

臨床聽力學 (I)

Clinical Audiology (I)

慈濟醫院耳鼻喉科
許權振

臨床聽力學 (II)

內容概要

聽覺生理

聽力檢查：行為(主觀) vs 生理(客觀)

臨床應用

聽力閾值測定

病變部位診斷

聽覺復/創健

聽覺生理

(Physiology of Hearing)

1. 傳音機轉
(sound conduction mechanism)
2. 耳蝸內機轉
(endocochlear mechanism)
3. 神經機轉
(neural mechanism)



聽覺生理 (Physiology of Hearing)

1. 傳音機轉 (sound conduction mechanism)

↑25~30 dB

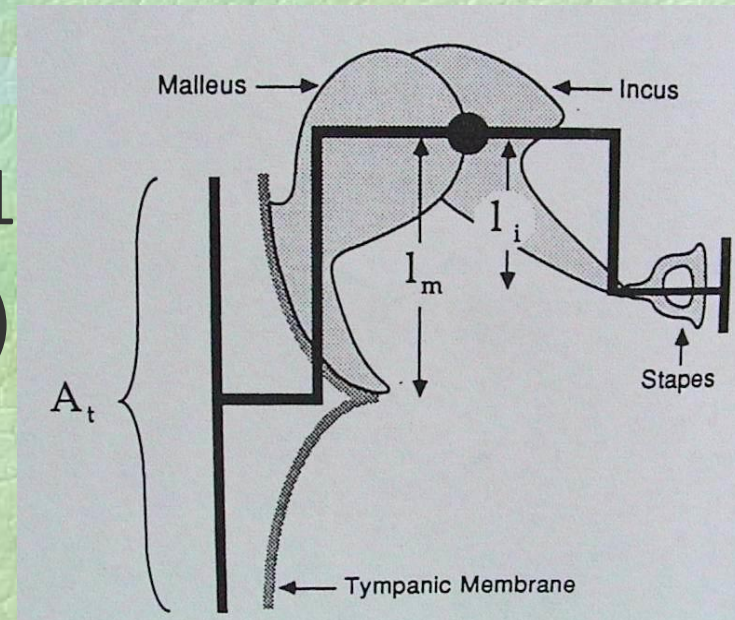
(1) 振動的有效面積比

鼓膜: 磴骨底板 20.1:1

(2) 槓桿效果 (lever effect)

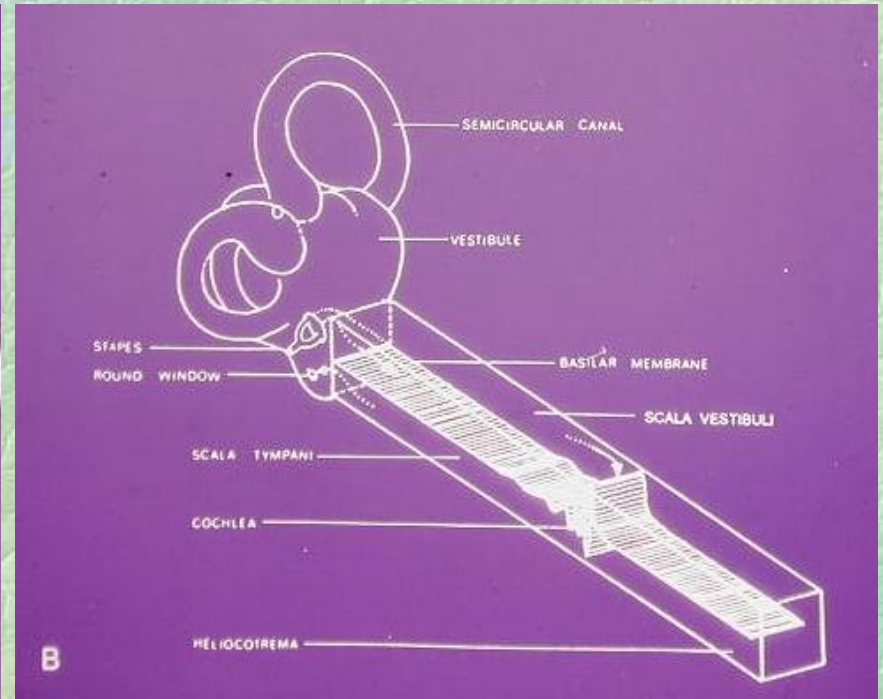
聽小骨鏈 1.2:1

(3) 鼓膜形狀



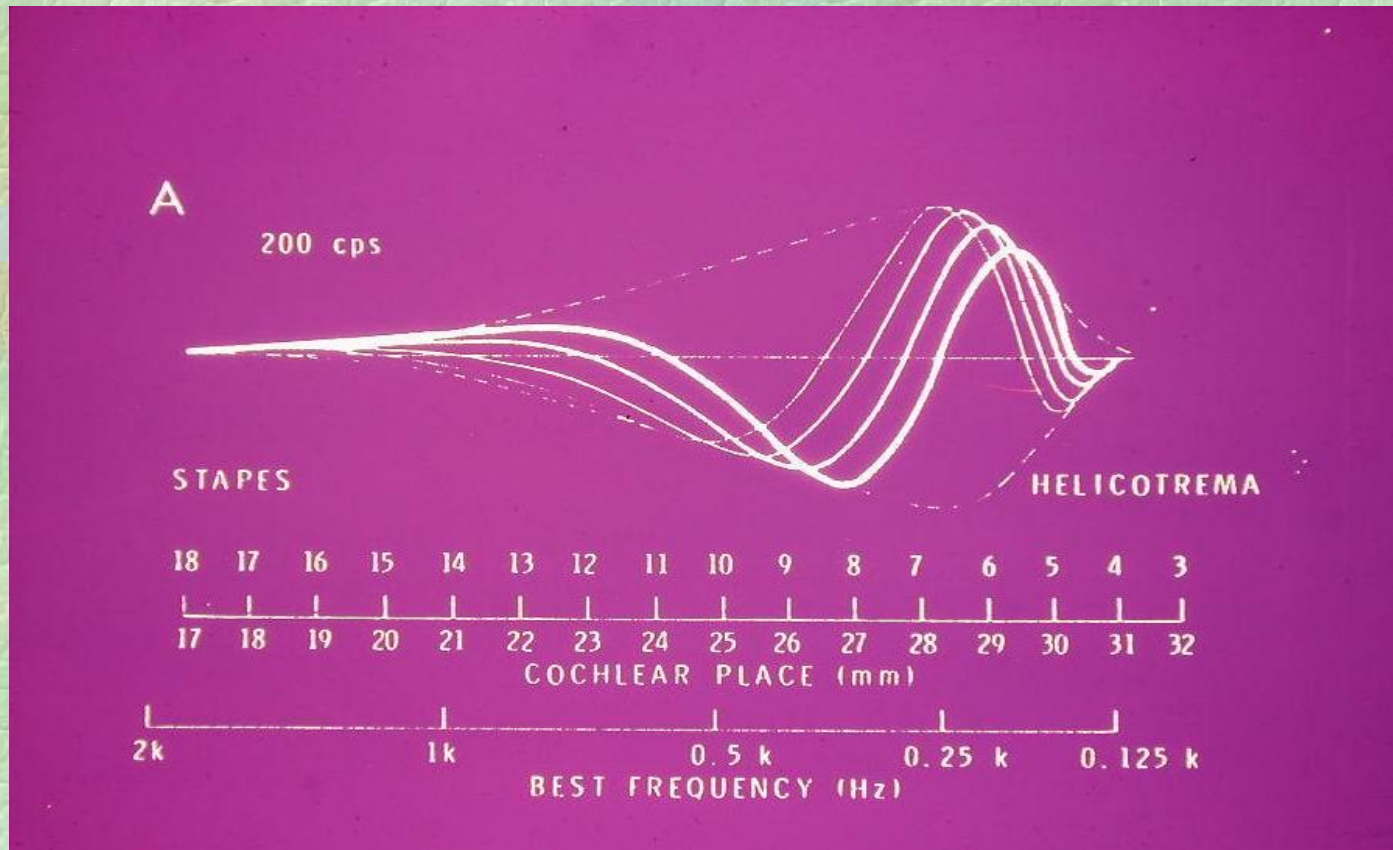
聽覺生理 (Physiology of Hearing)

2. 耳蝸內機轉(endocochlear mechanism)



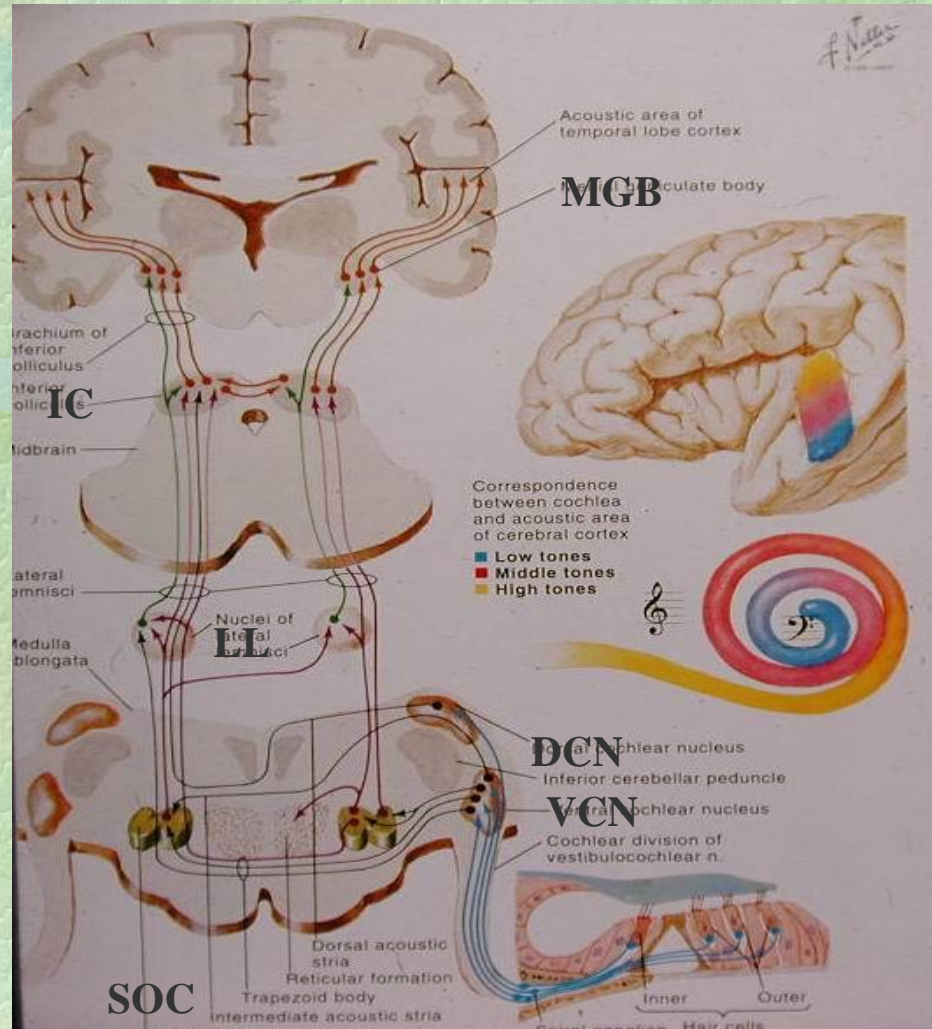
聽覺生理 (Physiology of Hearing)

2. 耳蝸內機轉 (endocochlear mechanism)



聽覺生理 (Physiology of Hearing)

3. 神經機轉



臨床聽力學

1. 行為或主觀聽力檢查

(Behavioral or Subjective Hearing Tests)

2. 生理或客觀性聽力檢查

(Physiologic or Objective Hearing Tests)

臨床聽力學

聽力閾值的測定

(Assessment of Hearing Threshold)

病變部位的診斷

(Localization of Hearing Disorders)

聽覺復健

(Auditory Rehabilitation)

聽力閾值的測定

Assessment of Hearing Threshold

聽力閾值的測定

行為或主觀聽力檢查

1. 音叉檢查

(Tuning Fork Tests)

2. 純音聽力檢查

(Pure Tone Audiometry)

3. 語音聽力檢查

(Speech Audiometry)

聽力閾值的測定

生理或客觀聽力檢查

4. 腦幹聽性反應檢查

(Auditory Brainstem Response)

5. 耳聲傳射檢查

(Oto-acoustic Emissions)

6. 聽阻聽力檢查

(Impedance Audiometry)

聽力閾值的測定

會話聲音檢查

1. 揚揚格雙字詞

(whispered voice or speech)

2. 正確覆頌的距離 (feet; 20/20; 15/15)

3. 遮蔽檢查

(vibration masking or noise box)

聽力閾值的測定

音叉檢查(Tuning Fork Tests)

Schwabach Test

1. 骨導檢查(bone conduction test)
2. 受測者 \leftrightarrow 施測者
3. 持續時間差(seconds)

聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

聽覺特性：

- 聲音頻率範圍 20 ~ 20,000 Hz
- 聲音大小範圍 $2 \times 10^{-4} \sim 2 \times 10^2$ dyne/cm²
20μPa ~ 20 Pa
0 ~ 120 dB SPL
- 對不同頻率聲音的靈敏度不同
dB SPL → dB HL
- 氣導比骨導容易

聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

Sound Pressure Level (SPL)

$$\begin{aligned} \text{dB SPL} &= 10 \log I / I_0 \\ &= 10 \log P^2 / P_0^2 \\ &= 10 \log (P / P_0)^2 \\ &= 20 \log P / P_0 \end{aligned}$$

Hearing Level (HL)

0 dB HL = average level of normal hearing

聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

檢查模式

Conductive
Mechanism

Sensorineural
Mechanism

氣導

骨導

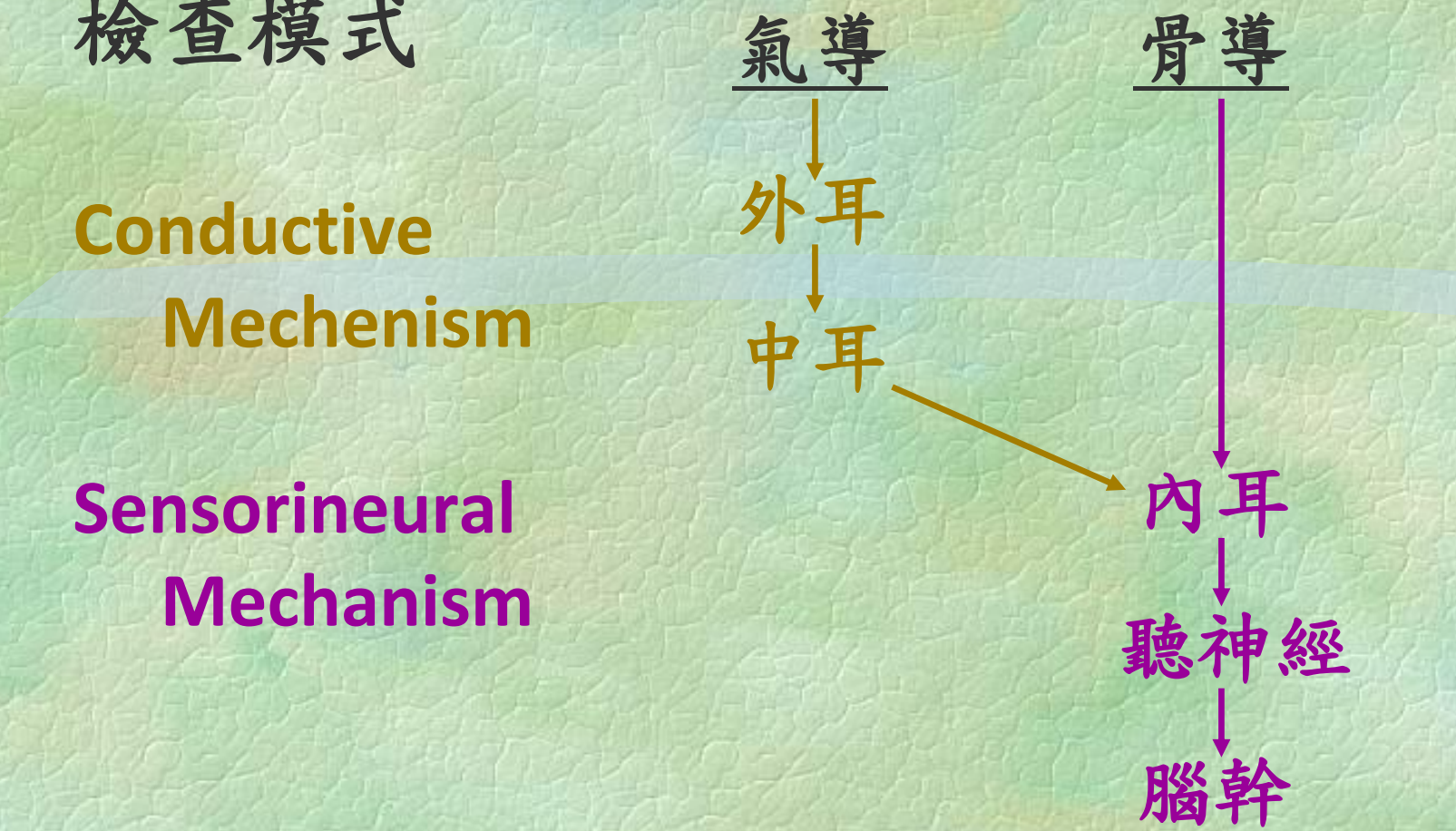
外耳

中耳

內耳

聽神經

腦幹



聽力閾值的測定

氣導聽檢 "Audiometric Zero"

Reference threshold levels re 20 μ Pa for Audiometric Earphones

Frequency (Hz)	ANSI (S3.6-1989)	
	TDH-49	Telex 1470
250	67.0	67.0
500	58.0	58.0
1000	42.5	42.5
2000	31.0	31.0
3000	30.0	30.0
4000	35.5	35,5

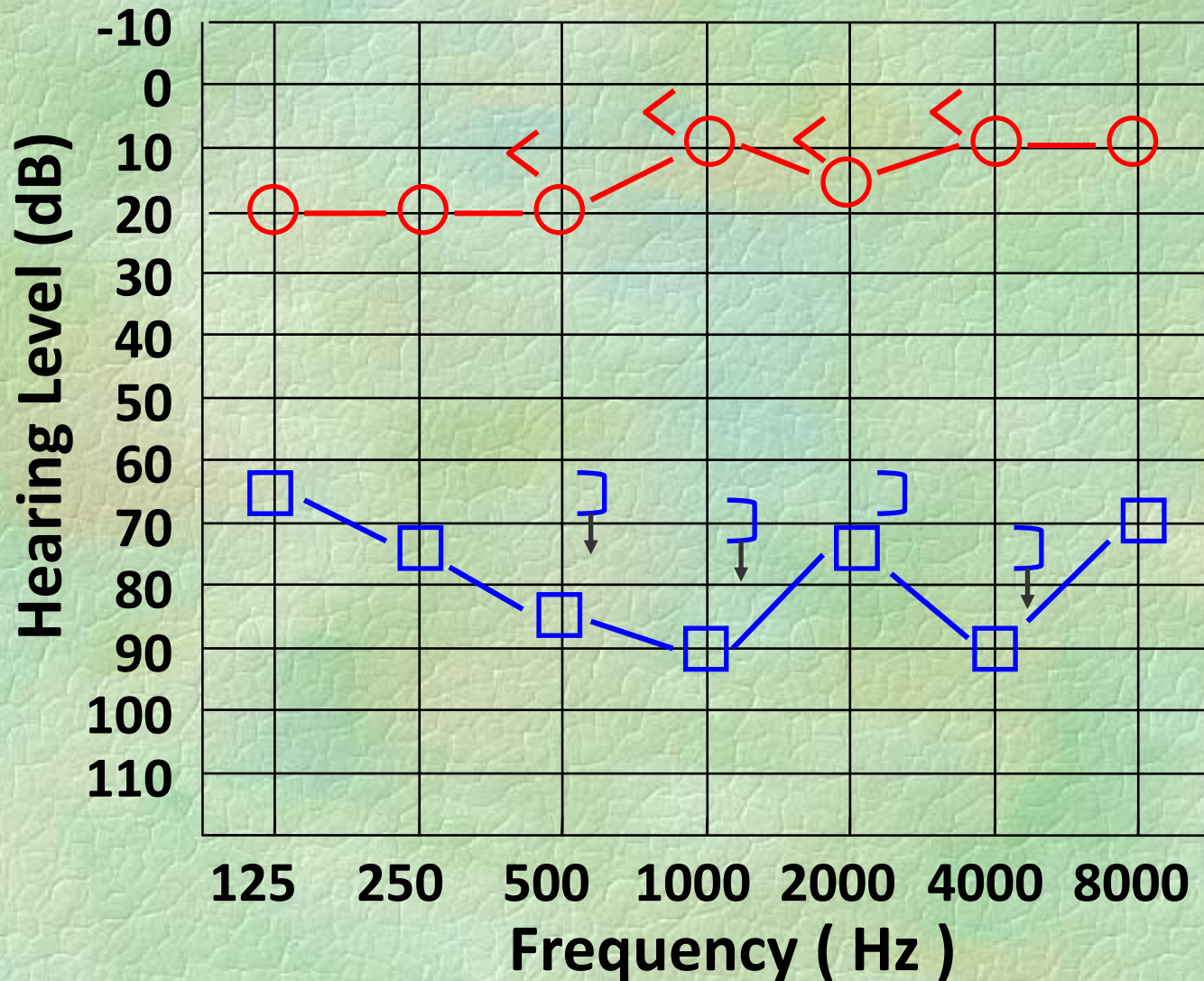
聽力閾值的測定

骨導聽檢 “Audiometric Zero”

Recommended root mean square force values (in dB re 1 μ N) for “0” dB hearing levels for B-71 Bone Vibrators

Frequency (Hz)	ANSI S3 43-1992	ISO 7566-1987
250	67.0	67.0
500	58.0	58.0
1000	42.5	42.5
2000	31.0	31.0
3000	30.0	30.0
4000	35.5	35,5

聽力閾值的測定



聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

1. 檢查模式

氣、骨導(air、bone conduction)

2. 聽力閾值測定

(1) 優耳氣導 → 壞耳氣導 → 優耳骨導
→ 壞耳骨導

(2) 八度音聽力閾值之測定

125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k Hz



聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

2. 聽力閾值測定

(3)越側聽力 (cross hearing)

(4)遮蔽檢查(masking)

兩耳間減衰作用(IA)

Recommended values for interaural attenuation for air-conducted signals

	Frequency (Hz)						
	125	250	500	1000	2000	3000	4000
dB difference between ears	35	40	40	40	45	50	50

聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

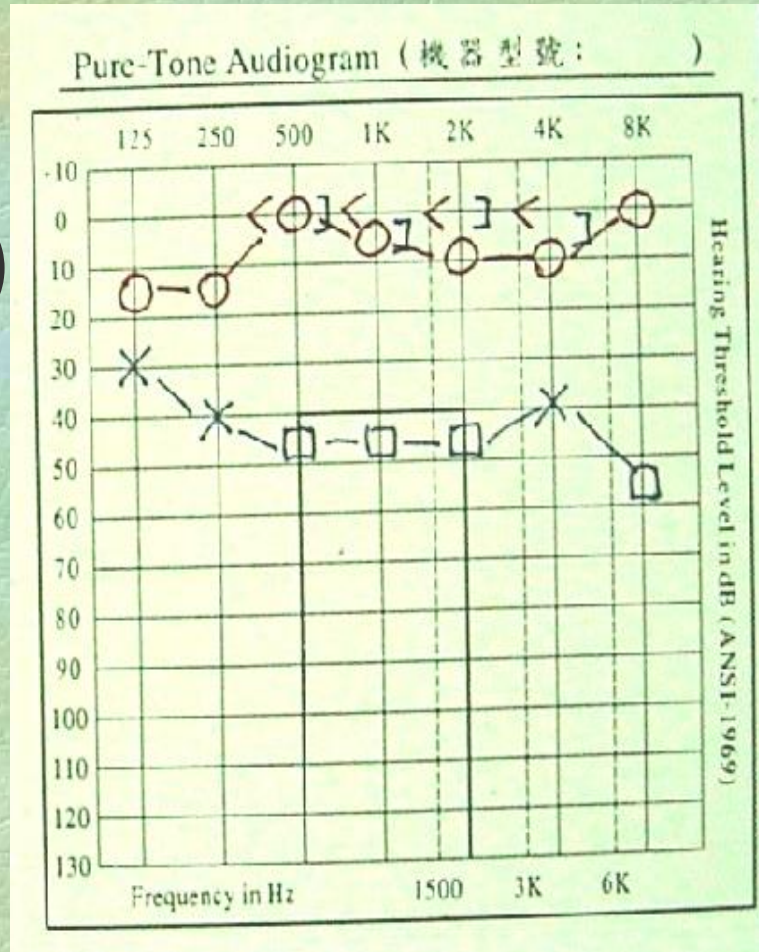
3. 聽力閾值測定

(5) 純音聽力圖 (pure tone audiogram)

氣導 骨導

左耳 × □ >]

右耳 ○ △ < [



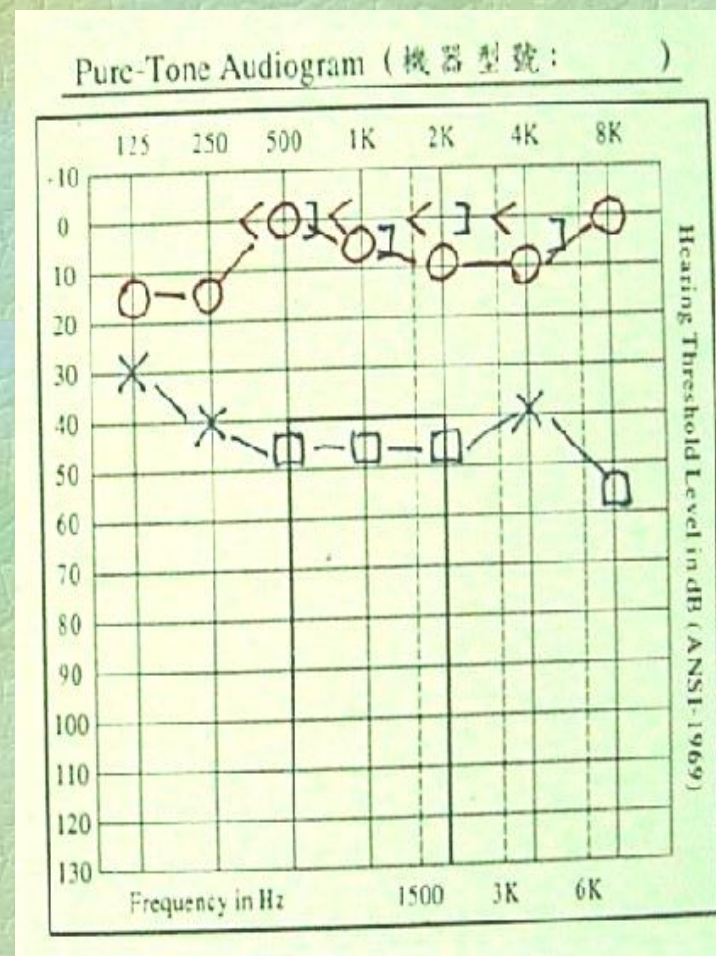
聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

3. 聽力閾值測定

(6) 平均純音聽力閾值
(pure tone threshold
average, PTA)

$(0.5k+1k+2k \text{ Hz})/3$



聽力閾值的測定

純音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

4. 聽力損失程度(Hearing Impairment)

平均純音聽力閾值(PTA)

成人

輕度(26-40 dB)

中度(41-55 dB)

中重度(56-70 dB)

重度(71-90 dB)

極重度(>90dB)

小兒

輕微(25-30 dB)

輕度(25-30 dB)

中度(30-50 dB)

重度(50-70 dB)

極重度(>70dB)

$$**HI \% = (PTA - 25) \times 1.5\%$$

聽力閾值的測定

語音聽力檢查(Pure Tone Audiometry)

語音感知閾值

(Speech Reception Threshold, SRT)

揚揚格雙字詞 (spondee words)

50% correct rate

$SRT = PTA + 0-10 \text{ dB}$

單字辨識檢查*

(Word Recognition Scores, WRS)

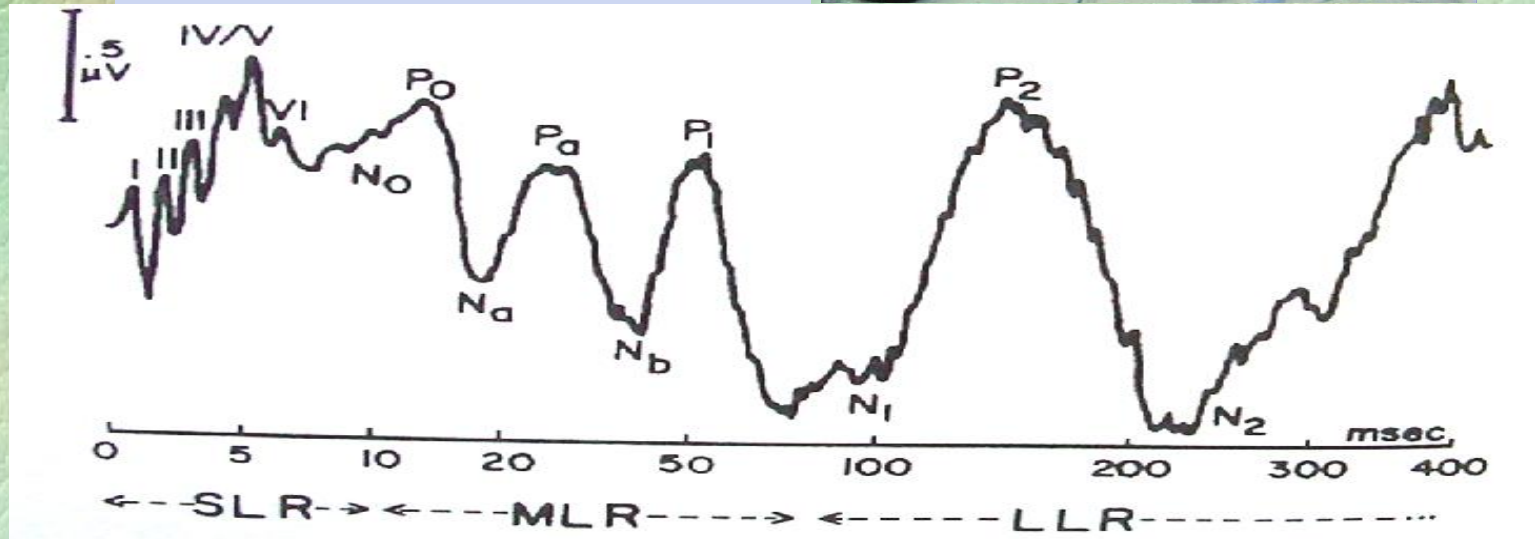
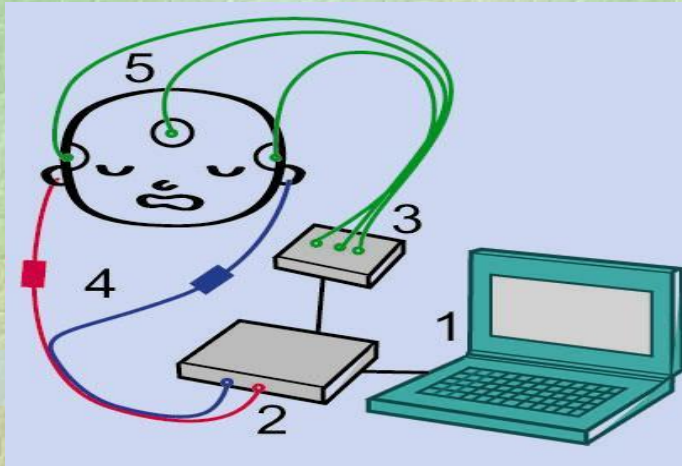
語音均衡詞 (phonetically balanced words)

$SRT + 10 \text{ dB}$

*語音辨別檢查(SDS)

聽力閾值的測定

腦幹聽性反應檢查(ABR)



聽力閾值的測定

腦幹聽性反應檢查(ABR)

1. 聽力閾值的檢查

- 出現V波的最小刺激音量

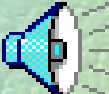
2. 神經耳科學的檢查 (Neurodiagnosis)

- I、III、V波絕對潛時(absolute latencies)
- 波間潛時(interpeak latencies, IPLs)

聽力閾值的測定

腦幹聽性反應檢查(ABR)

1. 聽力閾值

(1) Clicks 0.1~10 kHz 

最常用,能分別預估兩耳的聽力,
但不具頻率特異性

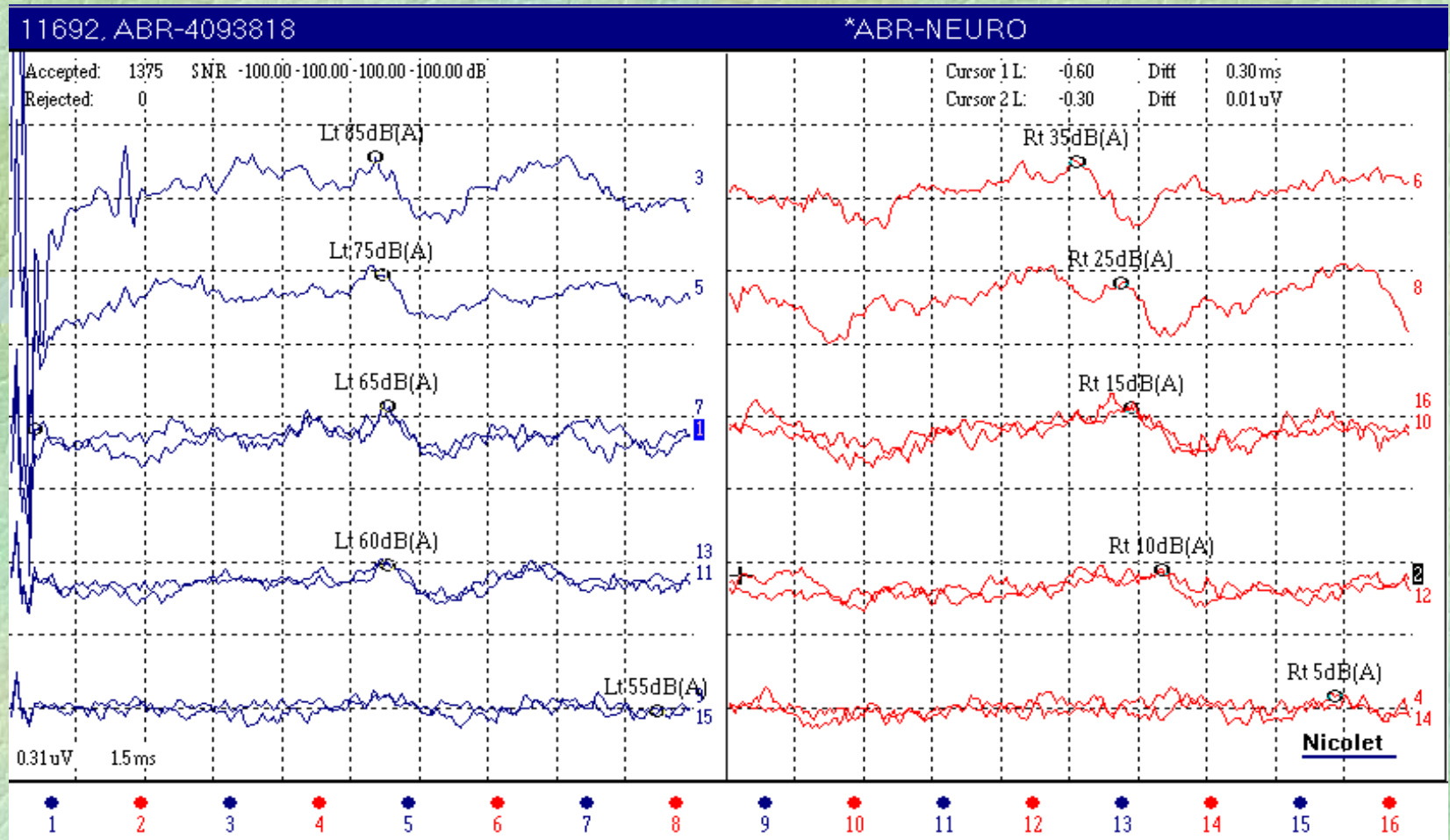
(2) Tone bursts

頻率特異性較佳

測2~3個頻率(0.5, 1 or 2, 4 kHz)

聽力閾值的測定

腦幹聽性反應檢查(ABR)

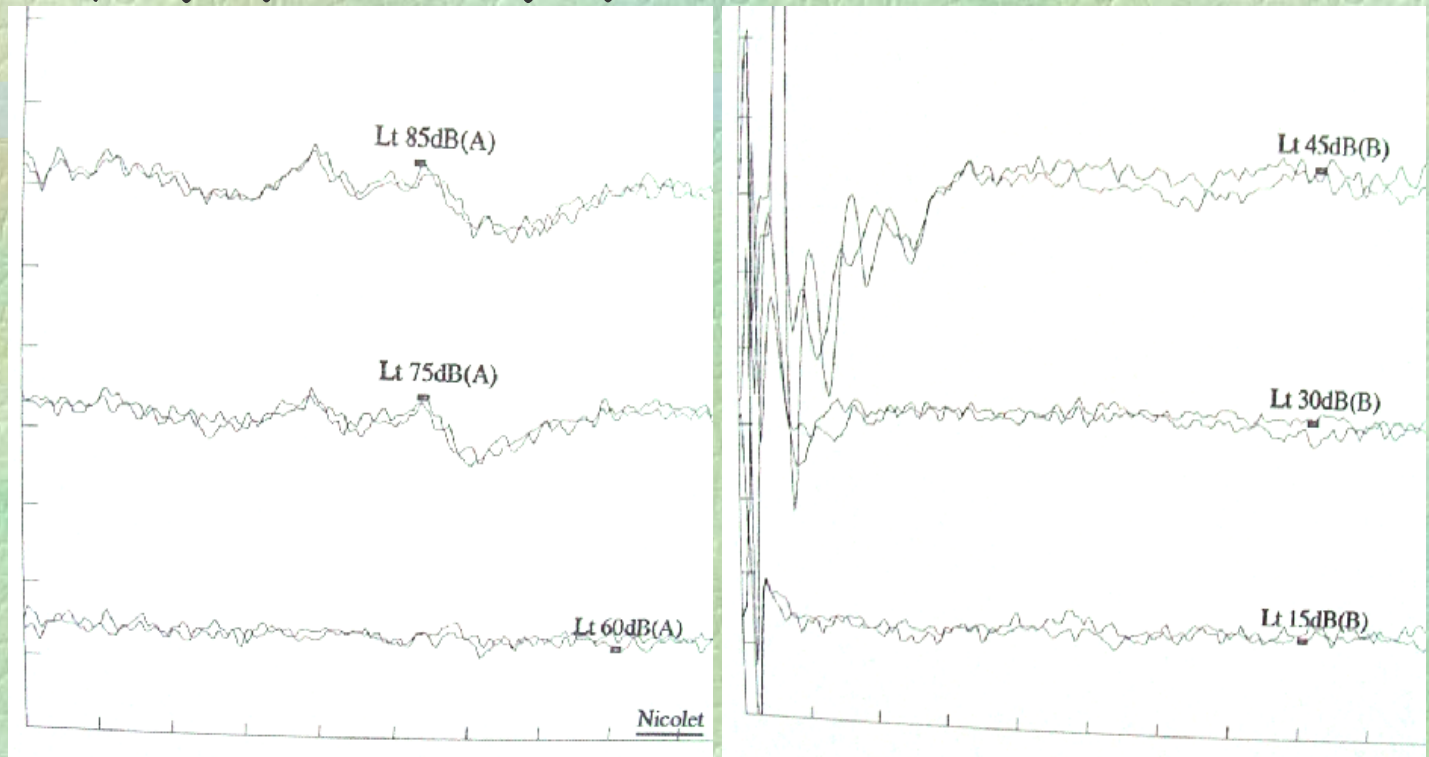


聽力閾值的測定

腦幹聽性反應檢查(ABR)

1. 聽力閾值的檢查

(3) 骨傳導、氣傳導



聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

1. 自發性耳聲傳射 (Spontaneous OAEs)

聽力正常耳
50~70% (+)

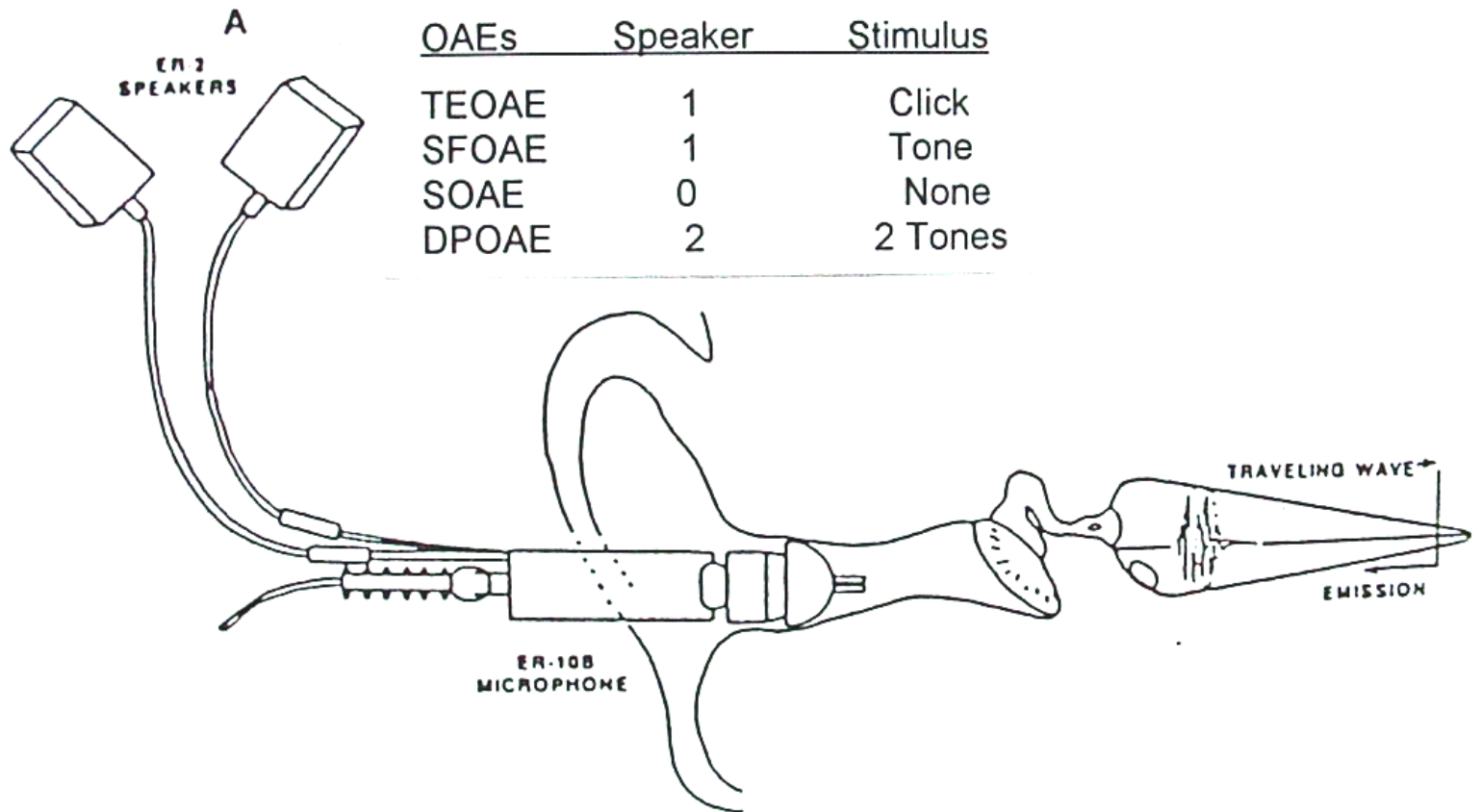
2. 誘發性耳聲傳射 (Evoked OAEs)

聽力正常耳
>95% (+)



聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)



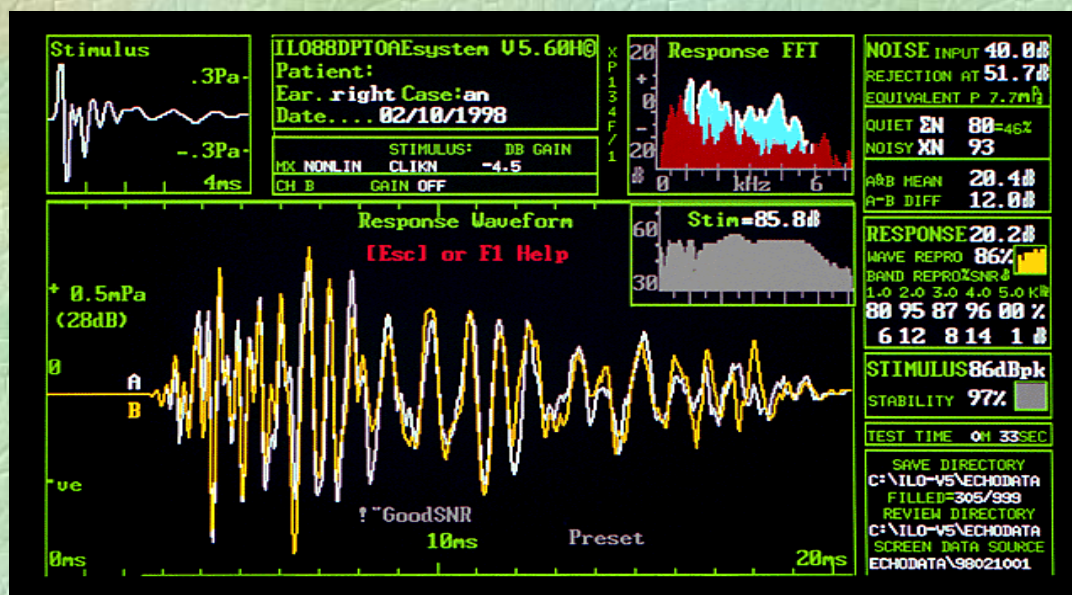
聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

2. 誘發性耳聲傳射(Evoked OAEs)

(1) 短暫誘發性耳聲傳射 (Transient evoked OAEs)

刺激音: 滴答聲(click)




聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

2. 誘發性耳聲傳射(Evoked OAEs)

(2) 歪成分耳聲傳射

(Distortion-product OAEs)

2個不同頻率的連續純音 $F1/F2$ 

刺激音頻率 $F2 / F1 = 1.2$

刺激音強 $L1 \geq L2$

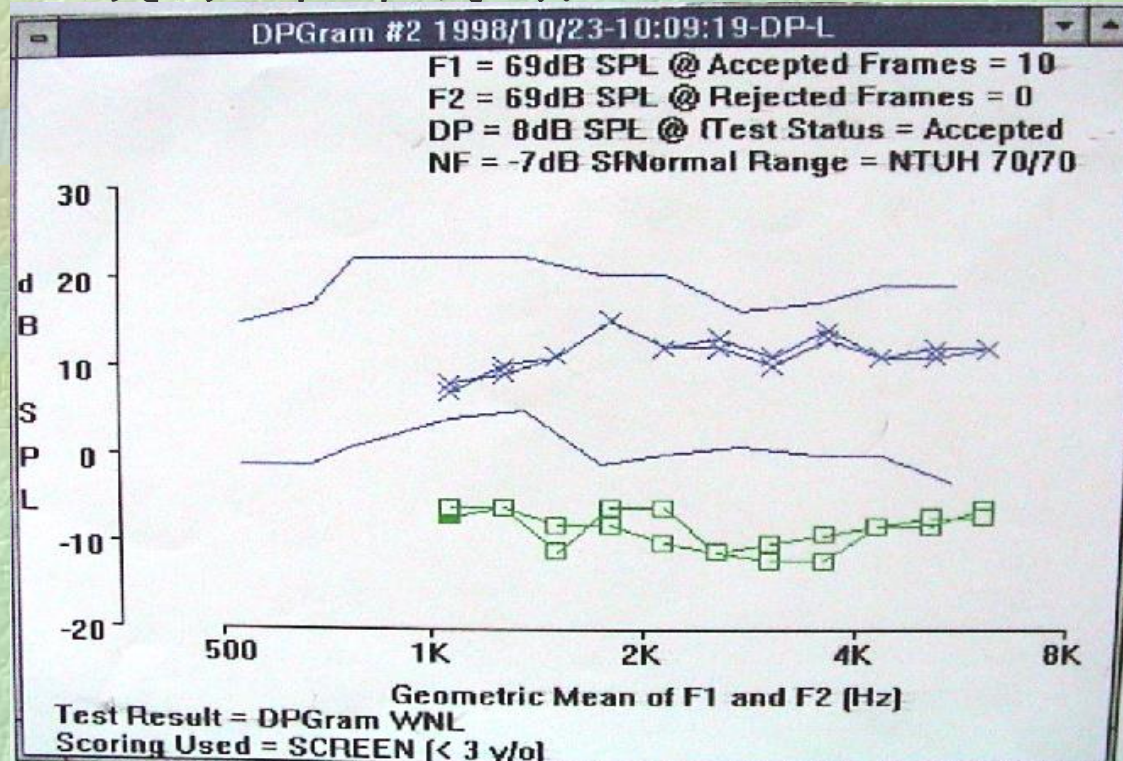
DPOAE的頻率 $2F1-F2$

聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

2. 誘發性耳聲傳射(Evoked OAEs)

(2) 歪成分耳聲傳射



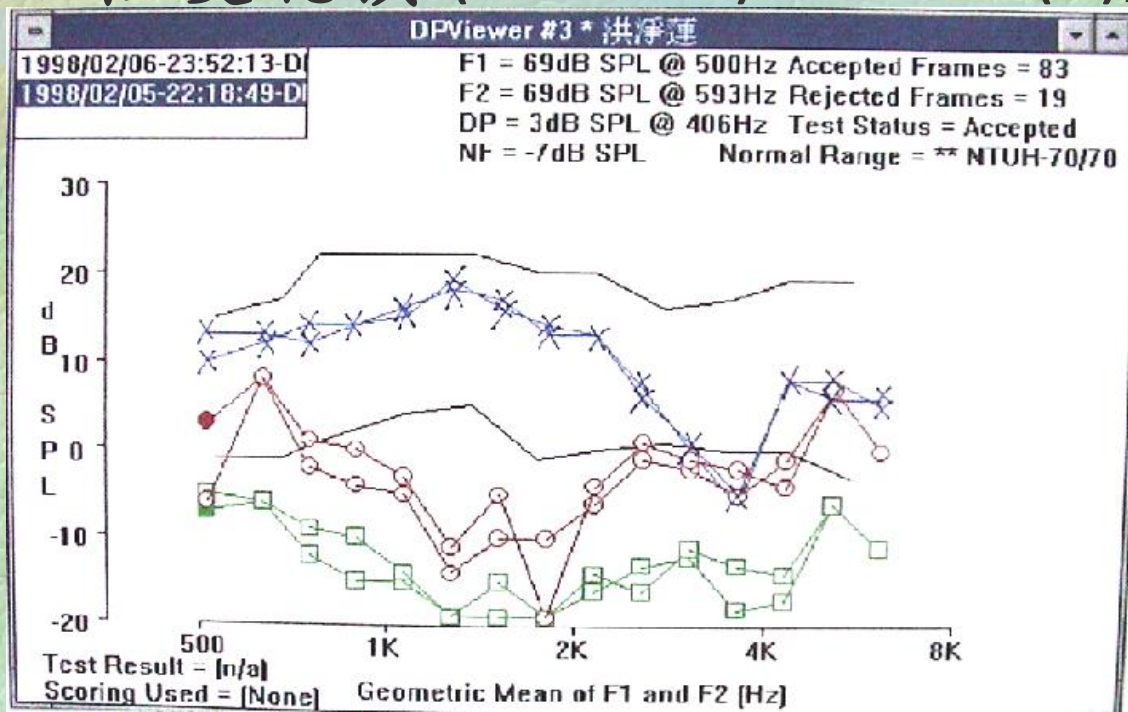
聽力閾值的測定

耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

2. 誘發性耳聲傳射(Evoked OAEs)

(2) 歪成分耳聲傳射

輕度聽損 (mild HL) → OAE (+), ↓



聽力閾值的測定

聽阻聽力檢查(Impedance)

聽反射檢查(Acoustic reflex, AR)

0.5 kHz、1 kHz、2 kHz、4 kHz

(1)同側聽反射閾值

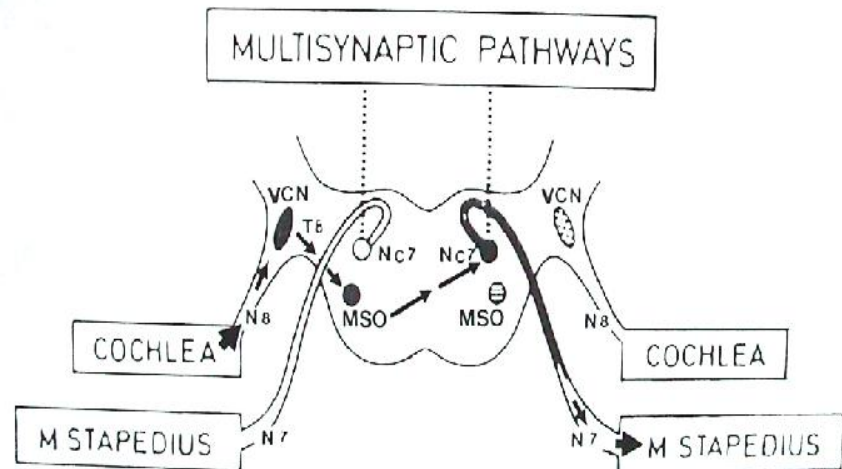
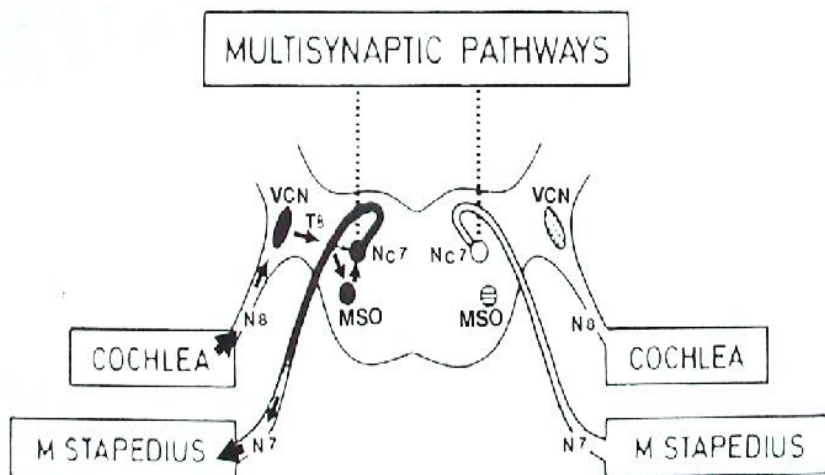
(2)對側聽反射閾值

PTA+70~90 dB

同側+2~16dB

IPSI LATERAL STAPEDIUS REFLEX PATHWAYS

CONTRALATERAL STAPEDIUS REFLEX PATHWAYS



幼兒聽力篩檢

1994年 美國國家衛生署(NIH)

1. 先天性聽損之嬰幼兒須在3個月大前診斷
2. 先天性聽損之嬰幼兒須在6個月大時開始治療及復健計劃
3. 助聽器選配 + 聽語復健
4. 藥物或手術治療

幼兒聽力篩檢

1. 耳聲傳射聽力檢查(OAEs)

外耳→中耳→耳蝸

2. 自動式腦幹聽性反應檢查(Automatic ABR)

外耳→中耳→耳蝸→腦幹

3. 行為觀察聽力檢查

(Behavioral Observation Audiometry)

幼兒行為或主觀聽力檢查

1. 行為觀察聽力檢查
(Behavioral Observation Audiometry)
2. 視覺增強聽力檢查
(Visual Reinforcement Audiometry)
3. 遊戲式聽力檢查
(Conditioned Play Audiometry)

行為觀察聽力檢查

0.5 ~2 歲

行為觀察
驚嚇

(startle, Moro's-like reflex)

眨眼或睜眼

(eye-blink, auropalpebral reflex)

驚醒身體扭動

(arousal response within 2 sec)

轉頭去尋找聲源

(sound localization)

行為觀察聽力檢查(BOA)

年齡	Noisemakers (dB SPL)	語音 (dB HL)
< 4 月	50-70	40-60
4-7 月	40-50	20
13-24 月	25-30	5

視覺增效聽力檢查(VRA)

1. 6個月~2.5歲的嬰幼兒

聲音刺激→反應(尋找聲源)→
視覺增效(獎賞)

2. 大略預估語音頻率的聽力閾值

3. 用耳內式耳機可分別測兩耳聽力

4. 越小可信度越低

遊戲式聽力檢查(CPA)

1. 2.5 ~5 歲
2. 測得語音範圍內
各純音頻率的閾值(0.5, 1, 2, 4k Hz)
3. 語音感知閾值
4. 語音辨識

結 論

1. 聽力診斷

行為聽力檢查、生理聽力檢查

2. 聽力閾值測定

平均純音聽力閾值(PTA)

腦幹聽性反應閾值

耳聲傳射聽力篩檢

3. 早期診斷和治療