



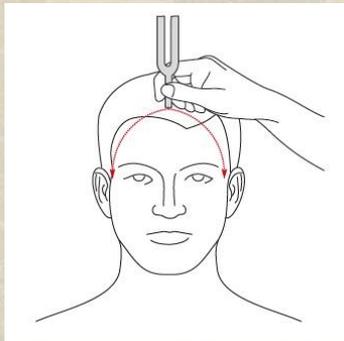
AUDIOMETRIA

szubjektív, objektív

**Cél: a hallásküszöb/halláscsökkenés típusa,
mértéke és a károsodás helyének
megállapítása**

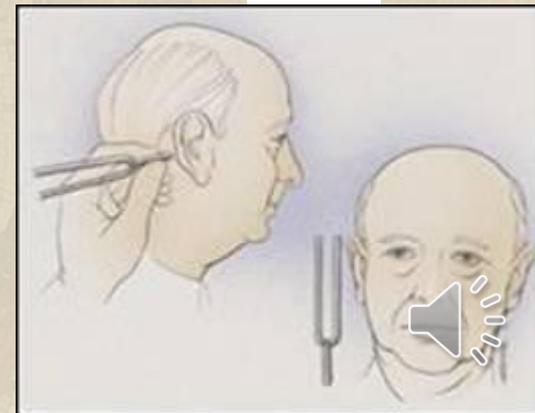
Anamnézis, mikroszkópos fülvizsgálat: fülstátusz Beszédteszt (Sb. Tb. Kb.) (maszkolás)

Hangvillavizsgálatok



Weber (256 Hz)

Rinné (256/1024 Hz)



Szubjektív audiometria

1. Tisztahang audiometria

1.1. Küszöb audiometria ●

1.2. Küszöb feletti audiometria

1.2.1. Cochlearis léziók (Recruitment kimutatása)

1.2.1.1. Fowler-teszt

Alternated Binaural Loudness Balance Test

1.2.1.2. SISI-teszt

Short Increment Sensitivity Index

1.2.2. Retrocochlearis leziók (Fáradás)

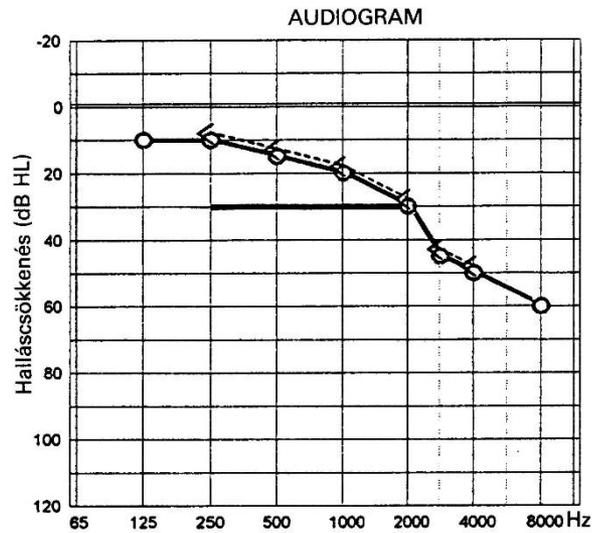
1.2.2.1. Tone-decay-teszt

2. Beszédaudiometria

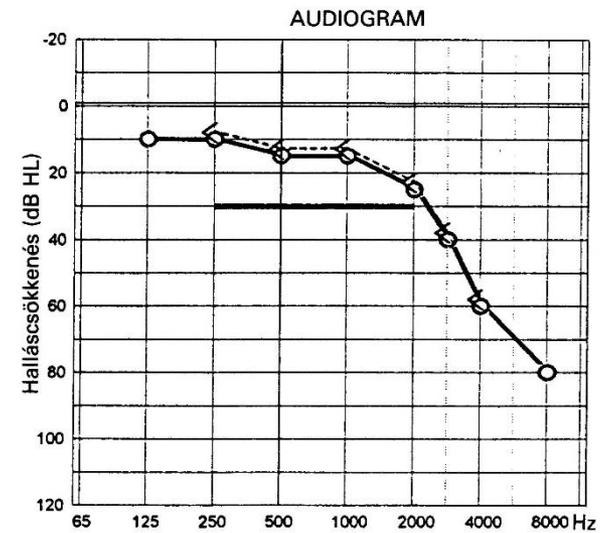
2.1. Beszédhallás

2.2. Beszédértés

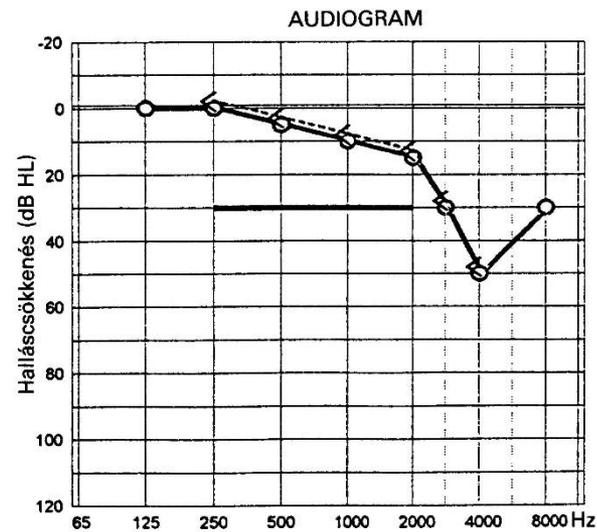




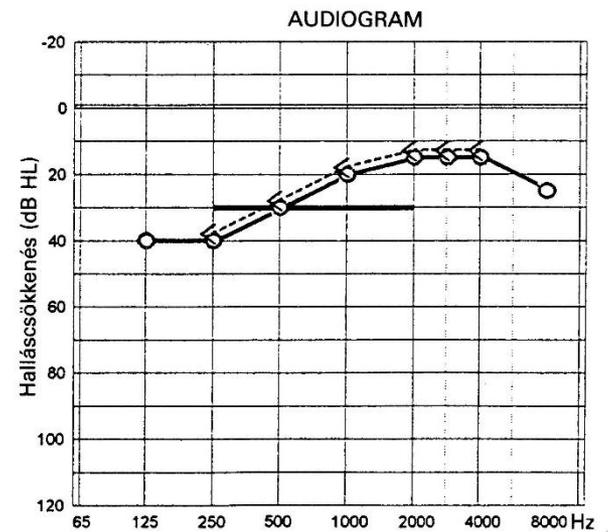
5.7. ábra. Idegi halláscsökkenés. Jobbra lejtő görbe, a csont- és a légvezetés együtt fut



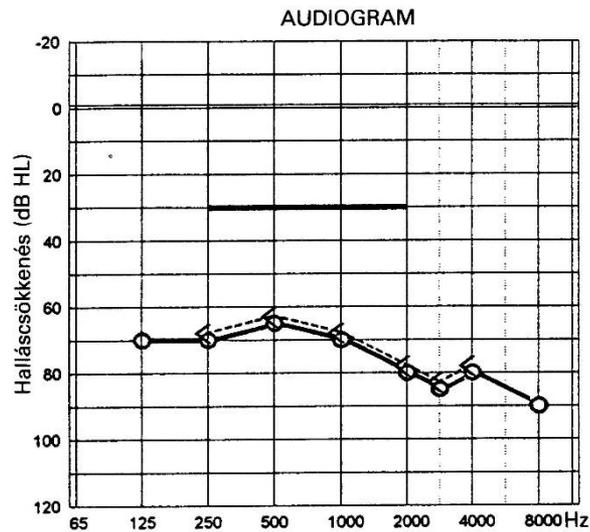
5.9. ábra. Presbycusis. Jobbra lejtő görbe



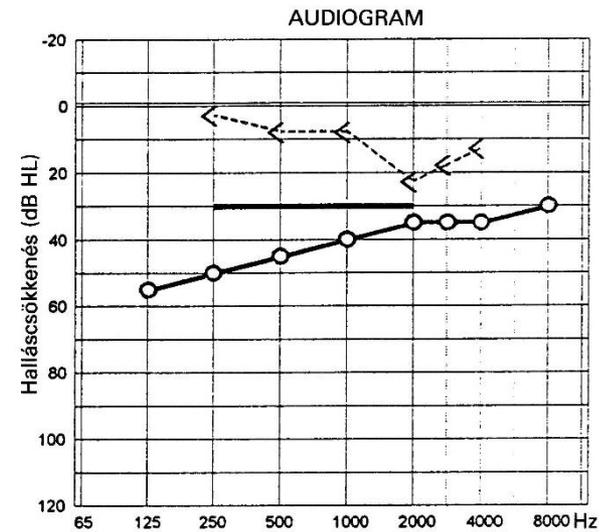
5.8. ábra. Kezdődő zajártalom. A csont- és a légvezetés együtt fut, 4000 Hz-en „csipke” látható. 2000 Hz-en a halláscsökkenés mértéke még nem érte el a 30 dB-t



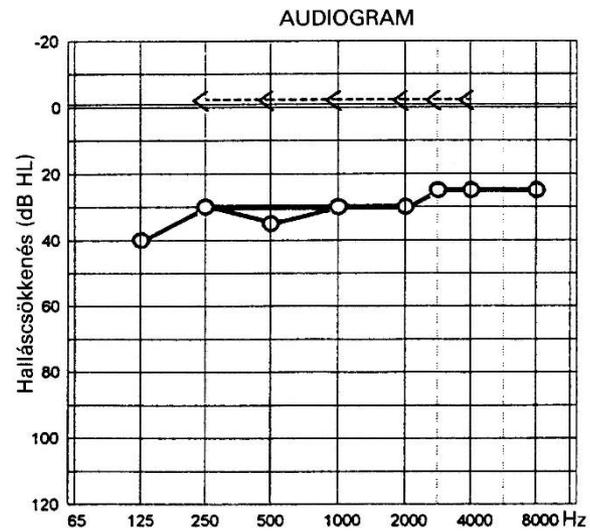
5.10. ábra. Kezdődő Ménière-betegség. Mély hangokon dominál a halláscsökkenés, a csont- és a légvezetés együtt fut



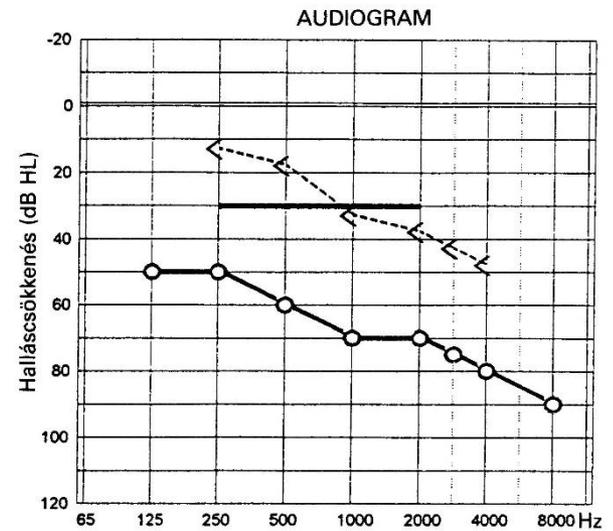
5.11. ábra. Előrehaladott Ménière-betegség. Minden frekvenciára kiterjedő halláscsökkenés (Pancochlearis laesio)



5.13. ábra. Otosclerosis. 2000 Hz-en a csontvezetésben kis „csipke” képződés



5.12. ábra. Tiszta vezetékes halláscsökkenés



5.14. ábra. Kevert típusú halláscsökkenés. A csontvezetés mutatja a „cochlearis” amelyhez 30–35 dB-es vezetése komponens társul. Tendenciájában jobbra lejtő görbe



Szubjektív audiometria

1. Tisztahang audiometria

1.1. Küszöb audiometria

● 1.2. Küszöb feletti audiometria

1.2.1. Cochlearis léziók (Recruitment kimutatása)

● 1.2.1.1. Fowler-teszt

Alternated Binaural Loudness Balance Test

1.2.1.2. SISI-teszt

Short Increment Sensitivity Index

1.2.2. Retrocochlearis léziók (Fáradás)

1.2.2.1. Tone-decay-teszt

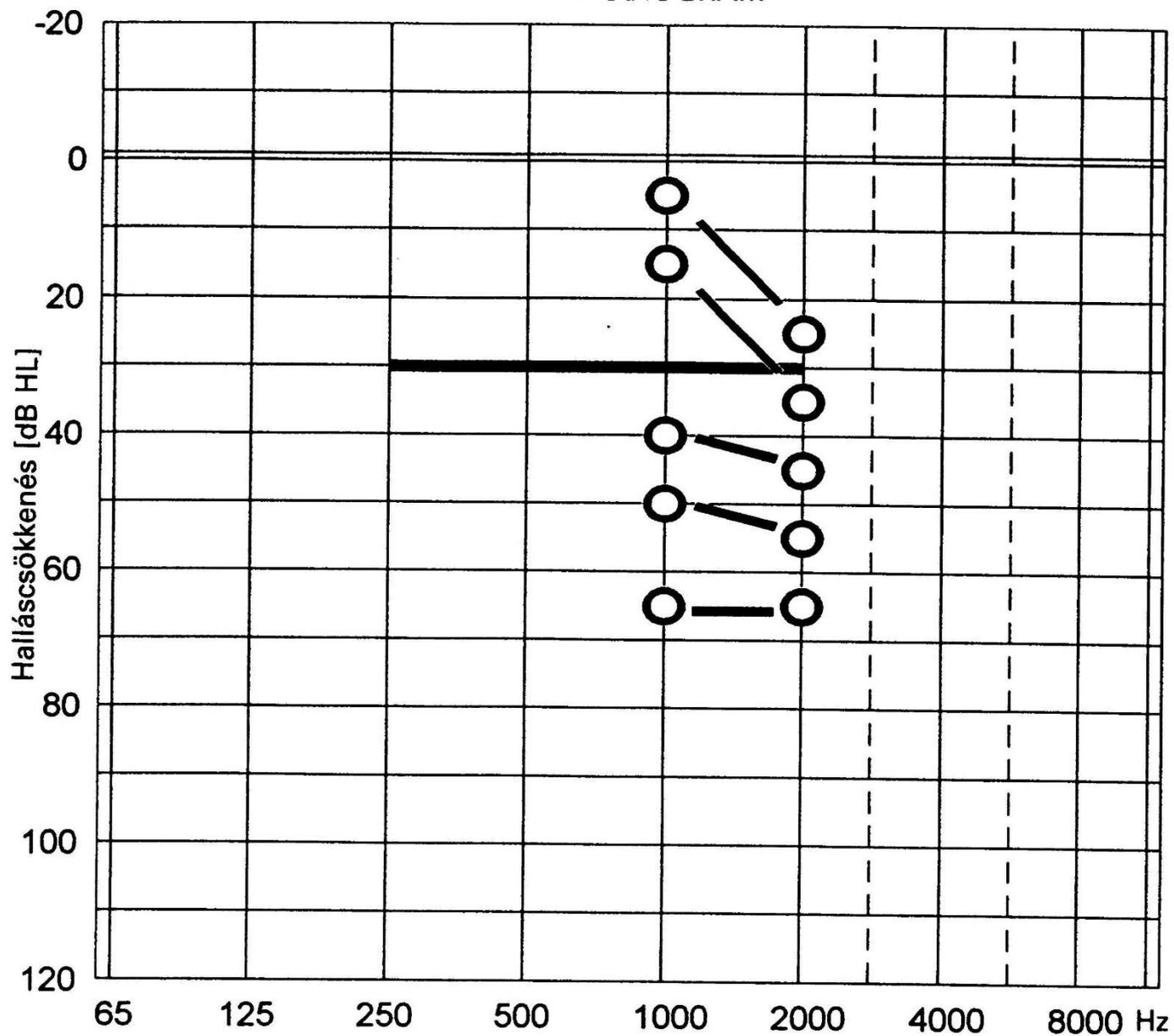
2. Beszédaudiometria

2.1. Beszédhallás

2.2. Beszédértés



AUDIOGRAM



Szubjektív audiometria

1. Tisztahang audiometria

1.1. Küszöb audiometria

● 1.2. Küszöb feletti audiometria

1.2.1. Cochlearis léziók (Recruitment kimutatása)

1.2.1.1. Fowler-teszt

Alternated Binaural Loudness Balance Test

● 1.2.1.2. SISI-teszt

Short Increment Sensitivity Index

1.2.2. Retrocochlearis léziók (Fáradás)

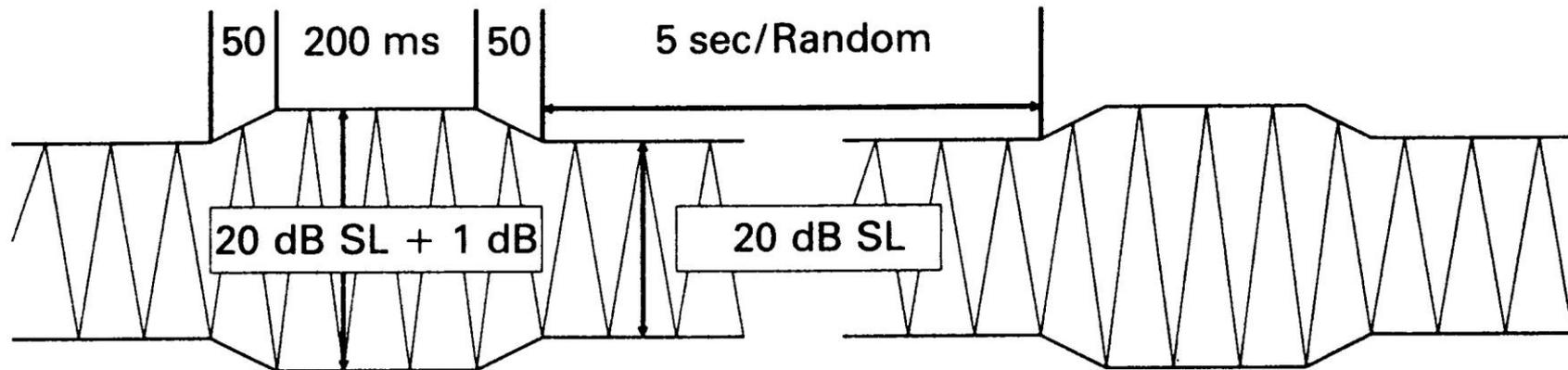
1.2.2.1. Tone-decay-teszt

2. Beszédaudiometria

2.1. Beszédhallás

2.2. Beszédértés





5 dB

SISI-TEST



0-20% negatív, 25-75% kérdéses, 80%-tól pozitív (recruitment)

Szubjektív audiometria

1. Tisztahang audiometria

1.1. Küszöb audiometria

● 1.2. Küszöb feletti audiometria

1.2.1. Cochlearis léziók (Recruitment kimutatása)

1.2.1.1. Fowler-teszt

Alternated Binaural Loudness Balance Test

1.2.1.2. SISI-teszt

Short Increment Sensitivity Index

● 1.2.2. Retrocochlearis léziók (Fáradás)

1.2.2.1. Tone-decay-teszt

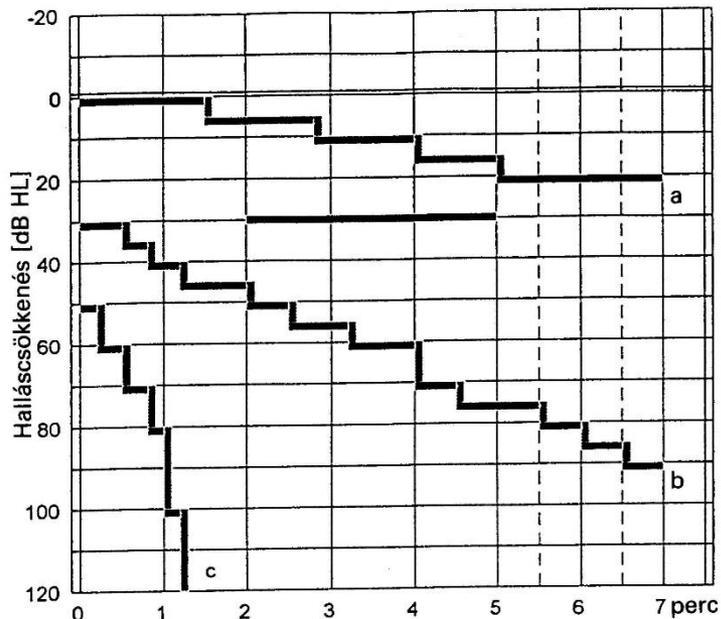
2. Beszédaudiometria

2.1. Beszédhallás

2.2. Beszédértés



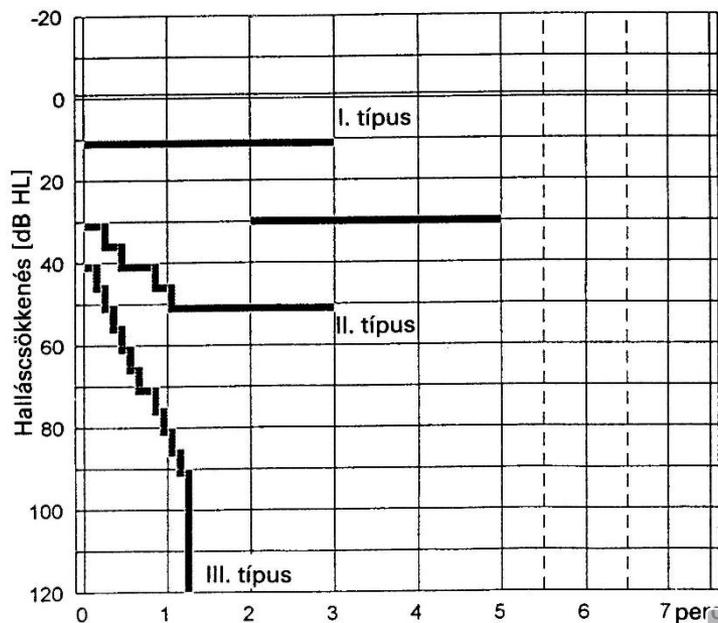
TONE-DECAY (2000 Hz)



**Retrocochlearis lézió –
ha a tone-decay 25 dB-
nél nagyobb**

**Retrocochlearis lézió –
ha a kezdeti
küszöbhangot
folyamatosan, rapidan
kell növelni**

TONE-DECAY (2000 Hz)



Szubjektív audiometria

1. Tisztahang audiometria

1.1. Küszöb audiometria

1.2. Küszöb feletti audiometria

1.2.1. Cochlearis léziók (Recruitment kimutatása)

1.2.1.1. Fowler-teszt

Alternated Binaural Loudness Balance Test

1.2.1.2. SISI-teszt

Short Increment Sensitivity Index

1.2.2. Retrocochlearis leziók (Fáradás)

1.2.2.1. Tone-decay-teszt

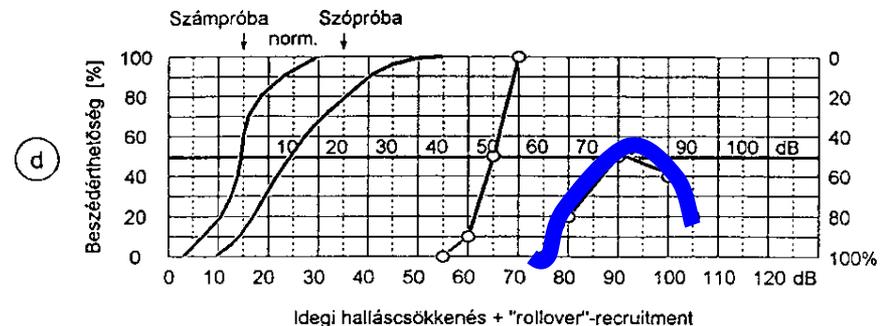
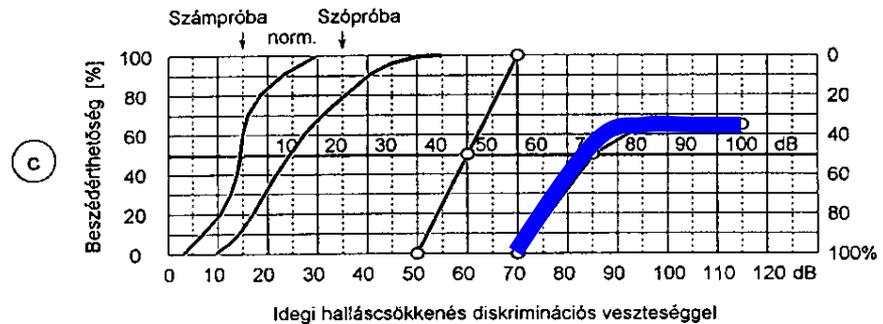
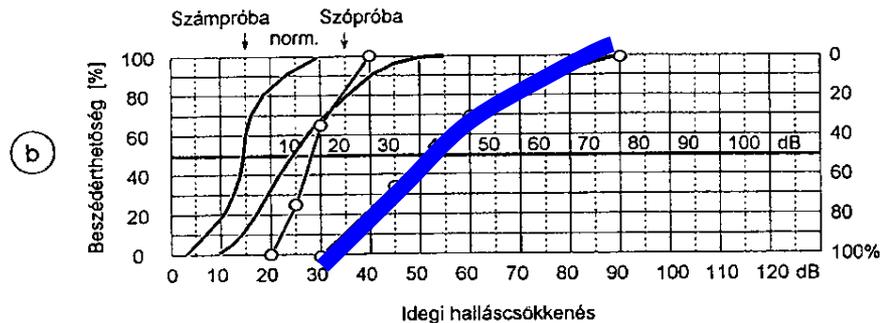
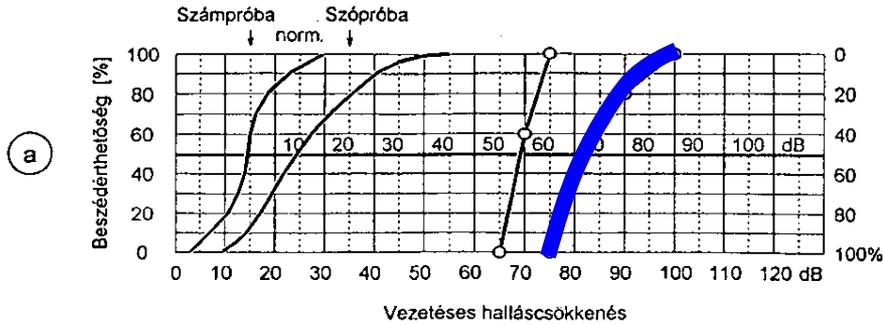
2. Beszédaudiometria ●

2.1. Beszédhallás küszöb - intenzitás szint, ahol a számok felét visszamondja

2.2. Beszédértés küszöb - intenzitás szint, ahol a szavak felét visszamondja



BESZÉDAUDIOGRAM



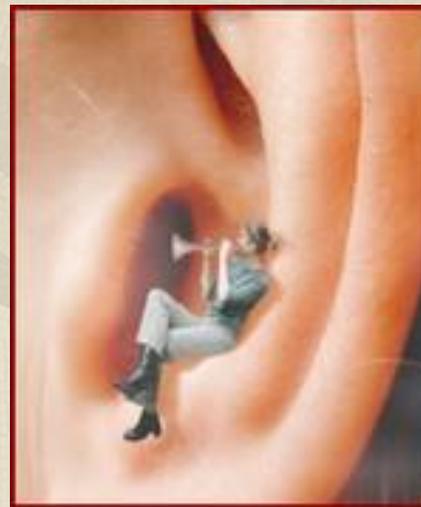
Vezetékes
halláscsökkenés

Idegi
halláscsökkenés

Sensori-neuralis
halláscsökkenés +
diskriminációs
veszteség

Sensori-neuralis
halláscsökkenés +
"over"-recruitment

Objektívnek audiológiai vizsgálat: a beteg aktív közreműködése nélkül nyerünk információt a hallásról és a károsodás helyéről



Objektív audiometria

Kiváltott válaszok:

reflexeken alapuló: STR

akusztikus válasz: OAE

elektromos válasz: ERA

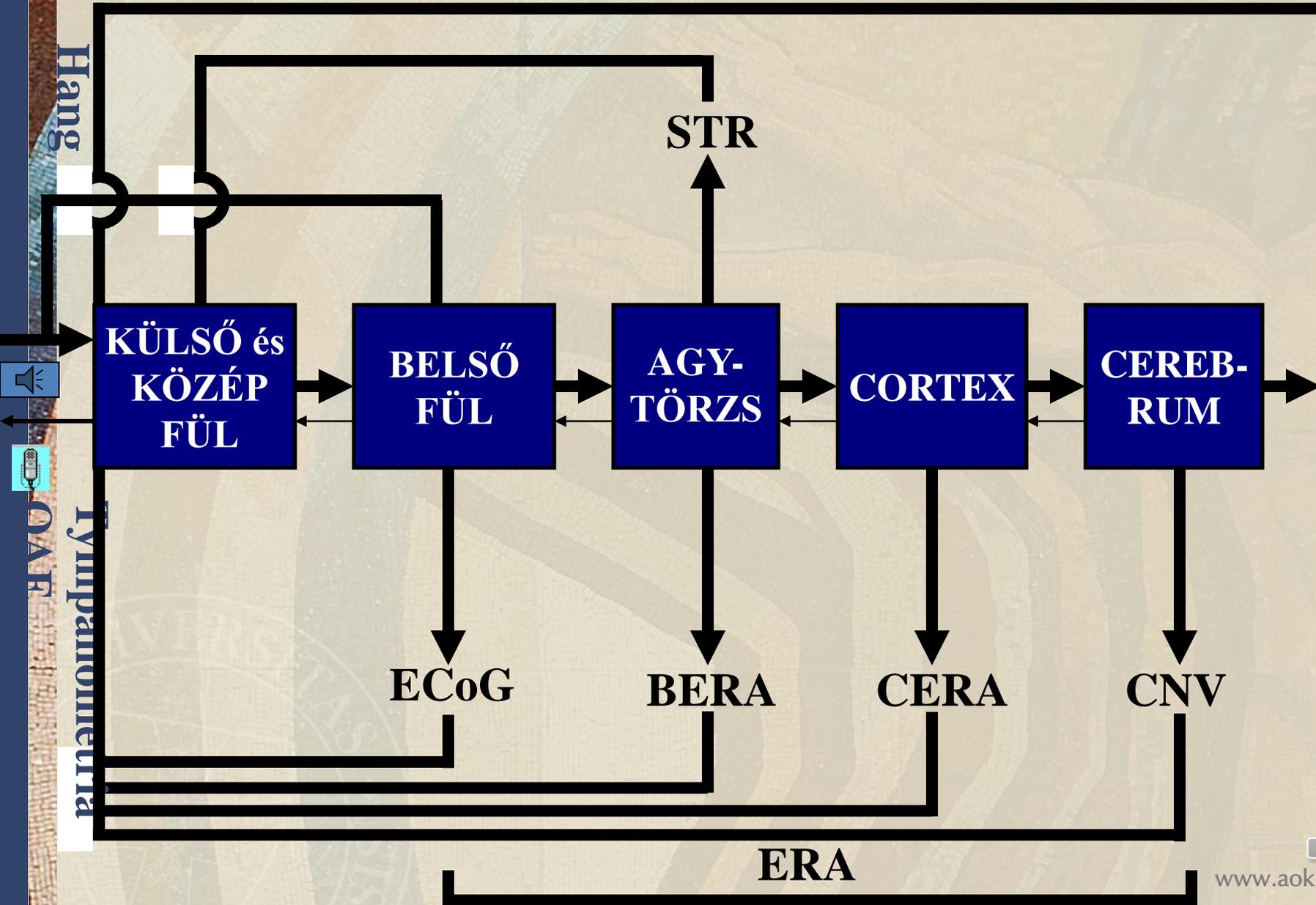
ECoG 5 ms

BERA, ASSR 10 ms

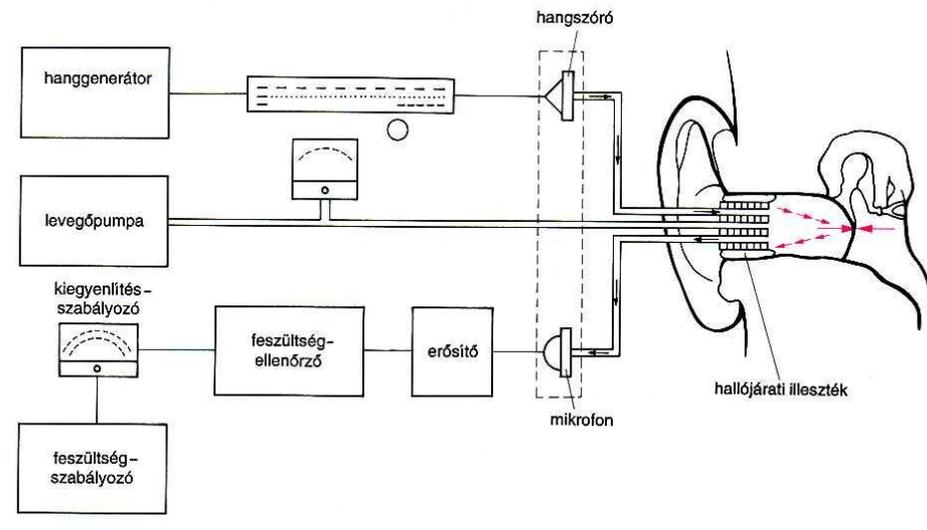
MLR 10-50 ms

CERA 250-500 ms





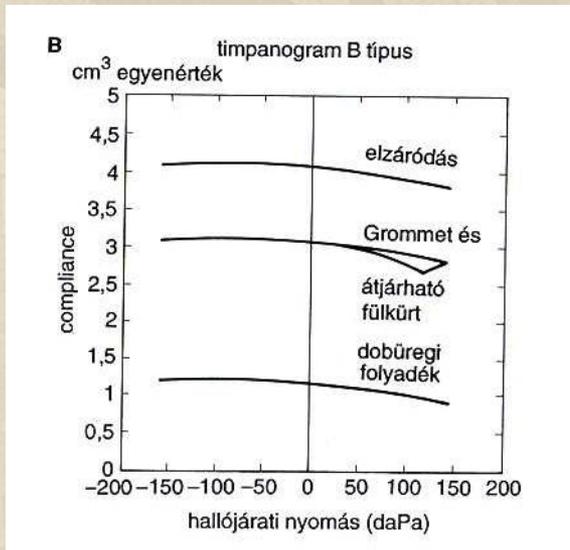
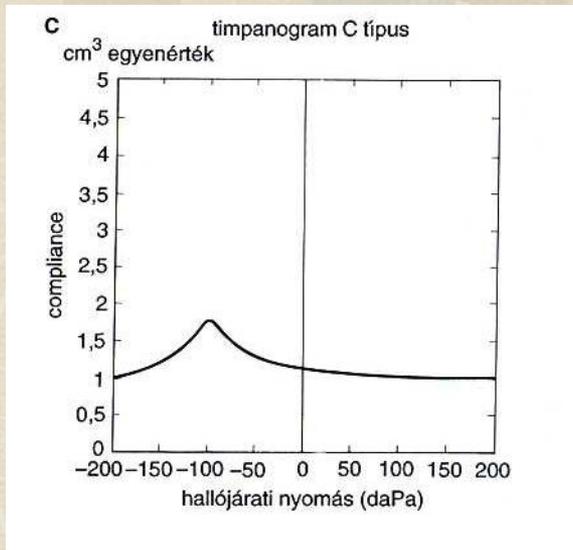
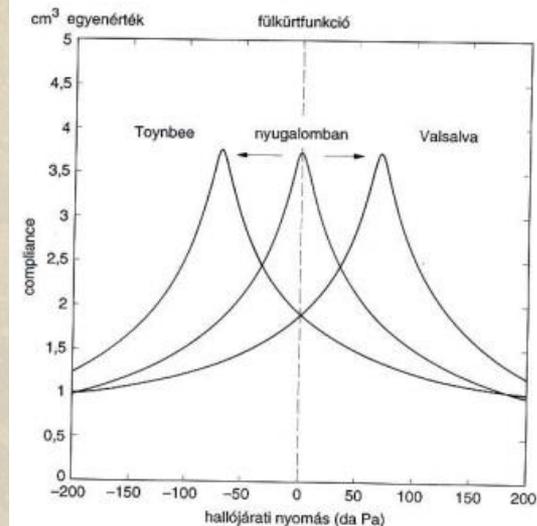
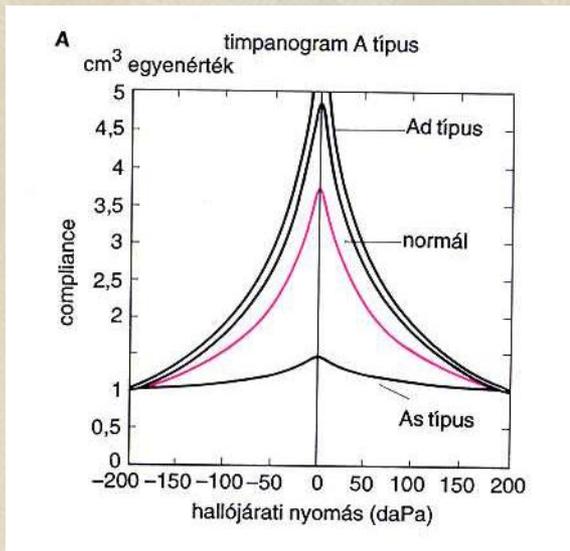
TYMPANOMETRIA



- ◆ Impedancia vizsgálaton alapszik
- ◆ A középfül feladata a két közeg (levegő-víz) akusztikus impedanciájának illesztése
- ◆ Mérés elve: teszthangból mennyit nyel el, illetve mennyit ver vissza a rendszer
- ◆ Tympanométerek a compliance-t mérik – az elnyelt E a rendszer C-től függ
- ◆ Szonda–teszthang, mikrofon – visszavert E-t méri, nyomást lehet változtatni
- +200 dekaPa és -400 dekaPa között compliance (cm^3) változást méri
- ◆ A compliance - legmagasabb (akkor legjobb a hangvezető képesség), amikor a dobhártya két oldalán a légnyomás egyenlő (tympanogram csúcsa)
- ◆ Tympanogramok típusai beosztása: „A”, „B”, „C”
- ◆ Fülkürt funkció vizsgálata: zárt/nyitott dobhártya esetén
- ◆ Stapedius reflex kiváltásakor - változik a rendszer impedanciája → mérhető

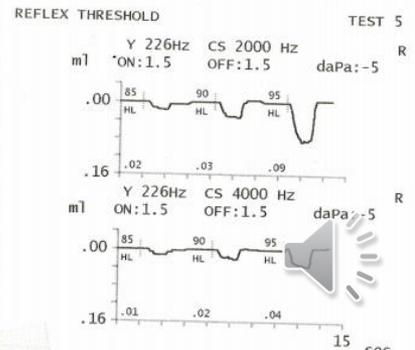
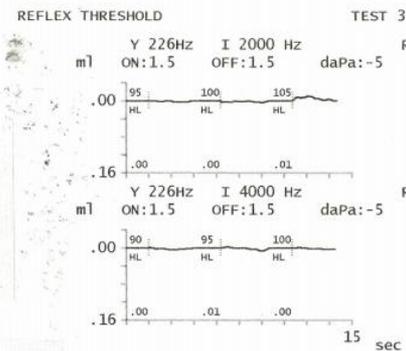
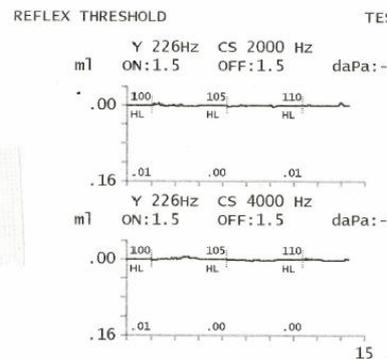
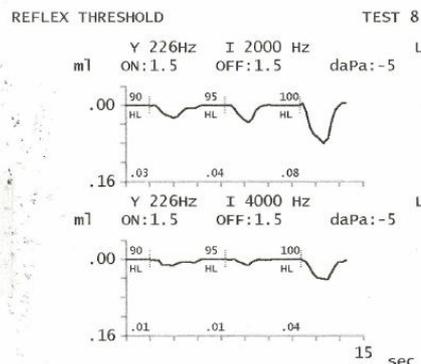
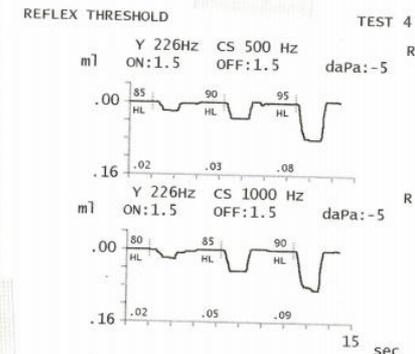
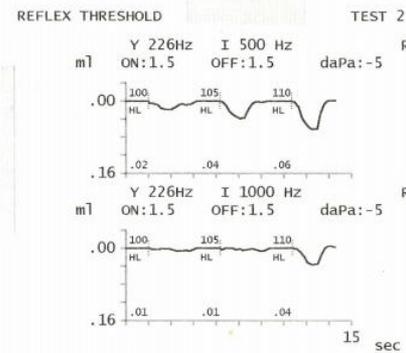
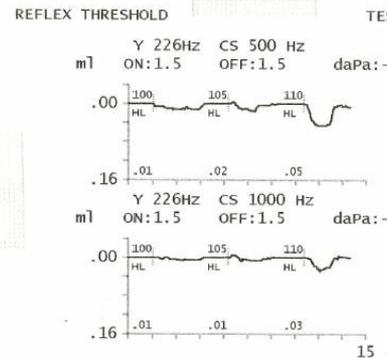
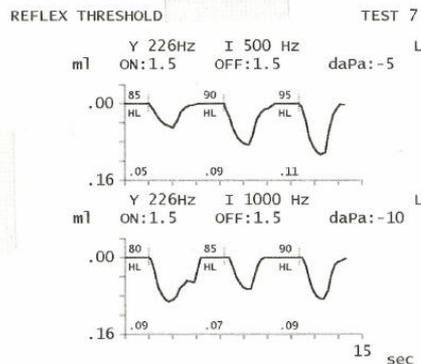
TYMPANOMETRIA

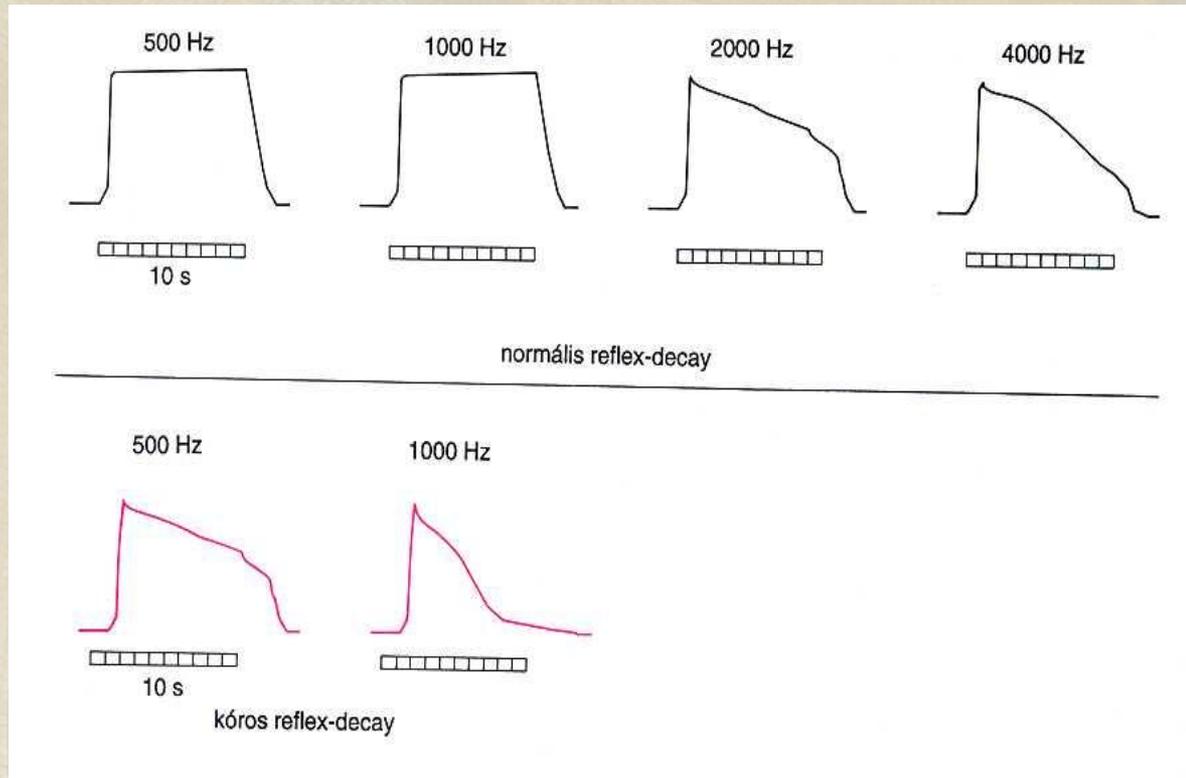
Fülkürtfunkció



Stapedius-reflex

- Erős hangra mko m. stapedius összehúzódik – ovális ablakba feszíti a stapest – acustico-faciális reflexív - 10 ms - megváltozik a rendszer impedanciája – mérhető: n. faciális funkció, hallócsontláncolat mobilitása, objektív hallásküszöb
- Középvonali agytörzsi laesio esetén kontralateralisan nem váltható ki!





Reflex fáradás: retrocochlearis laesio – mélyebb frekvenciákon mérendő!

OTOAKUSZTIKUS EMISSZIÓ (OAE)

Spontán emisszió (SOAE) – külső szőrsejtek aktív működése – kis intenzitású hangjelenség – retrográd mérhető ép hallócsont láncolat és dobhártya esetén

Kiváltott emissziók (EOAE):

-Tranziens kiváltott OAE (TOAE)

újszülöttkori hallásszűrés, klinikai hallásvizsgálat

-Disztorziós kombinációs hangemisszió (DPOAE)

belsőfül kutatás, klinikai hallásvizsgálat

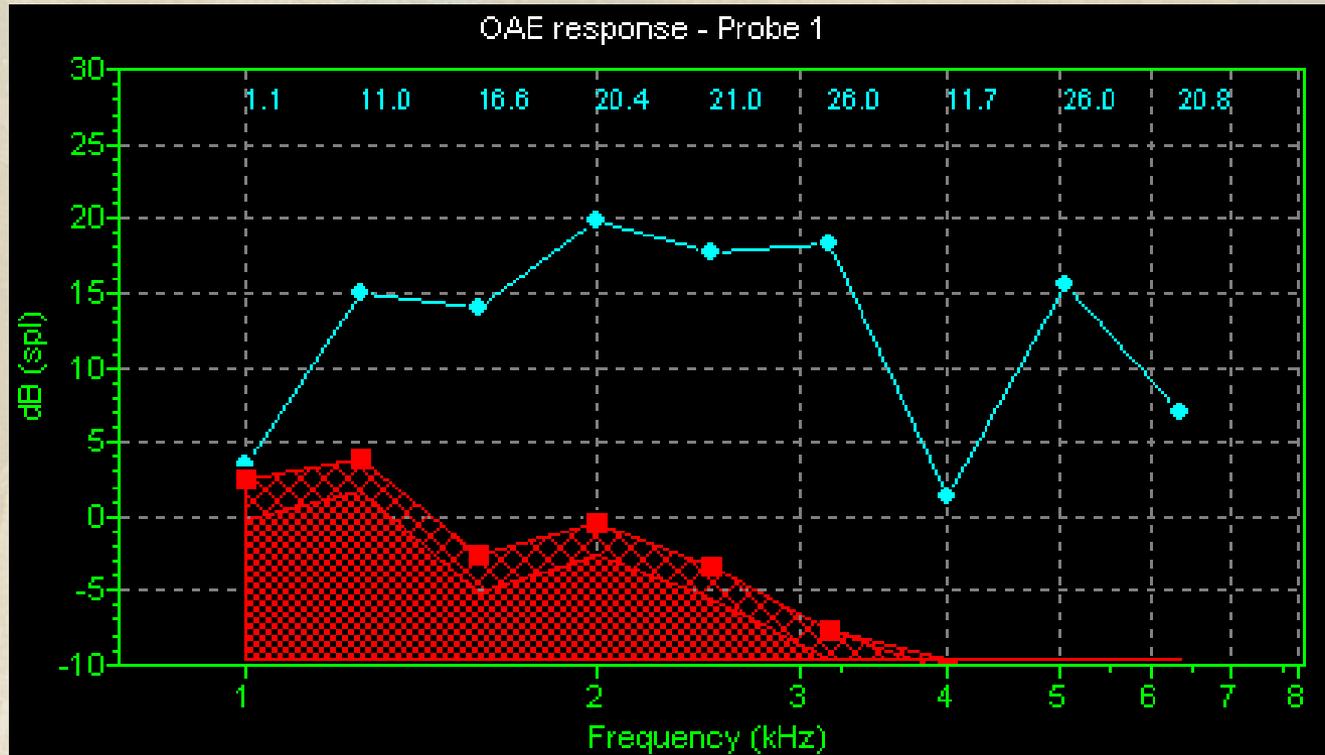


TOAE



**0.7-5kHz között regisztrálható
30-40 dB halláscsökkenés felett nem mérhető**

DPOAE



**0.5-8 kHz között regisztrálható
40 dB halláscsökkenés felett nem mérhető**

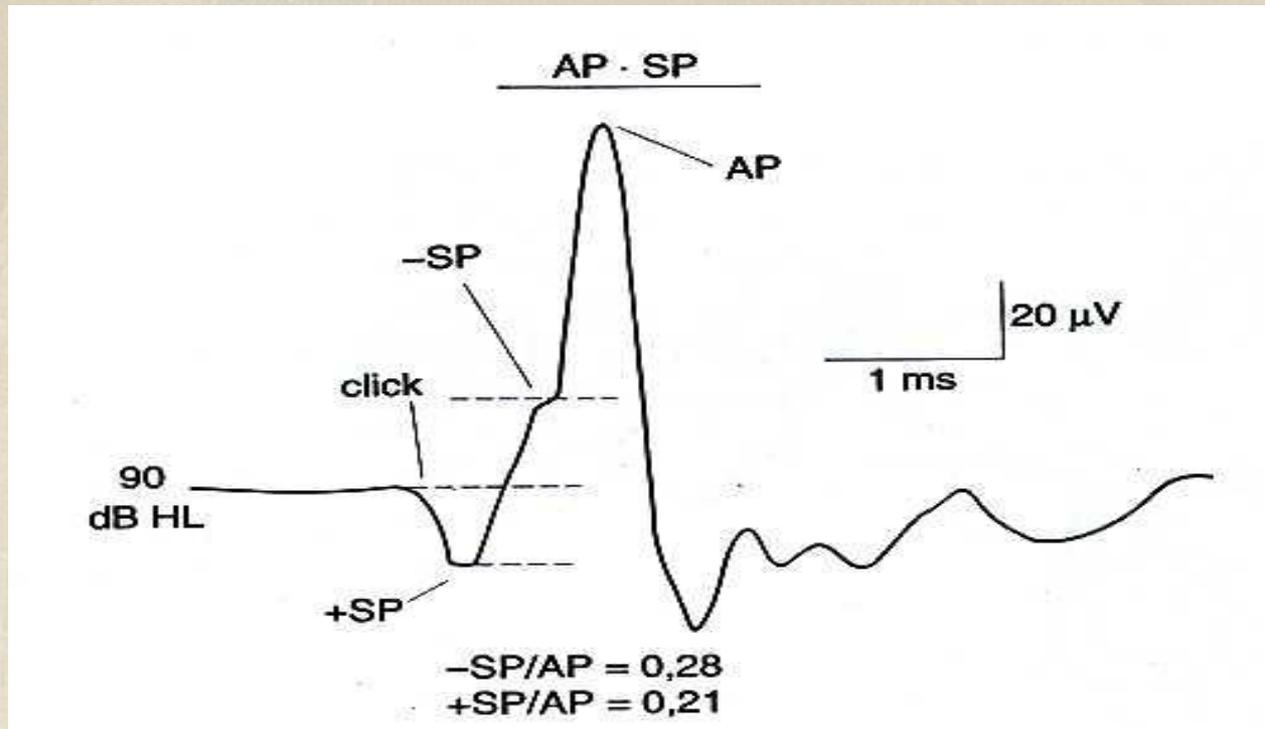
Electrocochleographia: ECoG

1. **Cochleáris mikrofon potenciál:** CM, a cochlea váltó áramú potenciálja
2. **Szummációs akciós potenciál:** SAP vagy CAP, leggyakrabban AP, a hallóideg rostjainak együttes akciós potenciálja
3. **Szummációs potenciál:** SP, a cochlea egyenáramú potenciálja

Click inger hatására a 3 komponens együtt jelenik meg, könnyen felismerhetően



Electrocochleographia: ECoG



ECoG alkalmazásai

- ◆ Hallásküszöb meghatározás
- ◆ Endolympha hydrops (Ménière betegség) objektív igazolása:
- ◆ Transtympanális elvezetésben $-SP/AP > 0.27$, $+SP/AP > 0.1$
- ◆ $SP/AP > 0.42$ extratympanális elvezetés esetén
- ◆ Retrocochlearis laesio, pl. acusticus neurinoma kimutatása:
 - megnyúlt AP latencia
 - csökkent amplitúdó, abnormális, kiszélesedett AP
 - AP hiánya, vagy csökkent amplitúdója mellett aránylag nagy amplitúdójú CM



ECoG előnyei:

**alvás/altatás nem befolyásolja
objektív hallásküszöb meghatározás
recruitment kimutatás**

Ménière - betegség objektív diagnózisát adja!

ECoG hátrányai:

**csak a cochleáról ad pontos képet
nagyfokú halláscsökkenés esetén nincs válasz**



Élettani alapok

A hallópálya idegelemeinek működését elektromos jelenségek kísérik

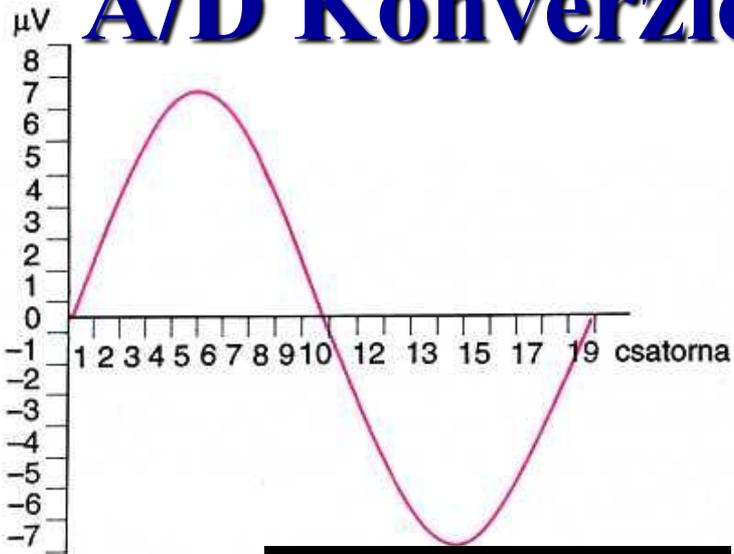
Az idegrendszer elektromosan jól vezető közeg → potenciálok messze elvezetődnek (közegvezetés)

Az elvezetett potenciálok amplitúdója jelentősen lecsökken

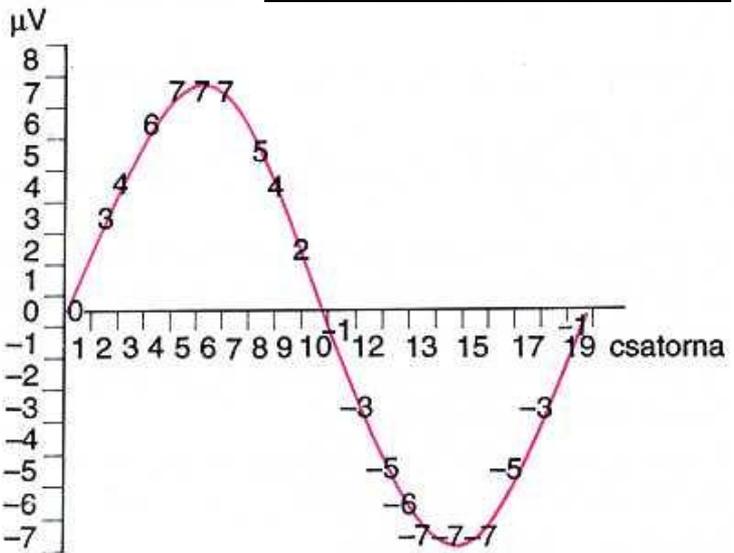
Megoldás: átlagoló technika - jel kiemelése a zajból!



A/D Konverzió



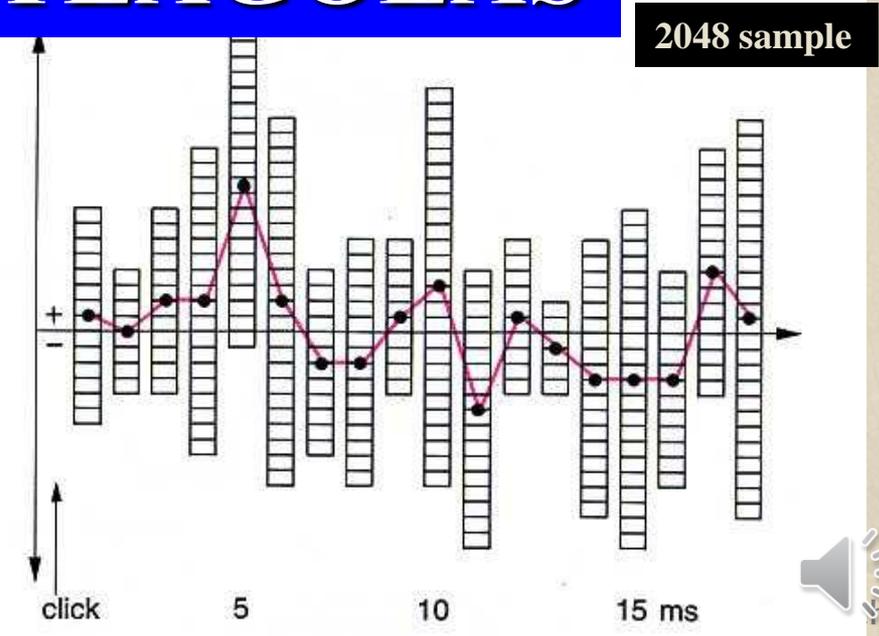
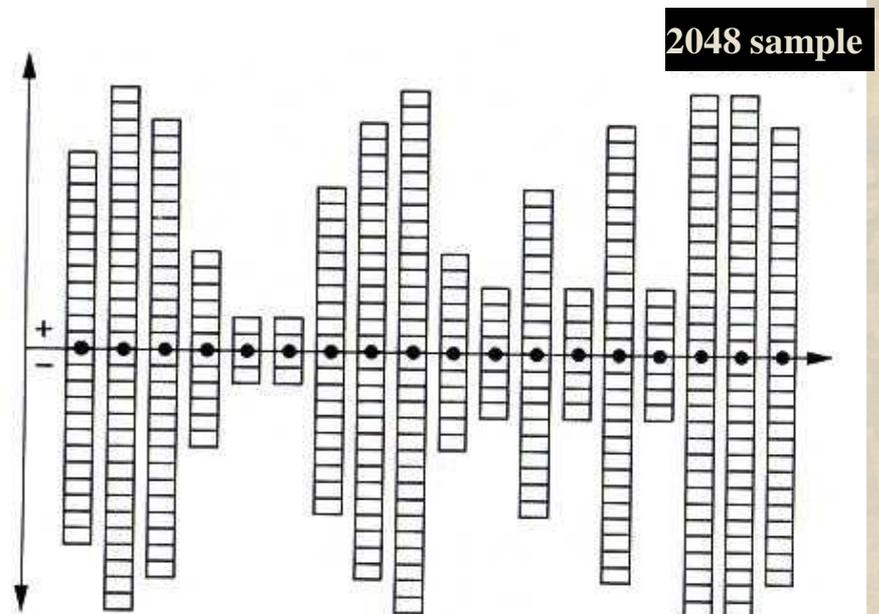
Analóg jel



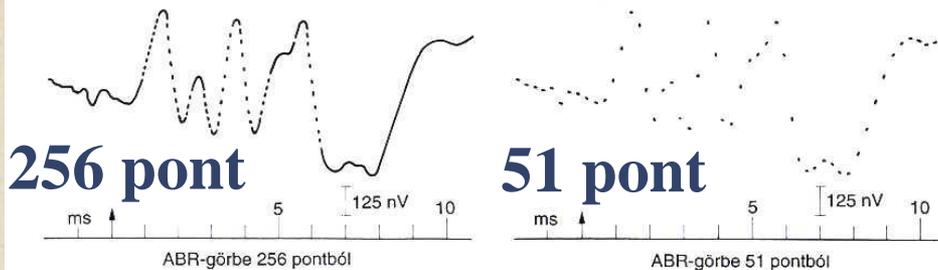
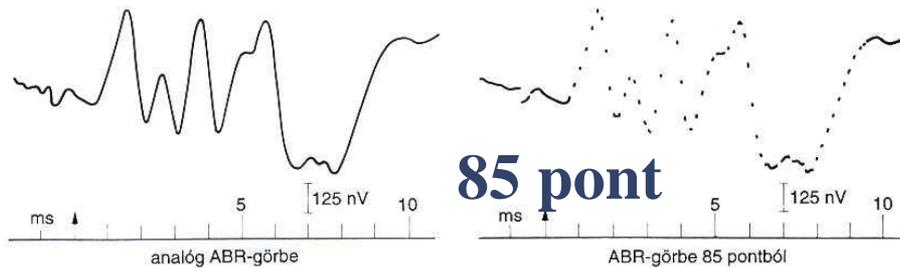
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	17	19	csatorna					
0	3	4	6	7	7	7	5	4	2	-1	-3	-5	-6	-7	-7	-7	-5	-3	-1	μV

Digitális adatok

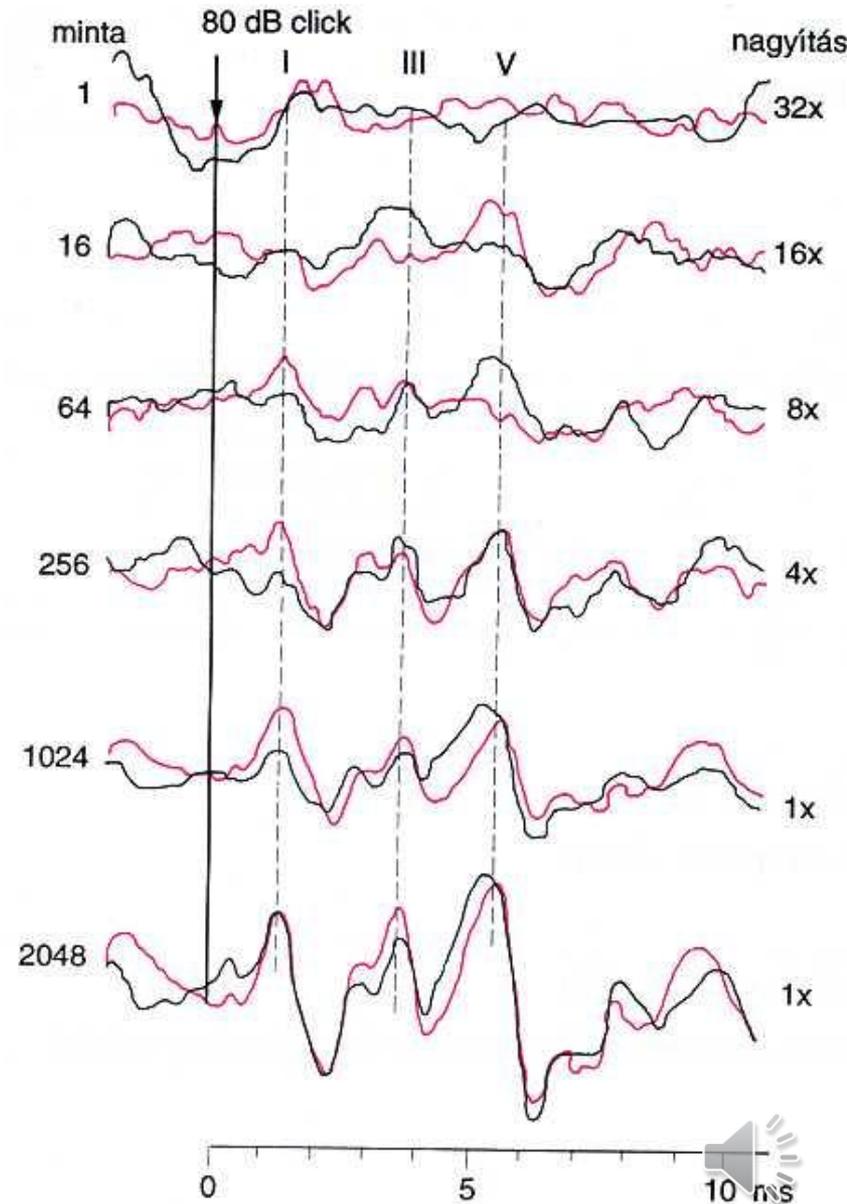
ÁTLAGOLÁS



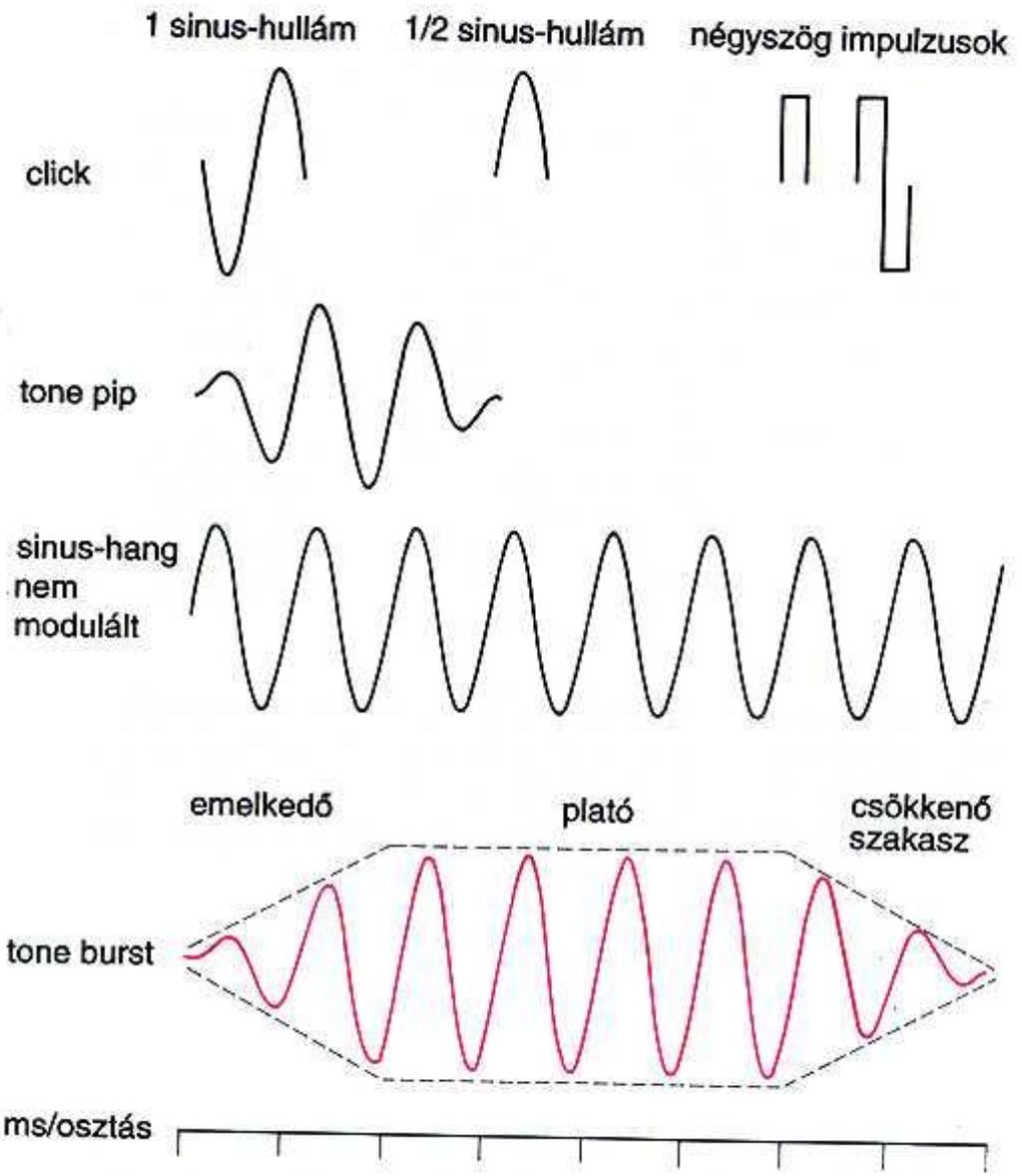
Minták száma



Mintavétel sűrűsége



Hangingerek típusai



Brainstem Evoked Response Audiometry (BERA)

1970. Jewett

Ezüst/ezüstchlorid felületi elektródák (aktív: vertex, referens: processus mastoideus, föld: ellenoldali processus mastoideus)

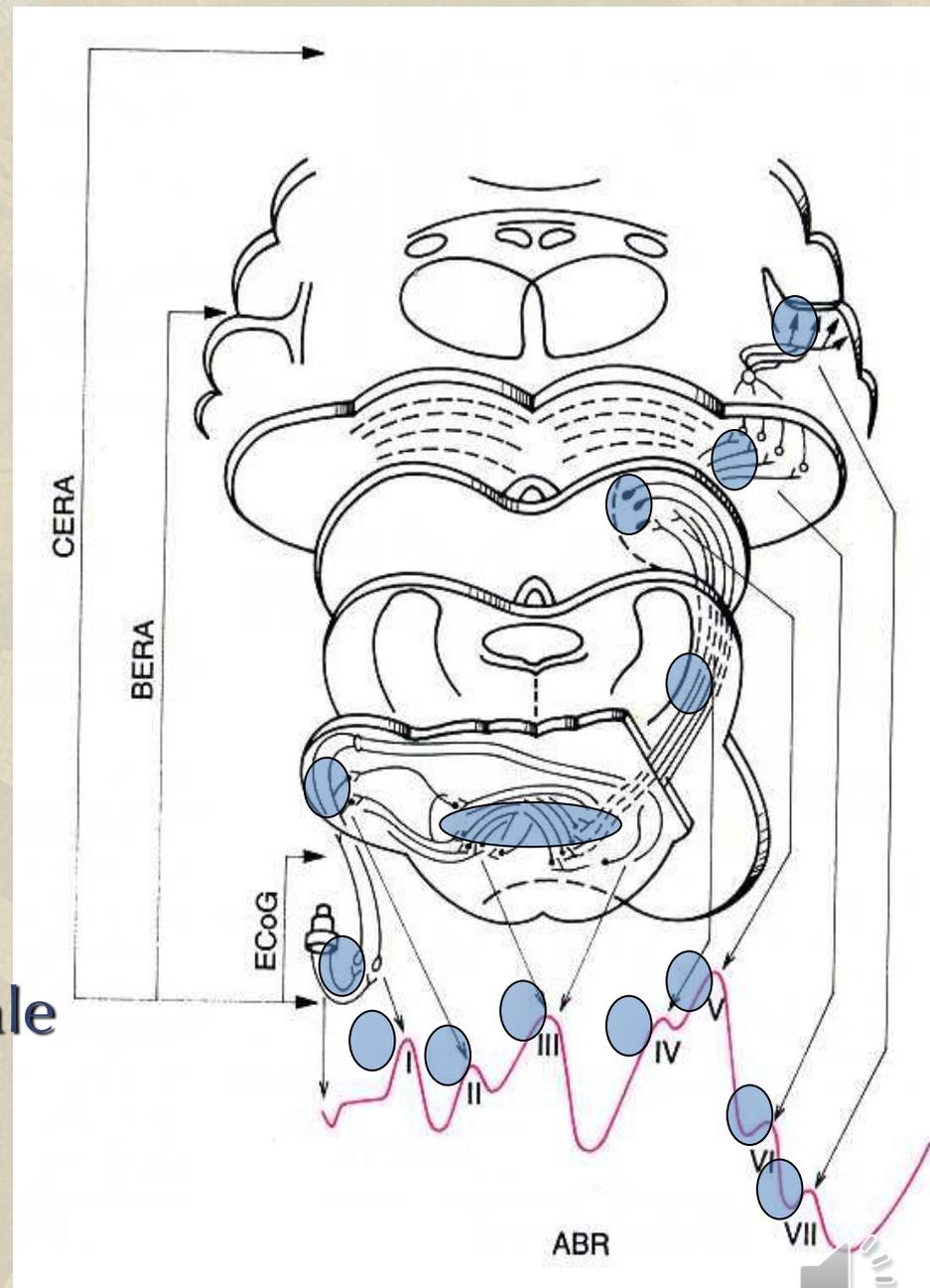
Hanginger:click (széles spektrumú, koppanó hang, nincs konkrét magassága) - 10 msec alatt 7 hullám jelenik meg
BERA=hallópálya funkcionális térképe

On válasz (ha a szinkronizáció kellő mértékű, elindul a válasz)
Legnagyobb szinkronizáció a basalis kanyarulatnál→
a válasz a 2-4 kHz tartománynak felel meg



Az egyes hullámok generátorhelyei

- I = n. cochlearis
- II = nuclei cochleares
- III = oliva superior
- IV = lemniscus lateralis
- V = colliculus inferior
- VI = corpus geniculatum mediale
- VII = radiatio thalamocorticalis



BERA előnyei:

Pontos képet ad a perifériáról

Altatás nem rontja/javítja

Recruitment kimutatás

Agytörzsi topodiagnosztika

Retrocochlearis laesio kimutatása

Precíz objektív hallásküszöb (2-4kHz)

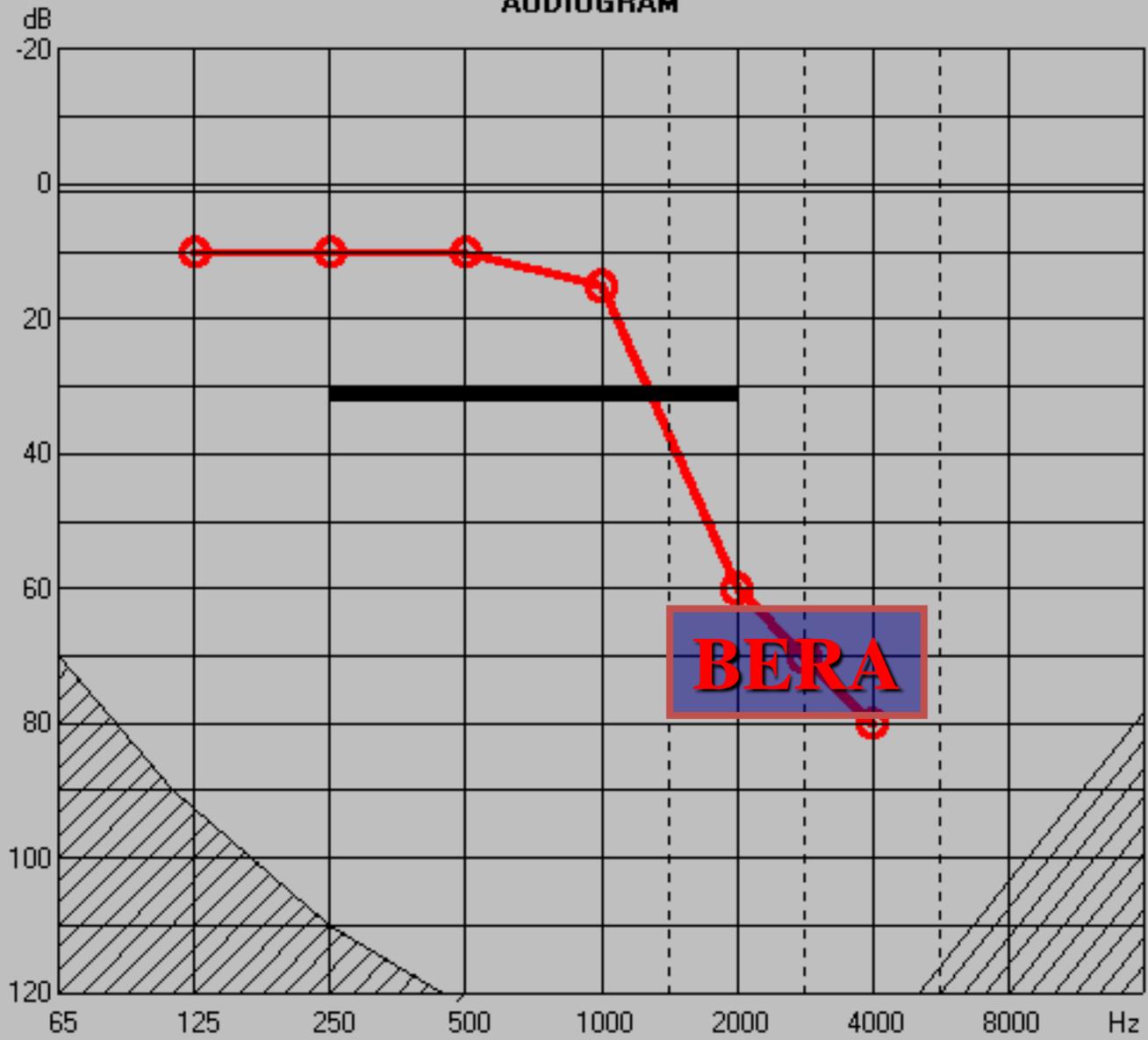
BERA hátrányai:

Csak az agytörzsig ad pontos képet

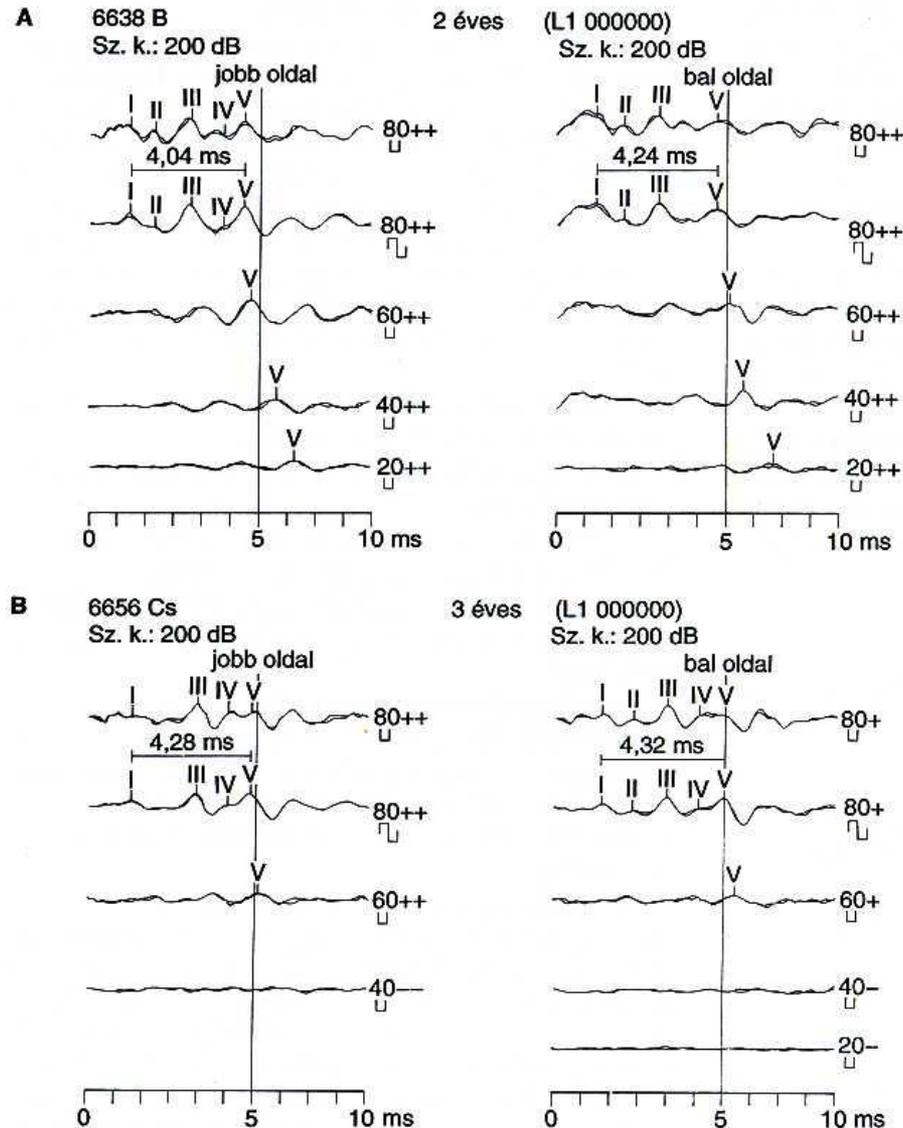
Nem frekvencia specifikus (click inger)



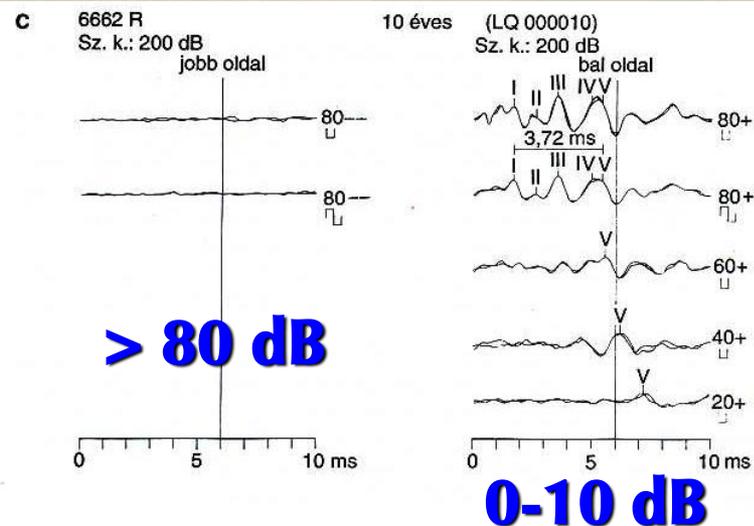
AUDIOGRAM



Szimmetrikus hallás



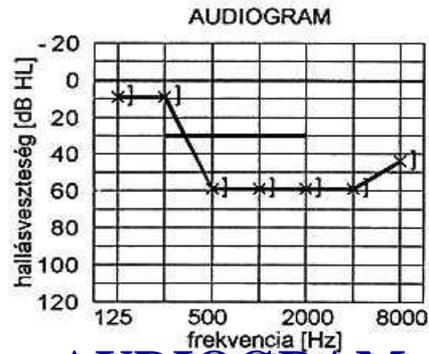
Aszimmetrikus hallás



Szimmetrikus halláscsökkenés

Hirtelen halláscsökkenés

Kezelés
előtt

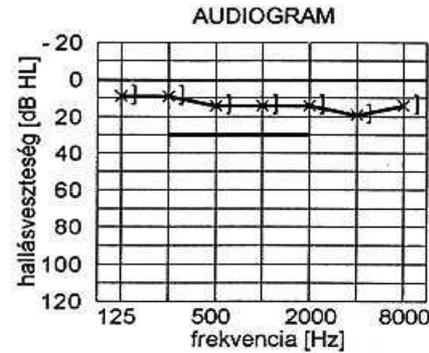
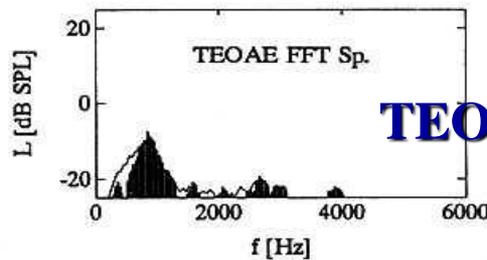
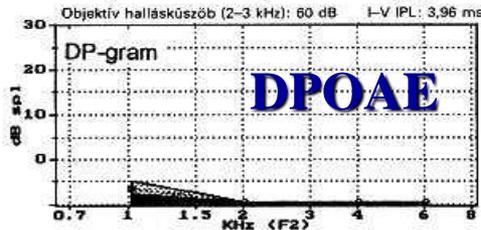
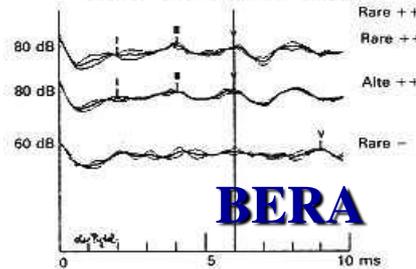


AUDIOGRAM

NIH File-nyitási...

BERA - görbék

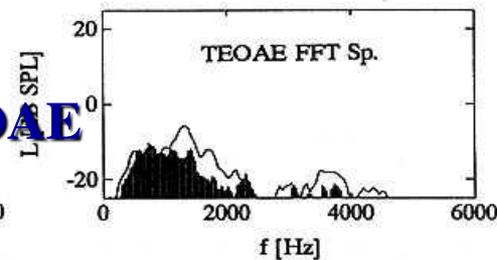
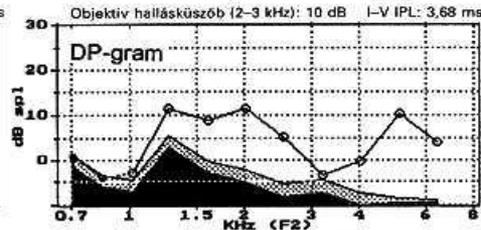
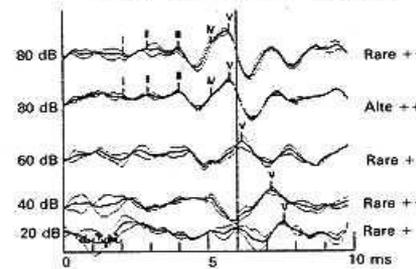
59 éves, B.o.: No.: 7610 28.11.1995.



NIH File-nyitási...

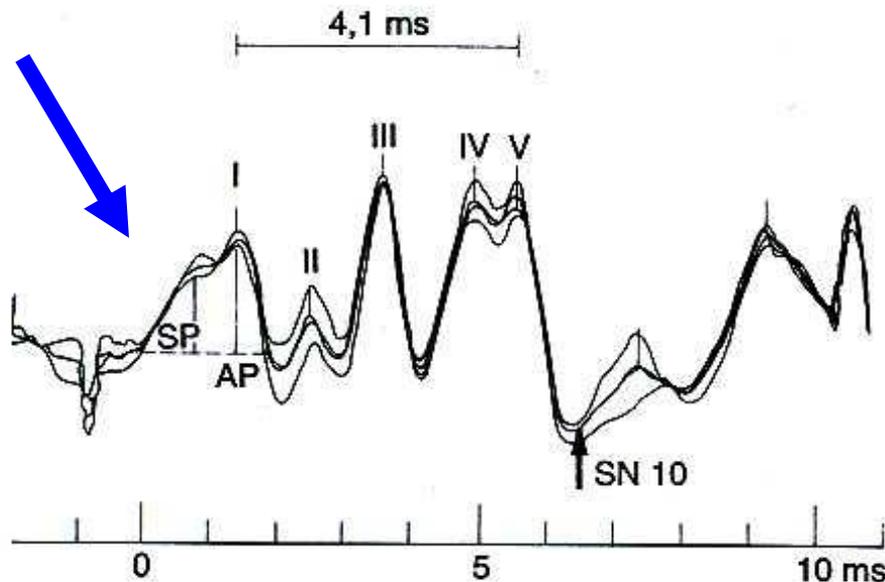
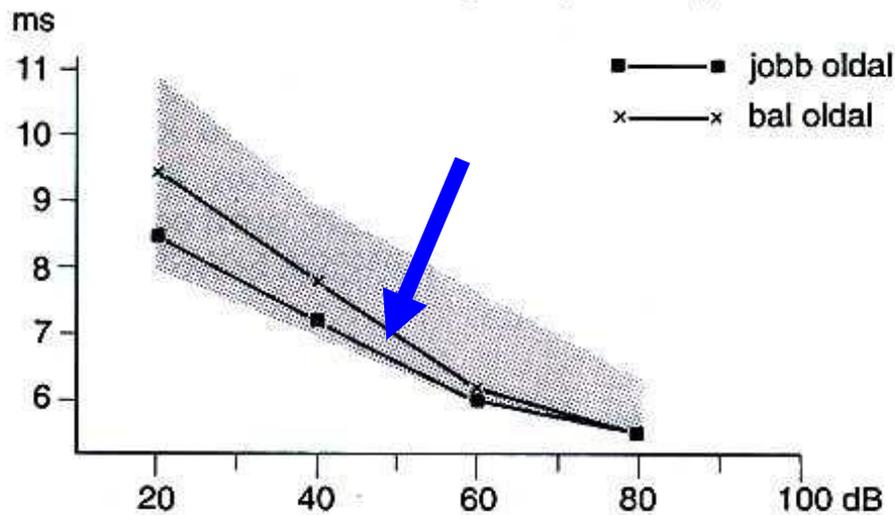
BERA - görbék

59 éves, B.o.: No.: 7860 14.03.1996.



Kezelés
után

intenzitás–latencia görbe (V-hullám)

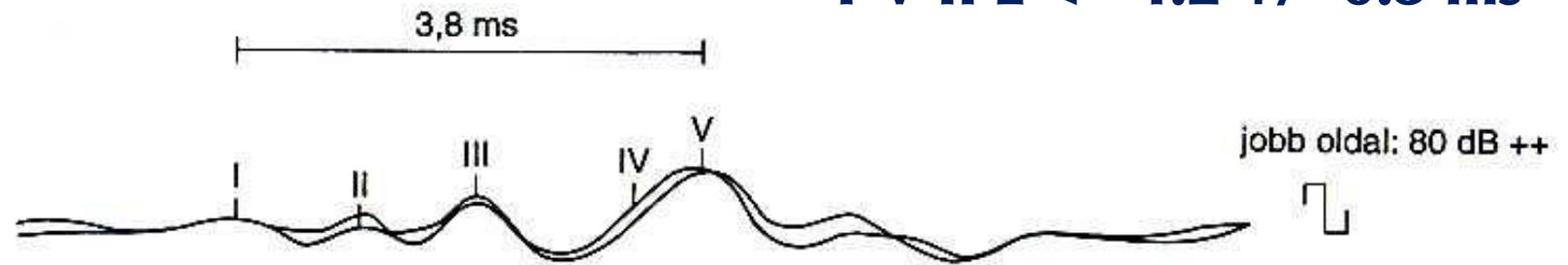


Recruitment kimutatás:

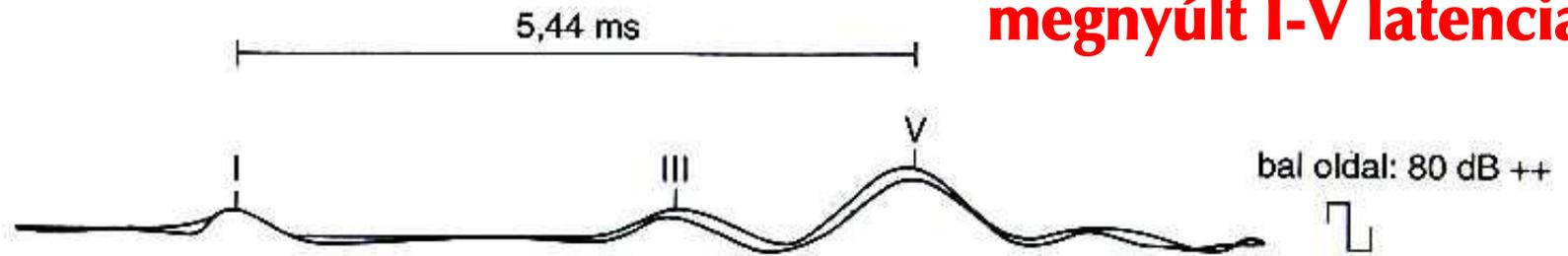
- ◆ Hallásküszöb közelében relatív magas amplitúdójú válasz
- ◆ Normális átlaghoz képest rövidebb latencia idők
- ◆ Az intenzitás-latencia görbe meredekebb lefutású, mint a normális átlag

4321. HJ 67 éves

I-V IPL $\leq 4.2 \pm 0.3$ ms

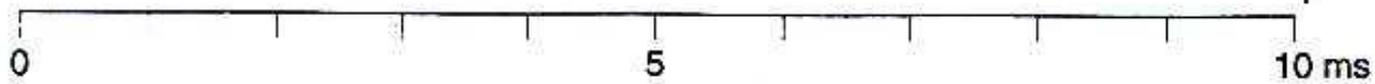


megnyúlt I-V latencia



1795,0 nV

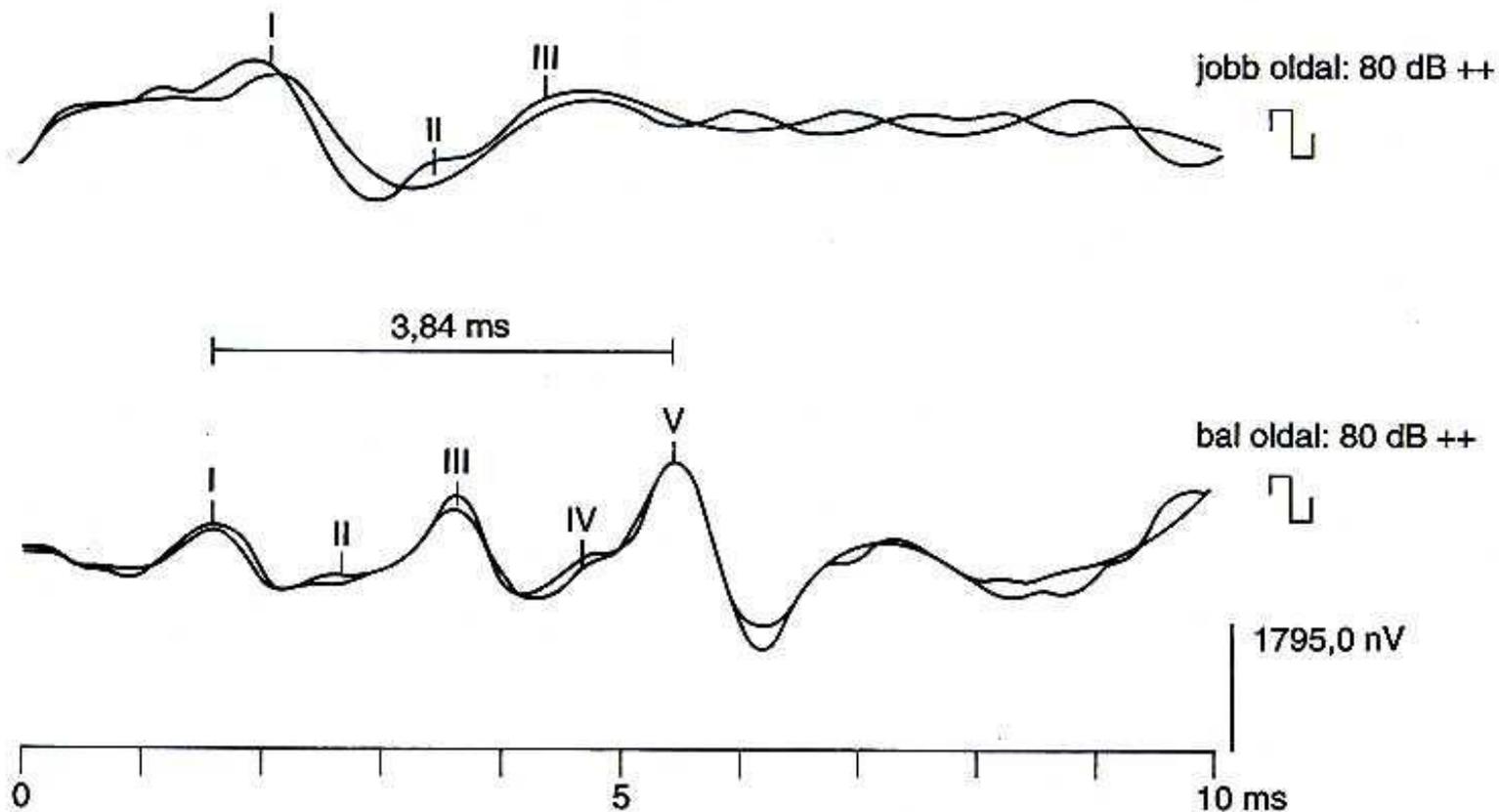
I-V IPL > 4.64 ms = RL



Retrocochleáris lézió

7059. SP 17 éves

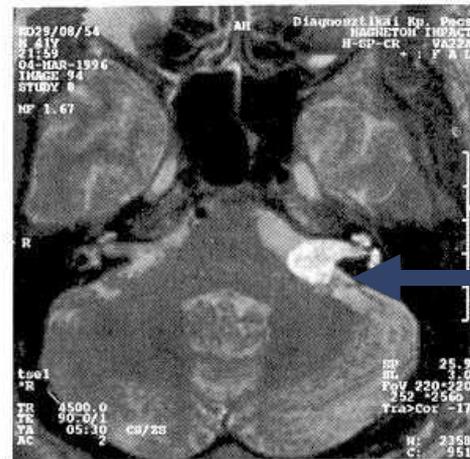
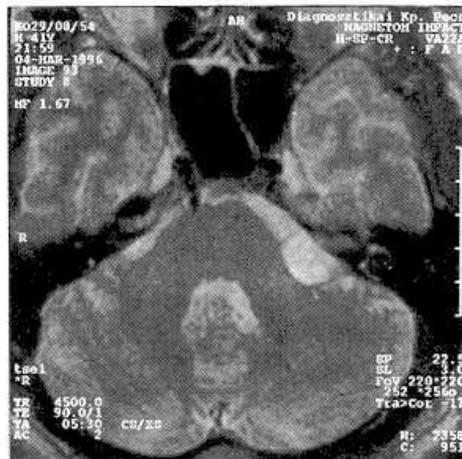
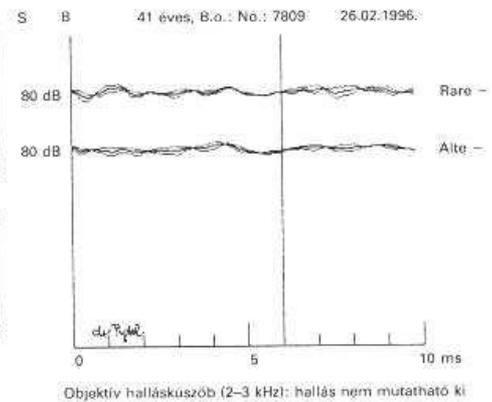
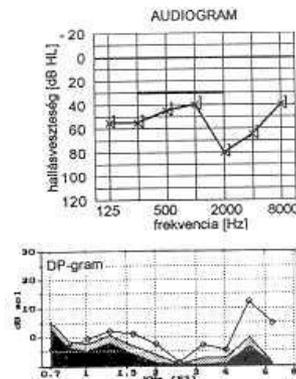
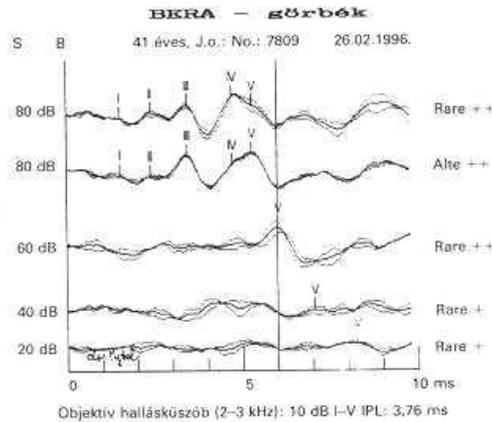
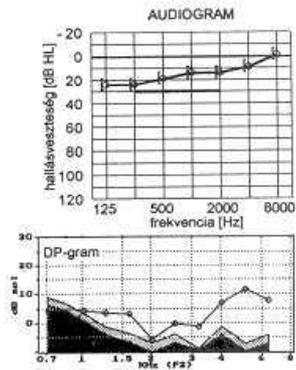
Az egyes hullámok hiányoznak



Retrocochleáris lézió

Retrocochlearis laesio

PDFE fájtsorozatok listája



OAE + BERA

TUMOR

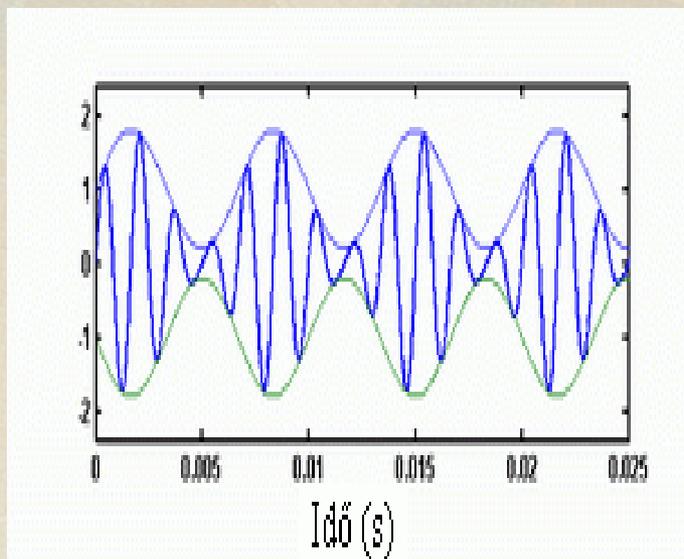


Auditoros steady state response: ASSR

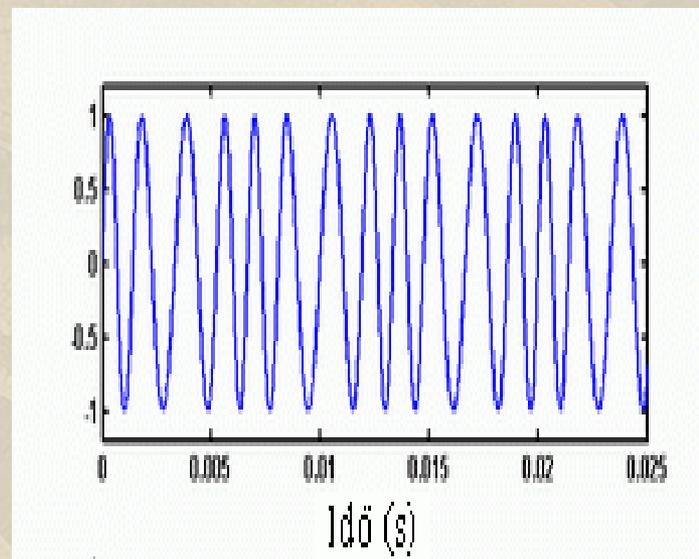
- ◆ Auditoros agytörzsi potenciálok mérésének frekvencia-specifikus formája
- ◆ Modulált tisztahang inger (amplitúdó, frekvencia)
- ◆ Folyamatosan regisztrálható válasz
- ◆ Átlagolás és frekvenciaanalízis segítségével különíthető el
- ◆ A moduláció válaszban való kimutathatósága képezi az ASSR technika alapját



Modulációs technika



Amplitúdó moduláció



Frekvencia moduláció

◆ ASSR előnyei:

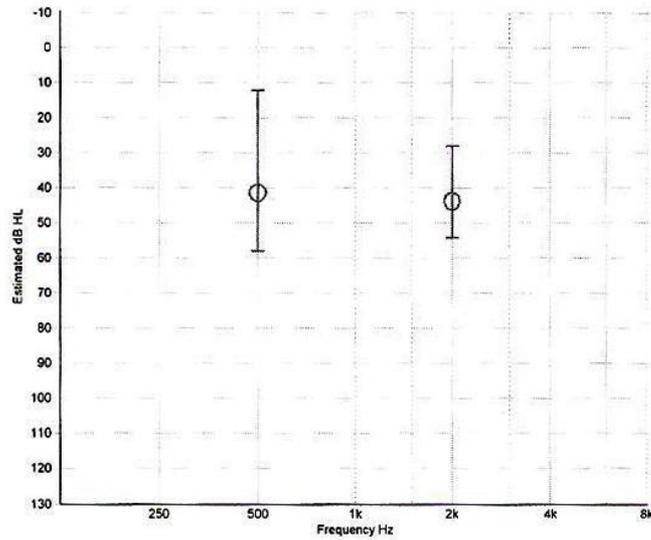
- ◆ frekvencia specifikus objektív audiogram
- ◆ pontos küszöb-becslés a közepes-, nagy-, illetve súlyos fokú halláscsökkenések esetén
- ◆ reziduális hallástartományról is információt ad

◆ ASSR hátránya:

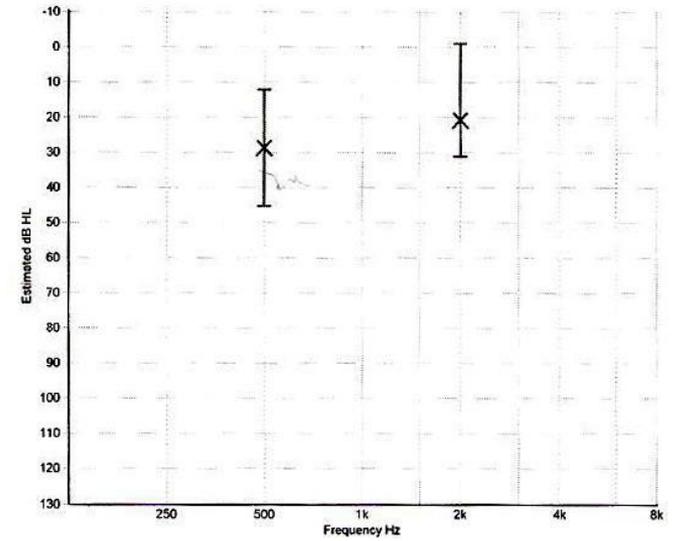
- ◆ kis fokú halláscsökkenést nem lehet pontosan meghatározni - kis intenzitásokon nem tud érvényesülni a moduláció



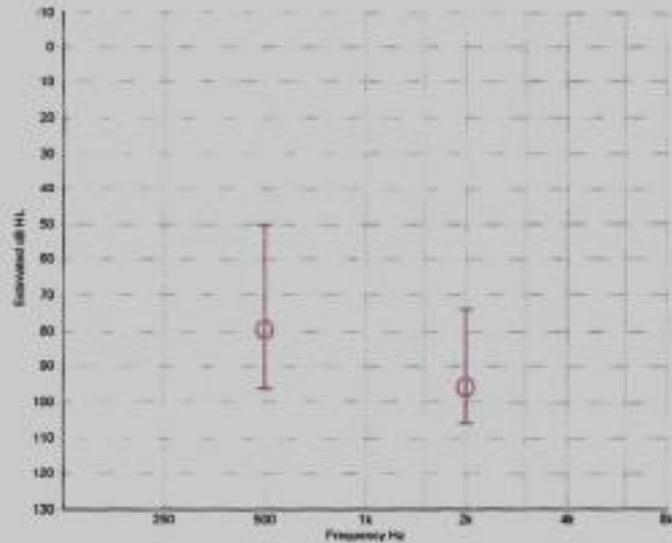
Estimated Audiogram - Right Ear



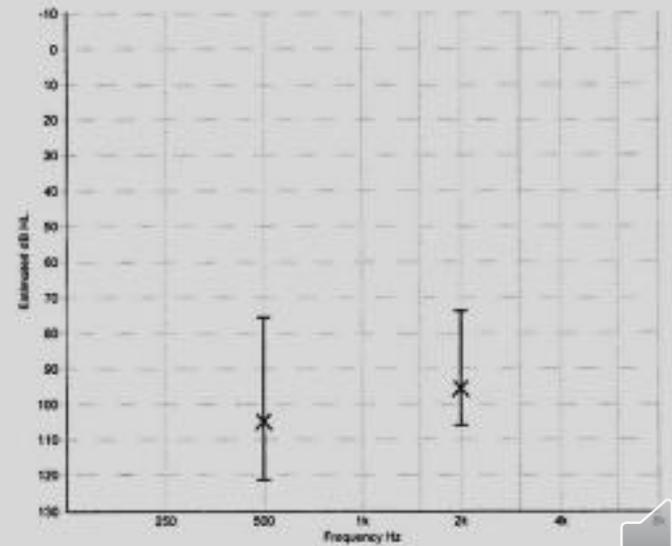
Estimated Audiogram - Left Ear



Estimated Audiogram - Right Ear

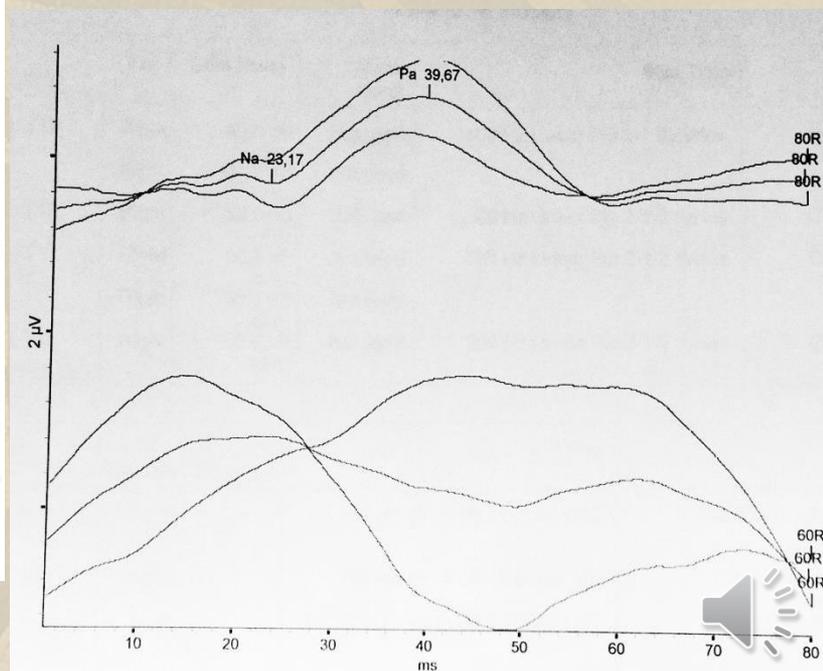
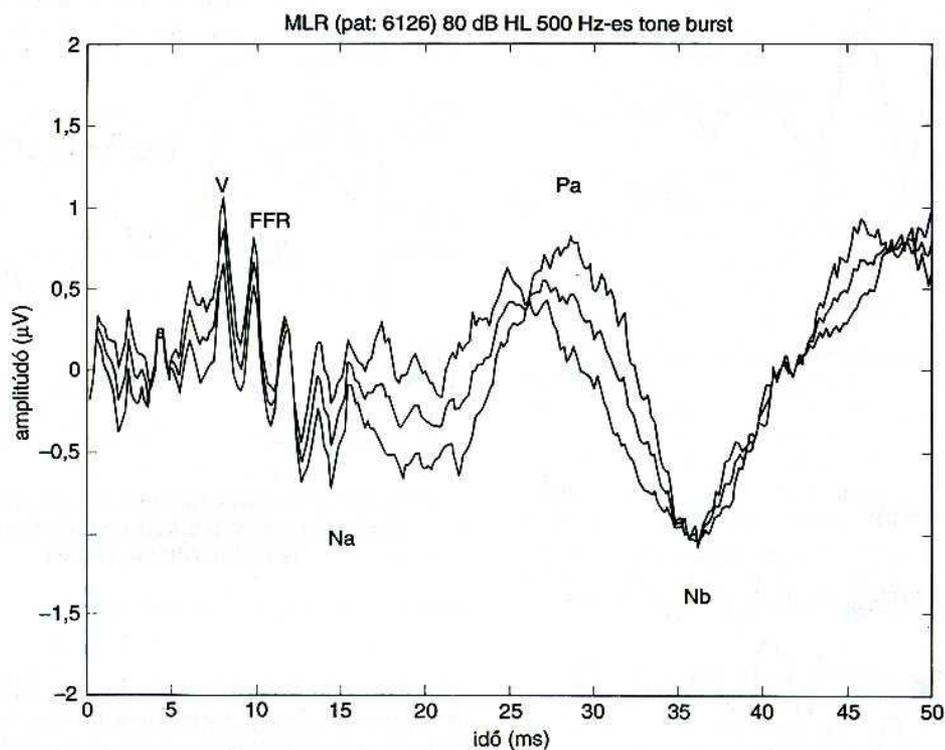


Estimated Audiogram - Left Ear



Kérgi kiváltott válaszok I.

- ◆ Korai kérgi kiváltott potenciálok (MLR):
- ◆ 10-50 msec-os tartományba eső akusztikus potenciálok
- ◆ Különböző frekvenciákon is értékelhető válaszok (tone burst)



Tone burst I MLR 500 Hz-es tone burst küszöb: 40-50 dB

J.o.:

80 dB

60 dB

40 dB

897.5 nV

0 25 50 ms

J.o.:

B.o.:

BERA-küszöb > 80 dB

0 5 10 ms

0 5 10ms

MLR-küszöb-50 dB
Middle Latency Response

**BERA-80 dB-nél nincs
válasz**

MLR előnyei:

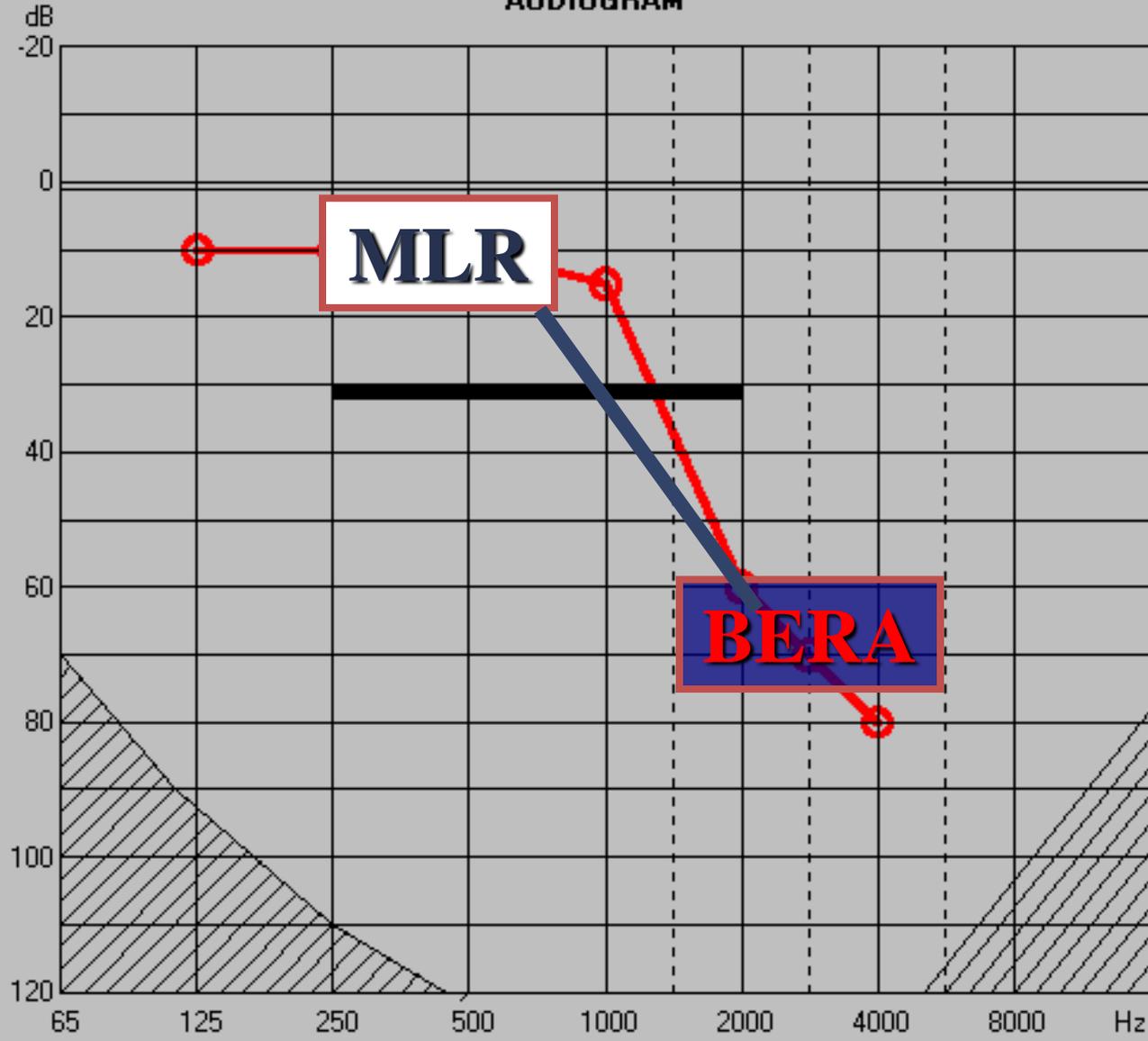
nem invazív
frekvencia specifikus hallásküszöb
(500 Hz, tone burst)

MLR hátrányai:

altatás már kissé befolyásolja
nem olyan pontos a küszöb (10-20-30 dB)
időigényes



AUDIOGRAM



Információtartalom -> HJK, CI

	Pro	Kontra
BERA (2-3kHz)	Információ a hallópályáról (latencia idő, hullámalak): <ul style="list-style-type: none">- Agytörzsi laesio kimutatása- Laesio helyének becslése	Nincs frekvencia szelekció
ASSR (500 Hz, 2000 Hz)	Frekvencia szelekció <ul style="list-style-type: none">- Objektív audiogram becslés	Nincs latencia információ, kis fokú halláscsökkenés esetén nagyobb a szórása
MLR (500 Hz)	Korai kérgi válasz <ul style="list-style-type: none">- Agytörzsi laesio kimutatása	Nagyobb a mérés pontatlansága (20-30dB pontossággal határozható meg az objektív hallásküszöb)

A leletek alapján eldönthető, hogy milyen hallás rehabilitációra van szükség (hallókészülék, csontvezetéses, vagy cochleáris implantátum)

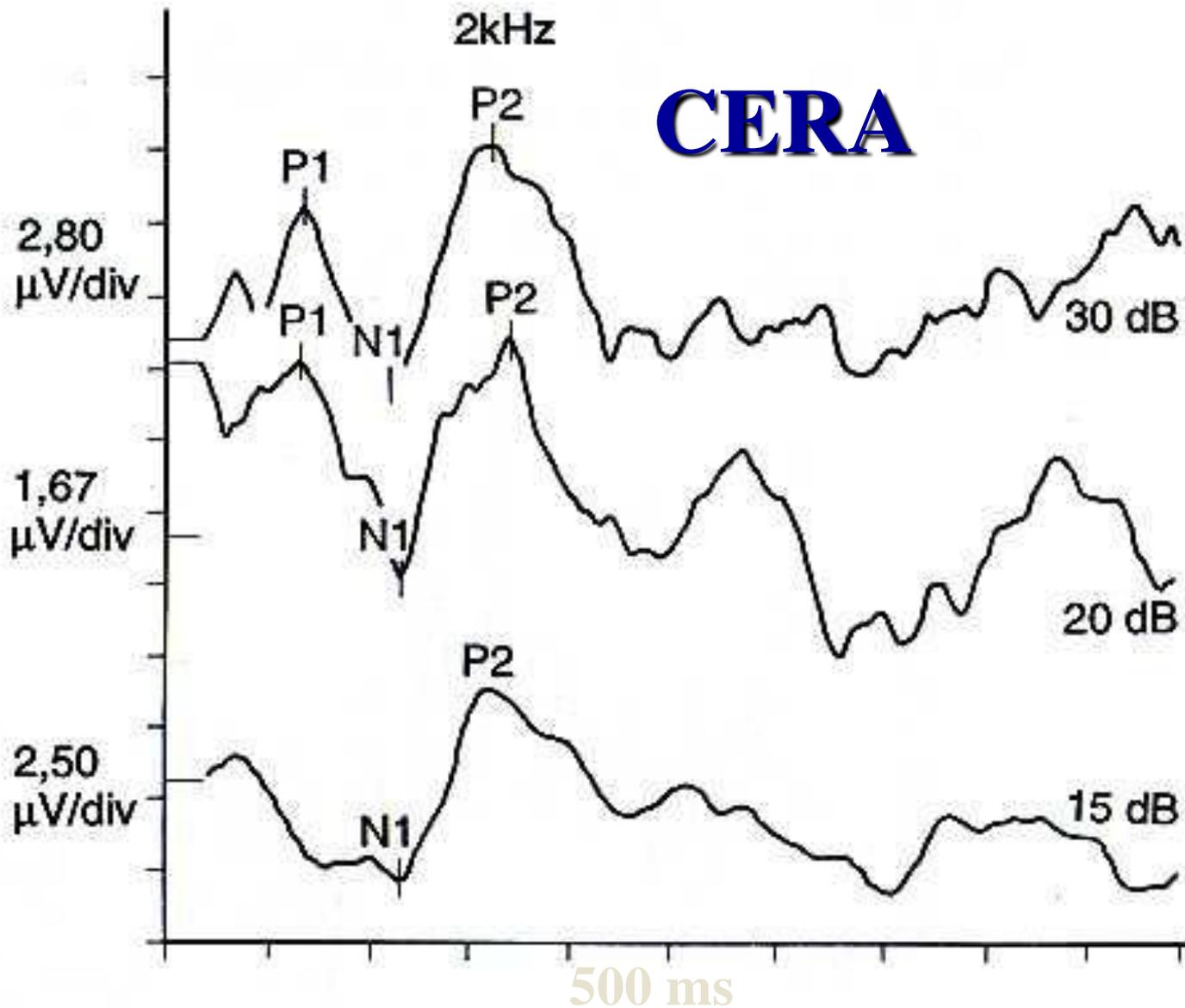


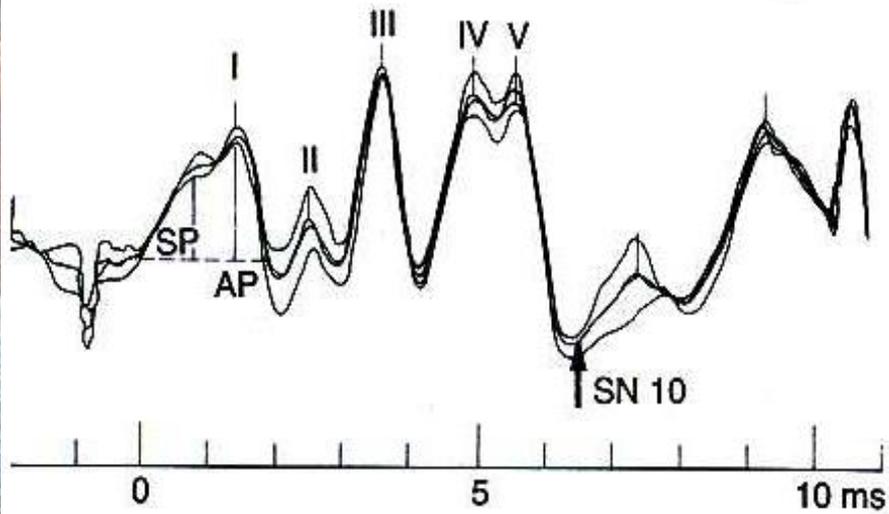
Kérgi kiváltott válaszok II.

- ◆ Késői (lassú) kiváltott kérgi potenciálok (CERA):
- ◆ 50 – 500 ms-os tartományban egy pozitív majd egy negatív hullám (P1 és N1), majd ismét egy pozitív illetve negatív hullám (P2 és N2) jelentkezik akusztikus ingerre
- ◆ a primer hallókéreg, a temporális asszociációs cortex és a frontális asszociációs areák szimultán működésének eredménye – az egész hallórendszert mint egységes egészet, frekvencia specifikusan vizsgálja
- ◆ relatíve nagy amplitúdójú válaszok – könnyebb regisztrálni – kevesebb mintavétel elegendő
- ◆ a hullámok nagyságát és alakját a figyelem erősen befolyásolja

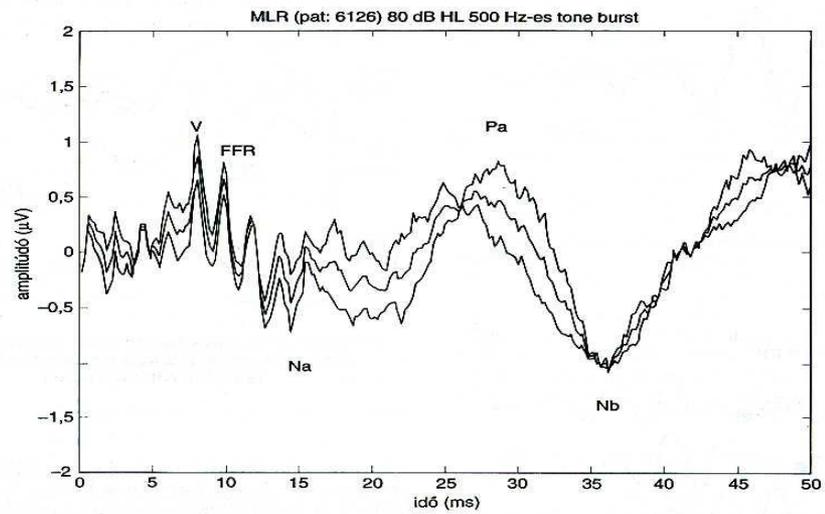


CERA

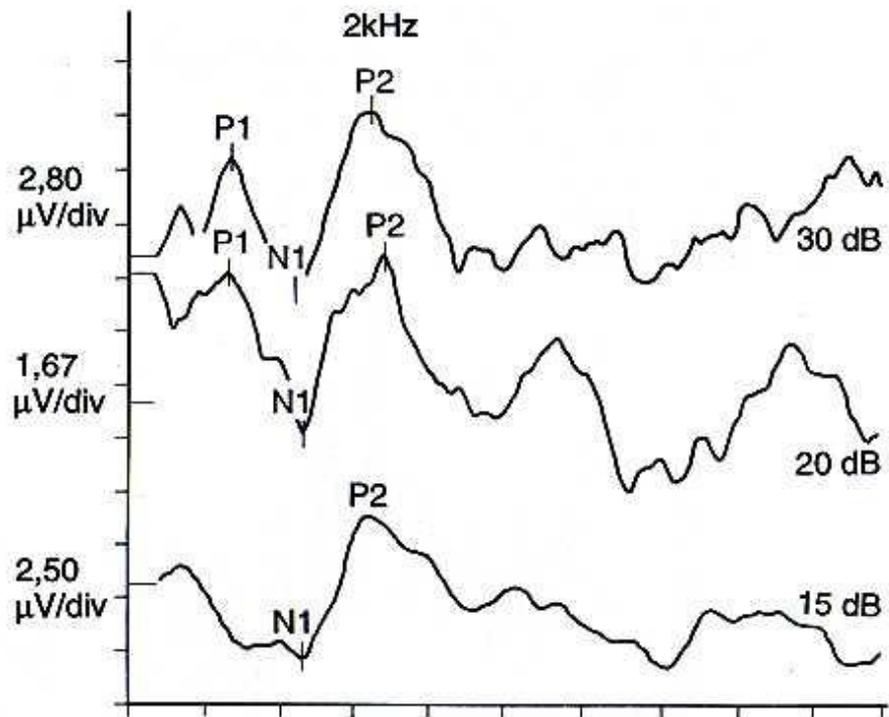




BERA: 10 ms



MLR: 10-50 ms



CERA: 500 ms

