

## 3. nerveledningshastighed

Baggrund  $\longrightarrow$  Kopieret direkte fra øvelsesvejledningen  
Metode

### Baggrund

Nerveledningshastigheden er afhængig af nervens opbygning.

- Hastigheden stiger med tiltagende tykkelse af axonet og/eller omlejring af myelinskede.
- Falder forholdet mellem axonets indre længdemodstand og membranmodstanden, øges ledningshastigheden.
- En forøgelse af diameteren øger hastigheden, da den indre modstand mindskes og længdekonstanten derved forøges ( $\lambda = (R_v/R_i)^{0.5}$ )
- Desuden vil større afstand mellem Ranvierknuderne og stigende temperatur øge hastigheden.

Sygdomme, der rammer axonet eller myelinskeden, kan medføre nedsat nerveledningshastighed, og registrering af ledningshastigheden anvendes derfor diagnostisk ved sygdomme, der angriber det perifere nervesystem. Ligeledes kan tryk på en nerve nedsætte hastigheden. Dette kan ske i forskellige "tunnelsyndromer" som f.eks. carpaltunnelsyndromet. Andre eksempler på sygdomme der kan påvirke ledningshastigheden i en perifer nerve er diabetes og alkoholisme.

### Metode

Nerveledningshastigheden måles i øvelsen n. ulnaris. Nerven stimuleres to steder gennem huden dels lige proksimalt for håndleddet, dels i sulcus n. ulnaris på bagsiden af albuen (fig. 1). Nerveimpulser udløses lettest ved katoden. Katoden anbringes derfor distalt, nærmest registreringselektroderne. Først bestemmes tærskelstimulus, som er det svageste stimulus, der giver et aktionspotential, der kan registreres. Muskelaktionspotentialer afledes med overfladeelektroder fra hypothenars muskler. Ved gradvist at øge stimulusstyrken findes den styrke, der netop giver maksimal amplitude af aktionspotentialer; amplituden vokser ikke yderligere ved øget stimulus.

Ved maksimal elektrisk stimulering af nerven aktiveres alle motoriske nervefibre og dermed alle motoriske enheder samtidigt. Det registrerede Muskelaktionspotential er således summen af alle aktiverede motoriske enheder i musklen og amplituden bliver 5-15 mV. Latenstid for aktionspotentialerne måles fra stimulus til første afvigelse fra grundlinjen, desuden måles afstanden mellem stimulusstederne. Metoden medfører, at det er nerveledningshastigheden i de hurtigste motoriske fibres, der bestemmes.

Normalt er ledningshastighed for disse fibre mindst  $50 \text{ m s}^{-1}$  når den måles i n. ulnaris mellem albue og håndled.

I øvelsen blev der stimuleret de motoriske  $\alpha$ -neuroner (gruppe 1) med en diameter på 13-20  $\mu\text{m}$ , da disse neuroner repræsenterer den mindste interne ledningsmodstand.

## 4. vestibulærundersøgelse

Anatomi

Betydning af vestibulærapparatet for den stående stilling

Post-rotatoriske nystagmus

Nystagmus hos PT'er med forstyrrelser i vestibulærapparatet

Øvelsen samt forklaring til de tre drejninger + pegningen.

Der forklares om disse punkter (se din øvelsesvejledning samt rapport).

Læg vægt på at forklare hvor vigtigt vestibulærapparatet er for os, samt samspillet med synet og proprioceptionen.

## 5. audiometri

Lyd

Høretærskelbestemmelse

Høretab

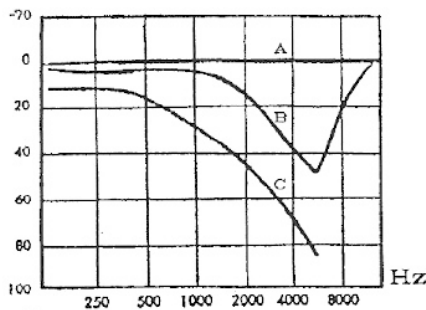
Rinnes prøve

Webers prøve

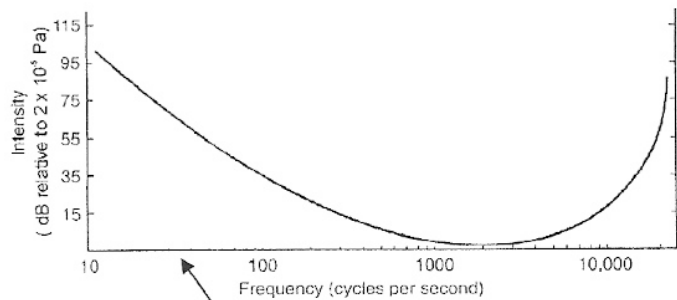
Lydlokalisering

### Lyd

- Der forklares hurtigt hvad lyd er.
- Lyd er svingninger i luft med vis frekvens (Hz) (tone) og amplitude ( $\mu\text{V}$ ) (intensitet).
- Vi kan høre 20-20 000 Hz, normal tale svarer til 1000-5000 Hz.
- Lydtryk er størrelsen af trykvariationerne omkring middelatmosfæretrykket og måles i pascal (Pa,  $\text{N}/\text{m}^2$ )
- Lydstyrken måles i Watt
- Lydintensiteten er styrke per areal ( $\text{w}/\text{m}^2$ )
- Forholdet i intensitet mellem den svageste lyd der kan høres og den stærkeste (ved "smertetærsklen") er ca. 1:109. Det er upraktisk at bruge en lineær skala inden for dette store område og man bruger derfor en logaritmisk skala for lydintensiteten.
- Lydintensitet i logaritmisk skala:  $\text{dB} = 10 \log (w/w_0)$   
På grund af det oven for anførte kvadratiske forhold mellem lydtryk og lydintensitet kan intensitetsniveauet i dB udledes fra lydtrykket i pascal:  
 $\text{dB} = 10 \log(w/w_0) = 10 \log(P / P_0)^2 = 20 \log (P / P_0)$  hvor  $P_0$  er reference-lydtrykket  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa.



Audiometri af normal (A) og tunghøre (B & C). (dBA = dB-Ambient)



Eks. på audiogram

### Høretærskelbestemmelse

Ved øvelsen måles ved hjælp af et toneaudiometer den relative høretærskel for luftledning på begge ører samtidigt. Tærskelen bestemmes for nogle forskellige frekvenser, f. eks. 150, 300, 500, 1000, 2000, 5000 og 10000 Hz. Måling af høretærsklen er af stor betydning for en korrekt diagnose ved en række øresygdomme. Toneaudiometri er derfor en rutineprocedure på en øreklínik. Man er her i første række interesseret i at undersøge hvorvidt patientens høretærskel for forskellige frekvenser afviger fra normalpopulationens tærskel.

## Høretab

**Perceptivt:** høretabet ligger i hårcellerne, eller de centrale ledningsbaner.

**Konduktivt:** høretabet ligger på vejen ind til hårcellerne, f.eks. meget cerumen (ørevoks) eller rupteret membrana tympanica.

## Rinnes prøve

En stemmegaffel slås an og holdes ud for øret indtil tonen ikke høres mere. Herefter sættes gafflen på processus mastoideus. Hvis personen nu igen kan høre tonen er der tale om et konduktivt høretab, idet knogleledningen er bedre end luftledningen. Hvis ingen lyd høres på processus mastoideus: normal hørelse eller perceptivt høretab.

## Webers prøve

Stemmegafflen slås an og placeres på vertex cranii. Lyden ledes gennem kranieknoglerne til det indre øre. Forsøgspersonen bedes høre efter hvis lyden høres bedre på den ene eller anden side.

Ensidigt konduktivt høretab: Lyden høres bedst på den syge side, da mekanismen i det auditive system vil være indstillet på større forstærkning i den syge side end den raske side (ydre hårceller).

Ensidigt perceptivt høretab: Lyden høres bedst på den raske side (ingen forstærkning kan ske).

## Lydlokalisering

Lokalisering af lyd i horisontalplanet er primært afhængig af disse mekanismer:

- **Interaural time delay:** Hvis lydkilden findes i en vinkel i forhold til ørene, vil den ankomme på forskellige tidspunkter i de to ører.
- **Interaural intensity difference:** Hvis lydkilden findes i en vinkel i forhold til de to ører, vil intensiteten af lyden være forskellig i de to ører, idet hovedet "skygger" for lyden. Jo højere frekvens, jo større vil intensitetsforskellen være mellem de to ører, hvorfor denne mekanisme primært anvendes ved høje frekvenser (2000-20.000 Hz).
- **Phase locking** – hårceller som signalerer som stærkest ved en og samme frekvens fyrer AP'er ved et bestemt sted på lydbølgens kurve. Dvs. f.eks. en ved toppen, en ved bunden og en ved midten. Da to signaler fra de to ørene samles centralt i hjernen vil der kunne udregnes hvor lyden kommer alt efter forskydningerne mellem venstre og højre øre. Bruges ved lave frekvenser (20-2000 Hz).
- I vertikalplanet bruges auriclen. Alle foldningerne giver karakteristiske lydbølger som hjernen bruger til at finde ud af hvor lyden kommer fra.

## Øvelsen

Højre og venstre øre forbindes af et rør. Midten af røret er markeret. Med en arteriekanyle anslås røret i varierende længder fra midtpunktet. Den mindste afstand fra midtpunktet, hvorved lyden af fp. lokaliseret i det ene øre, registreres og anvendes til beregning af mindste tidsforskel for ankomst af lyd, som kan registreres.

Mindste tidsforskel er ca. 0,03 ms, trods at et AP varer i 1 ms. Man har fundet at celler i nucl. olivarius superior som aktiveres specifikt når stimuleringen af de to ører har en bestemt tidsforskel indenfor dette område (0,03-0,4 ms).

Denne øvelse kan bl.a. bruges til at udregne hvis der er et tab i konduktionshastighed på den ene eller anden side som f.eks. kan skyldes demyelinering af axoner.

# 1. synsstyrke og synsfeltsundersøgelse

Synsstyrke og refraction

Synsfelt

Farveopfattelse

Stereoskopisk syn

## Synsstyrke og refraction

Øjets opløsningsevne: den mindste vinkel, hvormed to punkter kan adskilles fra et punkt = 1

bueminut =  $1/60^\circ$

.Dioptrier =  $1/\text{brændpunktet}$

### Snellens tavle:

Snellens tavle: anvender kritiske detaljer i bogstaver til at måle opløsningsevne (synsstyrke).

Normal iagttagelsesafstand = 6 m.

Normal syn: 6/6.

Tæller: observationsafstand

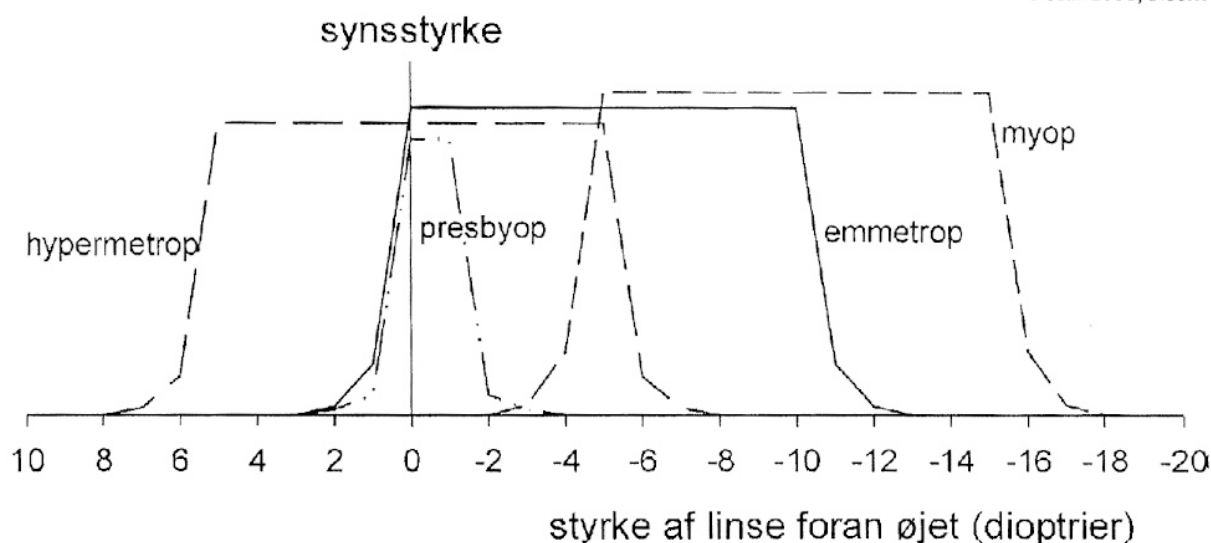
Nævner: afstand hvorfra man kan se de kritiske detaljer under synsvinklen  $1/60^\circ$

Synsstyrken 6/12 betyder med andre ord at man i 6 meters afstand kan se detaljer der, hvis man stod i 12 m afstand, ville ses under synsvinklen 1 bueminut. Da man står i 6 m afstand ses detaljerne nu (omtrent) under synsvinklen 2 bueminutter.

**Refractionstyper:** Når de indkommende lysstråle er parallelle

1. **Emmetropi:** normal refraction. Brændpunkt falder lige på retina.
2. **Hypermetropi:** nedsat refractionsevne / for kort øje. Brændpunktet falder bag retina.
3. **Myopi:** forhøjet refraction i forhold til øjets længde (for kort øje). Brændpunktet falder foran retina.
4. **Presbyopi:** nedsat akkomodationsevne, ses hos ældre mennesker som simpelt hen har fået en stivere linse. Behandling: Læsebriller eller briller med nedadtil konveks linse .
5. **Astigmatisme.** Øjets brydningsstyrke er ikke den samme i alle planer (meridianer) gennem den optiske akse. Dette forhindrer, at et fjernt genstandspunkt bliver afbildet som et punkt. Der opstår en *forreste brændlinie* vinkelret på den stærkest brydende meridian og en *bageste brændlinie* vinkelret på den svagest brydende meridian; imellem brændlinierne antager billedet af det fjerne punkt forskellige former. Ved astigmatisme i øjet er det oftest den lodrette meridian, der er stærkest brydende, men undertiden er det den vandrette. Varianter "på skrå" kendes også. Korrektion af astigmatisme (bygningfej) kræver en cylinderlinse med passende orientering af akslen.

Snellens tavle bruges til at regne ud hvor kraftige og hvilken slags linse en patient med refraktionsfejl skal have.



#### Nærpunktsafstand:

Det punkt tættest på øjet, som er skarpt ved fuld akkommodation. Kan bestemmes som den reciprokke af antal dioptrier (D) ved max akkommodation ( $1/\text{antal dioptrier hvor man stadig kan se skarpt}$ ).

#### Fjernpunktsafstand:

Det punkt tættest på øjet, som er skarpt uakkommoderet.

#### Akkommodationsbredde

= hvor meget en linse kan akkomodere dvs. det samme som den reciprokke nærpunktsafstand

**Emmetrop:** Ved Snellens prøve med stærkere og stærkere konvekse linser vil en normal 20-åring have et nærpunktsafstand på ca. 0,10 m. Dette betyder at personen vil kunne læse line 6's bogstaver skarpt på 6 meters afstand med konkav linse foran øjet på -10 D styrke. Da denne lens spreder lyset vil personen kompensatorisk akkomodere sin egen linse og bogstaverne vil kunne fokuseres på retina.

Fjernpunktsafstanden vil være 6 m for et normalt øje. Dvs. personen vil kunne se skarpt når man putter konvekse (sprednings) linser foran øjnene. Når øjet rammes af parallelle stråle vil linsen være helt udstrakt (uakkommoderet). Dvs. yderligere samling af strålerne vil medføre at brandpunktet havner foran retina. Dette vil ikke kunne kompenseres for da linsen allerede er helt udstrakt.

**Myop:** Lad os sige at personen har en linse der kan akkomodere lige meget som en normal person, dvs. 10 D. Disse 10 D vil personen kunne kompensere for når man putter spredningslinser foran personens øjne. Derudover har personen sin egen medfødte ekstra samling af strålerne ved at øjet er forholdsvis kort. Da brandpunktet for parallelle stråler havner foran retina vil personen kunne have stærkere spredningslinser på før han/hun begynder at få svært ved at læse linje 6 på 6 meters afstand. Dvs. personer med myope øjne vil have et større nærpunktsafstand. Fjernpunktsafstanden vil være mindre. Eftersom parallelle stråler rammer dette øje foran retina vil personen ikke kunne se skarpt på 6 m afstand uden linser og en dårligere med samler linser (disse strålers brandpunkt vil være end kortere). I stedet vil personen først kunne se skarpt når der er blevet puttet spredningslinser foran øjet.

**Hypermetrop:** Nærpunktsafstanden vil være kortere. Da personens øje er forholdsvis langt vil parallelle stråle samles bag retina. Dvs. ved fra 6 m afstand uden linser vil øjets linse allerede være lidt akkommoderet sådan så at strålerne samles på retina. Derved vil han ikke kunne

kompensere for lige stærke spredningslinser foran øjet eftersom linsen allerede fra starten var lidt akkomoderet.

Til gengæld vil fjernpunktsafstanden være større. Igen, eftersom linsen er lidt akkomoderet uden ekstra linser foran øjet vil yderligere samler linser (konkave med + fortegn) bare medføre at personens linse slapper mere og mere af.

**Presbyop:** Da øjet har forholdsvis rigtig længde vil fjernpunktet være det samme som for et emmetropt øje (linsen er uakkomoderet og strålerne samles på retina). Nærpunktsafstanden vil være kortere eftersom linsen ikke kan akkomodere lige meget som en normal linse.

Alle disse vil have normal akkomodationsbredde undtaget det presbyope øje.

## Synsfelt

Testes ved kampimetri: den store runde tavle som man lyser på.

Kampimeter: iagttagelsesafstand = 0,5 m. Et øje ad gangen.

Scotometer (lyskilde)

Synsstyrken falder, når brændpunktet falder længere ude i retinas periferi (i forhold til fovea centralis).

Faktorer som har betydning for synsfeltet er:

1. Hvilken region af retina der stimuleres
2. Synsvinkel som testobjektet ses under.
3. Testobjektets luminans.
4. Kontrasten mod baggrunden.
5. Testobjektets farve.
6. Varigheden af præsentationen af testobjektet
7. Den forudgående retinale adaptationstilstand

Bruges til at finde områder i retina som er beskadigede samt til at bestemme hvor den blinde plet ligger og hvor stor den er → kan være større ved forhøjet intrakranielt tryk.

## Farveopfattelse

**Nagels anomaloskop:** Den øverste halvdel af en cirkelflade belyses med gult lys (589 nm). Den nederste halvdel kan belyses med grønt (546 nm) eller rødt (671 nm) lys. En blanding af rødt og grønt lys vil give en opfattelse af gult lys. Fp skal nu indstille den nederste halvdel således, at den har samme (gule) farve som den øverste halvdel af cirklen. En rød/grøn farveblind mangler pigment for grønt lys, og vil derfor bruge unormalt meget grønt lys for at fremkalde den gule farve. Omvendt vil han opfatte den gule farve som rød. På denne måde kan man teste for rød/grøn farveblindhed, som findes hos 8% af alle mænd og 0,5% af kvinder.

## Stereoskopisk syn

### Prik-stereogrammer (TNO-test),

Stereoskopisk syn forudsætter brug af begge øjne (samsyn). Denne evne indlæres i det første leveår. Ved tilstande hvor samsyn ikke forefindes, indlæres stereoskopisk syn ikke, formentlig fordi nødvendige dele af det centrale visuelle system ikke udvikles. Der er hos børn uden samsyn risiko for, at synsevnen undertrykkes på det ene øje. Dette kan forhindres ved klap-behandling af det andet, dominante øje. Børn screenes for denne abnormalitet.

EEG

- EEG - elektroencefalogram gør det muligt at måle aktiviteten i hjernen = cortex cerebri.
- Det meste af cortex cerebri er organiseret i vertikale søjler, der strækker sig fra overfladen til den hvide substans. I disse søjler findes der store grupper af neuroner, hvis elektriske aktivitet hver især er grundlag for en bestemt hjernefunktion, fx bevægelse, sprog eller syn.
- Vha. elektroder placeret på hovedbunden kan man måle denne elektriske aktivitet → en sådan registrering kaldes et EEG.
- I et EEG registreres den summerede elektriske aktivitet (= synaptiske aktivitet) i en gruppe af neuroner i et givet område af cortex cerebri.
  - ↳ da signalet skal penetrere flere non-neurale væv inden det når målektroden skal flere tusinde neuroner være aktive samtidigt for at der kan genereres et EEG-signal der er så stort, at det kan ses.
- For at registrere et EEG bruges mindst 2 elektroder.
  - En aktiv elektrode som befinder sig over det område der skal undersøges.
  - En referenceelektrode som befinder sig et stykke væk fra den aktive elektrode.
- EEG bruges klinisk til at diagnosticere visse neurologiske lidelser (især epilepsi) og inden for søvnforskningen.
- Ved en EEG-undersøgelse placeres mange elektroder i et bestemt mønster på cortex.

EEG's udseende:

- EEG's frekvens og amplitude varierer med hjærneaktiviteten - disse forandringer er relateret med personens arousal (vågen/søvende) og patologiske hjærntilstande (epilepsi og koma).
- Hos en normal person varierer EEG's frekvens fra 1-30 Hz og amplituden fra 20-100µV.
- Der findes flere forskellige EEG-rytmer:
  - **α-rytme:** 8-13 Hz → vågen tilstand men med lukkede øjne. *Stor amplitude*
  - **β-rytme:** 13-30 Hz → Opstår når person *øger sin hjærneaktivitet*, fx ved at åbne *mindre amplitude* øjnene.
  - **Theta-rytme:** 4-7 Hz → søvn
  - **Delta-rytme:** *mindre end 4 Hz* → *dyb søvn*. *svag søvn delta* *7-1 Hz → ligner epileptiske anfald*
- **Generelt er rytmer med høj frekvens og lav amplitude associeret med vågenhed:**
  - skyldes at når cortex er mest aktiv med at bearbejde information, så er aktivitetens vævet for de kortikale neuroner højt, men usynkroniseret idet hver neuron er optaget af forskellige aspekter for at løse en kognitiv opgave
  - dvs. at neuronet har en høj fyringsfrekvens, men det fyrer ikke samtidigt med dets naboneuroner → derfor lav amplitude.
- **Generelt er rytmer med lav frekvens og høj amplitude associeret med drømmeløs søvn og koma:** *NON-REM → "søvndiv" hjerne, vågen krop*
  - skyldes at under søvn er de kortikale neuroner ikke optaget af at bearbejde information.
  - mange af neuronerne er fasisk exciteret af et fælles lav-rytmisk input
  - neuroneme exciteres samtidigt
  - synkroniseringen er høj → EEG's amplitude er høj.

- I øvelsen målte vi EEG på en forsøgsperson med lukkede øjne - her sås en  $\alpha$ -rytme.
- Da forsøgspersonen åbnede øjnene så man hvordan EEG et gik over til en  $\beta$ -rytme.

EEG til diagnostik af epilepsi:

- Diagnostik af epileptiform aktivitet er den vigtigste kliniske anvendelse af EEG.
- De mange eksitatoriske forbindelser lokalt mellem forskellige dele af cortex giver en høj grad af synkroni - denne synkroni kan blive så voldsom, at der opstår en egenlig epileptiform aktivitet, hvor store grupper af celler udlader samtidigt.
  - ↳ den store grad af synkroni giver skarpe potentialer af stor amplitude.
- Der findes flere forskellige former for epilepsi:
  - **Partielle fokale anfald:** her begrænser den abnorme synkronisering sig til et bestemt område af cortex. Hvis det er lokaliseret til motorisk cortex vil der opstå ufrivillige bevægelser.
  - **Generaliserede anfald:** her omfatter synkroniseringen store dele af hele cortex og personen vil altid miste bevidstheden.
- Diagnostikken af epileptiform aktivitet sker ved at sammenholde patientens symptomer med en EEG-undersøgelse.
- I langt de fleste tilfælde, hvor EEG'et bekræfter diagnosen, sker det på baggrund af den **interiktal (mellem anfald)** aktivitet og ikke den ikziale.
- Den interiktale aktivitet viser sig som pludselige elektriske udladninger af kort varighed og stor amplitude (100-400µV). Disse udladninger karakteriseres på grundlag af deres form og varighed:
  - **Spikes:** varighed på mindre end 70 ms.
  - **Sharp-waves:** varighed på 70-200 ms.
  - **Spikes-wave kompleks:**



Tegning af fig 2 fra øvelsevej.

Sådanne interiktale isolerede udladninger signalerer tilstedeværelsen af et epileptisk fokus uden at pt. viser kliniske tegn på et epileptisk anfald.

Når et klinisk epileptisk anfald indtræder vil den interiktale aktivitet blive afløst af ikziale aktivitet, som almindeligvis er hurtigt (10-25 Hz), rytmisk og bølgeformet. Både den ikziale og interiktale aktivitet har størst amplitude i den eller de afledninger der ligger tættest på det epileptiske fokus - amplituden af den ikziale og interiktale aktivitet vil registreres med mindre amplitude jo længere væk afledningen befinder sig fra det epileptiske fokus.

Hvis anfaldet generaliseres vil den rytmiske aktivitet ses i alle afledninger og den vil almindeligvis være synkron.

Et andet abnormt EEG fund er slow waves (delta- og theta-rytmer) hos en voksen vågen person. Tilstedeværelsen af slow waves skyldes lidelser der har en hæmmende virkning på hjernen, fx metabolske sygdomme, generel eller lokaliseret infektion eller infarkter.

Det ultimative mål for EEG-diagnostikken er at instituere en korrekt medicinsk behandling eller at afhjælpe den epileptiforme aktivitet på anden måde.

I forsøget anvendte vi referentielle elektroder, som er bundet den ene af EEG-forsøgspersonen. I stedet for at bruge en referenceelektrode som befinder sig et stykke væk fra den aktive elektrode.



**Audiometri**

- Lyd er defineret ved variationer i lufttryk. → *lyd følger*
- Øret er særlig følsomt for trykvariationer i frekvensområdet 20-20.000 Hz, og det er netop bølglængder i dette område som vi opfatter som lyd.
- Øget frekvens svarer til stigende tonehøjde.
- Frekvensen måles som antal lydtryk/bølger/sek. og angives i Hz
- Høretærsklen er pr. definition angivet til at være  $2 \cdot 10^{-5}$  Pa og er et udtryk for den lydstrykke som lige netop kan opfattes.
- Da forholdet mellem hhv. den svageste og stærkeste lyd der kan høres er  $1 : 10^9$  angiver man lydstryk i decibel (db).
- **dB er en logaritmisk måleenhed, som udtrykker forholdet af en fysisk størrelse relativt til et specificeret eller underforstået referenceniveau.**  
→ Lydstyrke måles i forhold til høretærsklen:

$$dB = 20 \cdot \log \left( \frac{\text{Lydtryk}}{\text{Høretærskel}} \right) \Rightarrow dB = 20 \cdot \log \left( \frac{\text{Lydtryk}}{2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}} \right)$$

*dB → lydintensitet*

- Måling af tærsklen for toner af forskellig frekvens kaldes audiometri.

**Tegning af audiogram:**



- Det ses at der er stor forskel på ørets følsomhed ved forskellige frekvenser, **ørets følsomhed er størst mellem 1000-5000 Hz.**
- Øret har et meget stort dynamikområde, dvs. område af intensiteter som giver brugbare indtryk.
- **Dynamikområdet er størst ved 1000-5000 Hz, hvor følsomheden er størst.** Dvs. her kan vi høre lyde med små intensiteter og det er netop i dette område tålen ligger.
- Det forskellige dynamikområde ved forskellige frekvenser gør, at en tone ved fx. 100 Hz kun skal øges 35 dB over tærsklen for at lyde så kraftig som en 1000 Hz tone, der øges 50 dB over tærsklen.

**Måling af høretærsklen:**

- Måling af høretærsklen har stor betydning for en korrekt diagnose ved en række øresygdomme.
- Målingen foretages vha. af et specielt audiometer, der laver ovenstående kurve om til en ret linje. På den rette linje er det nemmere at identificere evt. høretærskelset.
- Nedenstående diagram viser resultater af en sådan måling for en normal(A) og to forskellige tungtøre personer (B og C).



**Tegning af diagram:**

- B repræsenterer en høreskade som er opstået efter gentagen eksposition for fx geværskud – en isoleret høretærskel i frekvensområdet 4000-6000 Hz er typisk for denne skade. Taleopfattelsen er relativt upåvirket.
- C viser en alvorligere høretærskel som typisk ses hos børn som under fødslen udsættes for langvarig anoksi = iltmangel. Området for taleopfattelse er svært påvirket.

**Således virker audiometret:**

- Ved øvelsen måles vha. et toneaudiometer den relative høretærskel for luftledning på begge ører samtidigt.
- Tærsklen bestemmes for nogle forskellige frekvenser, fx. 150, 300, 500, 1000, 2000, 5000 og 10.000 Hz.
- En funktionsgenerator genererer sinusbølger af variabel frekvens.
- Amplituden reguleres i en attenuator (et dæmpede) som er koblet til et par høretelefoner.
- For hver frekvens præsenteres først tonen med rimelig styrke – dog ikke over 30 dB – således at forsøgspersonen kan høre den.
- → derefter sænkes lydstryken så forsøgspersonen ikke længere hører tonen, hvorefter lydstryken øges på ny.
- → forsøgspersonen angiver straks når tonen høres og dæmpningen aflæses i dB på attenuatoren og indføres i protokollen.
- Høretærsklen passerer på denne måde flere gange således at en middelværdi kan beregnes.
- Hvis der er meget baggrundstøj i rummet kan denne evt. maskeres med et neutralt signal (hvid støj) der indeholder alle frekvenser – hvis dette anvendes er det ikke den absolutte tærskel der findes ved forsøget.
- Resultatet kan så vises i et audiogram tegnet på semilogaritmisk papir, hvor frekvensen angives i Hz på den logaritmiske x-akse og tærsklen i dB angives på den lineære y-akse.

**Undersøgelse af luftledning og knogledning:**

- Formålet med forsøget er at vise hvordan man kan afgøre om hørebab skyldes lidelse i perifer eller centrale dele af det auditive system.
  - Normalt overføres lyden gennem øregangen via trommehinde og hørekoglerne i mellemøret til hørelærerne i det indre øre.
  - Ved et konduktiv høretab er vejen mellem det ydre øre og mellemøret blokeret af fx cerumen (ørevoks) → lyden må i stedet ledes gennem kraniet knogler til det indre øre. Lidelsen ligger her perifer.
  - Et perceptiv høretab skyldes lidelse i det indre øre eller mere centrale dele af det auditive system → kan skyldes en læsion af hørelærerne eller skade af n. cochlearis.
- Rinnes prøve:**
- Ved Rinnes prøve anslås en stemmegaffel der straks sættes på processus mastoideus.
  - Når stemmegafflen ikke længere høres anbringes den lige ud for øret.

sammenhænger jan. 09 B-spørgsmål i Neurofysiologi 3. Semester «Hilsen»

- Hvis lyden kan høres → vil personen enten have normal hørelse eller en lidelse i det indre øre.
- Hvis lyden ikke kan høres → vil personen have en lidelse i mellemøret eller øregang = **konduktiv høretab**, idet knogleledningen er bedre end luftledningen.
- Personen med normal hørelse vil bedre kunne høre stemmegafflen når den er ud for øret, fordi luften transporterer lyden bedre end knogleledningen.

**Webers prøve:**

- Bruges til at afgøre om et ensidigt høretab er **konduktivt eller perceptivt**.
- Ved Webers prøve anslås en stemmegaffel hvorefter den sættes på vertex cranii.
- Lyden fra kraniet ledes igennem kranieknoglerne til det indre øre.
- Ved et **konduktiv høretab** vil personen opleve en lateralisering med **bedre opfattelse af lyden i den syge side**, hvilket skyldes at den syge side sensibiliseres.
- Ved et **perceptiv høretab** vil lyden **opfattes bedst på den raske side**.

**Lydløkalisering:**

- Evnen til at angive en lyd kilde position er god hvis begge ører bruges.
- To principper ligger til grund for denne retningsangivelse:
  - **Intensitetsforskellen af lyden ved de to ører.**
  - **Forskellen i ankomsttidspunktet for trykvariationer ved de to ører.**
- Forsøget skulle illustrere betydningen af forskellen i lydets ankomsttid til de 2 ører for lydløkaliseringen.
- Forsøgspersonen udstyres med et gummibånd hvis to ender forbindes med øregangene. ⇒ herefter slog vi med en nål let mod gummislængens væg og spurgte fra hvilken retning (højre eller venstre) lyden kom fra. Da vi slog på midten af røret ankom lyden samtidigt til de 2 ører.
- Tiden fra anslaget på gummislængen til lyden opfattes af øret beregnes på følgende måde:  $Tid = \frac{Strækning}{Lydens hastighed}$  hvor lydets hastighed er 340 m/s i luften.

Nu fandt vi den mindste afstand fra midten af slangen hvortil lyden registreredes som værende orienteret til hlv. højre og venstre side:

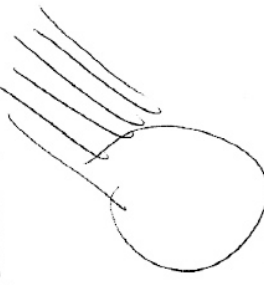
- Venstre side: 1,5 cm.
- Højre side: 2,5 cm.
- Gennemsnit: 2 cm
- Gummislængen var 2 m lang.

Vi beregner nu tidsforskellen mellem de 2 ører:  $1,10^{-2} m (1 cm)$

$$Tid = \frac{Strækning}{Lydens hastighed} = \frac{1,10^{-2} m}{340 m/s} = 3,235 \cdot 10^{-5} s = 0,03235 ms$$

- Hvis lyd kilde er helt til den ene side og hovedets diameter sættes til 13 cm kan man udregne at latensforskellen mellem de to ører vil blive ca. 0,4 ms.
- I det man kan kende en retningsforskel på 3° kan man via geometri beregne at det svarer til en afstandsfor skel på ca. 1 cm og en tidsforskel på 0,03 ms.
- Celler i nucleus olivarius superior ved stimulering af de 2 ører har en tidsforskel indenfor 0,03-0,4 ms.
- ⇒ vores resultat ligger indenfor dette interval og stemmer derfor fint overens med teorien.

Horisontal lokalisering: interaural tidsforskel ved 2000 Hz  
interaural intensitetsforskel ved 2000 Hz



Vertikal lokalisering: auriklen

