- Amplitude des Photorezeptorpotentials nimmt mit Intensität des Lichtreizes zu

Auge

- rezeptives Feld:**
- Bereich des Gesichtsfeldes oder der Netzhaut dessen Stimulation zur Aktivitätsänderung eines Neurons führt
 - meist konzentrisch angeordnet
 - räumliche Ausdehnung nimmt von Fovea zur Netzhautperipherie zu
 - Unterscheidung in direkten oder lateralen Signalfuß

Ganglienzellen:

- On-Zentrum:
- Belichtung des RF-Zentrums: Lichtaktivierung + Dunkelhemmung
 - Stimulation der RF-Peripherie: spiegelbildlich → Lichthemmung + Dunkelaktivierung
- Off-Zentrum:
- RF-Zentrum: Lichthemmung + Dunkelaktivierung
- On-Off-GZ:
- RF-Peripherie: Lichtaktivierung + Dunkelhemmung

Tiefensehen

- Allgemeines:
- entsteht durch monokulare Signale und binokulare stereoskopische Wahrnehmung
 - monokulare Signale: Größenunterschiede, Schatten, Überdeckung, Perspektiven, Verschiebungen bei Kopfbewegungen
 - binokulare Stereoskopie: wichtig für nahe Objekte, Querdissipation der beiden Netzhautbilder ist umso größer je näher + größer ein Gegenstand ist
 - binokulares Einfachsehen nur möglich wenn Querdissipation krit. Wert nicht überschreitet

Farbsehen

- Allgemeines:
- Unterscheidung in Farben selbstleucht. Lichtquellen + Farben von lichtrefl. Dingen
 - Unterscheidung in bunte Farben (Rot, Orange, Blau) + unbunte Farben (schwarz→weiß)
 - Farbenraum: 7 Mio unterscheidbare Farbvalenzen

- Kennzeichen:
- Farbton, Sättigung, Dunkelstufe

- Farbmischung:
- subtraktive Farbmischung: physikalisches Phänomen (Lichtabsorption und -reflexion)
 - additive Farbmischung: physiologisches Phänomen, entsteht wenn auf gleiche Netzhautstelle Licht verschiedener Wellenlängen fällt
 - Farbe weiß (additive Farbmischung von Komplementärfarben), Purpur (additive Mischung monochromatischen Lichtes der beiden Spektrendenen)
 - jede Farbart kann durch additive Farbmischung von 3 Farbtönen erzeugt werden

Theorien:

- trichromatisch:
- 3 verschiedene Zapfensysteme sind unabhängige Sensoren des photopischen Sehens

- Gegenfarb:
- 4 Urfarben (Rot, Gelb, Grün, Blau)
 - 2 antagonistisch organisierte Prozesse: Grün-Rot-Prozeß + Gelb-Blau-Prozeß

Störungen des Farbensinns

- Allgemeines:
- Ursachen: pathologische Veränderung der Sehfärbstoffe, gestörte Signalverarbeitung in Photorezeptoren + nachgeschalteten Nervenzellen, Veränderung der spektralen Durchlässigkeit des dioptrischen Apparates

- trichromatisch:
- Farbanomalie, geringere Menge an Farbvalenzen
 - Klassen: Protanomalie (Rot), Deutanomalie (Grün), Tritanomalie (Blau)

- dichromatisch:
- Farbenraum kann durch Mischung von 2 Primärfarben vollständig beschrieben werden
 - Zahl der unterscheidbaren Farbvalenzen ist kleiner als beim Trichromaten
 - Protanoper + Deutanoper (Rot-Grün-Störung)

Geruch

- Allgemeines:
- Riechepithel der Regio olfactoria liegt auf obersten Conchen beider Nasenhöhlen (5cm²)
 - adäquater Reiz: gasf. Verbindungen die an Riechzellen in flüssiger Phase gelöst werden
 - absolute Empfindlichkeit des Geruchs ist gut
- Rezeptoren:
- primäre Sinneszellen (107) mit eigenem Axon
 - tragen am Pol 5-20 Kinozilien (Riechhärchen)
- Riechbahn:
- marklose Axone der Riechzellen bilden Fila olfactoria und nach Durchtritt durch Lamina cribrosa den N. olfactorius → Tractus olfactorius → Area praepiriformis + Lobus piriformis
 - Verbindungen zum Hypothalamus + Thalamus + Hypocampus + Corpus amygdaloideum + Formatio reticularis

Geschmack

- Allgemeines:
- Sensoren sind sekundäre Sinneszellen (Schmeckzellen) in Geschmackknospen, Jugend (2000 Geschmackknospen mit je 50 Schmeckzellen), Alter (1/3)
 - adäquater Reiz sind organische oder anorganische Stoffe
 - 4 Grundqualitäten: süß, sauer, bitter, salzig
- Zungenpapille:
- Geschmackknospen liegen in Wänden von Zungenpapillen
 - Pilzpapillen: gesamte Oberfläche der Zunge
 - Blätterpapillen: hinterer Zungenseitenrand
 - Wallpapillen: 7-12, v-förmig am Zungengrund
- Innervation:
- Pilzpapillen (Chorda tympani aus N. VII), Blätter- + Wallpapillen (N.IX)
 - gustatorische Bahn: Tractus solitarius → Nucleus tractus solitarii → (Lemniscus med. → ventr. Thalamus → Gyrus postcentralis), (Hypothalamus → Amygdala → Stria terminalis)