

人工耳蝸



台中慈濟醫院耳鼻喉部
許權振



大綱

- 人工耳蝸
人工耳蝸構造及作用
- 人工耳蝸植入計畫
 1. 手術前的評估
 2. 適應症
 3. 植入手術
 4. 設定語音處理機
 5. 聽語訓練
- 人工耳蝸成效
術後評估



人工耳蝸 (Cochlear Implant)

2021 Lasker-DeBakey Award



Dr. Katalin Kariko

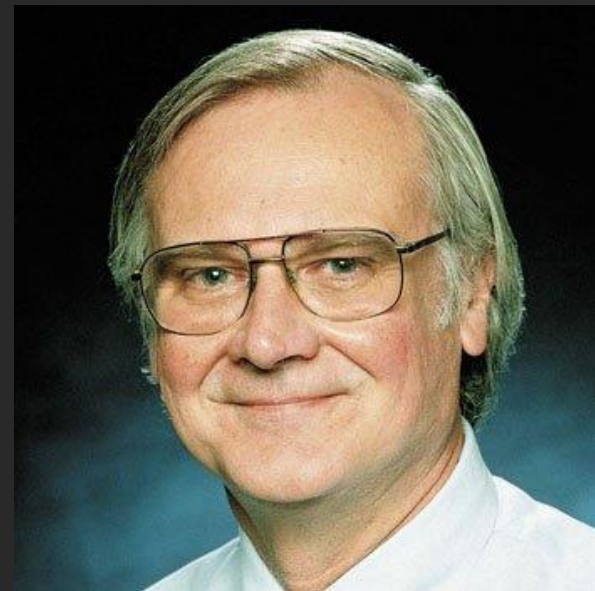


Dr. Drew Weissman



人工耳蝸 (Cochlear Implant)

2013 Lasker-DeBakey Award



Dr. Graeme Clark Dr. Ingeborg Hochmair Dr. Blake Wilson

澳洲

奧地利

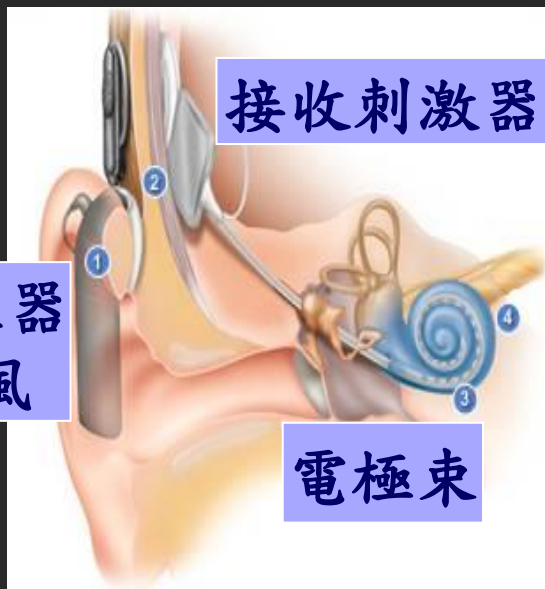
美國



人工耳蝸

- (1) 兩耳重度感覺神經性聽損的治療
- (2) 助聽器無效(語音聽知覺能力的改善不佳)
- (3) 人工耳蝸植入

語音處理器
+ 麥克風



人工耳蝸 (Cochlear Implant)

Volta (1790)

電刺激聽覺系統 → 聽到聲音

Djourno & Eyries (1957)

首次電刺激聽神經

House (1961)

植入單頻 CI → 失敗(排斥)

Graeme Clark (1978), Ingeborg Hochmair (1977)

多電極 CI

Blake Wilson (1991)

CIS 語音處理策略



- 人工耳蝸

 - 人工耳蝸構造及作用

- 人工耳蝸植入計畫

 - 1. 手術前的評估

 - 2. 適應症

 - 3. 植入手術

 - 4. 設定語音處理機

 - 5. 聽語訓練

- 人工耳蝸成效
術後評估



人工耳蝸構造

【助聽器】

[麥克風] [擴大器] [接收器]
聲音 → 電波 → 擴大電波 → ↑ 聲音



耳膜和聽小骨(機械能)



耳蝸毛細胞



聽神經

* 重度極重度感音聽損：清晰度差/理解度差

人工耳蝸構造

【人工耳蝸】

[麥克風] [擴大器] [接收器]

聲音 → 電波 → 擴大電波 → ↑ 聲音

↓ [語音處理器]

數位編碼訊號

↓ [線圈傳送器]

無線電波

↓ [接收-刺激器]

聲音訊號解碼成電氣訊號

↓ [電極束]

聽神經

人工耳蝸構造

【人工耳蝸原理】



人工耳蝸構造

1. 澳洲 Cochlear (Nucleus)
2. 美國 Advanced Bionics
3. 奧地利 MED-EL
4. 法國 Neurelec
5. 中國 Nurotron



人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

接收-刺激器

1. 澳洲 Cochlear:

N22, N24, CI4 系列, CI5 系列, CI6 系列



2. 美國 Advanced Bionics:

C1 (Clarion-S), CII, HiRes 90K



3. 奧地利 MED-EL:

Combi 40⁺, Pulsa_{CI}¹⁰⁰, Sonata_{TI}¹⁰⁰,

Concerto_{Mi}¹⁰⁰⁰, Synchrony^(EAS)_{Mi}¹²⁰⁰



人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

接收-刺激器

	“Nucleus”	“Ad. Bionics”	“Med-EL”
第一代	CI 22M	C1	
第二代	CI 24M	CII	Combi 40+
第三代	CI 24R	HiRes 90k	Pulsar _{CI} ¹⁰⁰
第四代	CI 24RE	HiRes Utra	Sonata _{TI} ¹⁰⁰
第五代	CI 422		Concerto _{Mi} ¹⁰⁰⁰
第六代	CI 512/CI 522		Synchrony ^(EAS) _{Mi} ¹²⁰⁰
第七代	CI 612/CI 622		



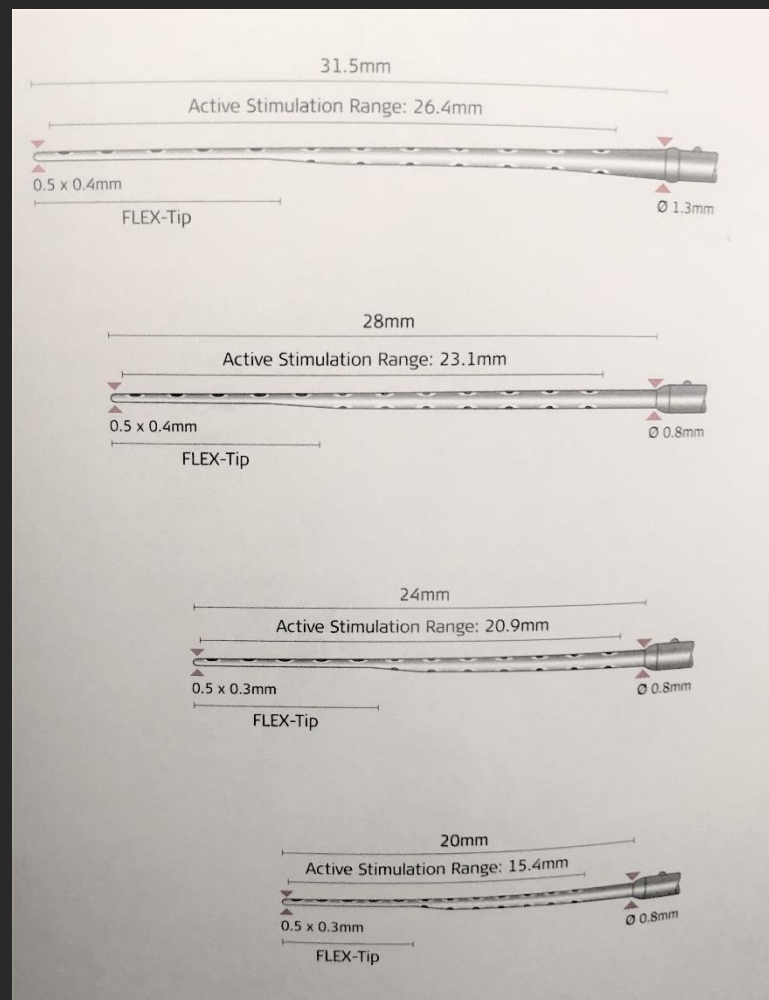
人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

電極束種類

1. 根據長度粗細
短、長、細長(slim)

2. 根據剛性(硬度)
標準、軟(soft)、
超軟(flex)

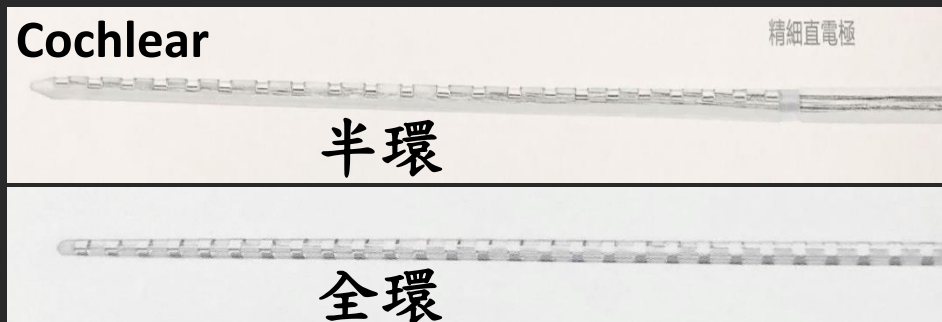


人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

電極束種類

3. 根據刺激方向: 半環電極、全環電極




4. 根據形狀: 直電極、預彎電極







人工耳蝸構造


【人工耳蝸體內部分】

電極束種類

 Severe to Profound Sensorineural Hearing Loss

 PATIENT NEEDS	ELECTRODE FEATURE	COCHLEAR ELECTRODE SOLUTION
Optimal electrical stimulation	Perimodiolar electrode Lateral wall	Contour Advance® ★★★★★  Slim Straight ★★  Straight ★ 

PROVEN CLINICAL DATA

 Holden et al, *Ear and Hearing*, 2013
Susan et al, *The American Journal of Otology*, 1999

人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

電極束種類

耳蝸畸形的電極選擇

耳蝸結構	聽力 情況	入路方式	電極選擇			
			Contour Advance 彎電極		精細直電極	直電極
			CI512	RECA	CI422	REST
耳蝸畸形	耳蝸骨化/耳硬化症		√	√		
	共同腔					✘
	耳蝸 分隔 不全	無蝸軸(I, III)				✘
		有蝸軸(II: Mondini)	√	√		√
	耳蝸 發育 不全	無蝸軸(I, II)				✘
		有蝸軸(III, IV)	√	√		√
	NF2	有蝸神經	√	√		√
		無蝸神經				

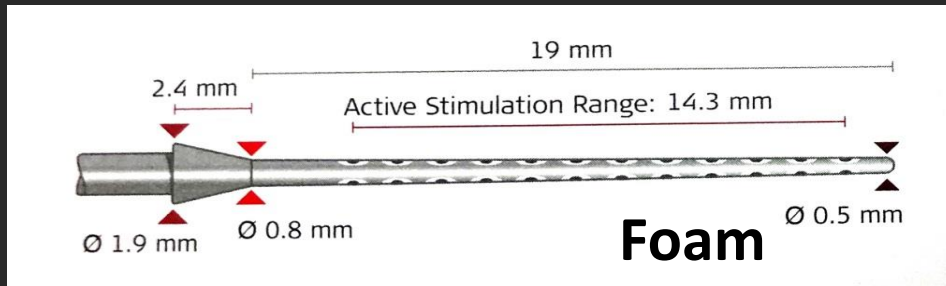
*某些電極產品僅在部分國家或地區有售，詳情請諮詢您的科利耳™代表。

人工耳蝸構造

【人工耳蝸體內部分】

電極束種類

5. 特殊用途



Foam
Med-EL



人工耳蝸構造

【人工耳蝸體外部分】

語音處理器 → 語音處理策略

1. 澳洲 Cochlear (Nucleus)

- WSP, Spectra, SPrint, ESPrit, Freedom, N5(CP810), N6(CP910, 920)

2. 美國 Advanced Bionics

- PSP, Auria, Harmony, Naida(Q70, Q90)

3. 奧地利 MED-EL

- Tempo⁺, Opus1, Opus2, Rondo, Sonnet



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】

語音處理器 → 語音處理策略

(1) 位置譯碼法 (place coding)

頻率特殊性高

刺激速率慢

~2,500/s (250/s x10)

(2) 進階併用編碼法* (advanced combination encoding, ACE)

頻率特殊性高

刺激速率快

~14,400/s (1,200/s x12)



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】

語音處理器 → 語音處理策略

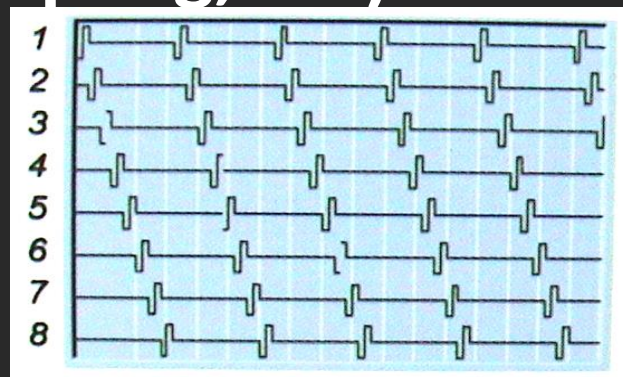
(3) 連續插入刺激採樣法*

(continuous interleaved sampling, CIS)

頻率特殊性較差

刺激速率快

~50,704/s (1,400/s x12)

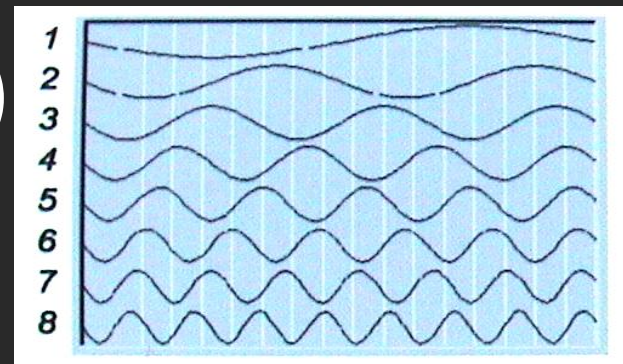


(4) 同時類比刺激法

(analogue stimulation, SAS)

同步刺激

刺激速率快 (~100,000/s)



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】

語音處理器 → 語音處理策略

SPEAK, ACE, CIS (Cochlear公司)



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】

語音處理器 → 語音處理策略

CIS, PPS, QPS, SAS (AB 公司)



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】



人工耳蝸構造

【人工耳蝸語音處理策略】



1 頻道



2 頻道



3 頻道



4 頻道



6 頻道



8 頻道



- 人工耳蝸
人工耳蝸構造及作用
- 人工耳蝸植入計畫
 1. 手術前的評估
 2. 適應症
 3. 植入手術
 4. 設定語音處理機
 5. 聽語訓練
- 人工耳蝸成效
術後評估



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

適應症

植入手術

設定語音處理機

聽語訓練



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

1. 會談
2. 聽力檢查
3. 語言聽能評估
4. 助聽器配戴及評估
5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)
6. 鼓室岬電刺激檢查
7. 一般檢查、神經科檢查
8. 照會精神科與心理醫師
9. 耳聾基因檢測



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

1. 會談
2. 聽力檢查
3. 語言聽能評估
4. 助聽器配戴及評估
5. 顳骨影像檢查(CT, MRI)
6. 鼓室岬電刺激檢查
7. 一般檢查、神經科檢查
8. 照會精神科與心理醫師
9. 耳聾基因檢測



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

封閉式/開放式

(1) 子音母音察覺測驗

(2) 超語段聽辨: 大小聲長短

(3) 字詞類型聽辨測驗

(4) 雙字詞聽辨測驗

(5) 單字聽辨(子音、母音聽辨)

(6) 音調聽辨測驗

(7) 句子聽辨測驗 (e.g. HINT, AzBio)



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

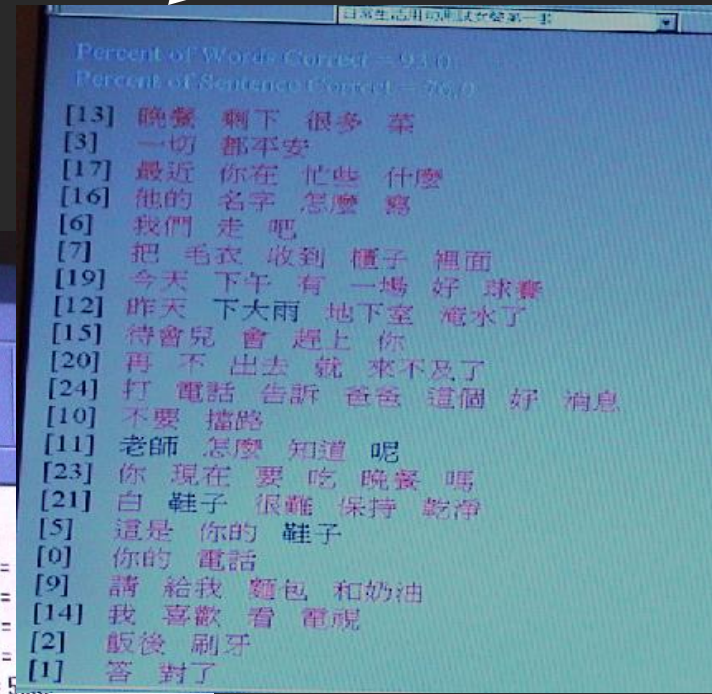
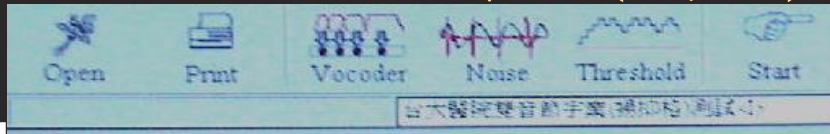


人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

句子聽辨

3. 語言聽能評估(測驗)



#13-: chinese tone recognition (4 speakers)

File Test View Parameter Status Help

Open Print Matrix Start Stop Pause Repeat

CHINESE_TONE_RECOGNITION_4_SPE

Total Trials:	96	Vowel	
Current Trial:	96	A	13 / 16 =
Correct Trials:	68	O	11 / 16 =
Percent Correct:	70.83	E	11 / 16 =
		YI	13 / 16 =
TONE-1:	21 - 1 2	WU	8 / 16 = 50.0
TONE-2:	8 15 - 1	YU	12 / 16 = 75.0
TONE-3:	4 8 12 -	speakers	
TONE-4:	3 1 - 20	sp1	13 / 24 = 54.2
		sp2	16 / 24 = 66.7
		sp3	19 / 24 = 79.2
		sp4	20 / 24 = 83.3

音調聽辨

雙字詞聽辨

Percent of Words Correct = 93.0
Percent of Sentence Correct = 76.0

- [17] 蒼蠅
- [2] 玻璃
- [4] 拼圖
- [23] 身體
- [22] 書局
- [5] 蕃薯
- [21] 中文
- [15] 醬油
- [11] 蠟筆
- [7] 工廠
- [0] 墨水
- [14] 漢堡
- [24] 市場
- [6] 太陽

人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

(8) 有意義聽覺整合評分(IT-MAIS)

評估嬰幼兒的聽能技巧發展

- (i) 發聲與語言行為
- (ii) 對聲音的警覺性
- (iii) 瞭解聲音的意義

*10題: 0~4分(從未-很少-有時-經常-總是)/題

(9) 語言清晰度等級*(SIR, Speech Intelligibility Rating — O'Donoghue et al., 1998): 1-5 級

人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

- (10) 聽能等級*(M-CAP, Modified Categories of Auditory Performance —Archbold et al, 1995): 0-7 級
- (11) 口語發展等級*(MSLDS, Manchester Spoken Language Development Scale): 1-10 級
- (12) 早期語言感知測(SPT, Early Speech Perception Test)
- (13) 有意義語言使用等級(MUSS)



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

(9) 語言清晰度等級(SIR)

#1 沒人可以聽懂

#2 有限的單字可以被聽懂(有讀唇或語境文字輔助時)

#3 會讀唇的人專心聽可以聽懂

#4 有和聽障者交談經驗的人可以聽懂

#5 所有人都可以聽懂



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

(10) 聽能等級(M-CAP)

- #0 無法察覺周遭環境的聲音
- #1 可以察覺周遭環境的聲音
- #2 對語音有反應
- #3 可以辨識周遭環境的聲音
- #4 可以分辨至少兩個語音
- #5 可以聽懂常用的語詞(沒有讀唇)
- #6 可以聽懂熟人的會話(沒有讀唇)
- #7 可以和熟人電話交談

人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

3. 語言聽能評估(測驗)

(11) 口語發展等級(MSLDS)

- #1 可以察覺一些「周遭環境的聲音」和「講話的聲音」
- #2 會用聲音來吸引大人的注意，遊戲時會發出聲音
- #3 模仿大人說話 (如：仿說母音)
- #4 可以口語表達的單字少於50字
- #5 可以口語表達的單字50~200字，或可以說雙字詞
- #6 可以說3個字的簡單詞句
- #7 可以說簡單句子
- #8 可以說複雜句子
- #9 語言表達技巧和聽力年齡(指使用適當有效的人工耳蝸或助聽器的年數)相當
- #10 語言表達技巧和年齡相當

人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

1. 會談
2. 聽力檢查
3. 語言聽知覺能力評估
4. 助聽器配戴及評估
5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)
6. 鼓室岬電刺激檢查
7. 一般檢查、神經科檢查
8. 照會精神科與心理醫師
9. 耳聾基因篩檢



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顱骨影像檢查(CT, MRI)

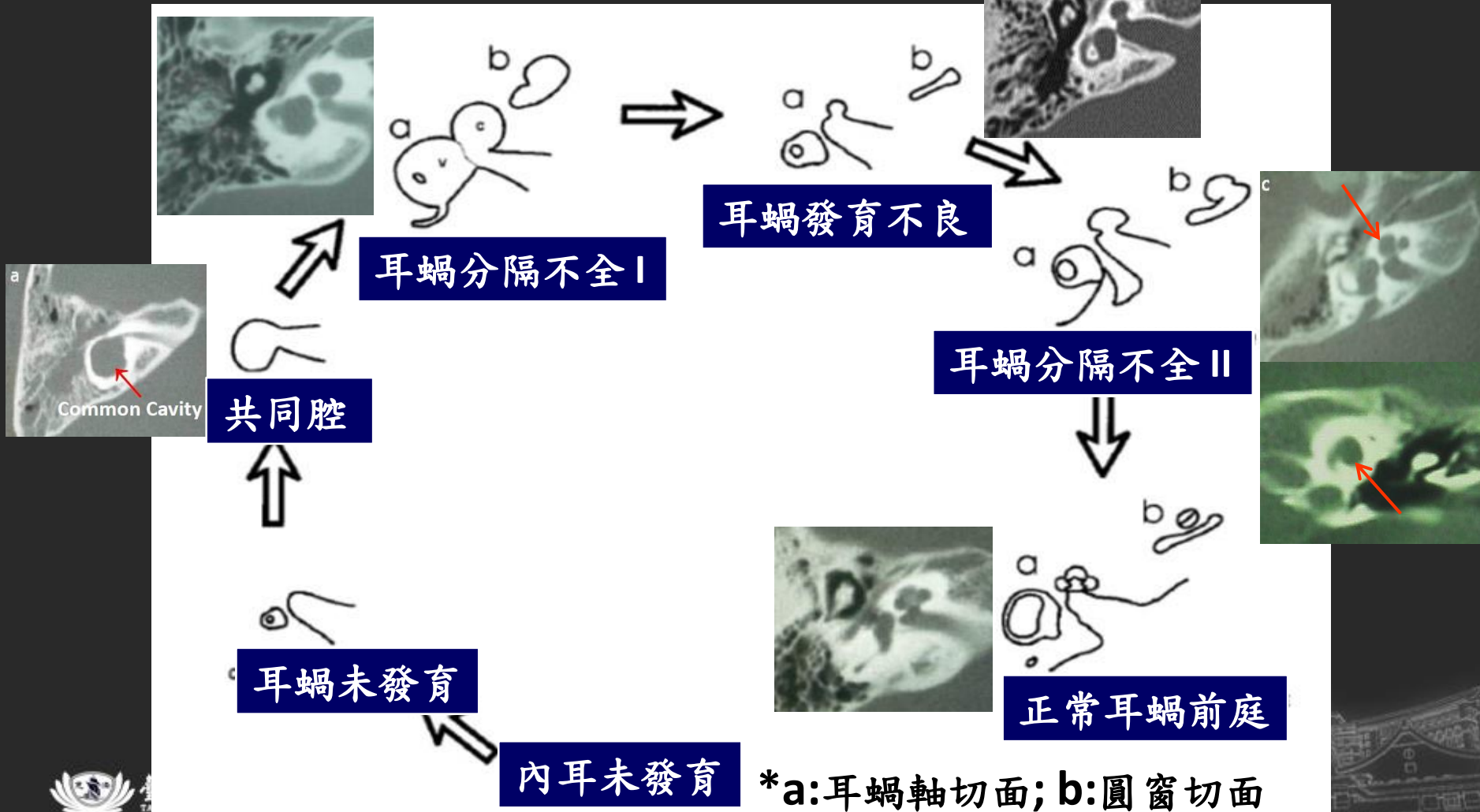
❁ 電腦斷層(CT):

- 耳蝸前庭發育
 - 耳蝸圈數、耳蝸管暢通情況
 - 內聽道大小
 - 顏面神經和血管的位置
 - 中耳和乳突的解剖構造
- * 殘存聽力(+)



人工耳蝸植入計畫

內耳畸形 Sennaroglu et al (2002)



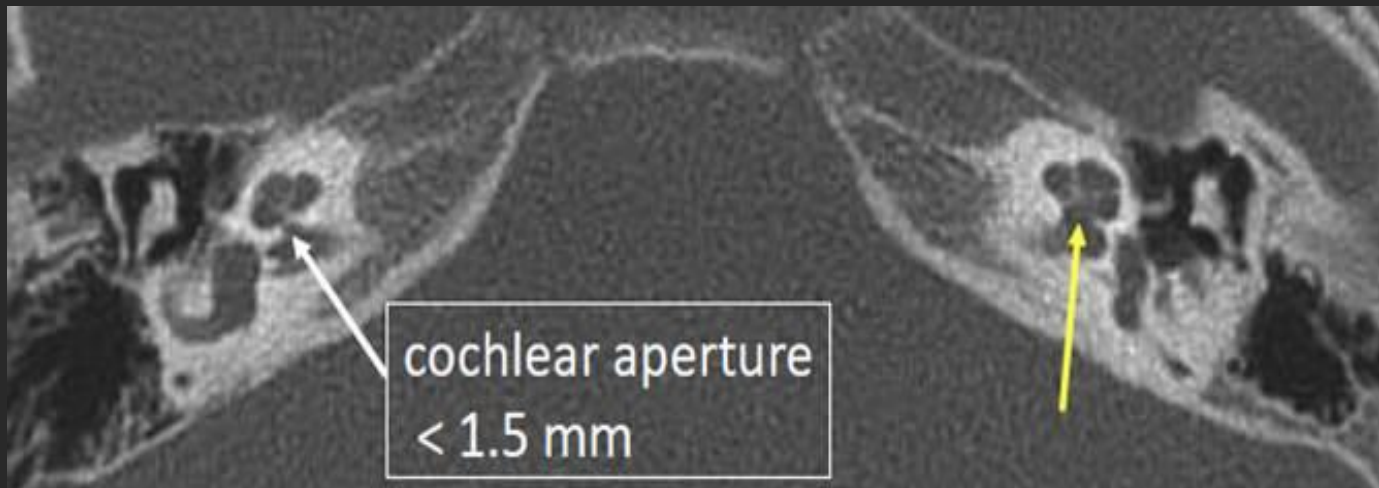
人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 電腦斷層:

內耳畸形(耳蝸孔狹窄=聽神經缺損)



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顱骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 磁共振影像(MRI):

axial, coronal, oblique sagittal

- 膜性迷路纖維化閉塞
- 確認耳蝸神經發育
- 中樞聽覺徑路病變

* 殘存聽力(-)/聽覺神經病變/內聽道狹窄(CT)



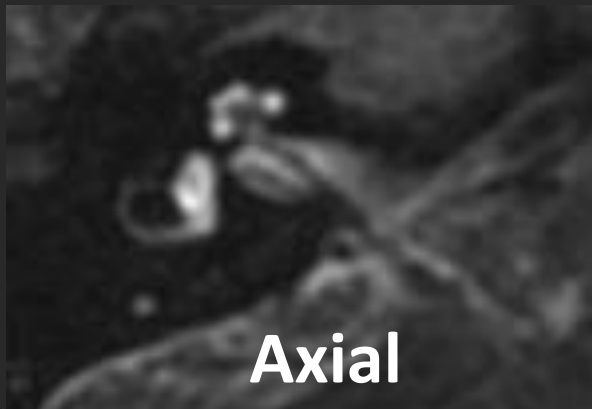
人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 磁振影像:

CISS (Constructive Interference in Steady State): assessment of CP angle lesions, fine structures of cochlea and IAC



耳蝸軸
和
耳蝸神經



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 磁共振影像:

聽神經缺損

Oblique Sagittal



耳蝸軸
和
耳蝸神經



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顱骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 電腦斷層 ↔ 磁振影像:

首選磁振影像MRI

- 降低費用
- 避免不必要的輻射暴露

電腦斷層CT第二線

- 內耳畸形
- 內聽道狹窄
- 耳蝸管鈣化



人工耳蝸植入計畫

“What is the role of pre-operative imaging for cochlear implants in **adults** with postlingual deafness?” - Choi KJ & Kaylie DM. (**Laryngoscope** 2017; 127: 287-288)

Need for preoperative imaging in CI candidates

- CTs: middle ear disease
- MRIs: temporal bone fractures, meningitis, cochlear otosclerosis, asymmetric hearing loss, r/o incidental intracranial lesion



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 顱骨影像檢查(CT, MRI)

❁ 電腦斷層(CT):

耳蝸管阻塞(內耳鈣化)



人工耳蝸植入計畫

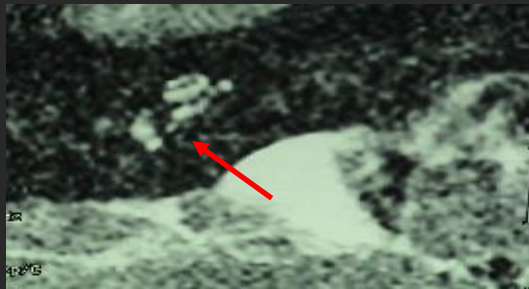
術前評估 (病人選擇)

5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)

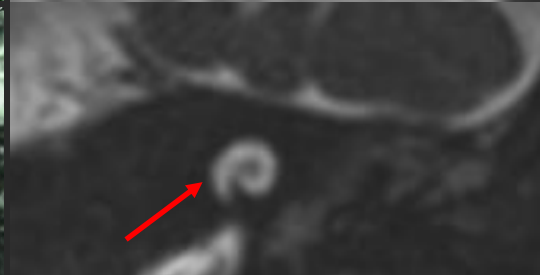
❁ 磁共振影像(MRI):

耳蝸管阻塞(纖維化或鈣化)

Axial



Coronal



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

1. 會談
2. 聽力檢查
3. 語言聽能評估
4. 助聽器配戴及評估
5. 顱骨影像檢查(CT, MRI)
6. 鼓室岬電刺激檢查
7. 一般檢查、神經科檢查
8. 照會精神科與心理醫師
9. 耳聾基因篩檢



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

5. 鼓室岬電刺激檢查

(只成人適用)

- 電刺激反應動態範圍 (Dynamic range)
- 分辨頻率 (Description of frequencies)
- 音隙察覺測試 (Gap detection)
- 時間差分辨測試 (Temporal difference)
- 電刺激音適應 (Adaptation)



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

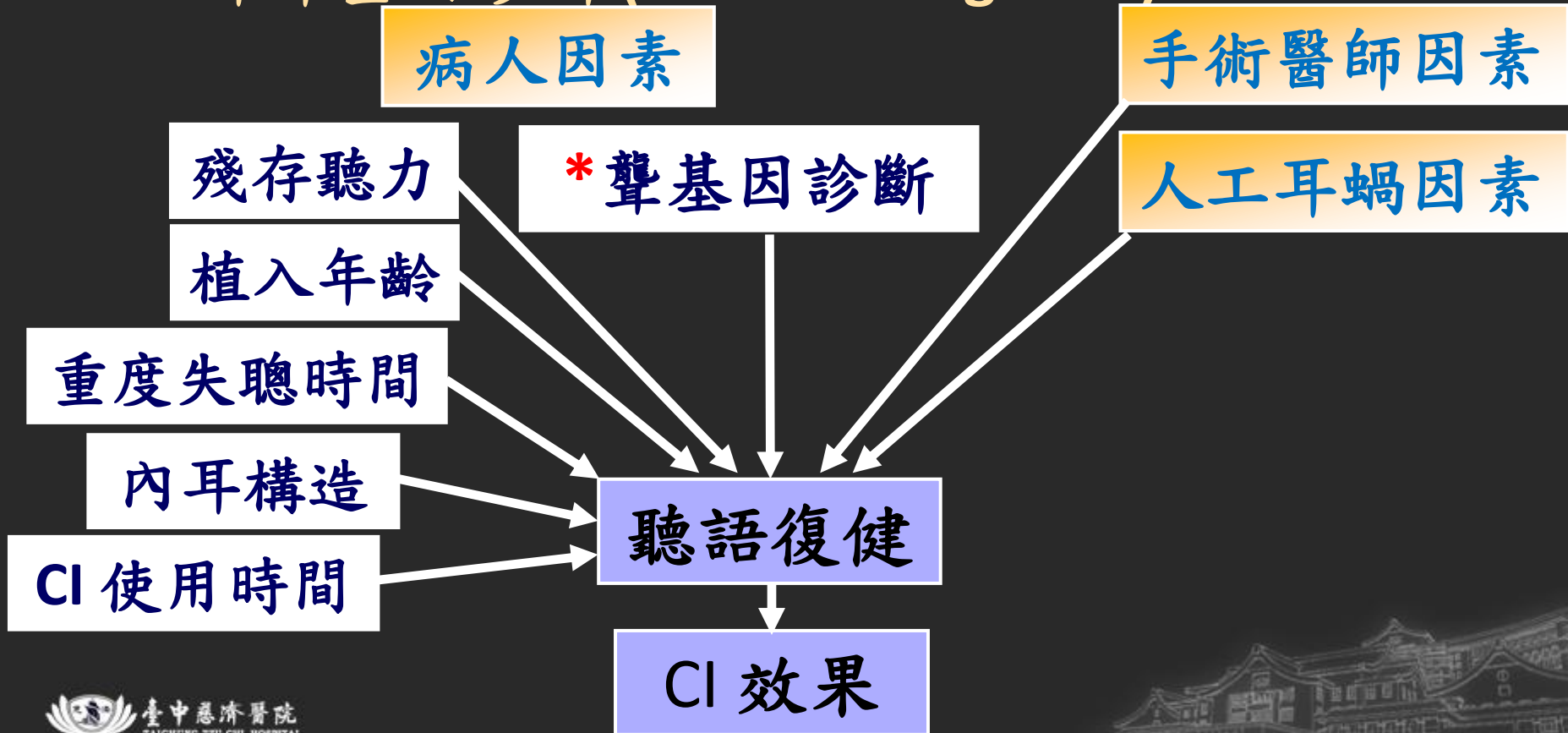
1. 會談
2. 聽力檢查
3. 語言聽知覺能力評估
4. 助聽器配戴及評估
5. 顛骨影像檢查(CT, MRI)
6. 鼓室岬電刺激檢查
7. 一般檢查、神經科檢查
8. 照會精神科與心理醫師
9. 耳聾基因檢測



人工耳蝸植入計畫

術前評估 (病人選擇)

9. 耳聾基因診斷 (Genetic Diagnosis)



人工耳蝸植入計畫

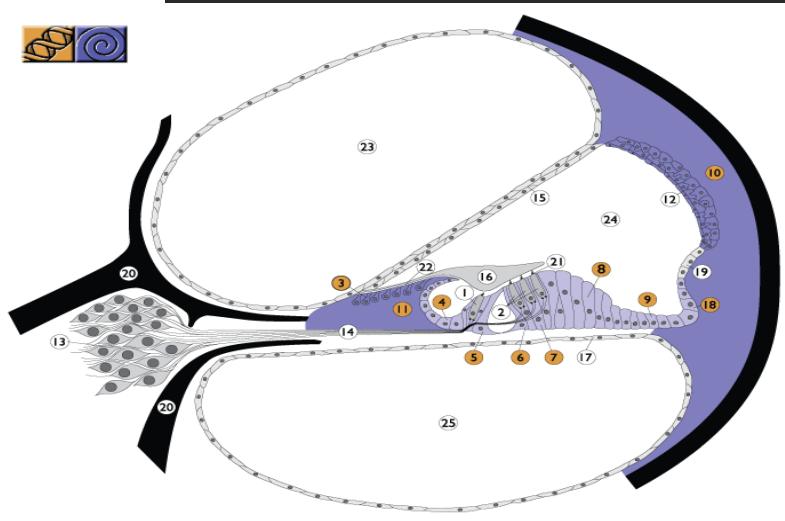
術前評估 (病人選擇)

9. 耳聾基因診斷 (Genetic Diagnosis)

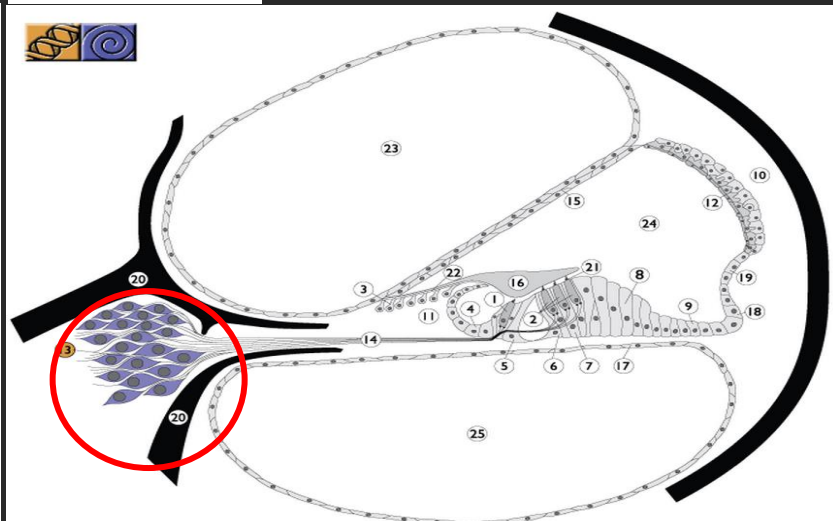
病因 → 精準醫療

效果預估

GJB2



DFNB59



人工耳蝸植入計畫

手術適應症(成人 $\geq 19y/o$)

- (1) 學語後失聰且兩耳重度以上感覺神經性聽力損失 **PTA ≥ 70 dB (0.5, 1, 2, 4k Hz)**
- (2) 有口語能力(SIR 3分以上)
- (3) 助聽器配戴及聽語復健($\geq 6m$)後，效果不佳
劣耳開放式語言感知測驗 $< 50\%$
- (4) 至少有一圈完整耳蝸，且無耳蝸後病變
- (5) 無其他手術禁忌或全身麻醉禁忌
- (6) 正常智商、無精神病或心理障礙者、正確期待和強烈意願



人工耳蝸植入計畫

手術適應症(兒童 $\leq 18y/o$)

(1) 兩耳極重度感覺神經性聽力損失

PTA $\geq 90\text{dB}$ (0.5, 1, 2, 4k Hz)

***2~18 y/o (習語前或習語後兒童)**

兩耳重度感覺神經性聽損，PTA $\geq 70\text{dB}$

(2) 助聽器配戴($\geq 3\sim 6\text{m}$)後

無聽覺語言發展、聽覺語言技巧無進步

或開放式語言感知測驗 $< 50\%$

噪聲下語詞辨識測驗(WRS) $< 30\%$



人工耳蝸植入計畫

手術適應症(兒童 $\leq 18y/o$)

- (3) 至少有一圈完整耳蝸，且無耳蝸後病變
- (4) 無其他手術禁忌或全身麻醉禁忌
- (5) 正常智商、無精神病或心理障礙者、正確期待和強烈意願



人工耳蝸植入計畫

人工耳蝸適應症的演變

	1985	1990	1998(CI24M)	2000(CI24R/CA)	Current(CI 512)
年紀	成人	成人, 孩童 (兩歲)	成人, 孩童 (18個月)	成人和孩童 (12個月)	成人和孩童
聽損起始	學語後	學語後成人 學語前和學語後孩童	成人和孩童	成人和孩童 學語前和學語後	成人和孩童 學語言和學語後
感音聽損嚴重度	極重度	極重度	重度至極重度 成人 極重度孩童	嚴重至極重 度: 2yrs 和 更大 極重度: < 2yrs	成人: 中度至 極重度 嬰兒 (12-23 月): 極重度 孩童 (2-17 歲): 嚴重至 極重度 雙耳感音聽損
成人開放式句子	0%	0%	40% 或更差 (每日句子 CID)	較劣耳: < or = 50%(HINT) 另一耳/雙耳: < or = 60%	戴助聽器 較劣耳: < or = 50% 句子 另一耳/雙耳: < or = 60%
嬰幼兒言語成績	非候選人	0%開放式	缺乏聽覺發展 < or = 20% (MLNT/LNT)	缺乏聽覺發展 < or = 30% (MLNT/LNT)	嬰幼兒: 戴上助聽器還 是沒有聽覺發 展 孩童: < or = 30% 開放言語 測驗

人工耳蝸植入計畫

手術適應症

單耳全聾或不對稱感音性聽損

2019/07 FDA (美國)

(1)單耳重度聽損或兩耳不對稱聽損

(2)助聽器配戴劣耳開放式語音辨識測驗 $< 5\%$



人工耳蝸植入計畫

手術適應症

手術禁忌

絕 對

無耳蝸

中樞聽覺徑路病變造成的聾

嚴重耳蝸鈣化使電極無法插入

相 對

無聽神經(聽神經缺損)

內科疾病或發育遲緩而嚴重限制聽能復健



人工耳蝸植入計畫

植入手術

剃髮：耳上3指幅寬，耳後4指幅寬

耳後傷口：2.5~6公分長

手術時間：2~3.5小時(加上準備和麻醉等總共
3~5小時)

乳突包紮：2天

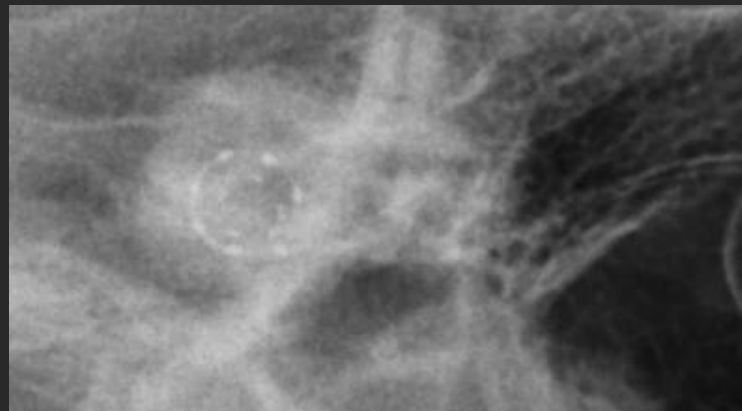
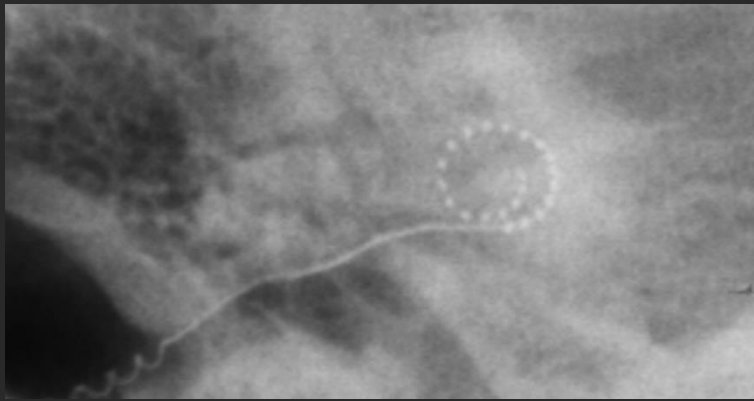
住院時間：4天



人工耳蝸植入計畫

植入手術

植入後X-光檢查



人工耳蝸植入計畫

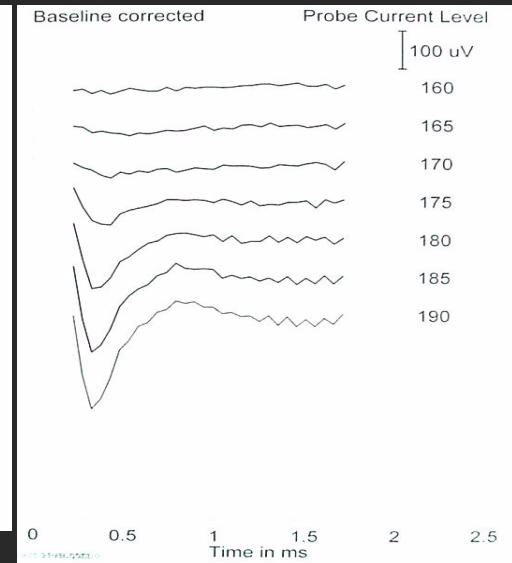
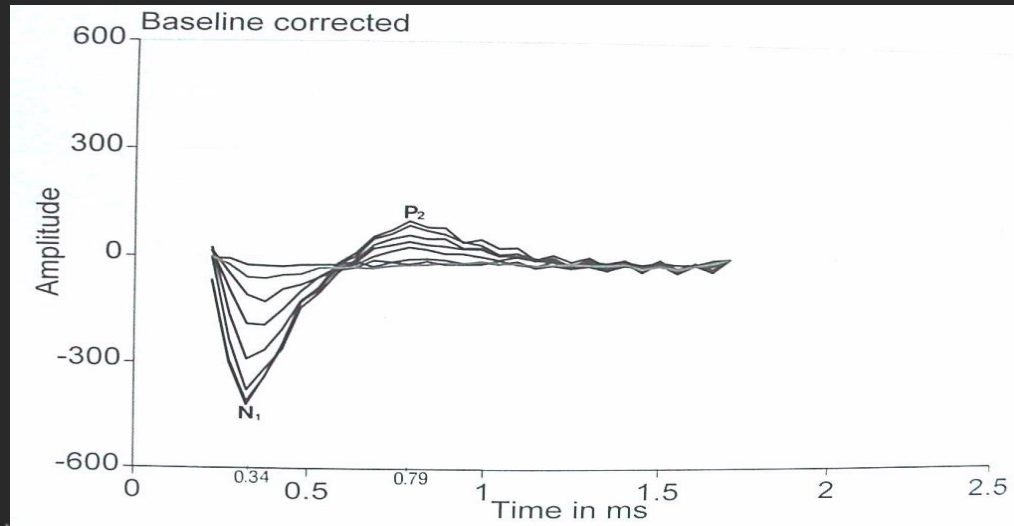
植入手術

電氣生理檢查

電誘發複合活動電位(E-CAP)

潛時 N1 : 0.34 ± 0.03 ms; P2 : 0.67 ± 0.06 ms

閾值



人工耳蝸植入計畫

植入手術

電氣生理檢查

電誘發複合活動電位(E-CAP)

- 證實植入器(人工耳蝸)功能正常
- 紀錄聽神經對電刺激的反應



人工耳蝸植入計畫

語音處理器設定(Mapping)

開機:

術後 2~4 星期

各頻道的頻率範圍

T-level, C-level

追蹤檢查:

術後 2~3 個月, 每 2 週 1 次

術後 4~6 個月, 每月 1 次

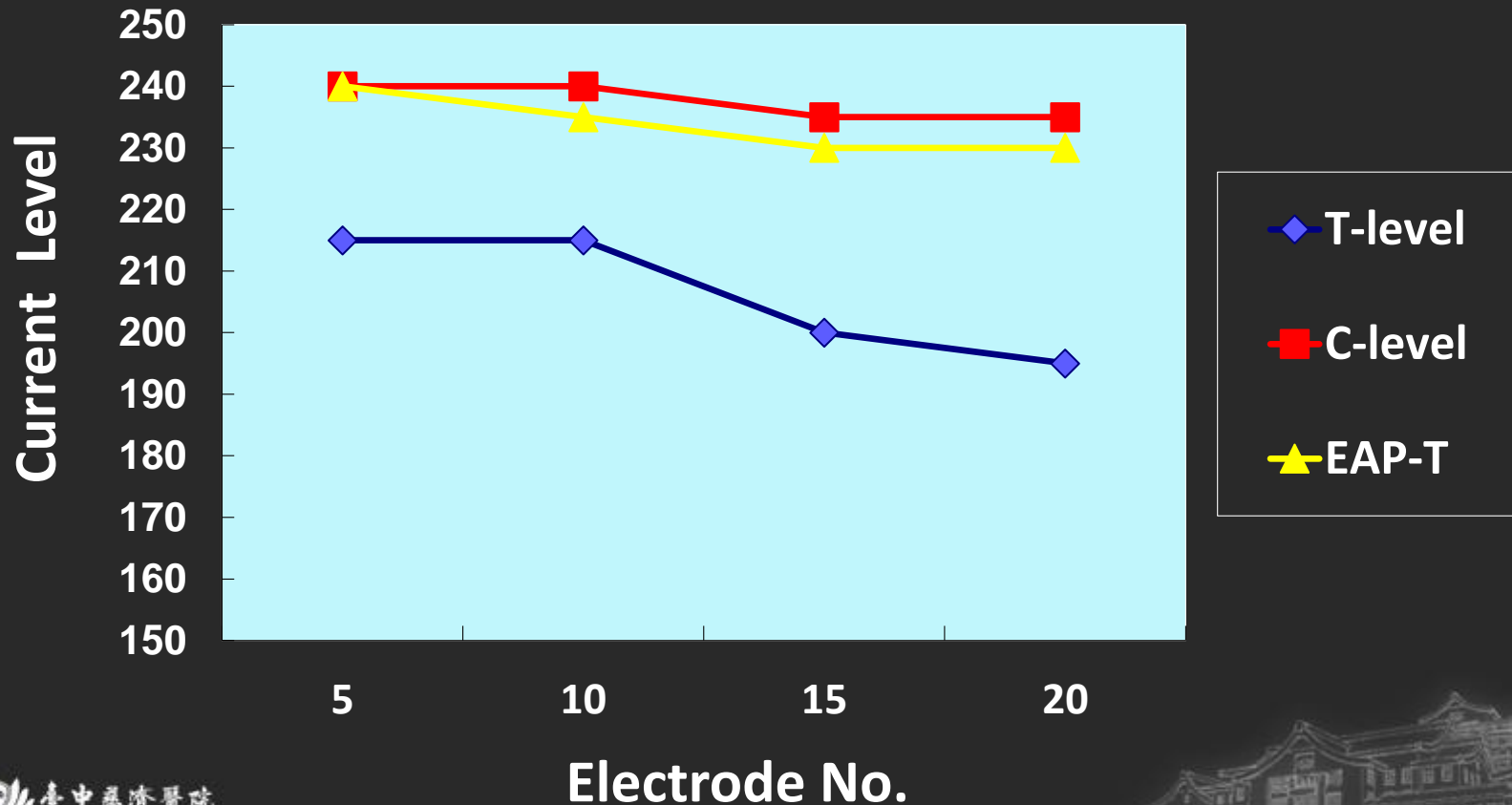
術後 6 個月後, 每 3~6 月 1 次



人工耳蝸植入計畫

語音處理器設定(Mapping)

電誘發複合活動電位(E-CAP)



人工耳蝸植入計畫

語音處理器設定(Mapping)

電誘發複合活動電位(E-CAP)

Ruben HM, et al. (Laryngoscope 127:476-487, 2017.)

“Systemic review of compound action potentials as predictors for cochlear implant performance”

-25 篇論文 meta-analysis

-植入CI後的效果和E-CAP無明顯關係



- 人工耳蝸
人工耳蝸構造及作用
- 人工耳蝸植入計畫
 1. 手術前的評估
 2. 適應症
 3. 植入手術
 4. 設定語音處理機
 5. 聽語訓練
- 人工耳蝸成效
術後評估



人工耳蝸成效

術後之語言聽能訓練與測驗

封閉式/開放式

- (1) 子音母音察覺測驗
- (2) 超語段聽辨: 大小聲長短
- (3) 字詞類型聽辨測驗
- (4) 雙字詞聽辨測驗
- (5) 單字聽辨(子音母音聽辨)
- (6) 音調聽辨測驗
- (7) 句子聽辨測驗 (e.g. HINT, AzBio)



人工耳蝸成效

術後之語言聽能測驗 嬰幼兒

(8) 有意義聽覺整合評分(IT-MAIS)

評估聽能技巧早期發展

(9) 語言清晰度等級*(SIR)

(10) 聽能等級*(M-CAP)

(11) 口語發展等級*(MSLDS)

(12) 早期語言感知測試(ESPT)

評估語言技巧早期發展

(13) 有意義語言使用等級(MUSS)



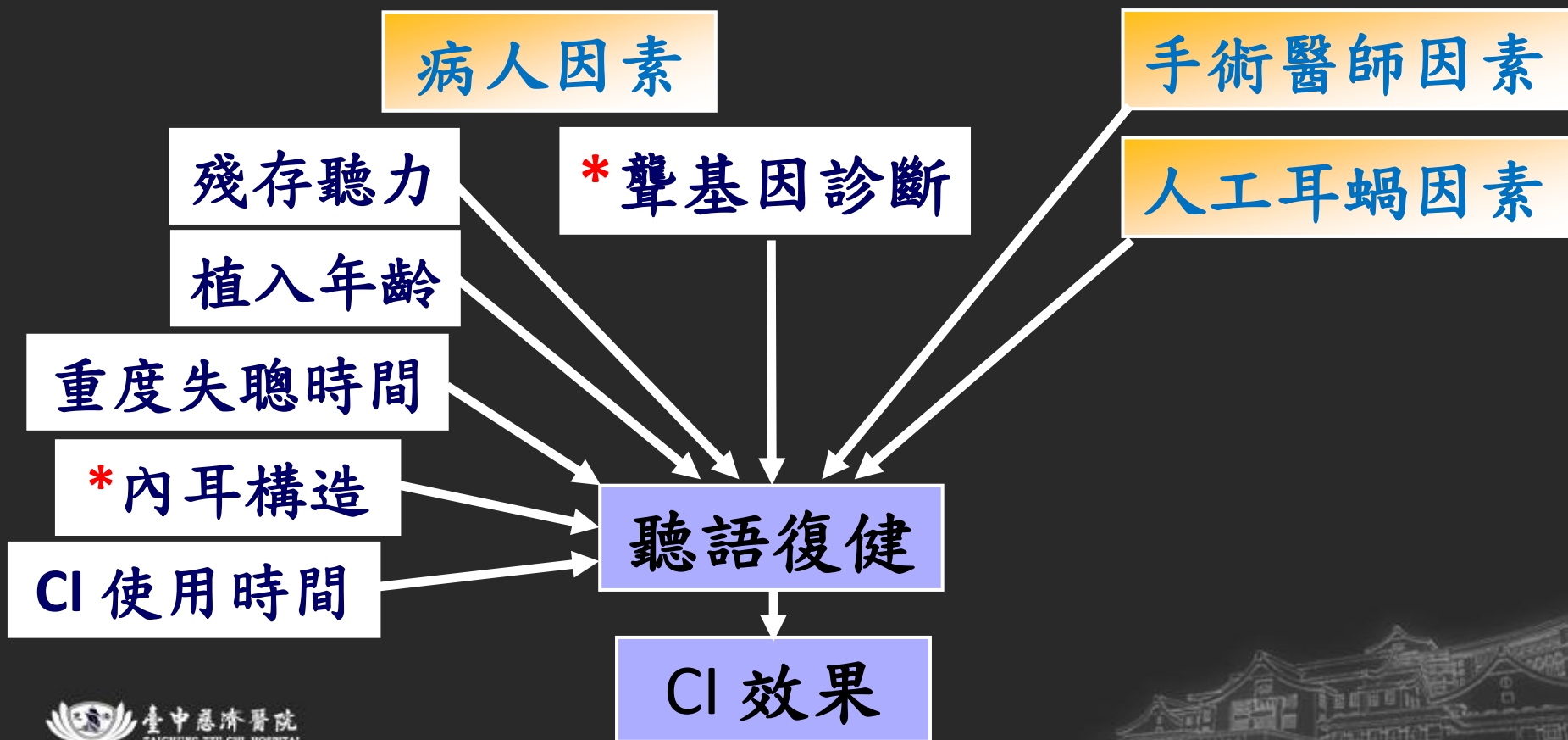
人工耳蝸成效

術後之語言聽能測驗
嬰幼兒



人工耳蝸成效

【人工耳蝸的效果】



人工耳蝸成效

【精準醫療】

CI 適應症者

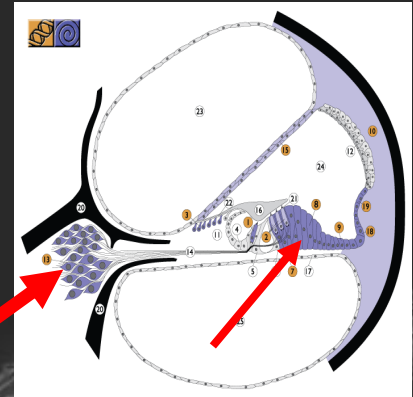
磁振影像(MRI)
CND?

聽力學檢查
AN?

聾基因檢查

個人化精準醫療

- 預測 CI 效果
- 聽語復健計畫



人工耳蝸成效

植入成功的有利因素

- 植入時的年齡
 - (1)極重度聽力損失至植入手術的期間較短
 - (2)先天性者2歲前最好
- 漸進性聽力損失
- 有效利用殘餘聽力(早期配戴助聽器並接受有效的語音聽知覺訓練)
- 局限於耳蝸的聾基因變異
- 鼓室岬電刺激反應(+)



人工耳蝸成效

植入成功的有利因素

Govaerts PJ, et al., (Otol & Neurotol 2002;23:885-890)

植入年齡	CAP	融入主流教育
> 4歲	< 7	20~30%
2-4歲	7	66%
< 2歲	7	90%



人工耳蝸成效

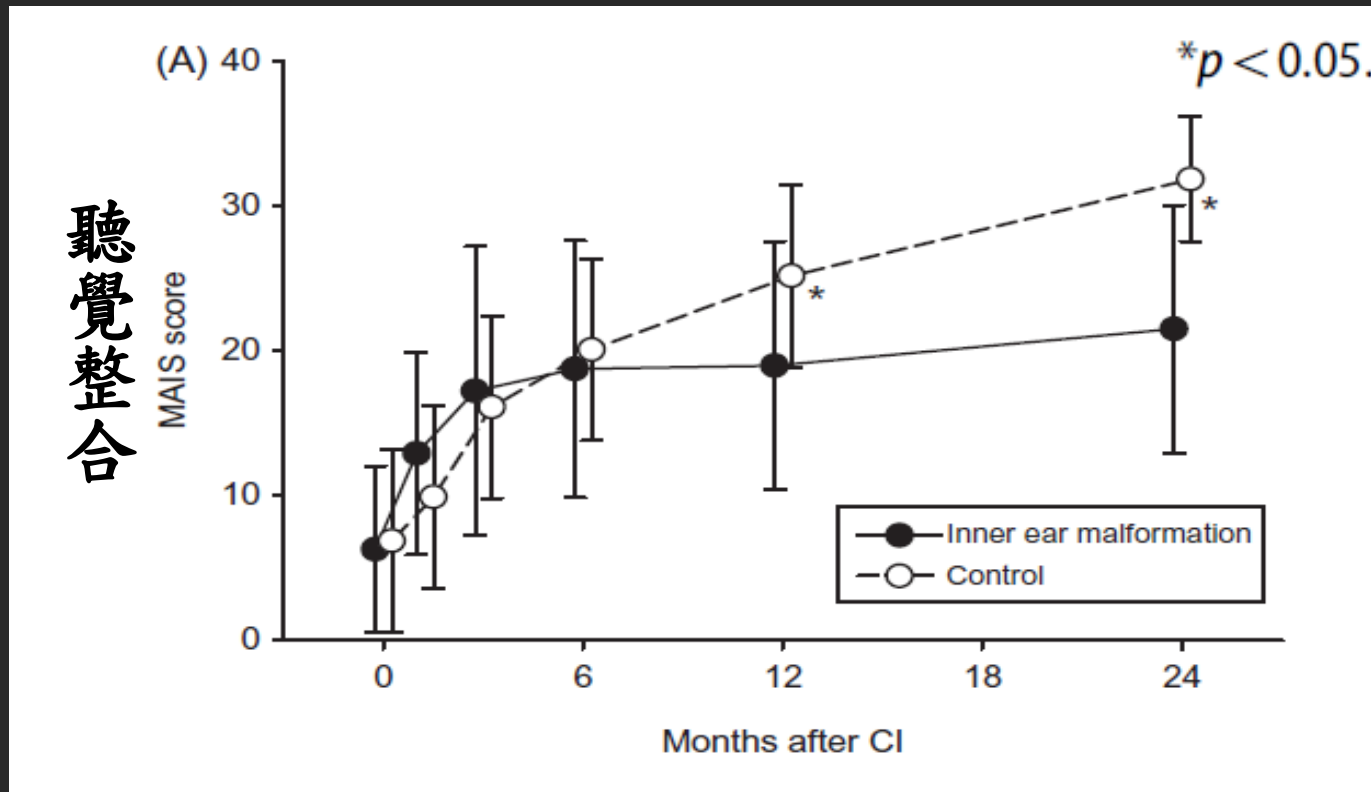
植入成功的不利因素

- 併有多重身心障礙
自閉症、腦性麻痺、視覺障礙、發育遲緩、
心智發展遲緩
- 嚴重內耳畸形
共同腔、耳蝸發育不全、聽神經缺損
- 非局限於耳蝸的聾基因變異



人工耳蝸成效

內耳畸形

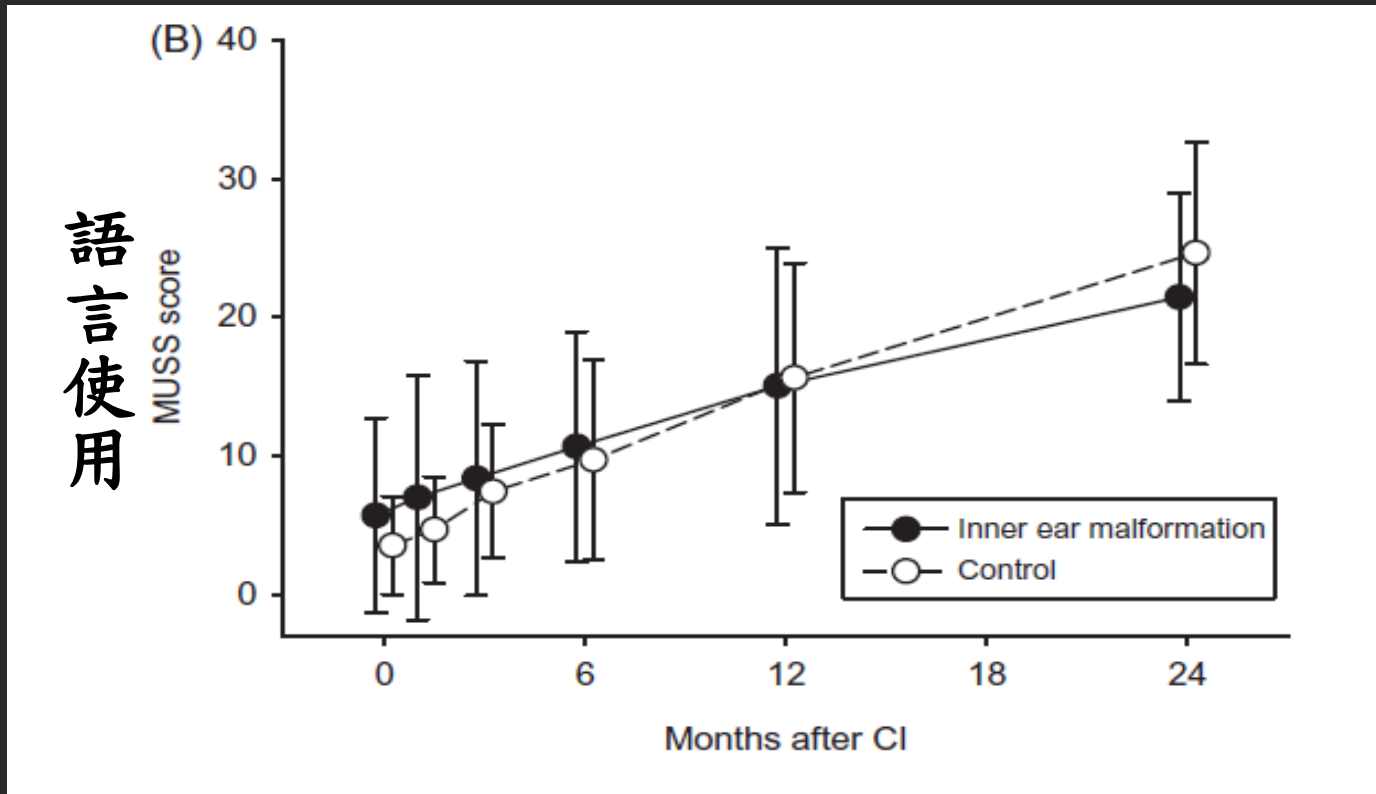


*IEM: IP I, II; Coch hypoplasia I, II, III; Common cavity; CND

ACTA OTOLARYNGOLOGICA 2016; 136:78-82.

人工耳蝸成效

內耳畸形



*IEM: IP I, II; Coch hypoplasia I, II, III; Common cavity; CND

ACTA OTOLARYNGOLOGICA 2016; 136:78-82.

人工耳蝸成效

內耳畸形

畸形	聽語測驗	CAP	SIR	使用時間 (月)
共同腔 (13)		2.55	1.54	12.9
聽神經缺損-1 (28)		2.95	2.31	12.0
聽神經缺損-2 (15)		2.90	2.32	12.0
分隔不全 I 型 (38)		3.39	3.68	12.4
耳蝸發育不良 (11)		3.45	3.72	15.6
分隔不全 III 型 (13)		3.77	3.54	17.8
分隔不全 II 型 (285)		3.98	3.80	13.8

人工耳蝸成效

內耳畸形

畸形	CAP	術前	術後兩年	<i>p</i>
共同腔 (17)?		1 (1-1)	5 (5-6)	<0.001
分隔不全 I 型 (19)		1 (1-1)	4.5 (3.75-5)	<0.001
耳蝸發育不良 (17)		1 (1-2)	5 (4-5)	<0.001
分隔不全 II 型 (31)		1 (1-1)	5 (4-6)	<0.001
大前庭導水管 (23)		1 (1-1)	5 (5-6)	<0.001
合 計 (107)		1 (1-1)	5 (4-6)	<0.001

人工耳蝸成效

內耳畸形

畸形	SIR	術前	術後兩年	<i>p</i>
共同腔 (17)?		1 (1-1)	3 (2-4)	<0.001
分隔不全 I 型 (19)		1 (1-1)	3.5 (3-4)	<0.001
耳蝸發育不良 (17)		1 (1-1)	3 (3-4)	<0.001
分隔不全 II 型 (31)		1 (1-1)	4 (3-4)	<0.001
大前庭導水管 (23)		1 (1-1)	4 (3-4)	<0.001
合 計 (107)		1 (1-1)	3 (3-4)	<0.001

人工耳蝸成效

共同腔

18 篇研究報告 Meta-analyses

138位植入人工耳蝸的**共同腔**病人

- 96.97% (128/138) 術後聽力和語言表現進步
- 平均 SIR 比正常耳蝸者低 ($p < 0.05$)
與其他內耳畸形者無差異 ($p > 0.05$)
- 平均CAP 比正常耳蝸者低 ($p < 0.05$)
與其他內耳畸形者無差異 ($p > 0.05$)

(Al-mahboob, A. et al., Eur Arch Oto-Rhin-Laryngol 2021)

人工耳蝸成效

聽神經缺損(Cochlear Nerve Deficiency)

聽神經發育不良vs 聽神經缺失

	CAP	
	術前	術後(3年)
聽神經發育不良 (n=6)	1.17 (0-3)	5.33 (4-6)
聽神經缺失* (n=7)	0.29 (0-1)	2.86 (0-4)

(Wu CM, et al., Otol & Neurotol 2014;36:14-21)



人工耳蝸成效

聽神經缺損(Cochlear Nerve Deficiency)

聽神經發育不良vs 聽神經缺失

	SIR	
	術前	術後(3年)
聽神經發育不良 (n=6)	1.83 (1-2)	3.67 (3-5)
聽神經缺失* (n=9)	1.00 (1-1)	1.71 (1-3)

(Wu CM, et al., Otol & Neurotol 2014;36:14-21)



人工耳蝸成效

聽神經缺失(Cochlear Nerve Aplasia)

聽人工耳蝸(CI) vs 腦幹植入體(ABI)

	人工耳蝸 (n=7)	腦幹植入體(n=7)
年齡(歲)	4.25±1.58	7.14±2.79
植入年齡(歲)	2.57±1.13	3.43±0.53
CAP	1.29±2.21	2.57±1.81
MAIS	10.28±15.98	18.28±13.37
SIR	0.42±0.78	0.29±0.49
MUSS	7.00±9.84	7.28±3.63

(Yousef M, et al., Eur Arch Oto-Rhino-Laryngol 2021)

人工耳蝸成效

【人工耳蝸的效果】

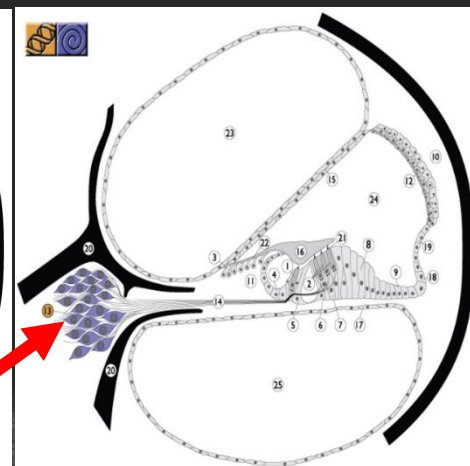
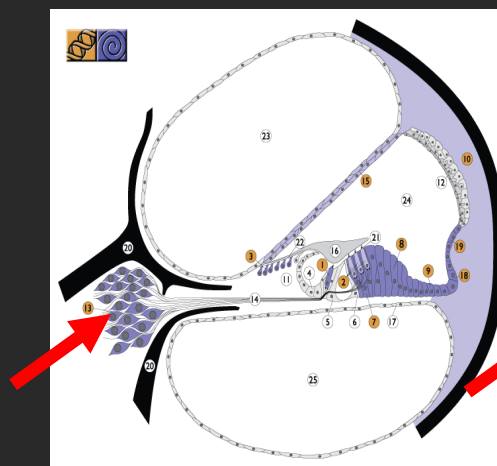
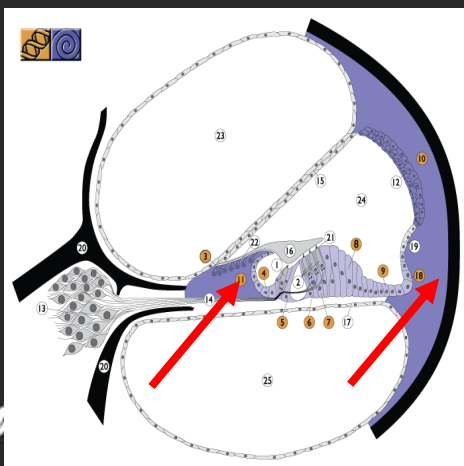
耳聾基因診斷 (Genetic Diagnosis)

效果好的有關基因

效果差的有關基因

<i>GJB2</i>	<i>SLC26A4</i>	<i>OTOF</i>	<i>ACTG1</i>
<i>MYO15A</i>	<i>MYO3A</i>	<i>GJB3</i>	<i>WFS1</i>
<i>ESRRB</i>	<i>MYH14</i>	<i>GRHL2</i>	

<i>DFNB59</i>
<i>PCDH15</i>



人工耳蝸新趨勢

1. 雙模式(Bimodal): 1耳CI，另1耳HA



2. 雙耳人工耳蝸 (Bilateral CI)

3. 聲電混合刺激 (Hybrid): CI和HA融為一體



人工耳蝸新趨勢

1. 雙模式(Bimodal): 1耳CI，另1耳HA

2. 雙耳人工耳蝸 (Bilateral CI)

兒童雙耳人工耳蝸候選標準

National Institute for Health and Care
Excellence, UK (2009)

4-frequency PTA \geq 80 dB

2-frequency PTA \geq 85 dB

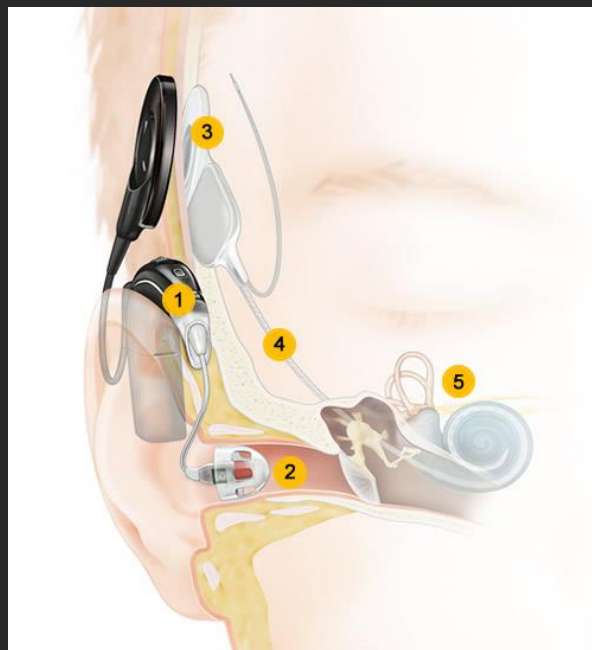
3. 聲電混合刺激 (Hybrid): CI和HA融為一體



人工耳蝸新趨勢

1. 雙模式(Bimodal): 1耳CI，另1耳HA
2. 雙耳人工耳蝸 (Bilateral CI)
3. 聲電混合刺激 (Hybrid): CI和HA融為一體

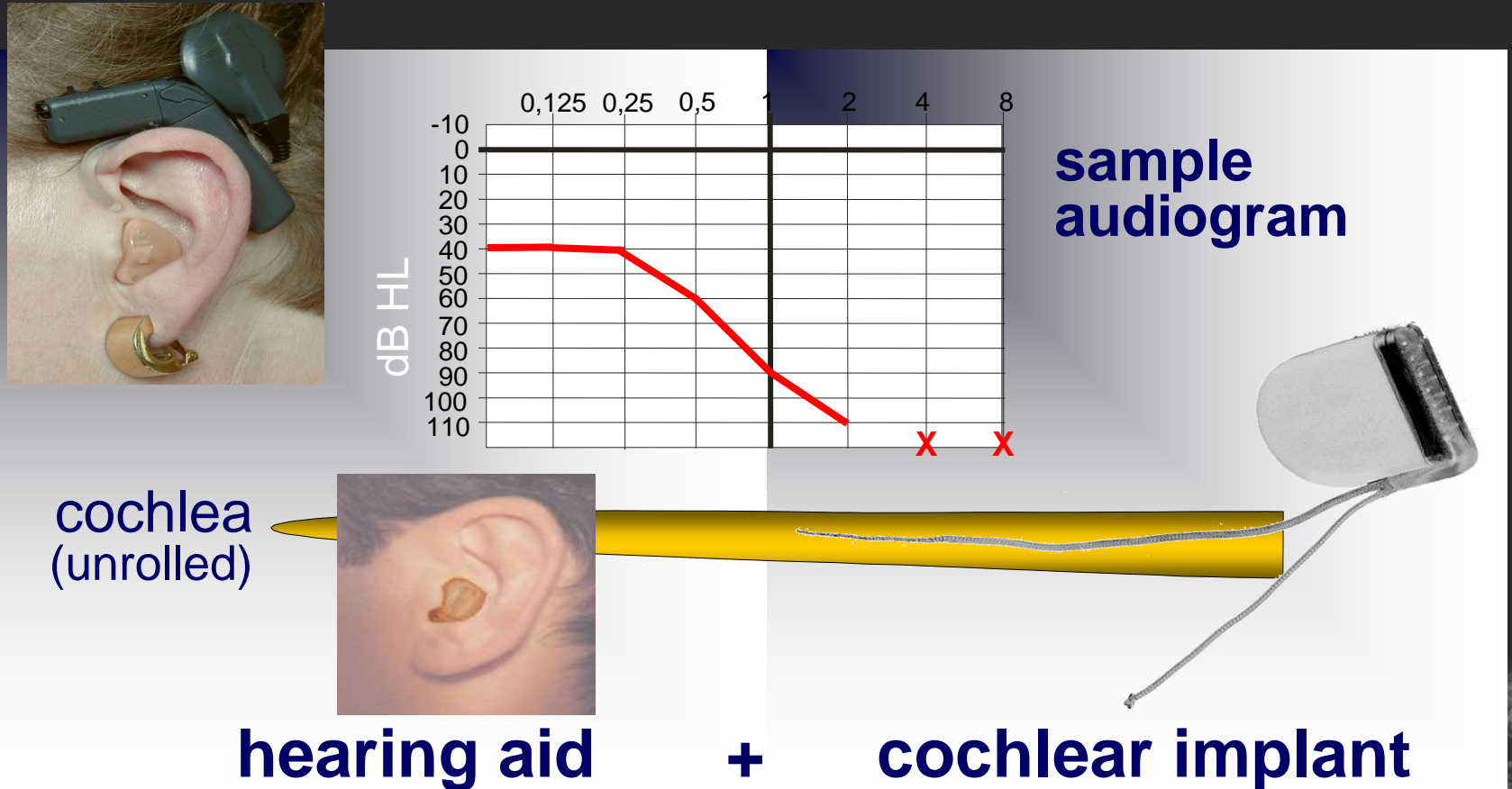
Cochlear
Hybrid™



人工耳蝸新趨勢

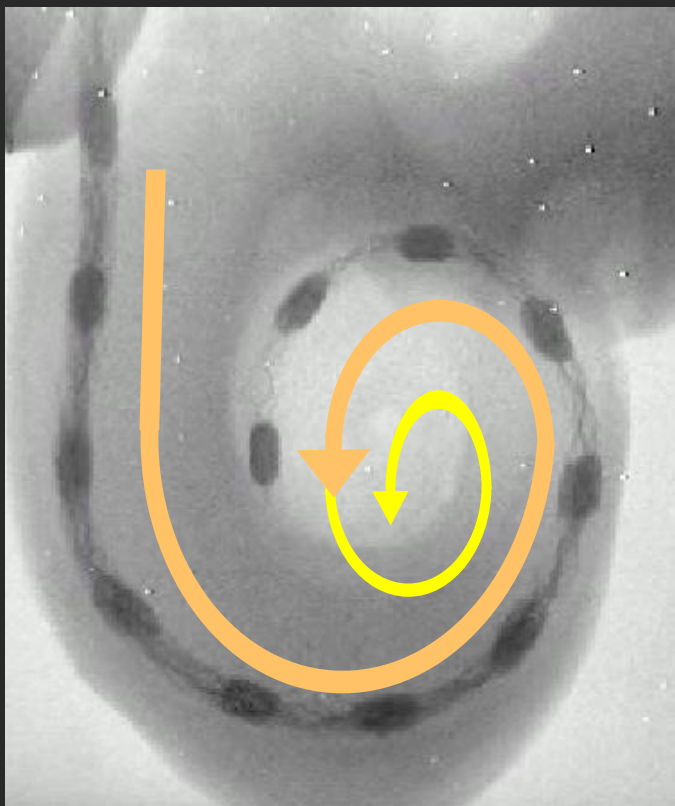
3. 聲電混合刺激 (Hybrid)

聲電刺激 (Electroacoustic Stimulation-EAS)



人工耳蝸新趨勢

3. 聲電混合刺激 (Hybrid)



電刺激

聲刺激

“ski-slope hearing loss”

≥ 1000 Hz 重至極重度聽損

< 1000 Hz 正常或輕度聽損

高頻音訊 → 電刺激

低頻音訊 → 聲刺激

Electrode to preserve
residual hearing



人工耳蝸新趨勢

3. 聲電混合刺激 (Hybrid)

聲電刺激 (Electroacoustic Stimulation-EAS)

Med-EL

Synchrony EAS Implant System

(DUET 2 audio processor; Synchrony 2CI; Flex24 electrode array)



Cochlear

Nucleus Hybrid™

(Hybrid L24 electrode array)



結論 (I)

1.人工耳蝸適用於兩耳重度至極重度感覺神經性聽損且助聽器無效者

2.適應症擴大

年齡

耳蝸病變：迷路鈣化或內耳畸形

中耳疾病：中耳炎或膽脂瘤手術

電療後遺症

聽神經病變

雙耳植入



結論 (II)

3. 最佳的人工耳蝸程式設定和完善的術後語音聽知覺訓練可達到最大效益
4. 人工耳蝸因素、手術醫師因素和病人因素均與其成效有關
5. 新挑戰：
嚴重內耳畸形、聲電混合刺激、人工耳蝸再植入手術、多重障礙、聽神經缺失、神經纖維瘤病、耳蝸後病變

