

Číslo výzvy:	02_16_015
Název projektu:	Zvýšení kvality vzdělávání na UK a jeho relevance pro potřeby trhu práce
Číslo projektu:	CZ.02.2.69/0.0/0.0/16_015/0002362
Příjemce:	Univerzita Karlova
Řídící orgán:	Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy



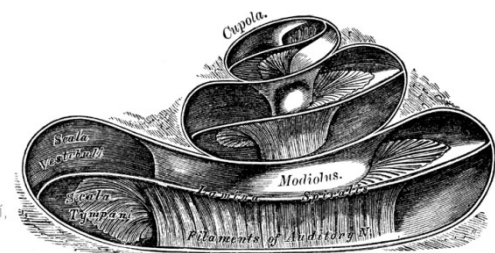
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Audiometry



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Major Divisions of the Ear

Peripheral Mechanism

Central Mechanism

**Outer
Ear**

**Middl
e Ear**

**Inner
Ear**

**VIII
Crania
I
Nerve**

Brain

Middle Ear

Tympanic Cavity
Tympanic Membrane
Ossicles
Middle Ear Muscles
Eustachian Tube
Mastoid

[Virtual Tour of the Ear](#)

[Middle Ear Cavity](#)

[Ossicles](#)

[Middle Ear Muscles](#)

[Mastoid](#)

[Eustachian Tube](#)

[Function Amplifier](#)

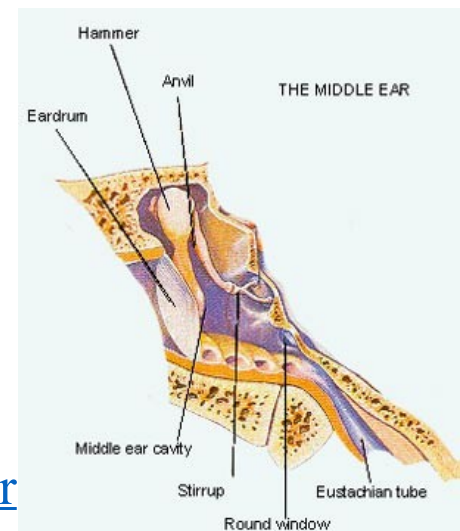
[Cholesteatoma](#)

[Temporal bone fractures](#)

[Otitis Media](#)

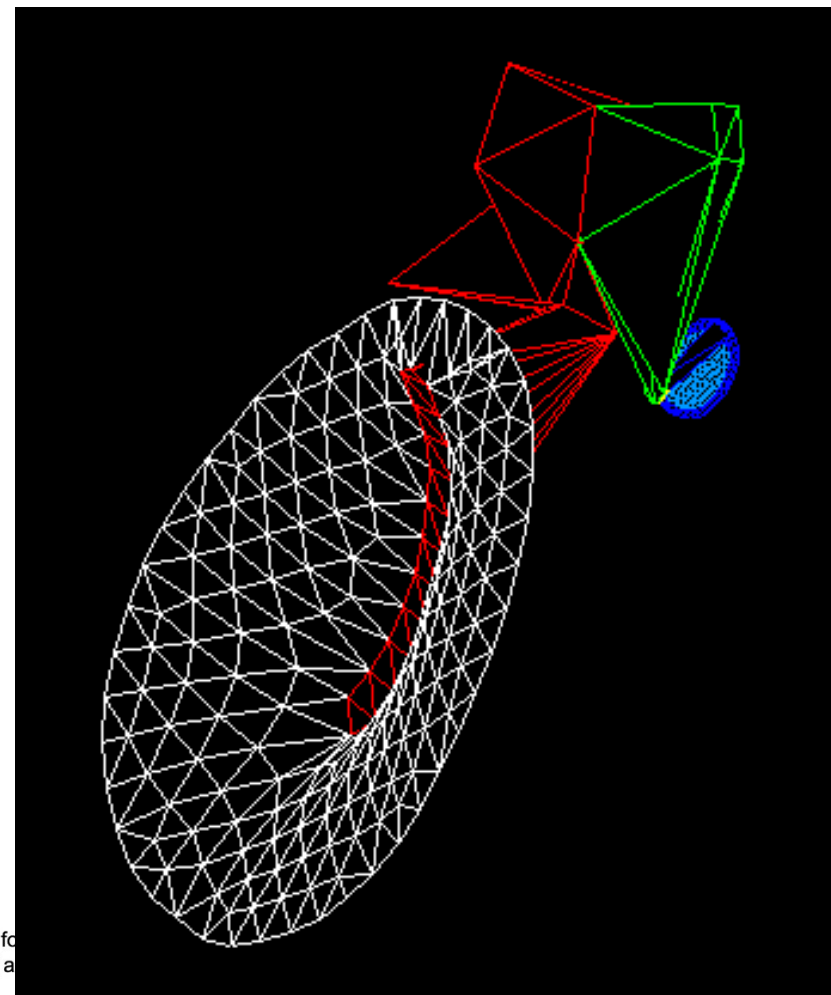
[PE tubes](#)

[Otosclerosis](#)

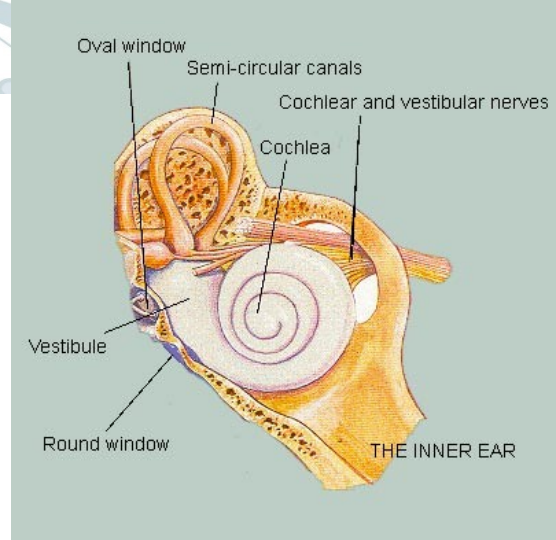


Transformer/Amplifier

- Area ratio
 - Thumbtack
- Lever
 - crowbar



Inner Ear



Virtual Tour of the Ear

Vestibular

semicircular canals

utricle and saccule

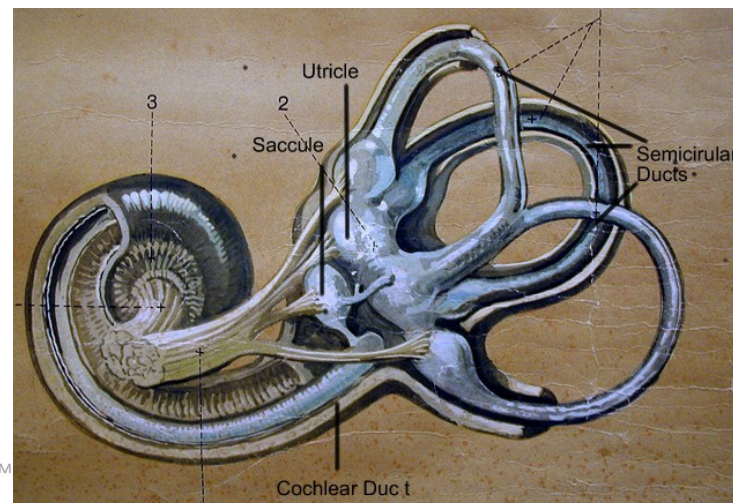
Cochlear

traveling wave

traveling wave

traveling wave

pathologies

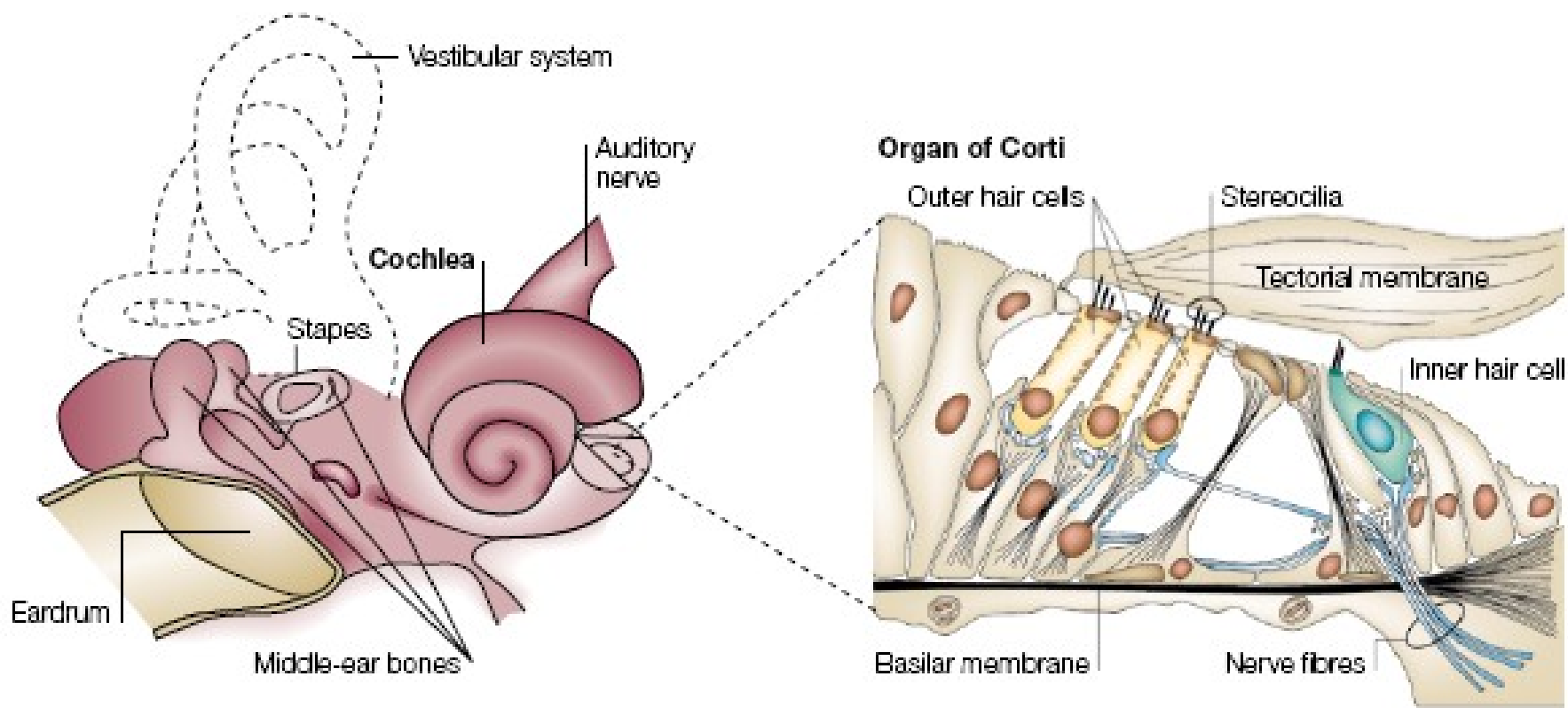


Auditory

Vestibular



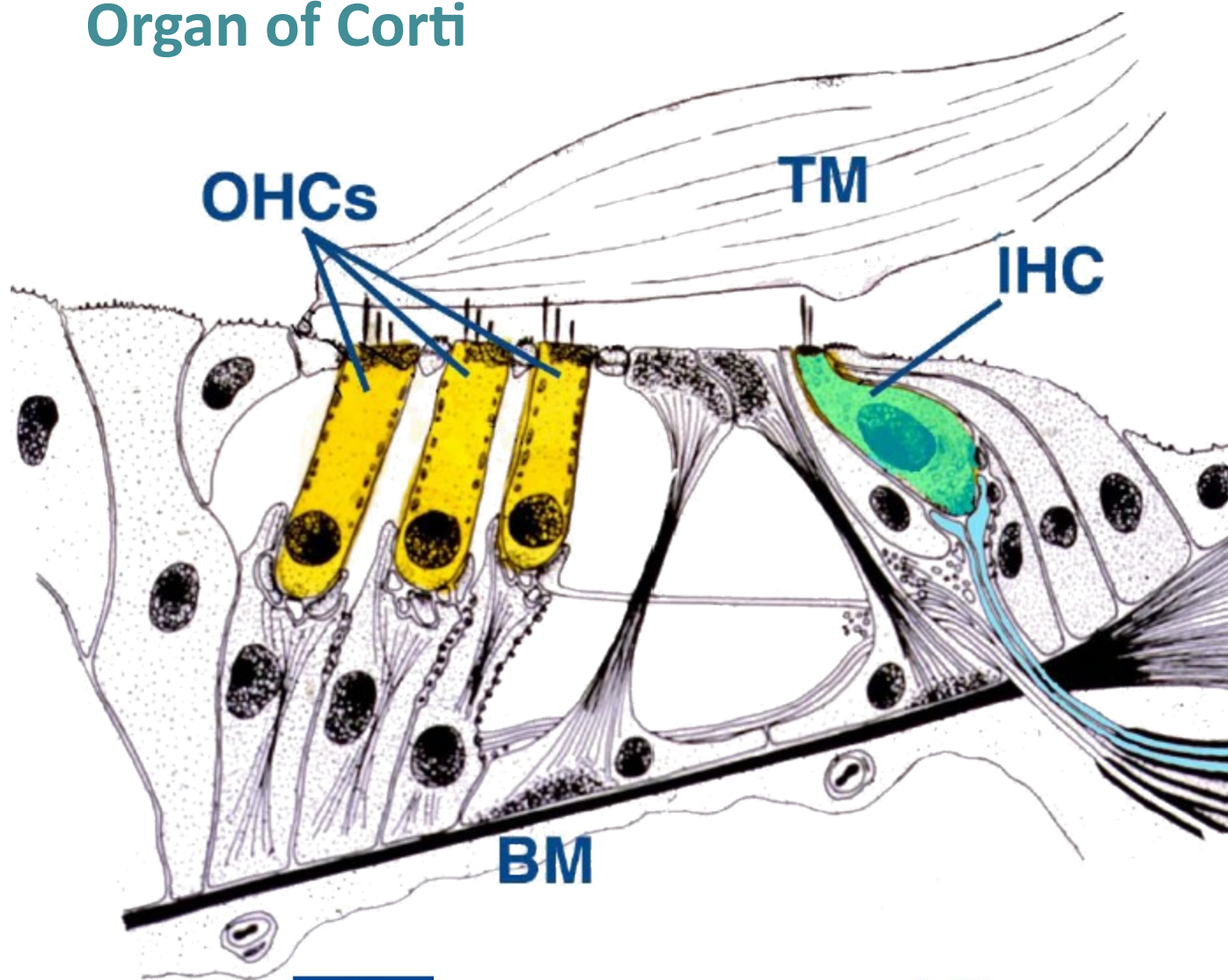
Organ of Corti



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

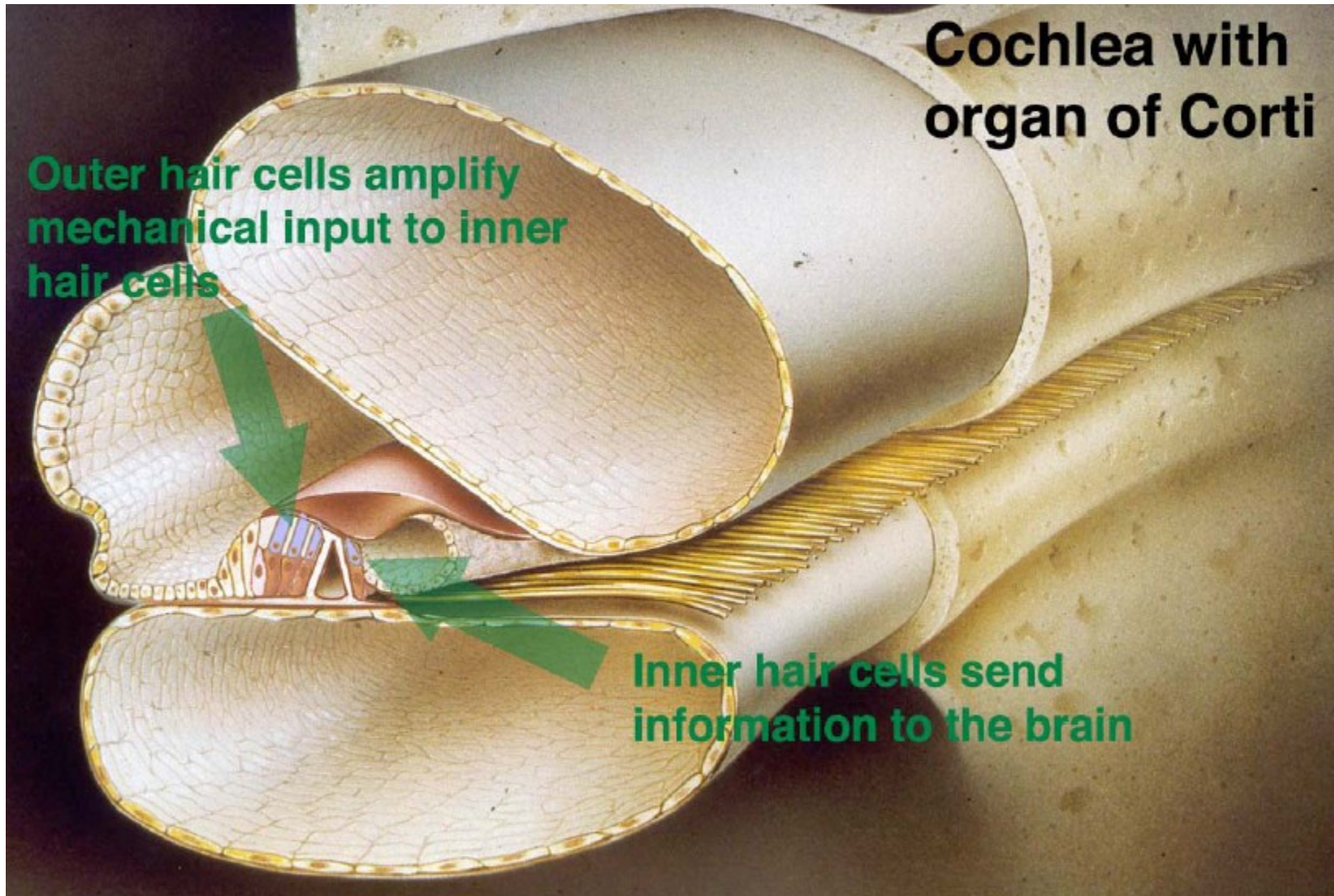
Organ of Corti



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

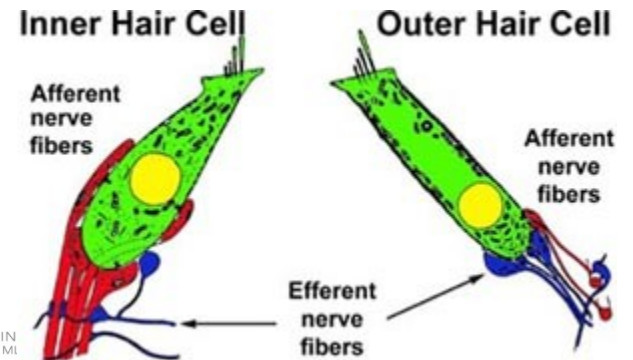
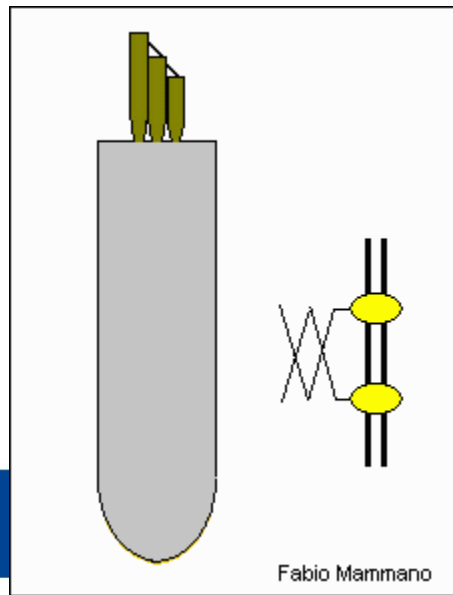
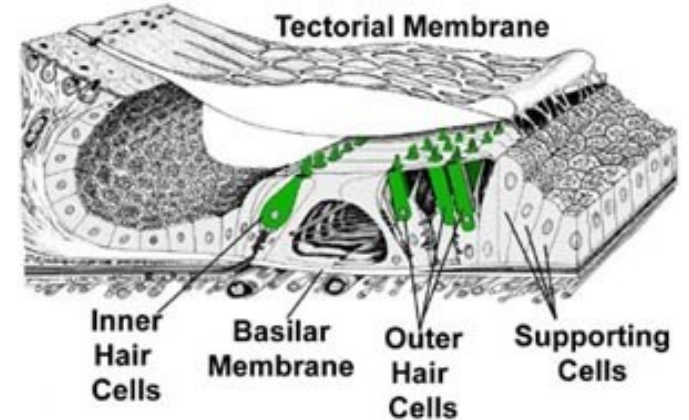
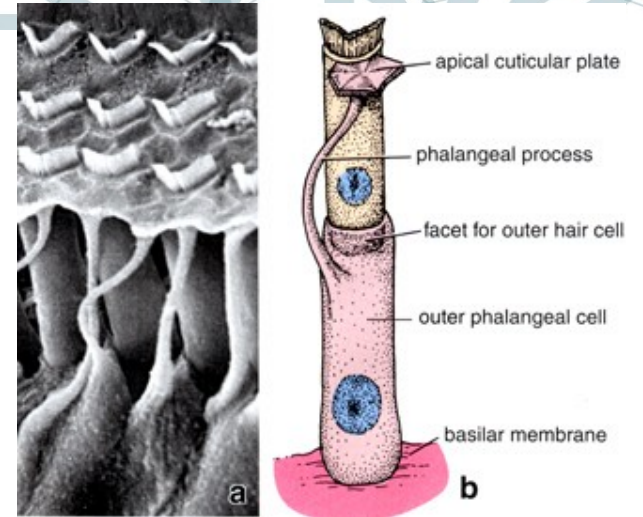
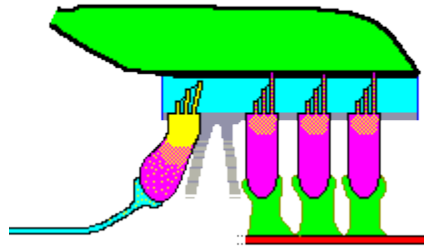
MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

OHC vs. IHC Function



Hair Cells

- Outer Hair Cells
- Inner Hair Cells
- [OHC movie](#)



Fabio Mammano

MIN ML

Subjective audiometry

- Tuning fork tests
- Pure tone audiometry
- Speech/sentence/ audiometry



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Pure Tone Audiometry

Setup/physics

The Decibel

Sound intensity SPL measured in decibels

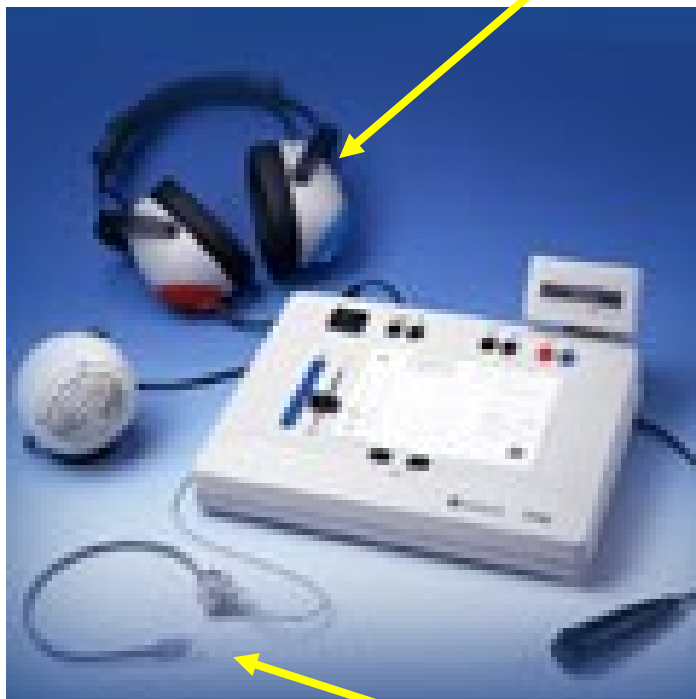
- log of intensity of sound
- NB.. A logarithmic scale



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Air conduction



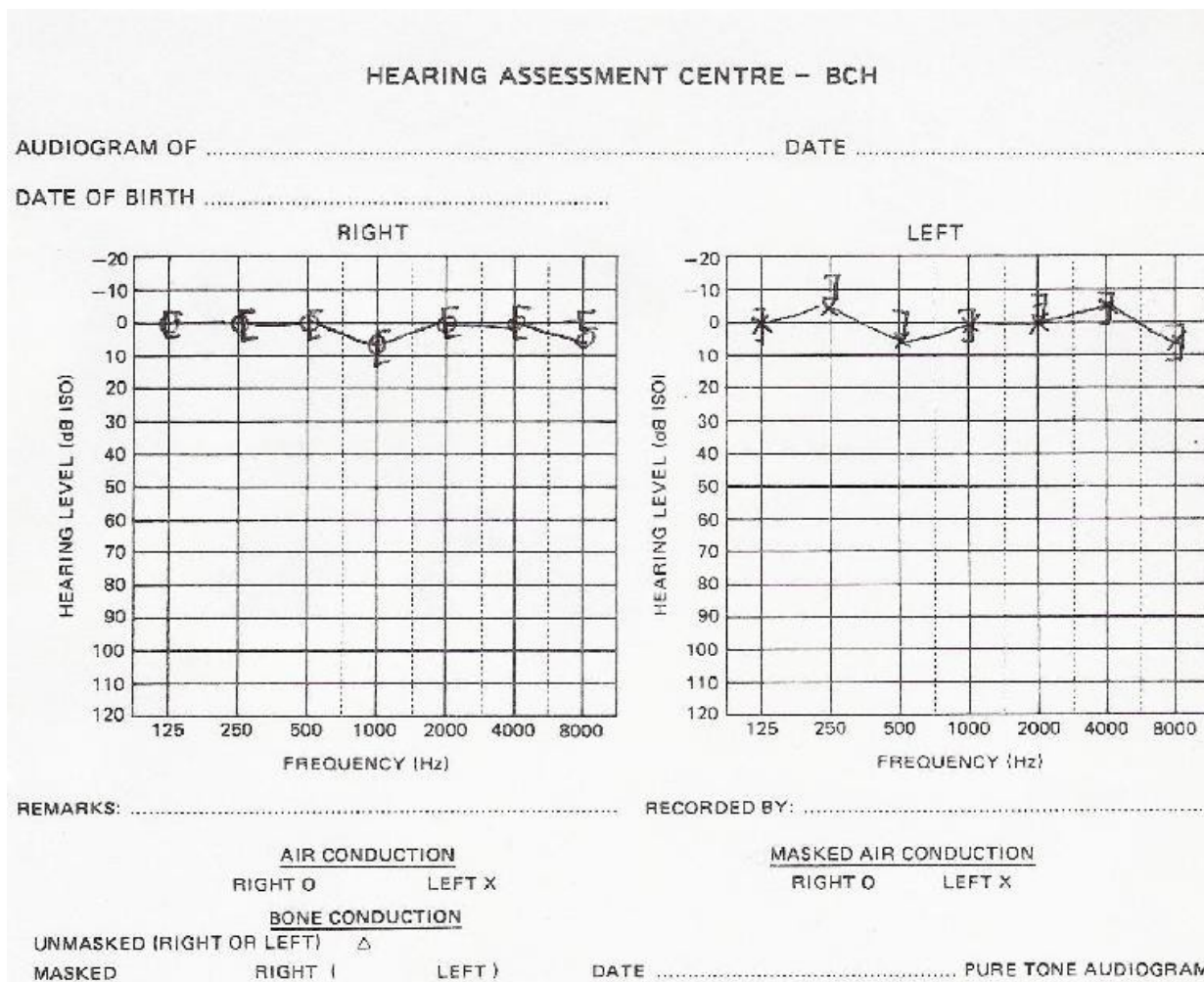
Bone conduction



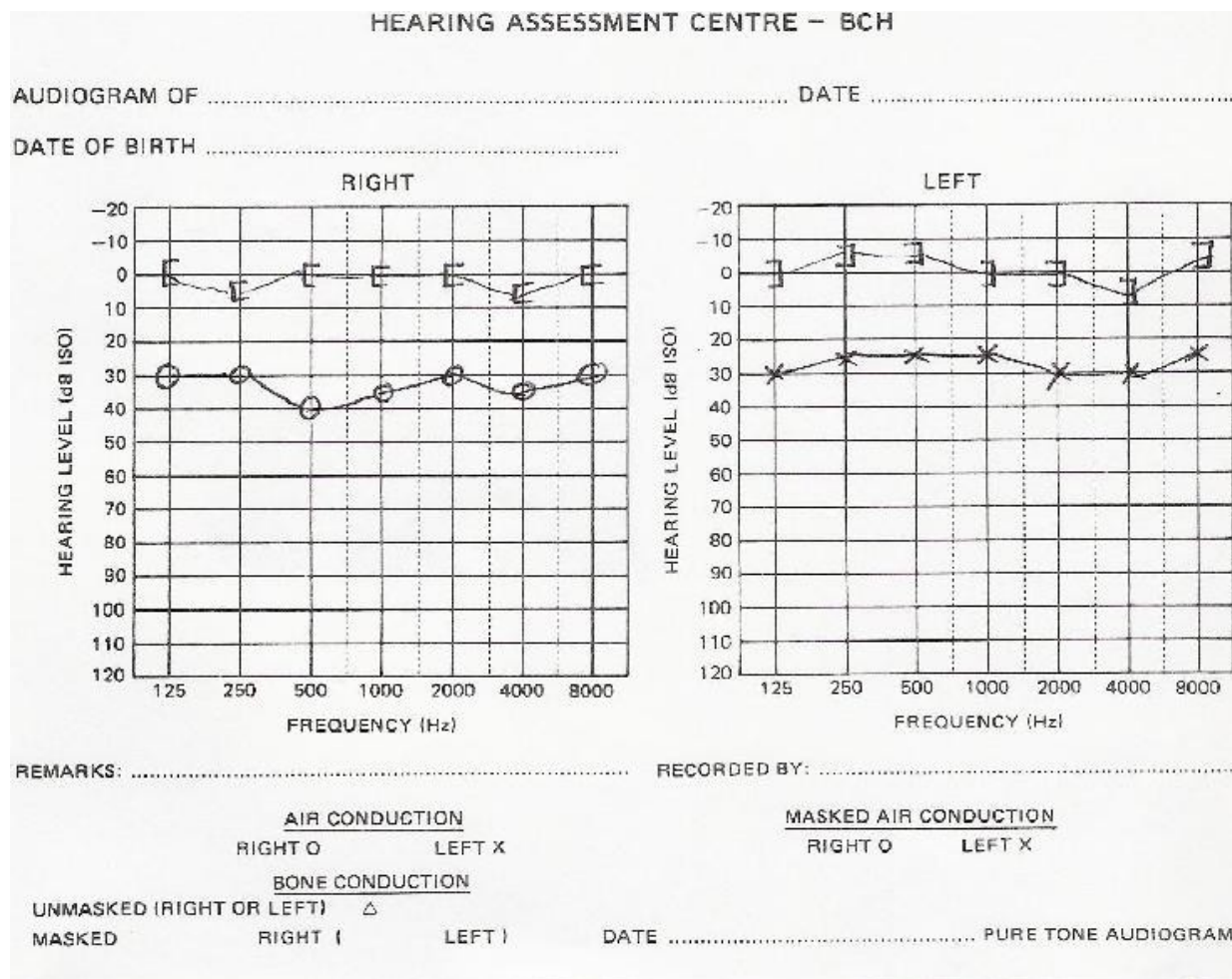
EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

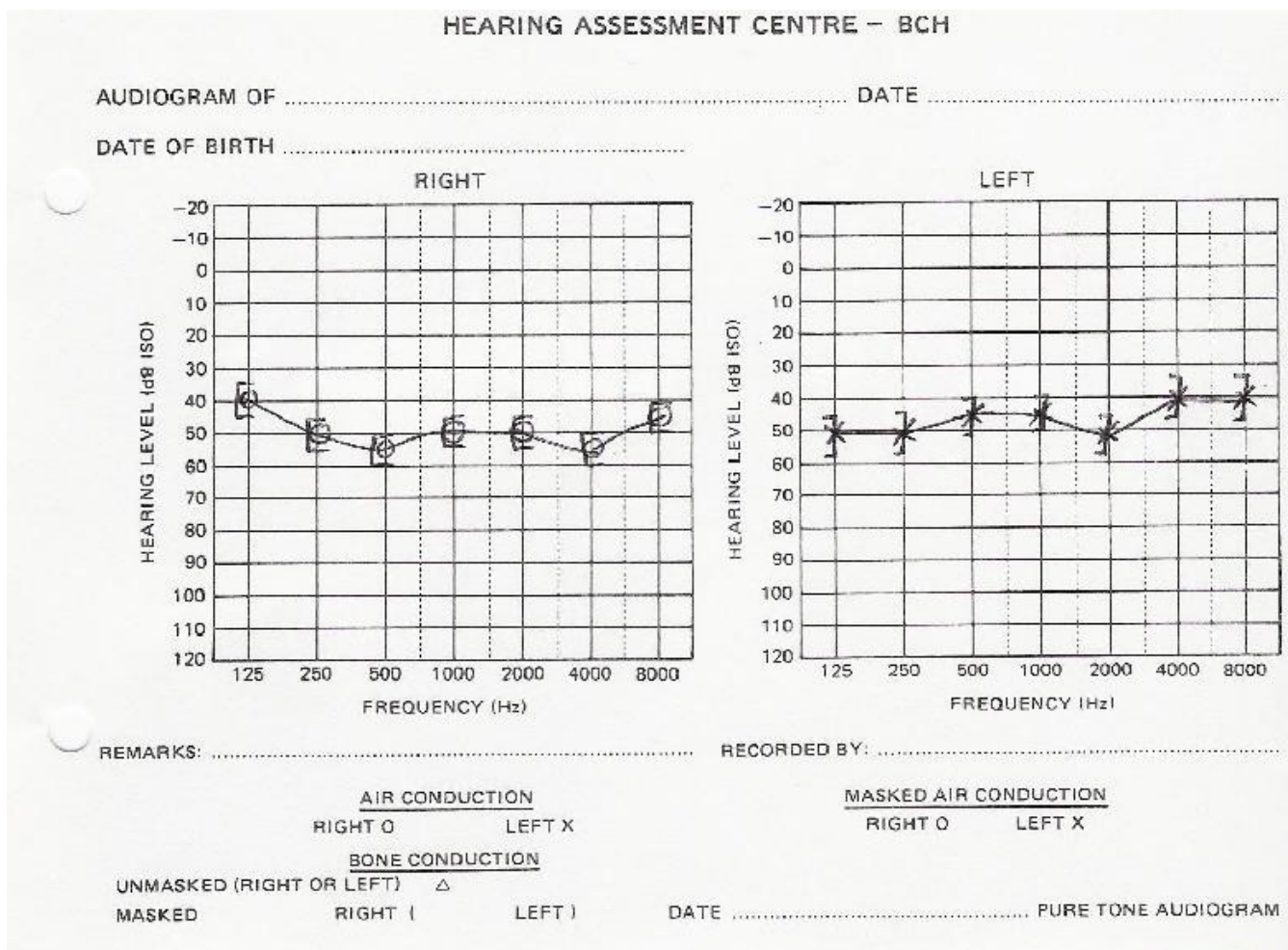
Normal PTA



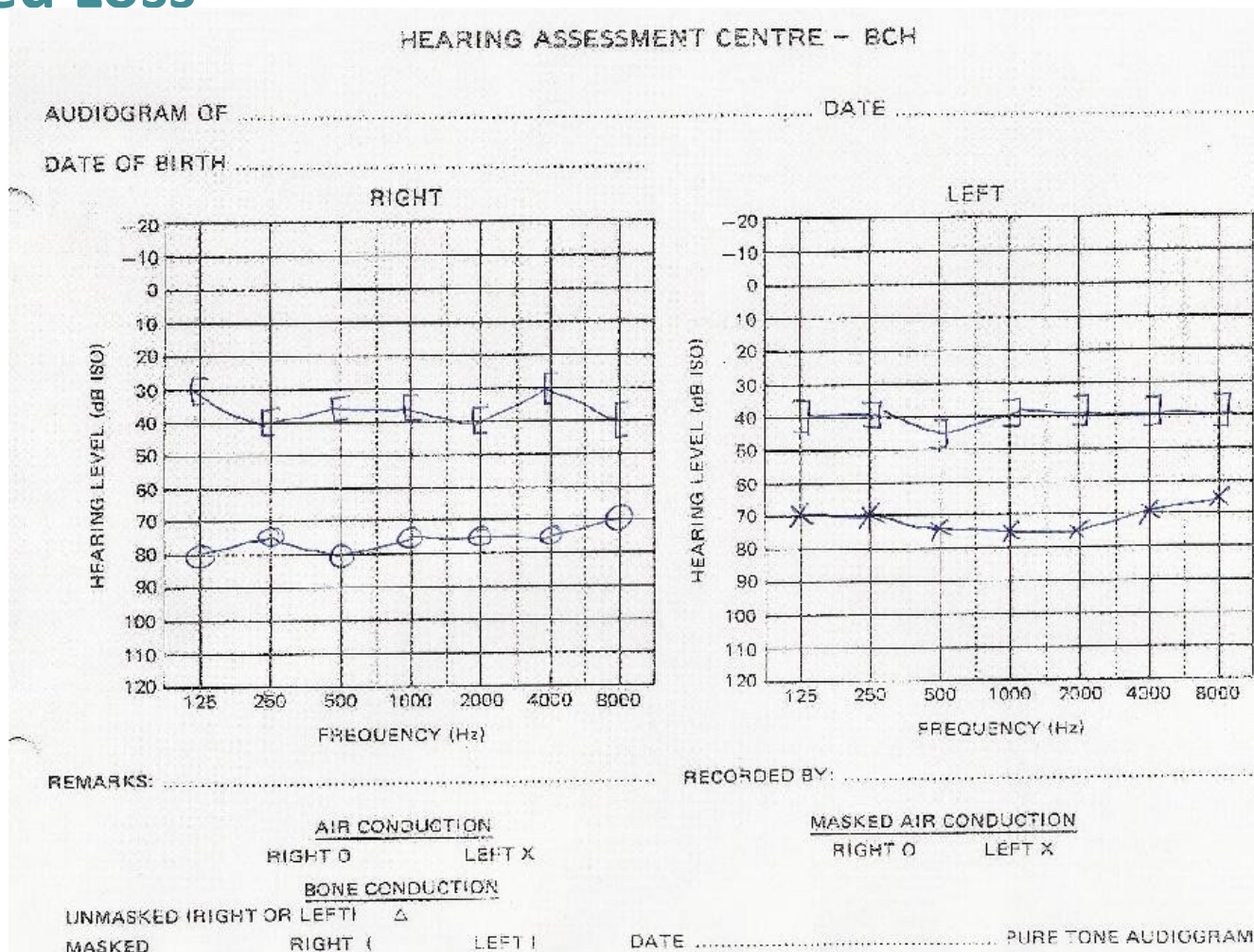
Conductive Loss



Sensorineural Loss



Mixed Loss



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Masking

Used to prevent non-test ear hearing stimulus presented to test ear



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Subjective hearing tests-disadvantages

- Perception hearing loss- is not possible to differentiate

cochlear and retrocochlear ethiology

If there is not appropriate cooperation – children, mental disorders etc.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



Electrophysiological Measures of the Auditory System



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Electrophysiological Tests

- Immittance
- Evoked Potential
- Otoacoustic Emissions

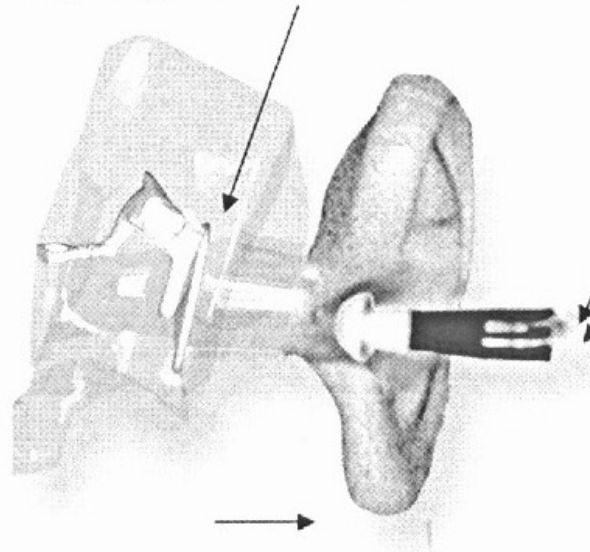


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Tympanometry

Changing air pressure results in lateral, then medial movement of TM, altering compliance of the TM

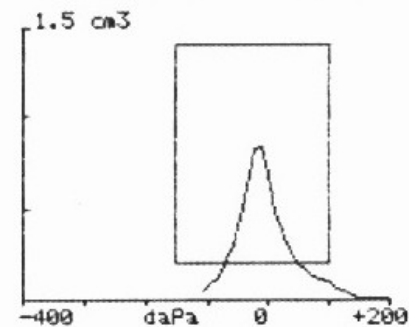


Air pressure varied in ear canal from +200 to -400 DaPa

Constant tone presented

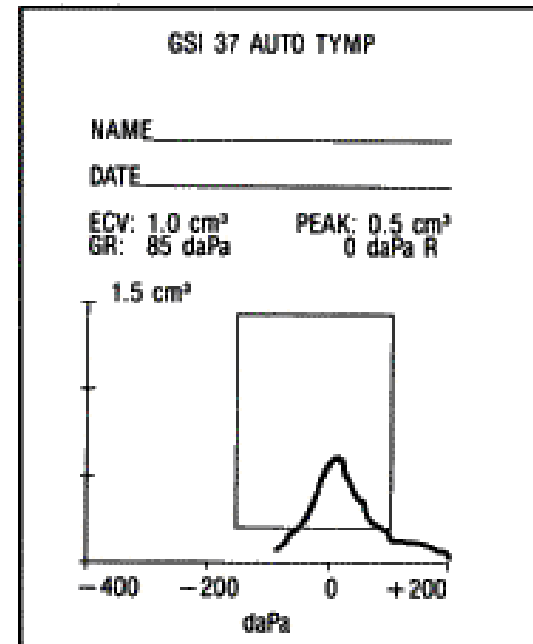
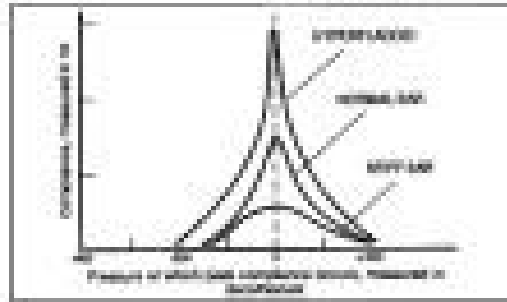
Reflected tone is recorded by a microphone in the probe and its intensity is measured and graphed as a function of air pressure in the ear canal

The intensity of the tone reflected off the TM and traveling back to the probe changes with compliance of the TM

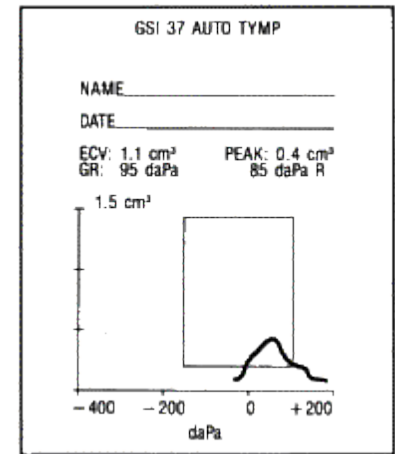
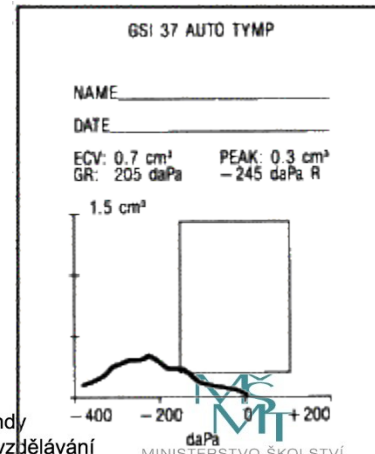
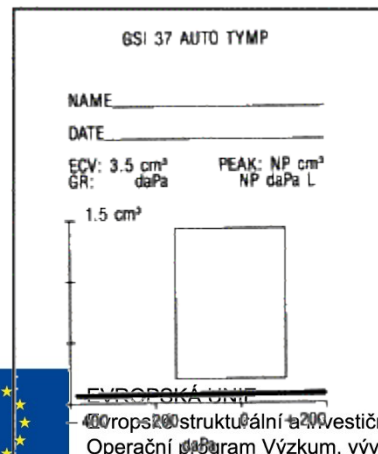
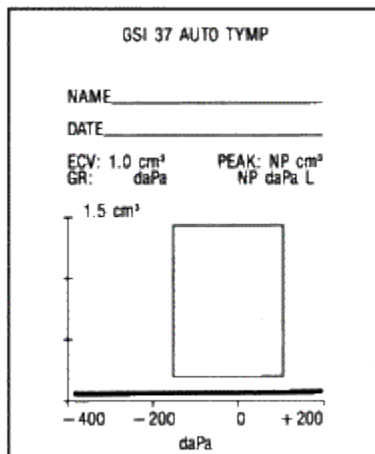
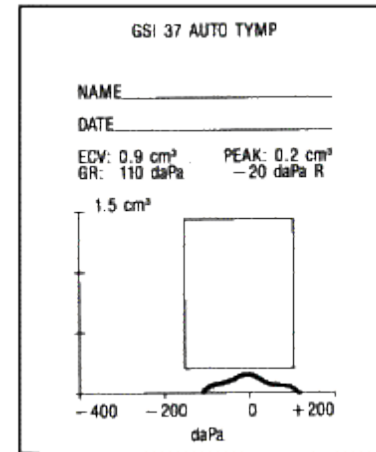
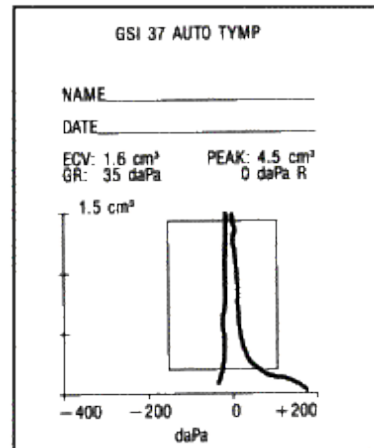
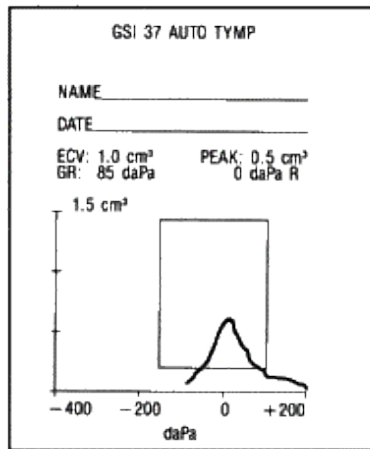


Tympanometry

- Objective measure of the function of the TM and middle ear
- 5 or 6 basic shapes



Tympanogram Types



Type A Tympanogram

AC

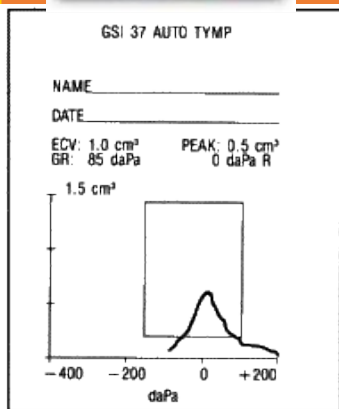
OE

ME

IE

AN

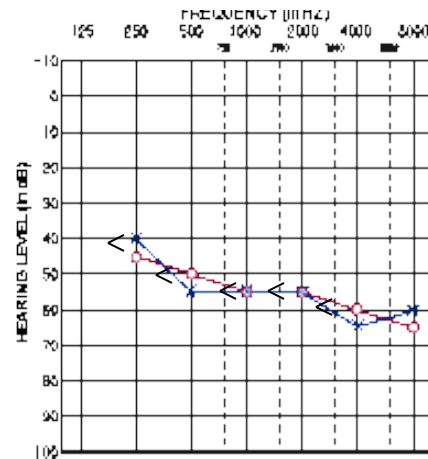
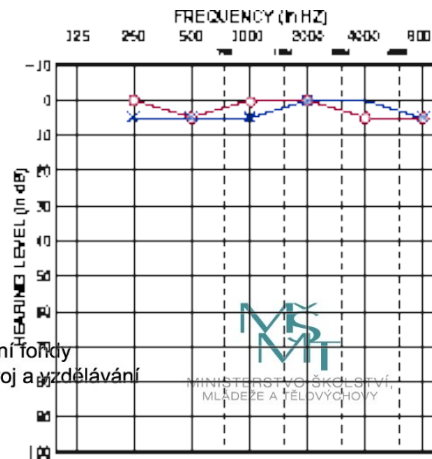
CNS



A

BC

Normal or SN

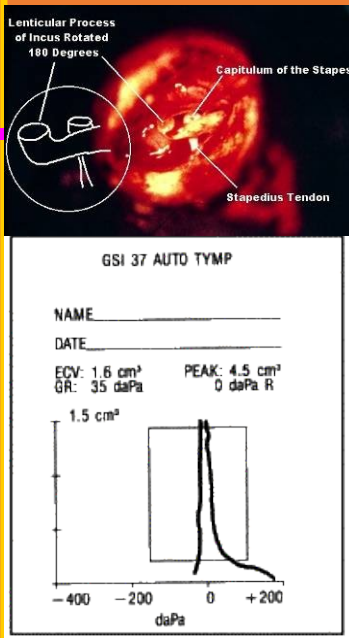
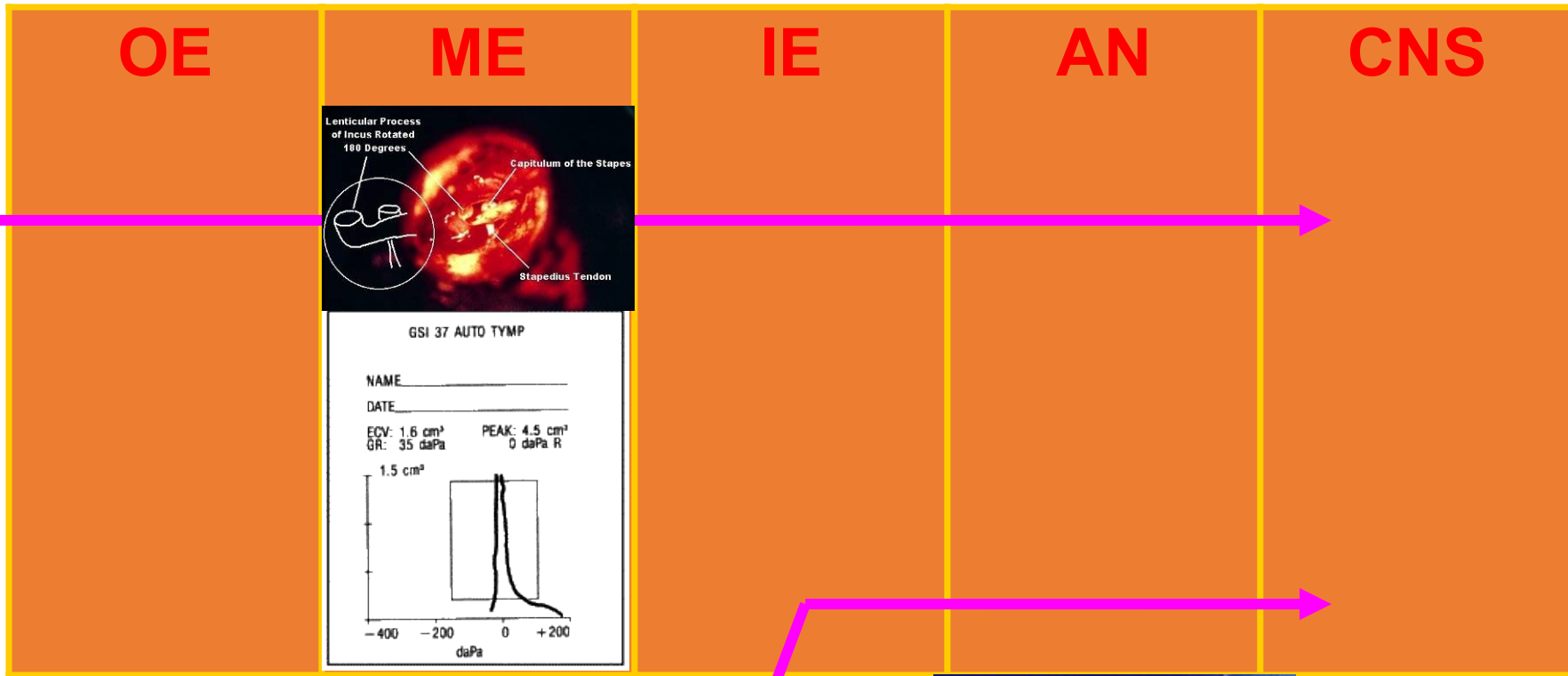


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLUVÝCHOVY

Type AD Tympanogram

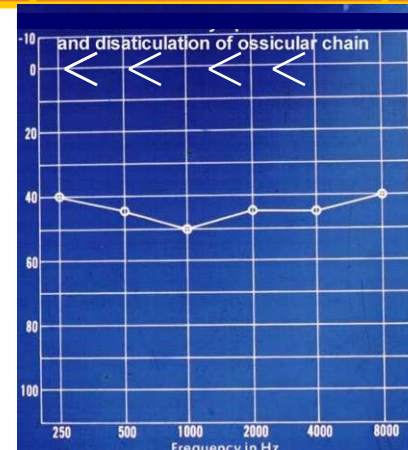
AC



A D BC

Disarticulation

EVROPSKÝ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Type AS Tympanogram

OE

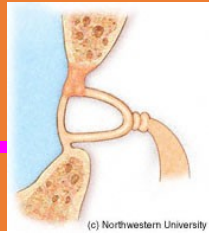
ME

IE

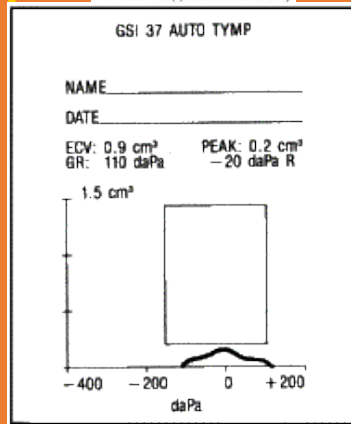
AN

CNS

AC



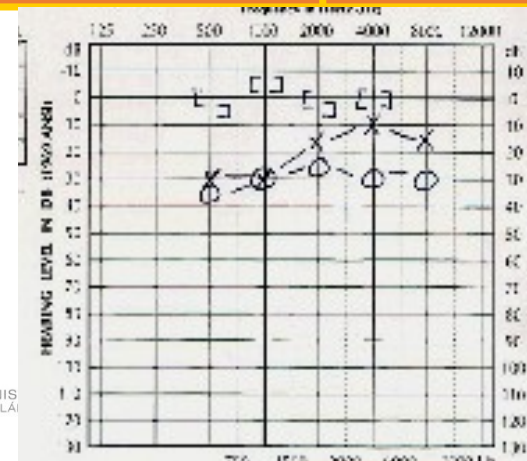
(c) Northwestern University



A S BC

Otosclerosis

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINIS
MLAI

Type B Low Tympanogram

OE

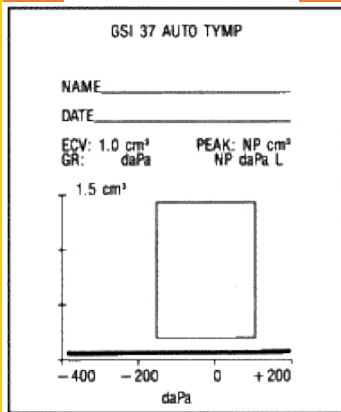
ME

IE

AN

CNS

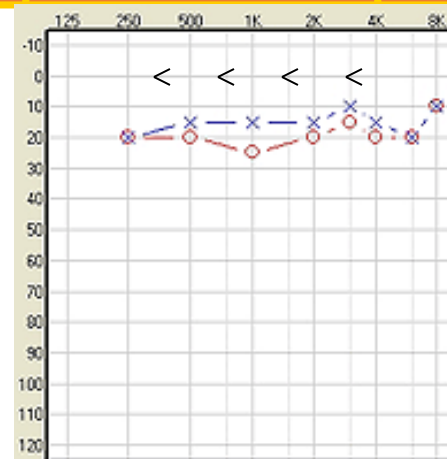
AC



B **LOW** **BC**

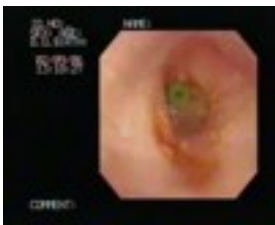
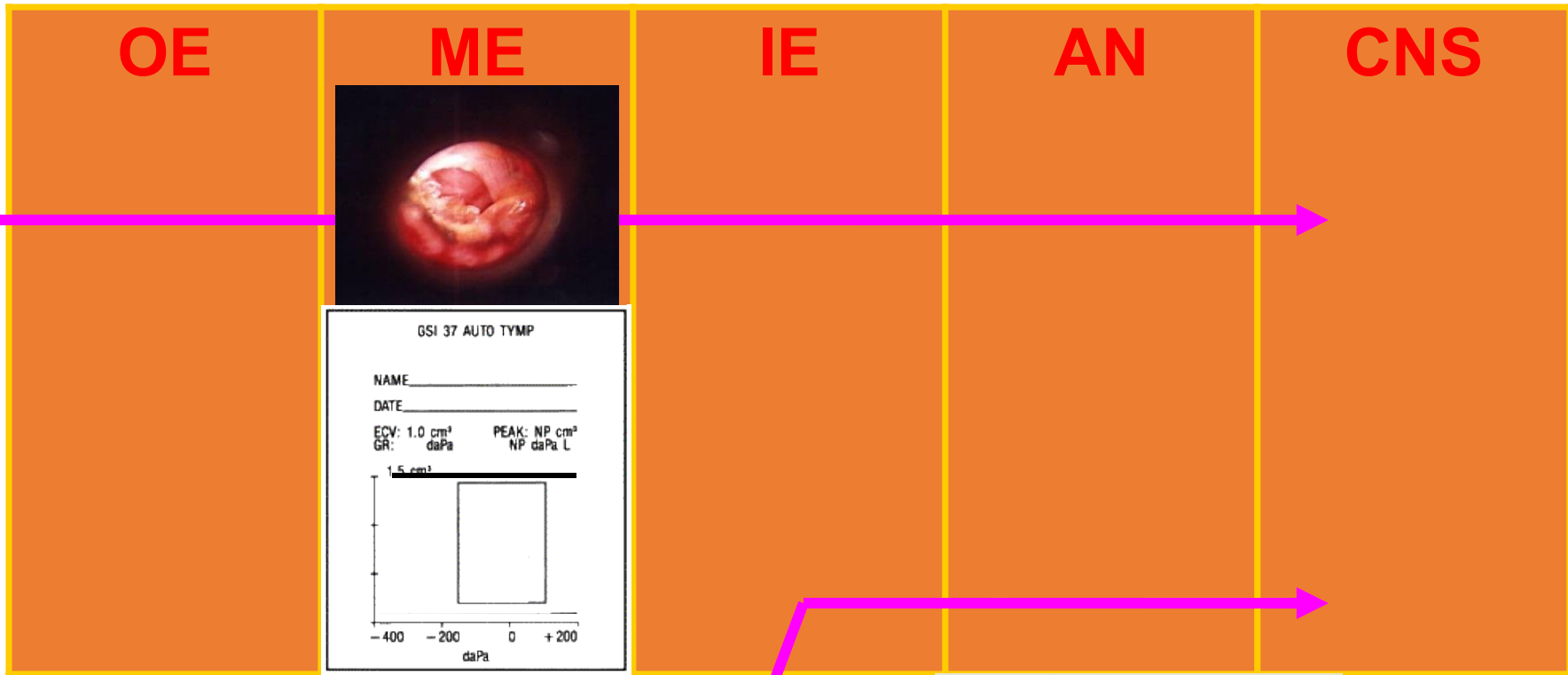
OME

EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



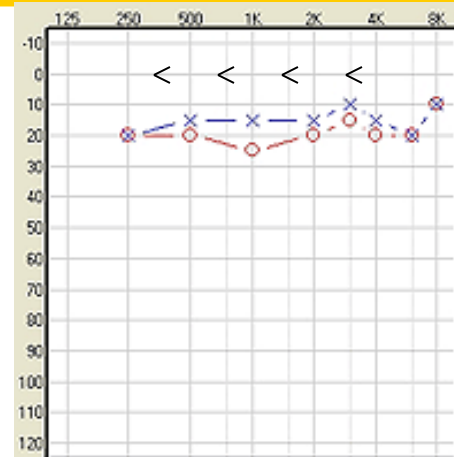
Type B_{Hi} Tympanogram

AC



B_{Hi} Perforation

BC



EROPSA ALWIE
 Evropské strukturální a investiční fondy
 Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Type C Tympanogram

OE

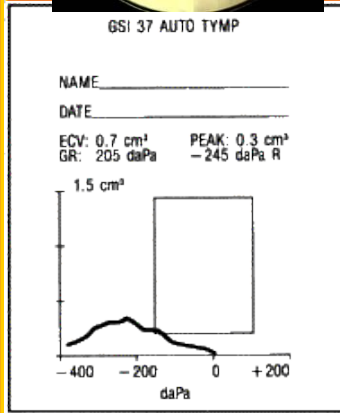
ME

IE

AN

CNS

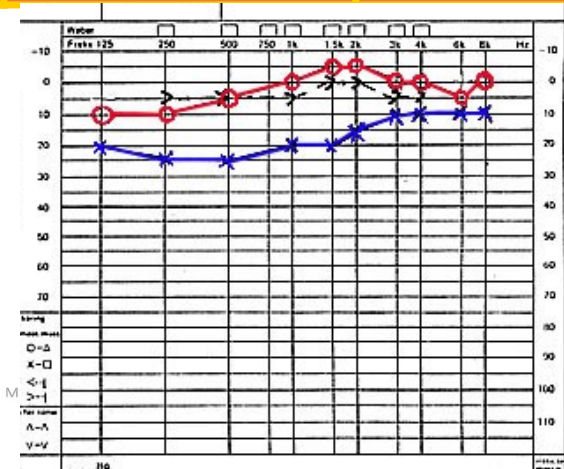
AC



C

BC

Eustachian Tube Dysfunction



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Type AP Tympanogram

OE

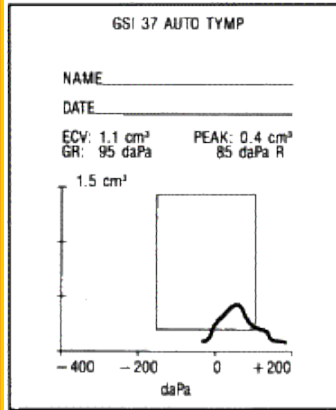
ME

IE

AN

CNS

AC

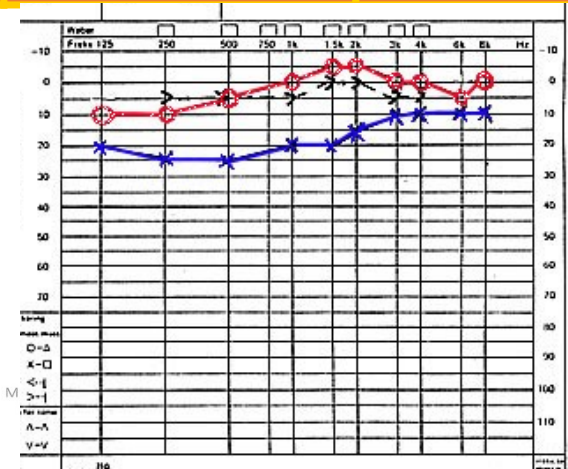


A P BC

Acute Otitis Media



PROJEKTUJME
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Middle Ear Muscle Reflex

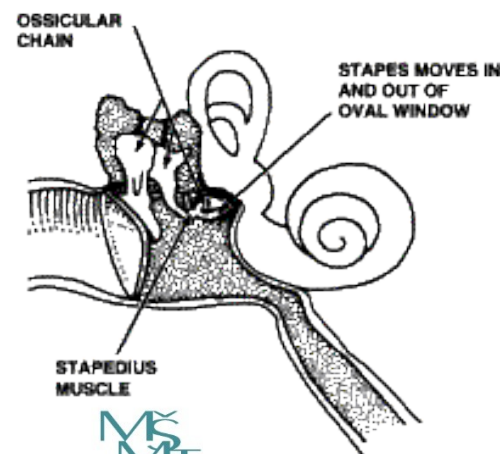
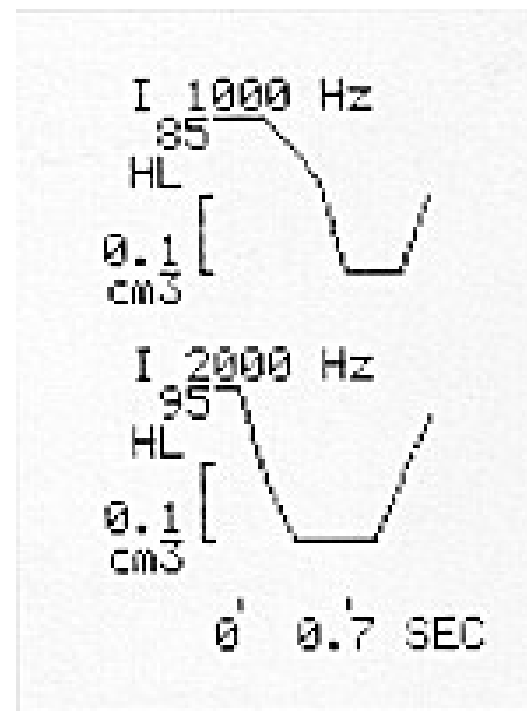
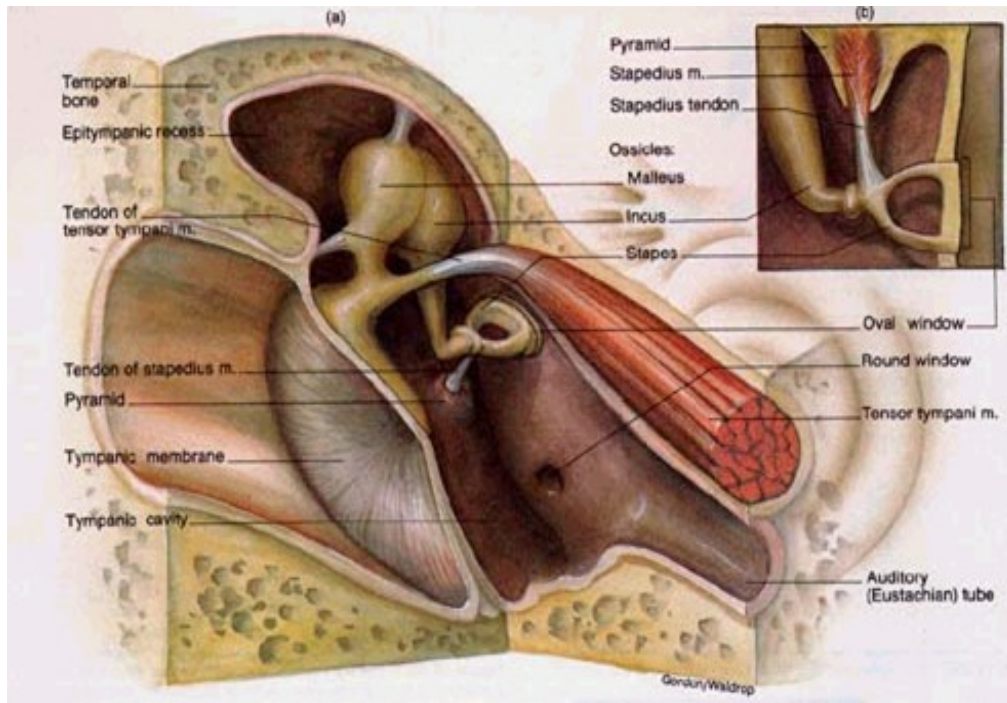
- Also known as acoustic reflex or stapedial reflex
- Measured using same equipment/probe as tympanometry
- Looking for sharp reduction in middle ear admittance in response to loud sound due to contraction of middle ear muscles.



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Acoustic Reflex Treashold



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Abnormal ART



Table 7-7. Acoustic reflex threshold 90th percentile cutoff values as a function of hearing level at 500, 1000, and 2000 Hz.

Hearing Threshold (dB HL)	90th Percentile Acoustic Reflex Threshold Norms (dB HL)					
	Silman & Gelfand (1981)			Gelfand, Schwander, & Silman (1990)		
	500Hz	1000Hz	2000Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz
0	95	100	95	95	95	95
5	95	100	95	95	95	95
10	95	100	100	95	95	95
15	95	100	100	95	95	95
20	95	100	100	95	95	95
25	95	100	100	95	95	95
30	100	100	105	95	95	100
35	100	100	105	95	95	100
40	100	105	105	95	95	100
45	100	105	105	95	95	105
50	105	105	110	100	100	105
55	105	105	110	105	105	110
60	105	110	115	105	110	115
65	105	110	115	110	110	115
70	115	115	125	115	115	120
75	115	115	125	120	120	125
80	125	125	125	120	125	NR ^a
85	125	125	125	NR	NR	NR
≥90	125	125	125	NR	NR	NR

^a NR indicates no response at 125 dB HL.

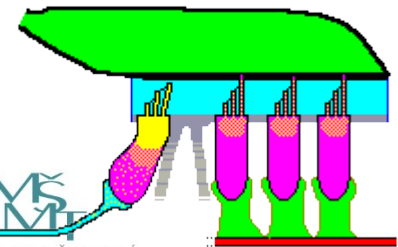
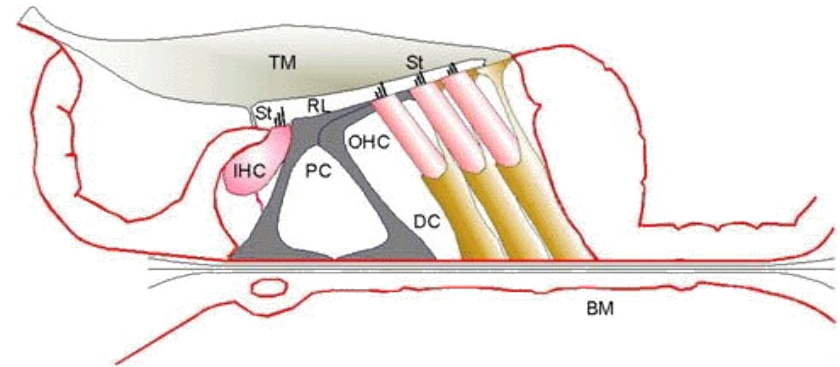
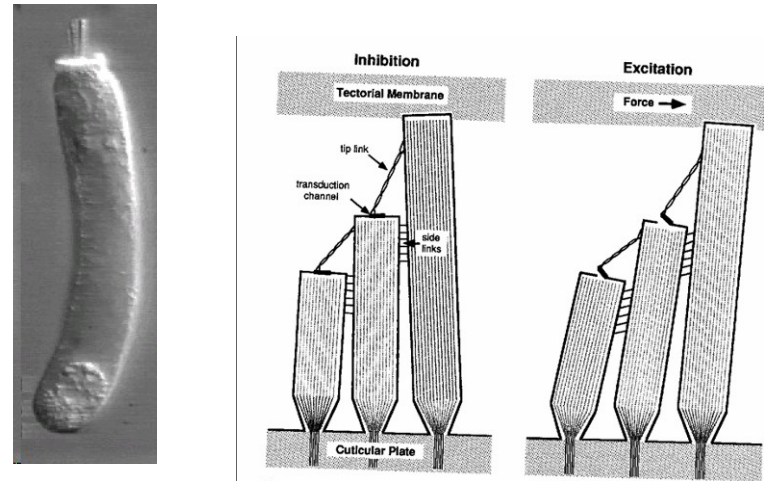


Evropske strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Otoacoustic Emissions

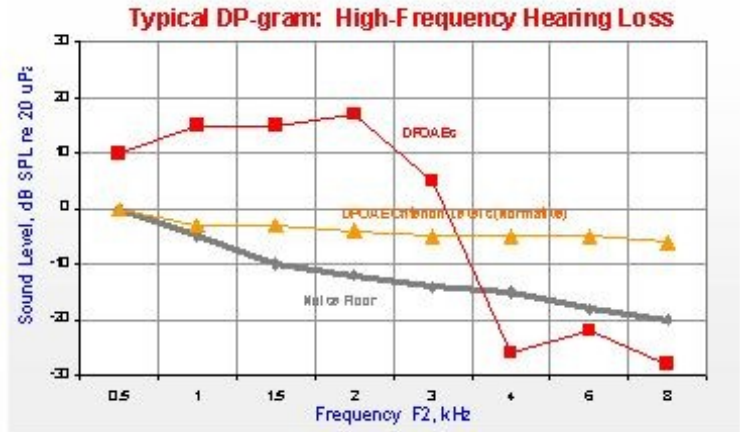
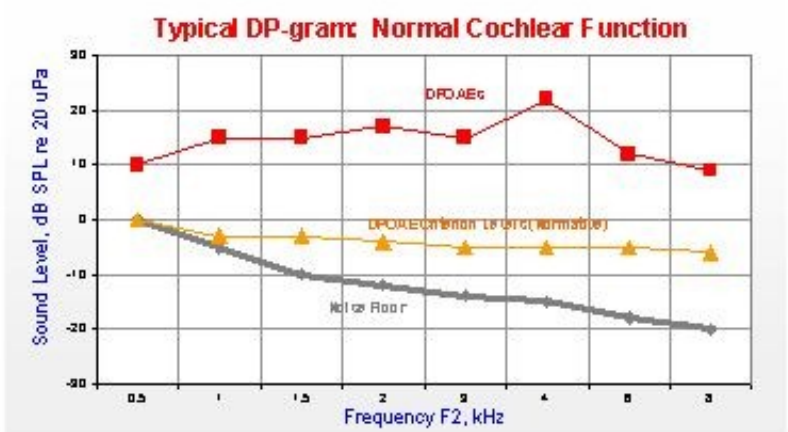
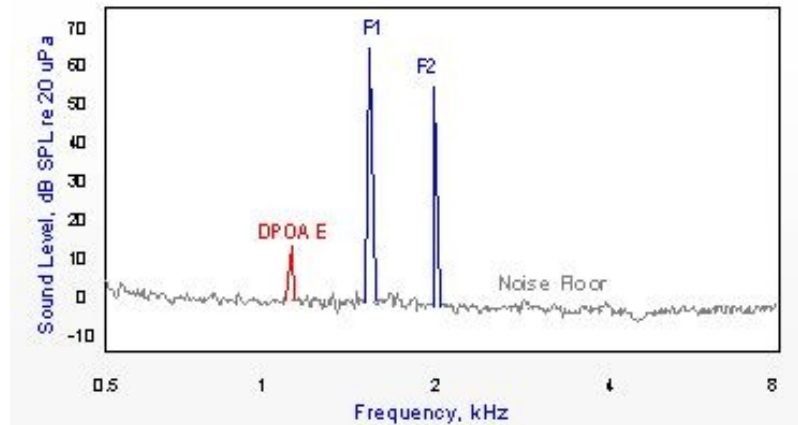
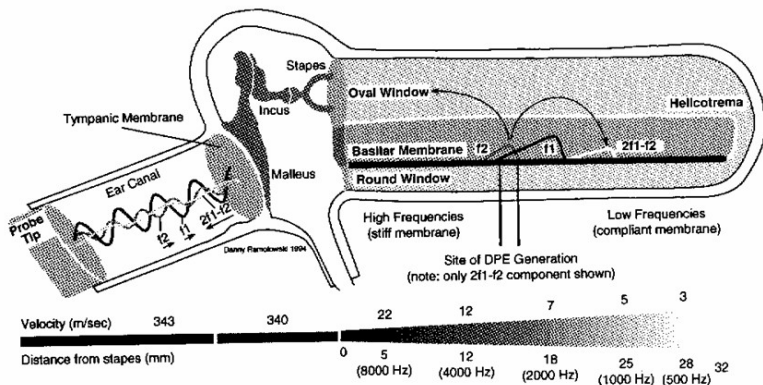
- David Kemp discovered OAEs
- Acoustic energy produced by the cochlea and recorded in the external auditory canal
- Most likely energy produced by outer hair motility and possibly outer hair cell cilia
- Objective test
 - DPOAE
 - TEOAE



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MS
MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

DPOAE

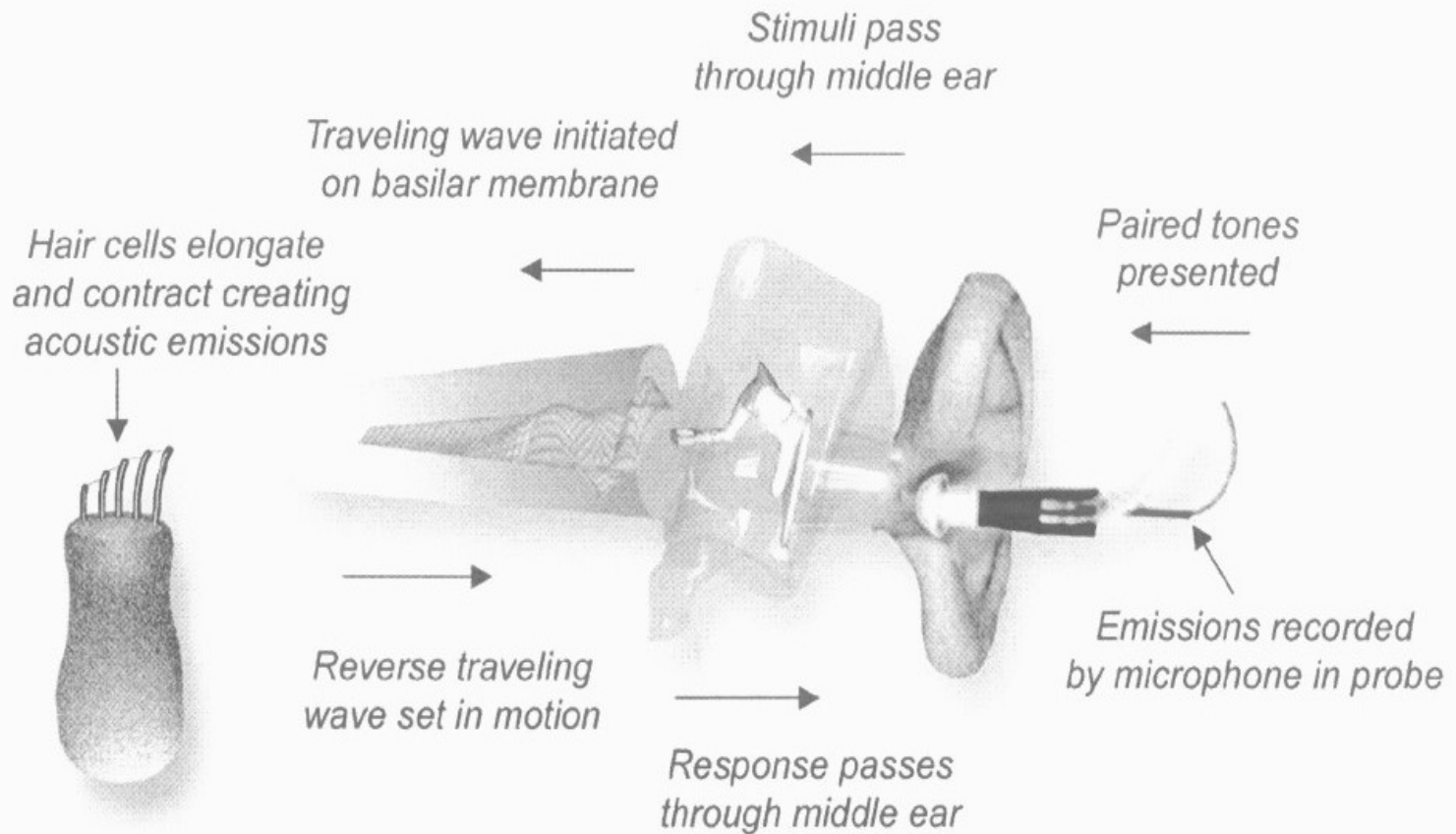


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



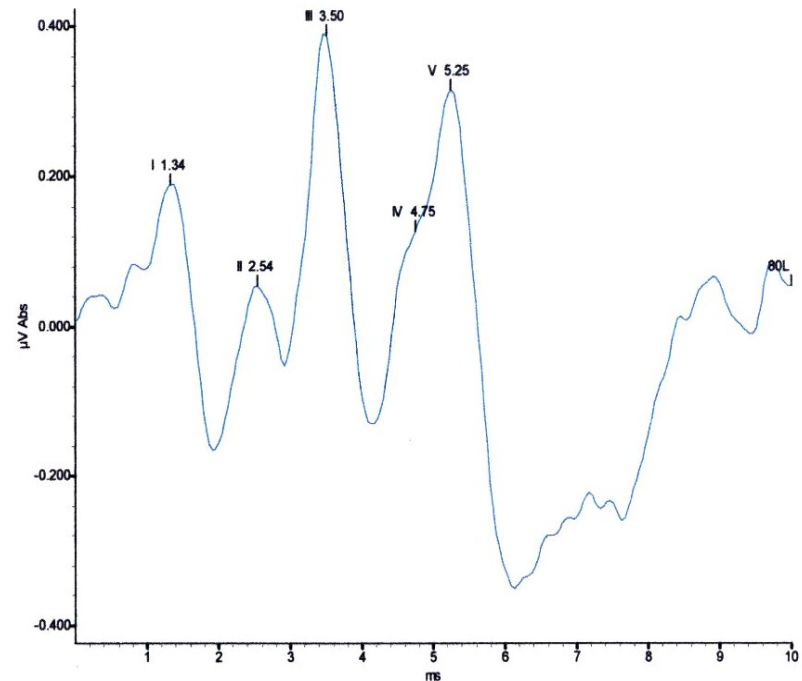
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAE)



What is an ABR?

- The **Auditory Brainstem Response** is the representation of electrical activity generated by the eighth cranial nerve and brainstem in response to auditory stimulation



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MSMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

How is an ABR recorded?

- Electrodes are placed on the scalp and coupled via leads to an amplifier and signal averager. EEG activity from the scalp is recorded while the ear(s) are stimulated via earphones with brief clicks or tones.
- A series of waveforms unique to the auditory neural structures is viewed after time-locking the EEG recording to each auditory stimulus and averaging several thousand recordings.

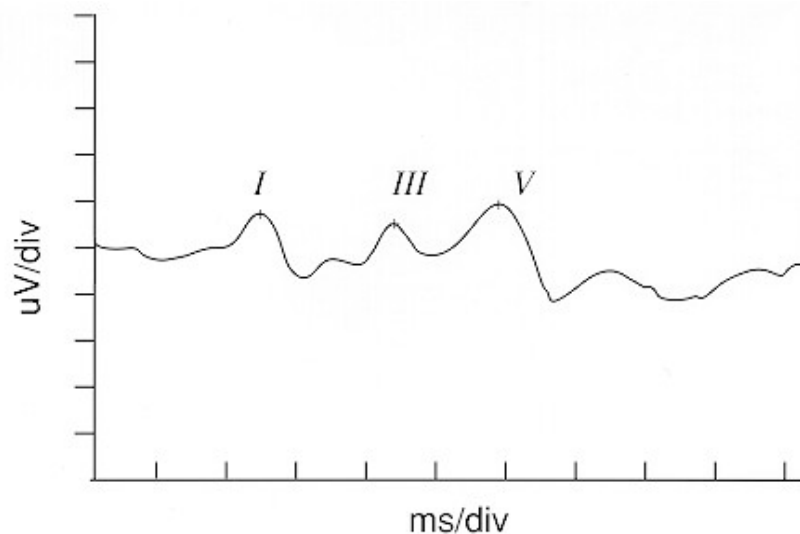


EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

Evoked Potentials

- EcochG
- ABR
- Middle Latency
- Late Response

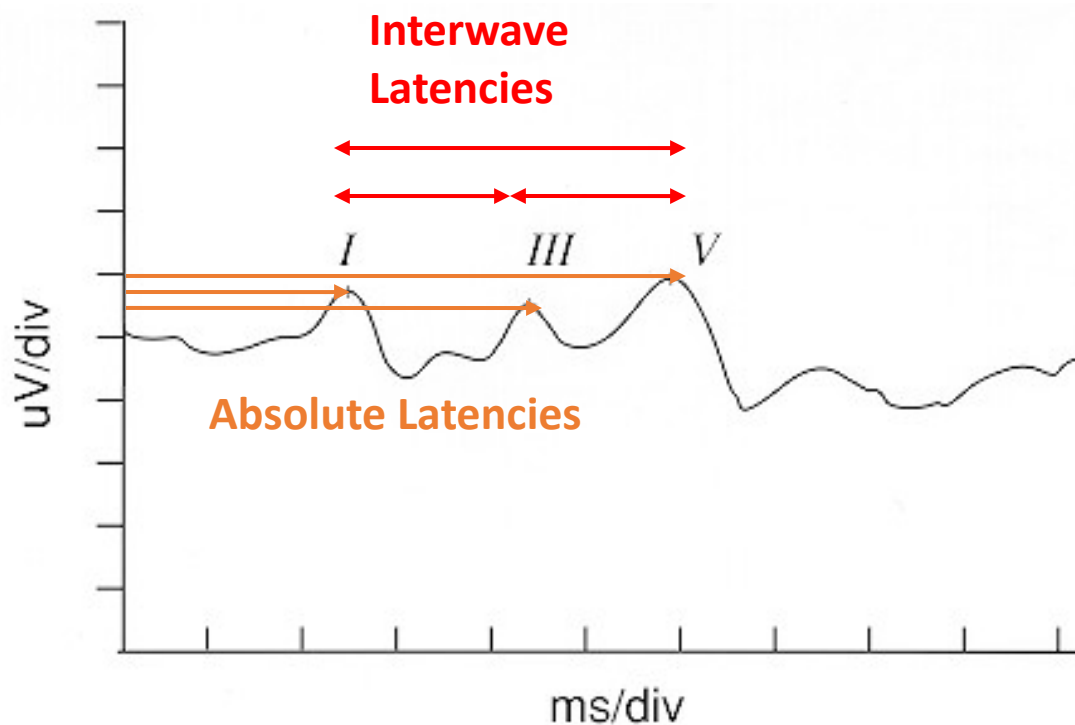


Happy baby all wired up for ABR test

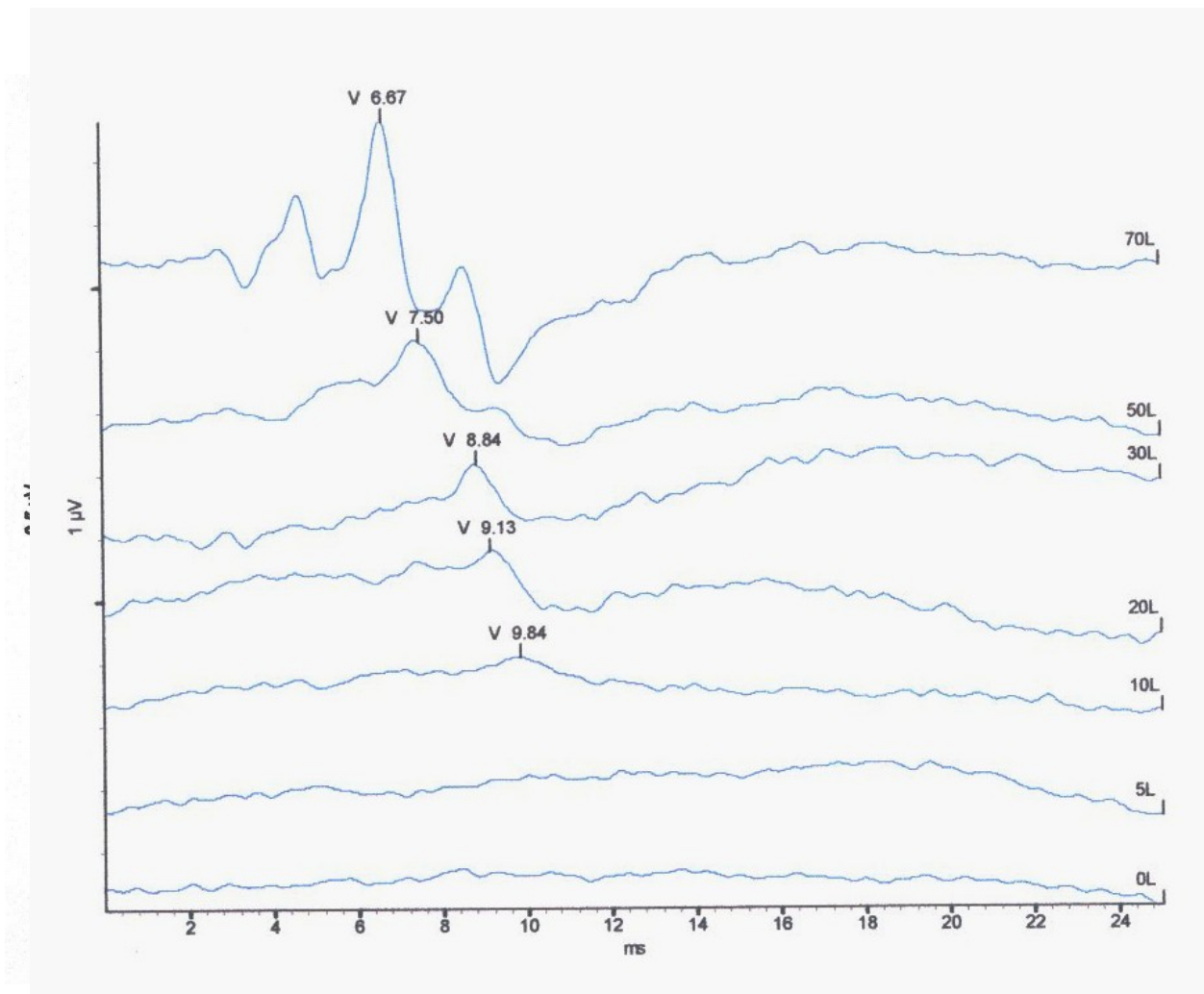


ABR Wave

- I Auditory Nerve
- II Auditory Nerve
- III Cochlear Nuclei
- IV SOC
- V ???



Example Normal Hearing



EVROPSKA UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání


MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

ABR Supra-aural Phone Data

ADULT NORMS

Absolute Latencies (msec)				Interwave Latencies				Interear Interwave Differences		
Wave	Mean	SD	Mean + 3 SD	Waves	Mean	SD	Mean + 3 SD	Mean	SD	Mean + 3 SD
I	1.7	0.15	2.2	I-III	2.1	0.15	2.6	0.10	0.09	0.37 (0.4)
II	2.8	0.17	3.3	I-V	4.0	0.23	4.7	0.13	0.10	0.43 (0.5)
III	3.9	0.19	4.5	III-IV	1.2	0.16	1.7	0.12	0.14	0.54 (0.6)
IV	5.1	0.24	5.8	III-V	1.9	0.18	2.4	0.10	0.11	0.43
V	5.7	0.25	6.5	IV-V	0.7	0.19	1.3	0.15	0.14	0.57 (0.8)
VI	7.3	0.29	8.2	V-VI	1.5	0.25	2.3	0.22	0.19	0.79 (0.8)

Normal values for BAEPs obtained from 50 normal subjects (15 to 51 years old, mixed gender) at 10 clicks/sec. Square wave duration was 0.1 msec, click intensity was 60 dB SL, constant polarity. Latencies were measured to the wave peak; where a peak was not well defined, a midpoint of the wave was estimated. When waves IV and V were fused into a single peak, the latency was taken to the point of final inflection before the negative limb of wave V, and this was recorded as wave V only. If either wave appeared as a distinct step on the other, this step was taken as the wave peak.

From: Chiappa, Keith H., M.D., Evoked Potentials in Clinical Medicine
Second Edition, Raven Press, New York.

Add .9 to Absolute values when using insert phones



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Newborn ABR Latency Data

Table B-2. ABR Latency and Amplitude values for 80 dB HL Click Intensity Level in Newborns.

Latency (msec)					
CA (N)	I	V	I-III	III-V	I-V
33-34 (38)					
Mean	1.78	7.05	2.86	2.41	5.27
SD	0.30	0.39	0.28	0.26	0.36
35-36 (150)					
Mean	1.78	7.02	2.84	2.39	5.24
SD	0.26	0.38	0.27	0.25	0.36
37-38 (158)					
Mean	1.74	6.94	2.80	2.34	5.17
SD	0.21	0.42	0.31	0.26	0.40
39-40 (111)					
Mean	1.72	6.82	2.70	2.38	5.09
SD	0.23	0.38	0.27	0.25	0.36
41-42 (74)					
Mean	1.69	6.69	2.74	2.24	5.00
SD	0.19	0.29	0.22	0.21	0.30
43-44 (35)					
Mean	1.65	6.53	2.65	2.21	4.88
SD	0.15	0.32	0.26	0.21	0.31

Note: Reported by Gorga et al. (1987).

Measurement parameters: stimulus-click, 0.1 msec, 80 dB HL (110 dB peSPL), 13/sec, monaural, Beyer DT48 earphone; acquisition – filters, 100-3000Hz; amplification, 100,000; sweep, 1,024; analysis time, 15 msec; electrodes, Cz-Mi. CA=conceptional age in weeks; N = number of infants.

Table B-3. ABR Latency and Amplitude Values as a function of Intensity Level in Newborns.

Wave V latency (msec)				
CA (N)	80 dB	60 dB	40 dB	20 dB
33-34 (38)				
Mean	7.05	7.62	8.48	9.72
SD	0.39	0.41	0.49	0.56
35-36 (150)				
Mean	7.02	7.58	8.42	9.61
SD	0.38	0.43	0.54	0.67
37-38 (158)				
Mean	6.94	7.45	8.29	9.57
SD	0.42	0.44	0.51	0.74
39-40 (111)				
Mean	6.82	7.30	8.11	9.36
SD	0.38	0.40	0.49	0.57
41-42 (74)				
Mean	6.69	7.20	8.08	9.31
SD	0.29	0.29	0.35	0.54
43-44 (35)				
Mean	6.53	7.08	7.94	9.16
SD	0.32	0.33	0.51	0.53

Note: Reported by Gorga et al. (1987).

Measurement parameters: stimulus-click, 0.1 msec, 13/sec, monaural, Beyer DT48 earphone; acquisition – filters, 100-3000 Hz; amplification, 100,000; sweeps, 1,024; analysis time, 15 msec; electrodes, Cz-Mi. CA= conceptional age in weeks; N = number of infants.

ABR in peroperating monitoring during operations for vestibular schwannoma .



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

Thank you



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

**MS
MT**
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY