

# 聽損所引起的聽力問題及 相關聲學概念

江源泉, Ph. D., CCC-A

8/10/2013

# 聽損所引起的聽力問題

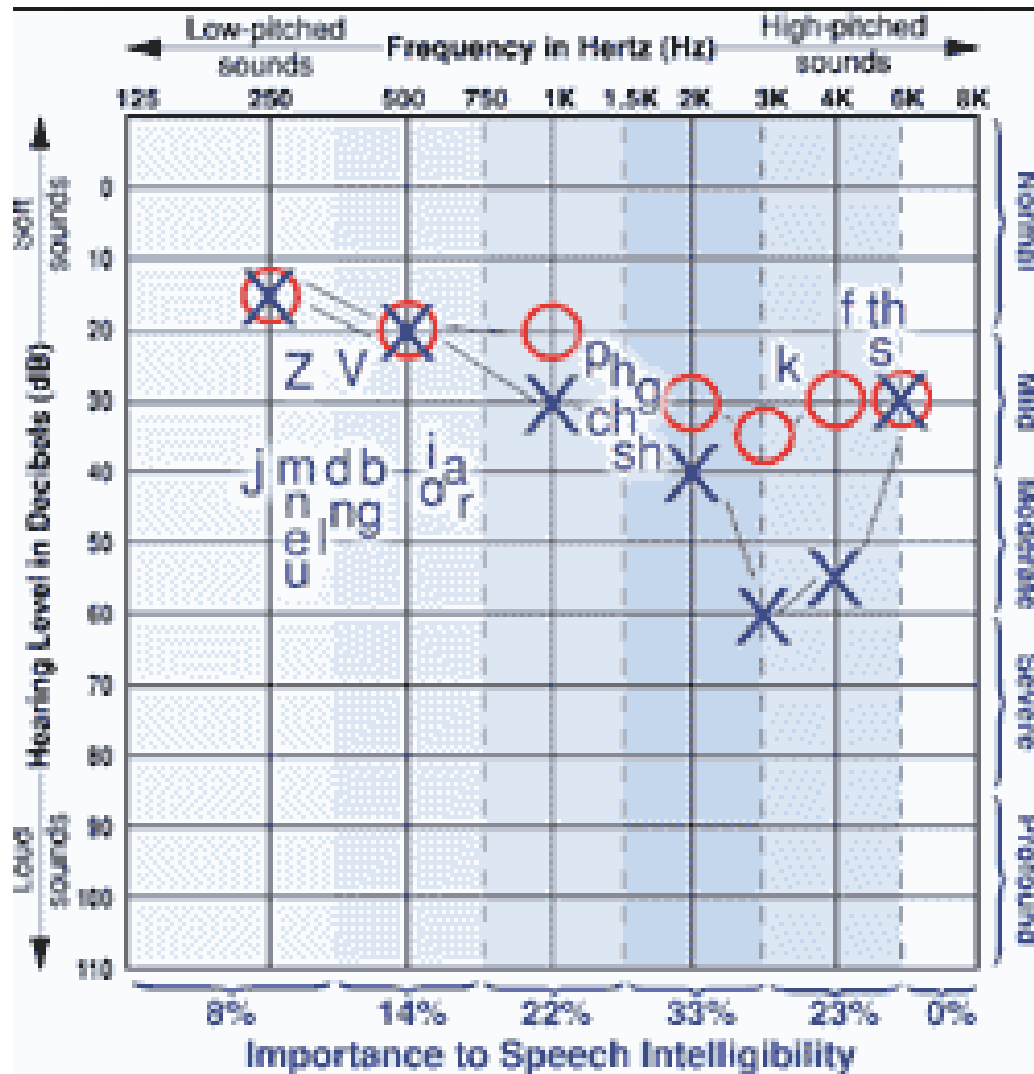
- 可偵測力 (audibility)降低
- 動態範圍 ( dynamic range)縮小
- 頻率解析 (frequency resolution) 降低
- 時序解析 (temporal resolution) 降低
- 合併缺陷

# 聽覺技能

- 頻率解析—信號 vs 噪音
- 頻率區辨---四鍵melody( 5 vs. 27 半音)
- 音量區辨---聽到 vs. 感覺到
- 時間的解析---p/b, 國語的二,三聲(口語)

可偵測力 (**DETECTIBILITY**)

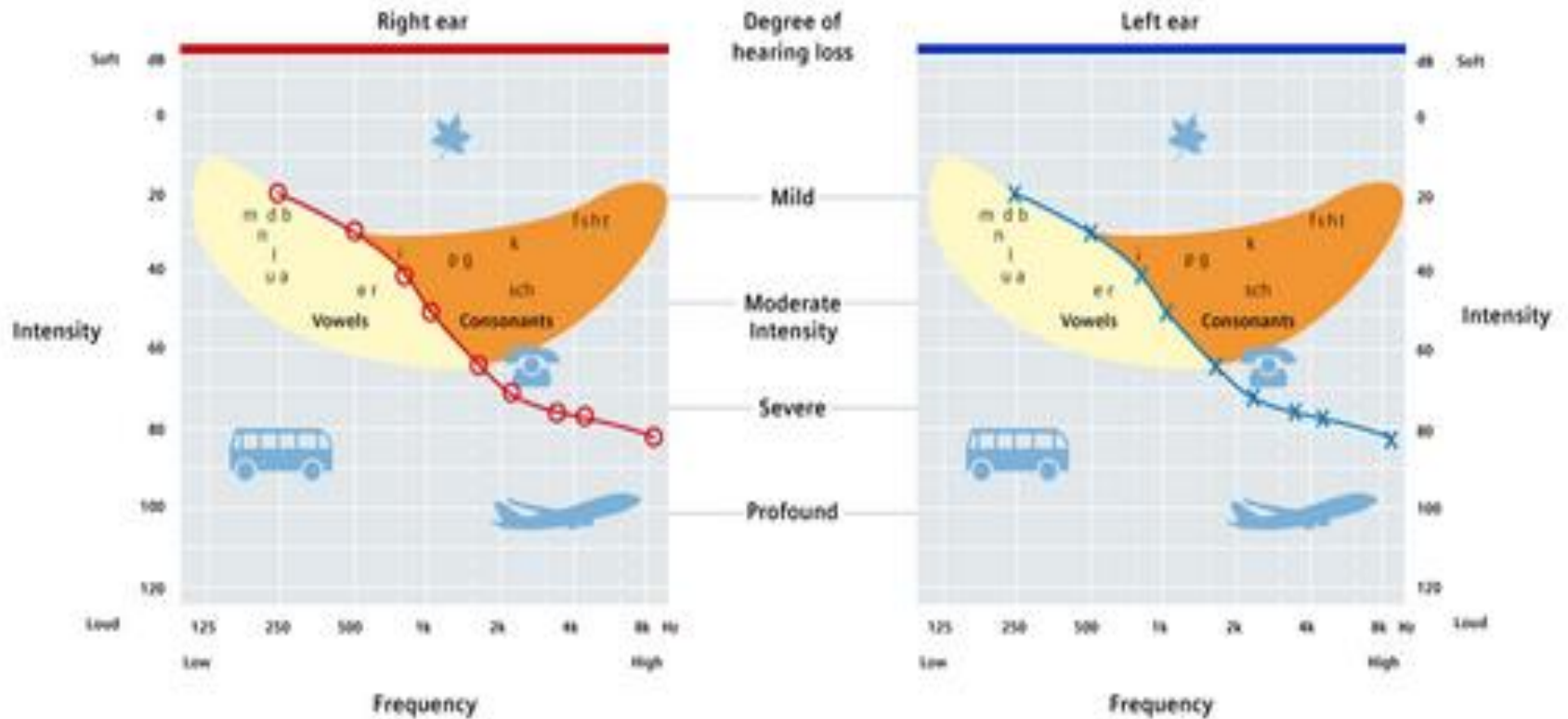
# 可偵測力 (audibility)降低



# 聽(listening)的四個層次

- 偵測 (detectability) — 有/無
- 區辨 (discrimination) --- 一樣/不一樣 / ㄉㄛˊ / / ㄉㄛˊ /
- 識別 (recognition) --- 在什麼語言是什麼?
  - [ㄉㄛˊ]      中文      愛
  - 英文      eye
  - [ㄉㄛˊ]      中文      害
  - 英文      high
- 理解 (comprehension) --- 「愛之是以害之」
  - 用愛來害?
  - 用愛來代替害?
  - 用害來代替愛?
  - 愛卻帶來害?

# 聽得到 vs. 識別



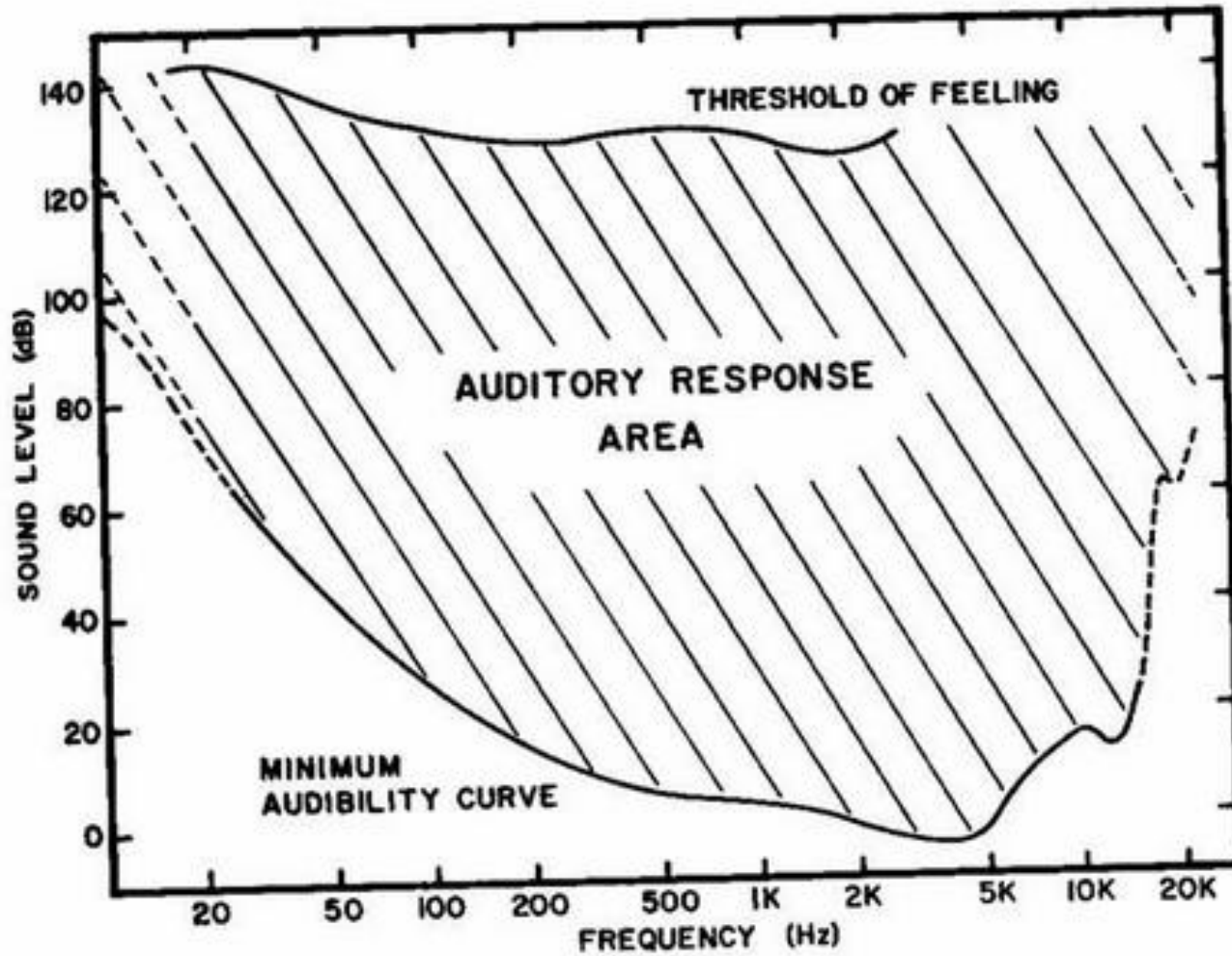
**動態範圍 (DYNAMIC RANGE)**



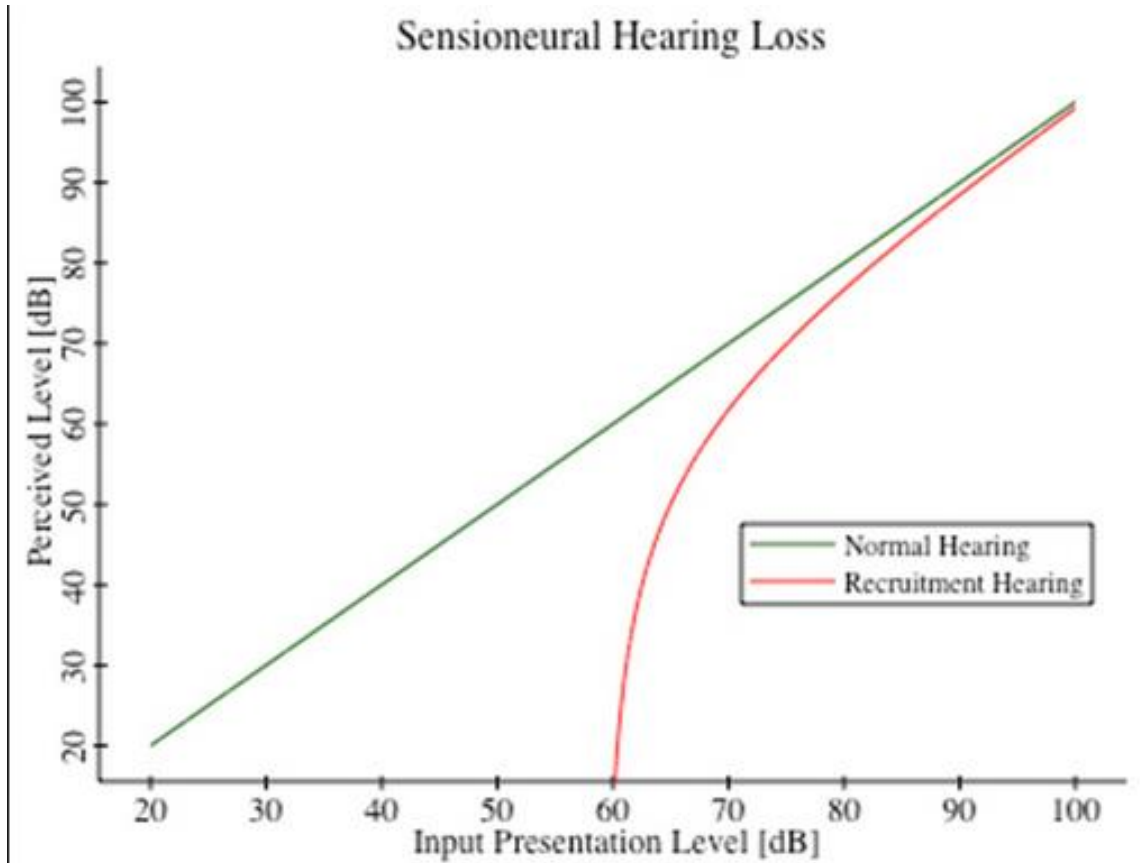
# Dynamic range

- 定義: 從閾值(下限)到能夠忍受的最大音量(上限)範圍
- 下限隨頻率而不同，中頻(1-4 K) 的閾值最低
- 上限幾乎與頻率無關
- 聽障使下限提高，上限則視聽障類別：
  - 傳導性：上限提高
  - 感官神經性：上限通常不便，導致動態範圍縮小

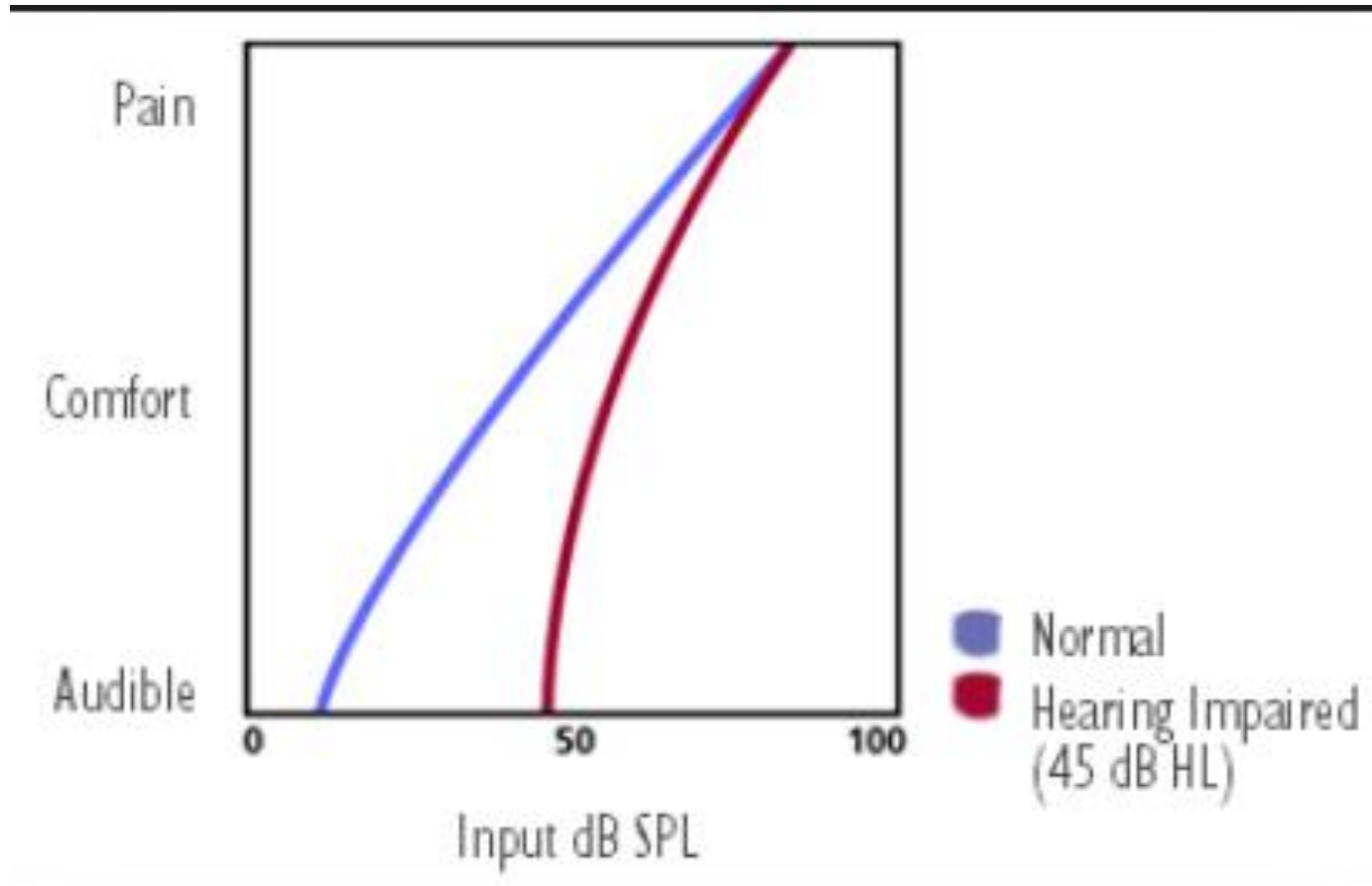
# 動態範圍



# Loudness growth



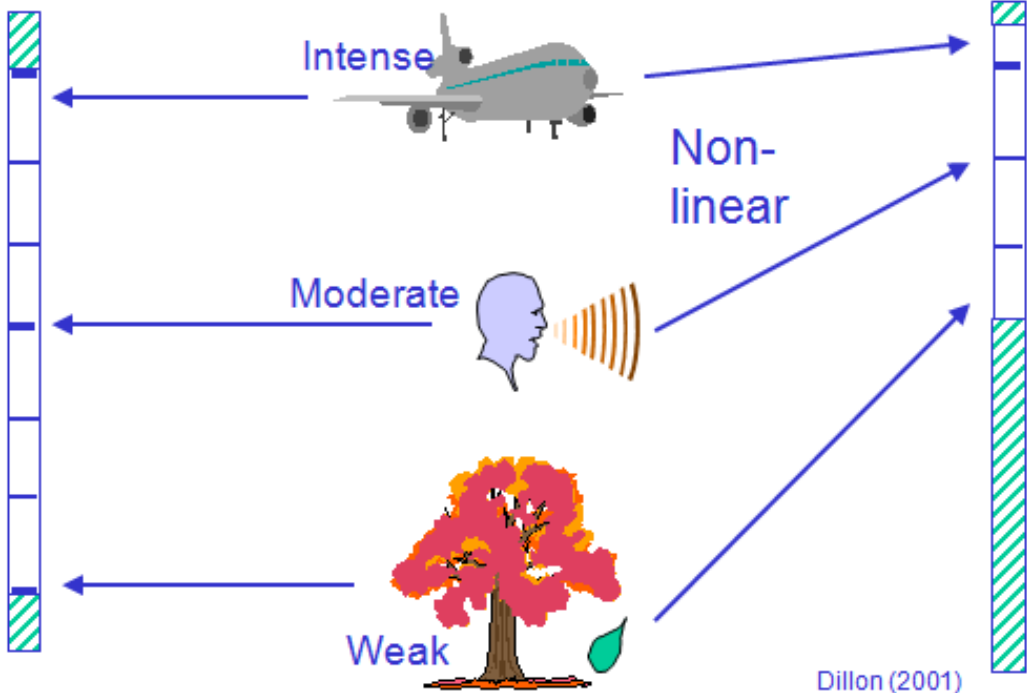
# Loudness growth



# Compression

Normal

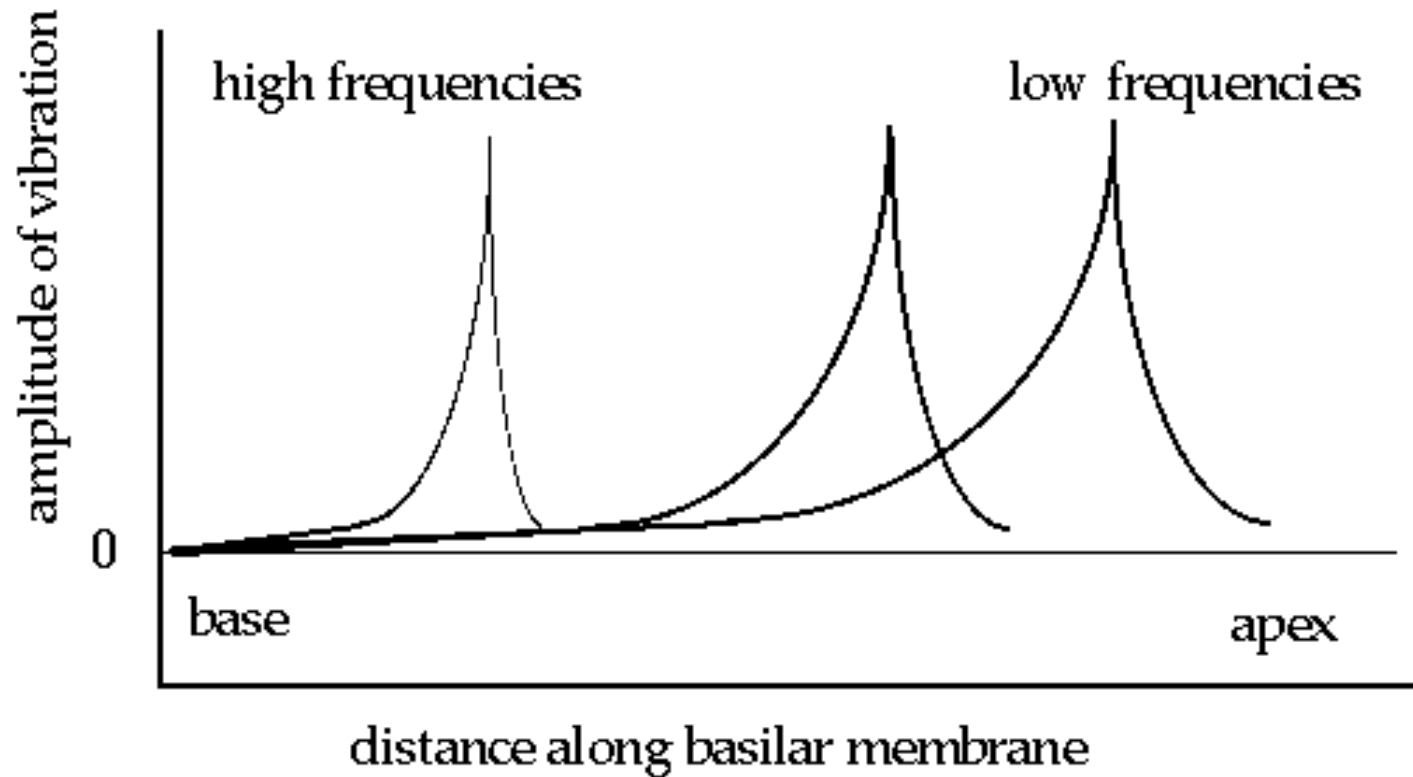
Impaired



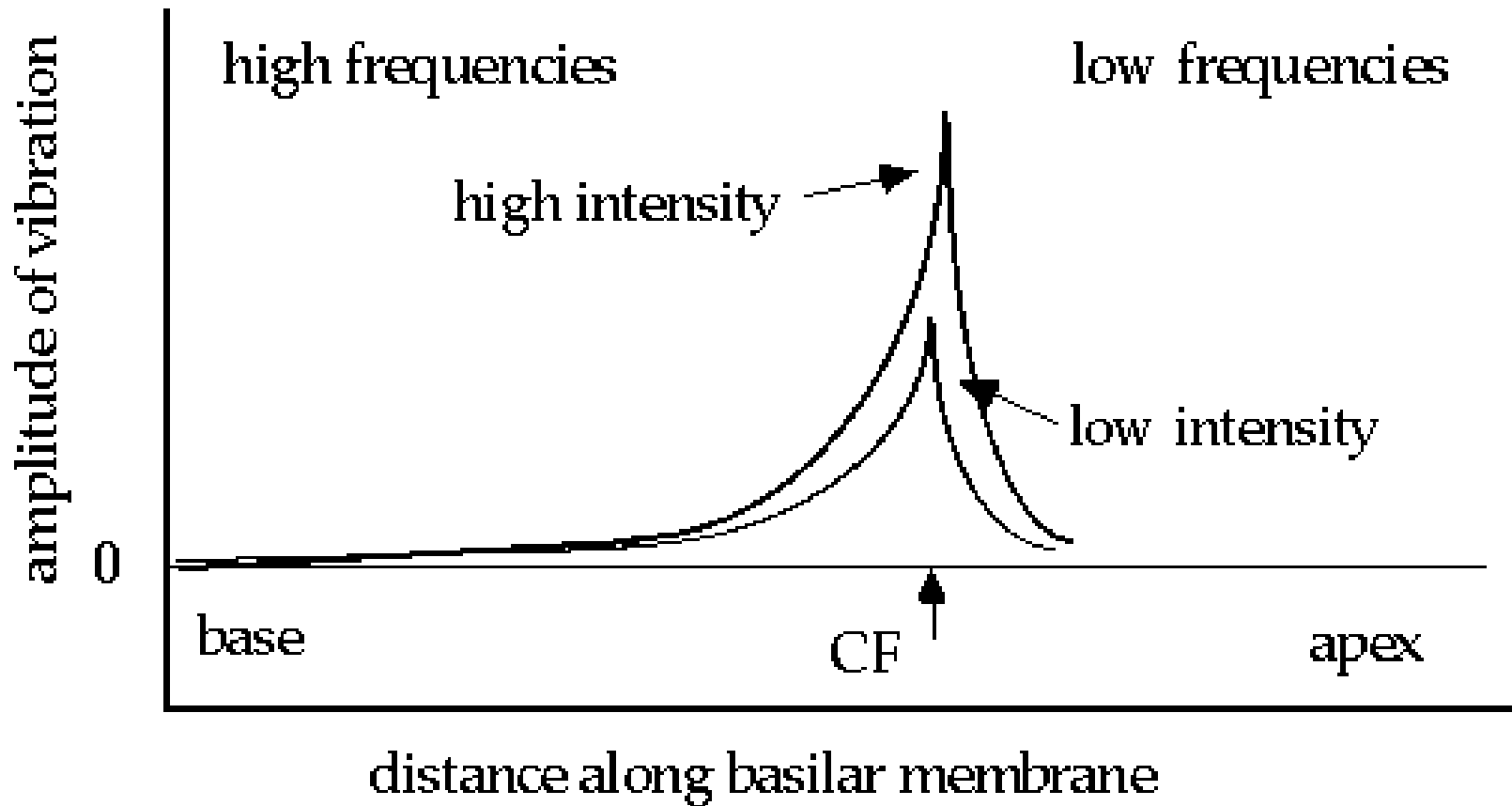
Dillon (2001)

# 頻率解析 (FREQUENCY RESOLUTION)

# 基底膜對信號頻率的編碼:每一點的特徵頻率

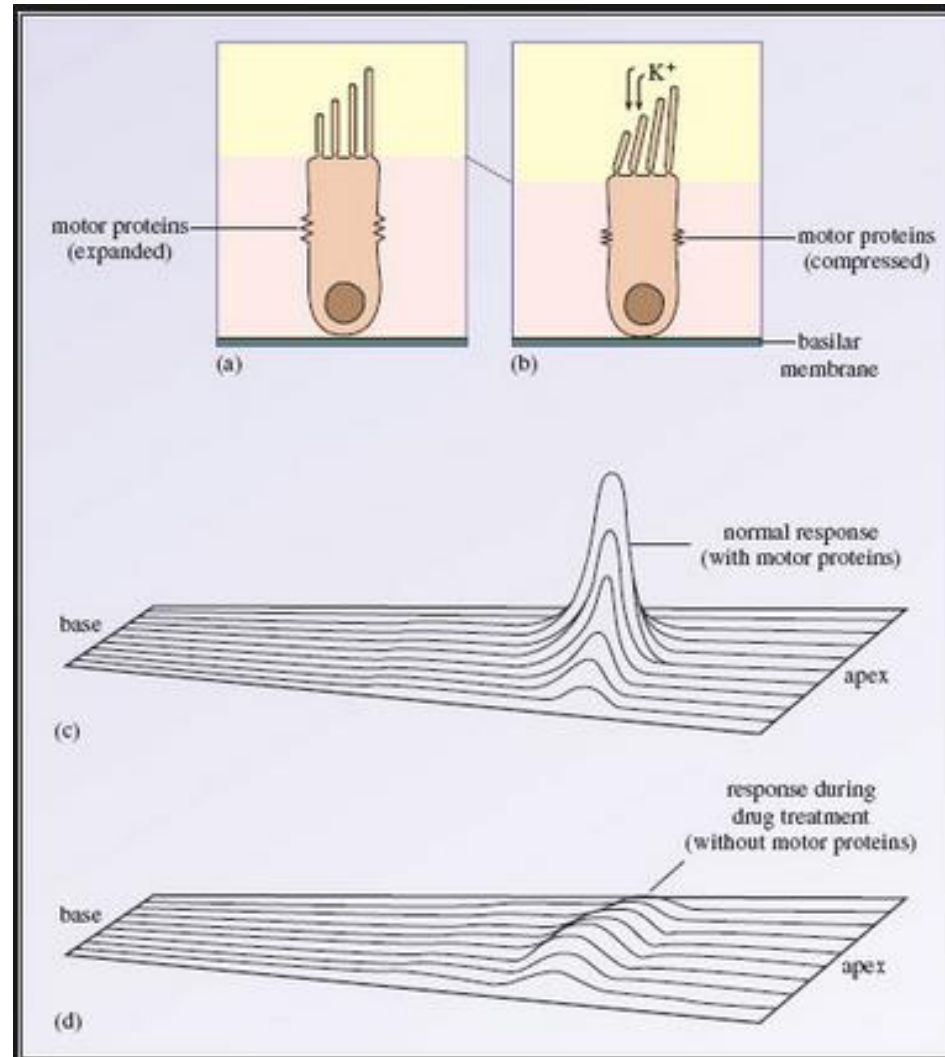


# 基底膜對信號強度的編碼: 振動幅度



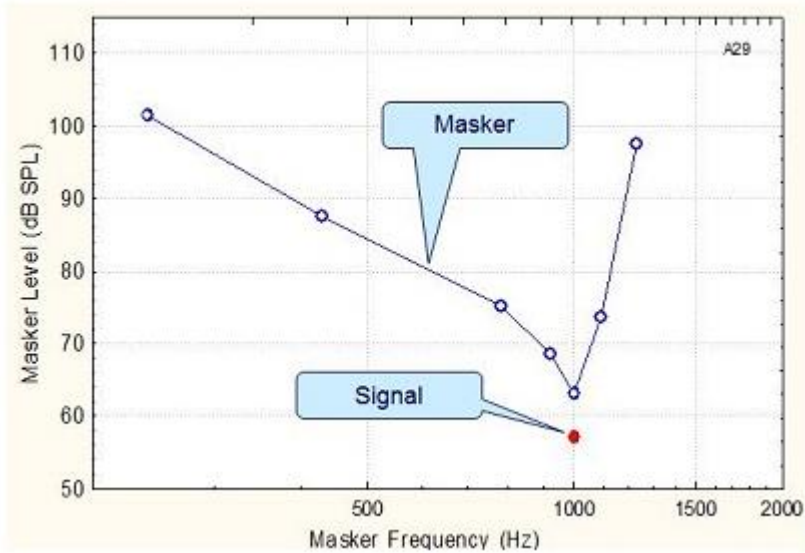


# Frequency resolution- 基底膜

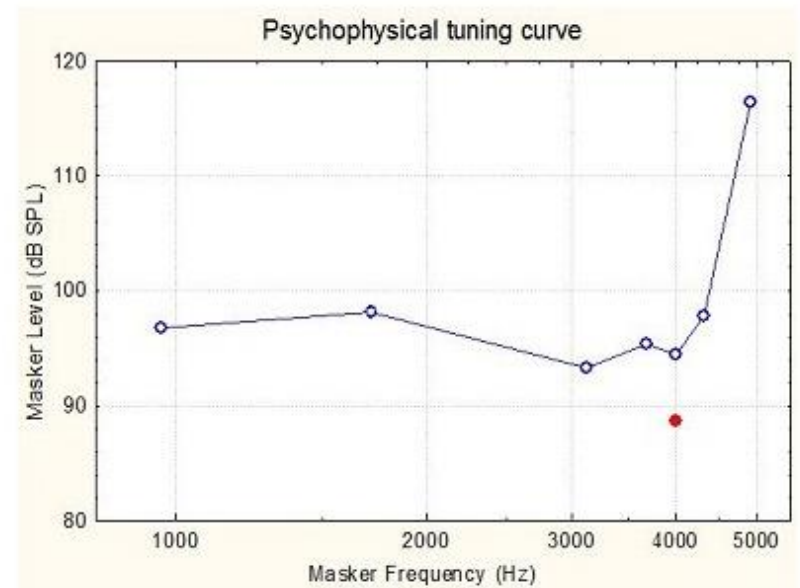


# Tuning curves

正常耳蝸



受傷耳蝸

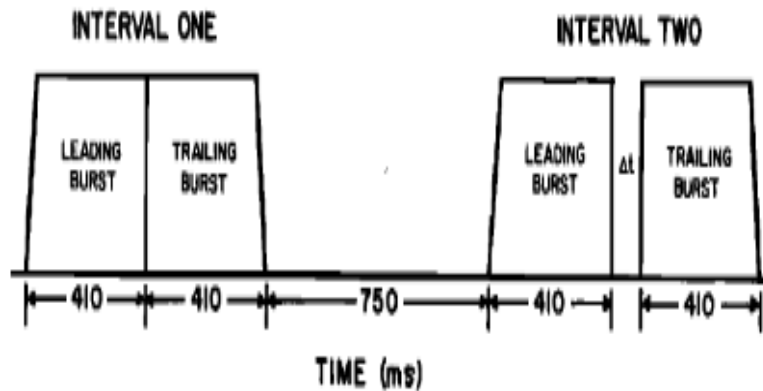


# 時序解析 (TEMPORAL RESOLUTION)

# 時序解析實驗 (Fitzgibbons et al., 1982)

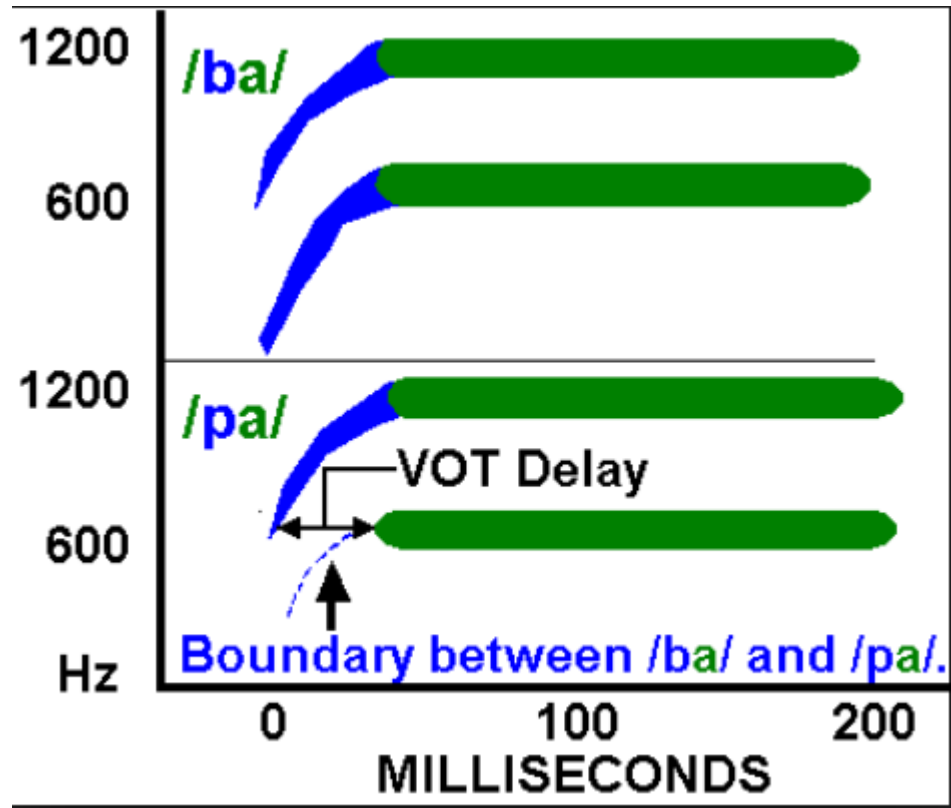
## Gap detection

## 正常 vs. 聽障結果



Subjects	Octave-band condition		
	400–800 Hz	800–1600 Hz	2000–4000 Hz
Normal	9.17	6.97	5.09
85 dB SPL	(1.54)	(1.13)	(1.18)TL
Normal	12.38	9.46	6.06
30 dB SL	(1.37)	(0.88)	(0.49)
Impaired	16.57	12.57	8.01
30 dB SL	(2.62)	(2.07)	(2.67)

# 時序的解析



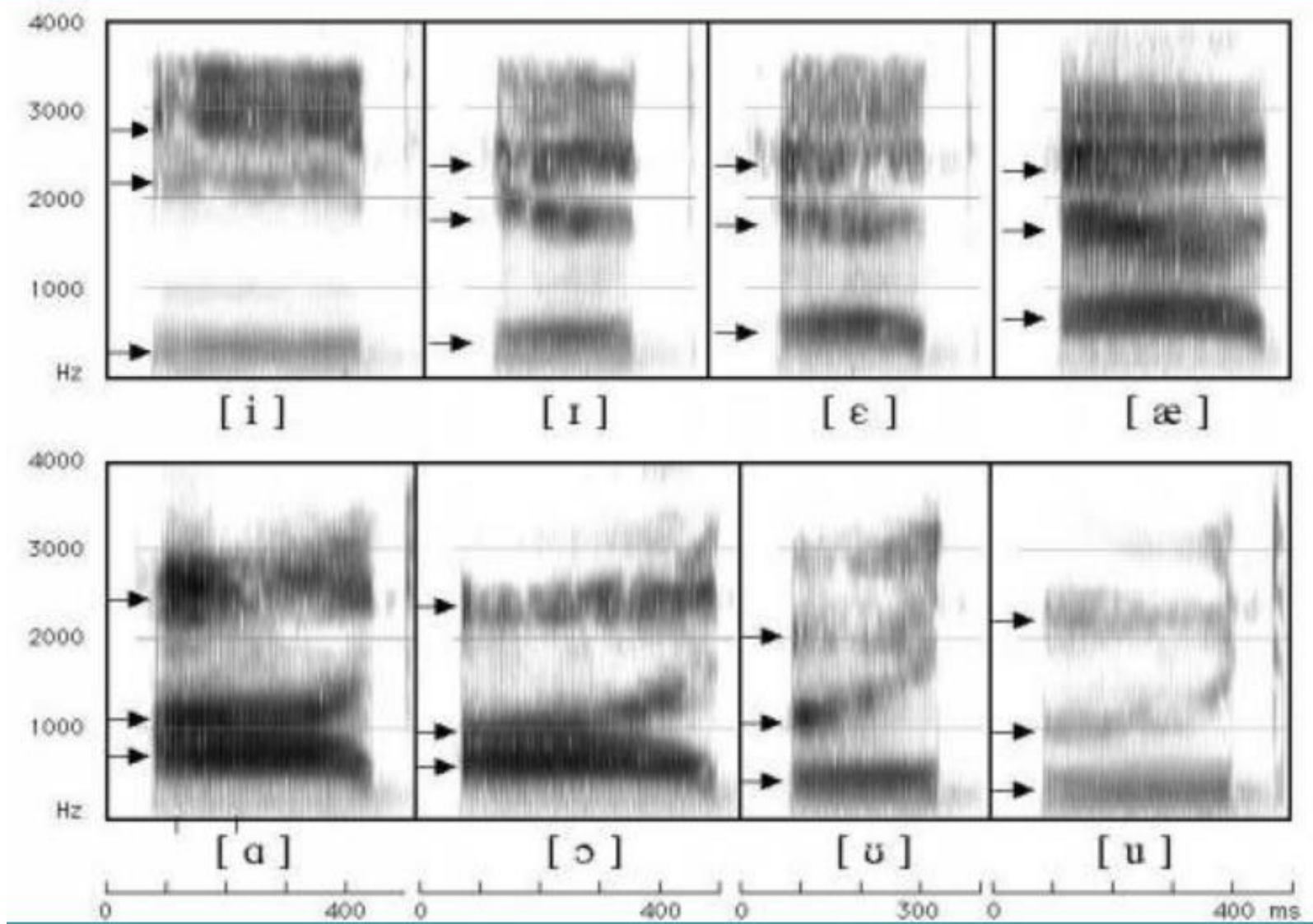
合并缺陷

# 從聽不到->不能識別

- 聲音的混淆

/一/ vs. /×/

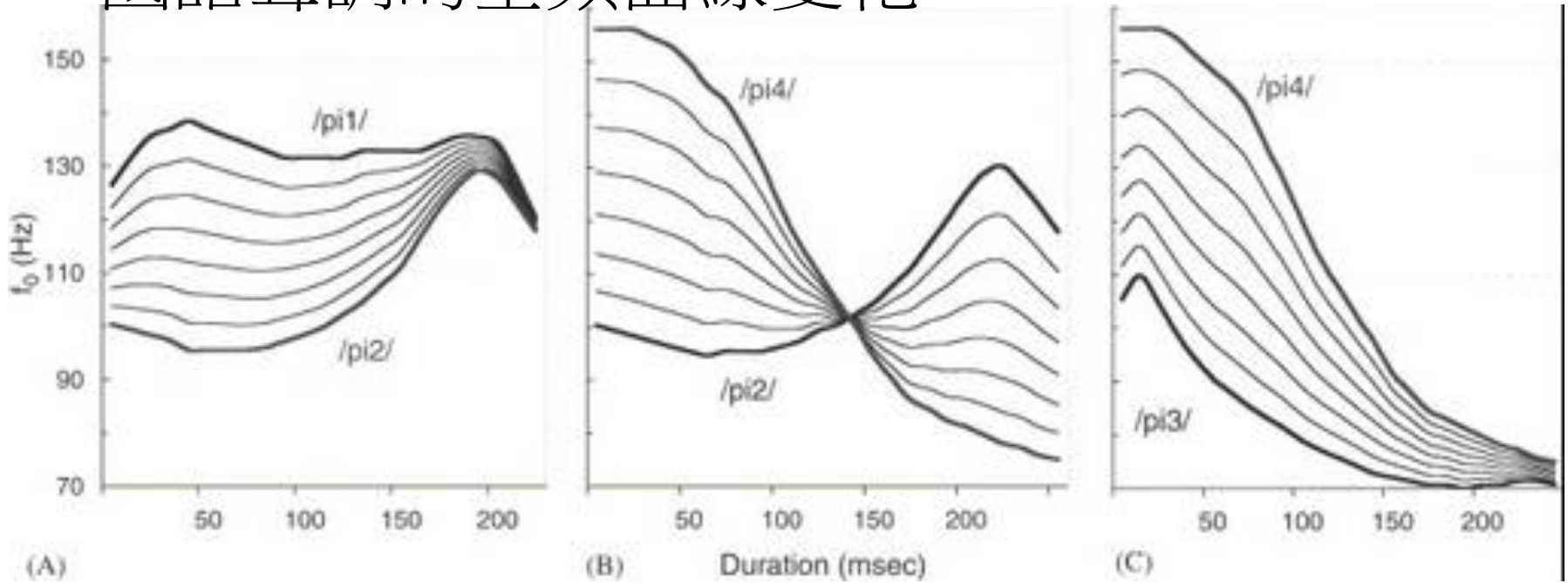
# 英語母音聲譜圖





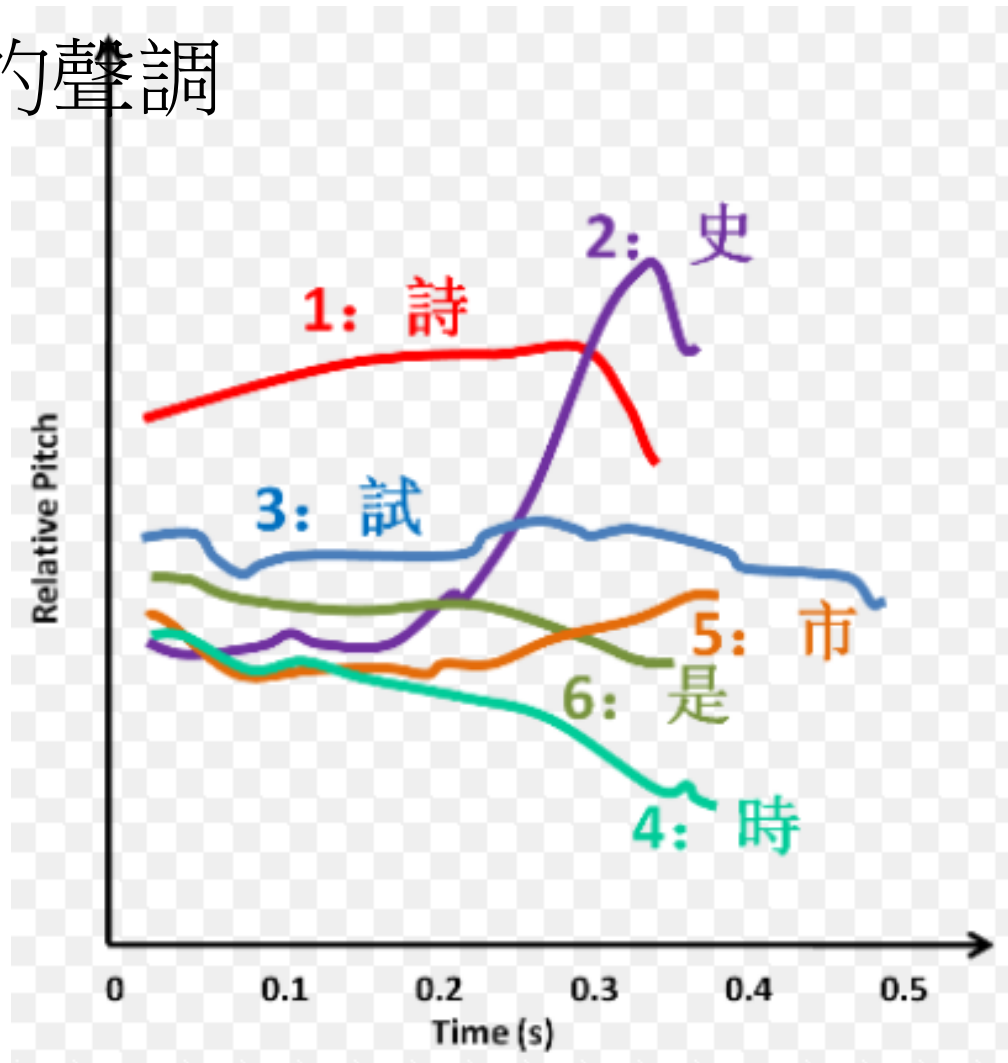
# 頻率 + 時序

- 國語聲調的基頻曲線變化

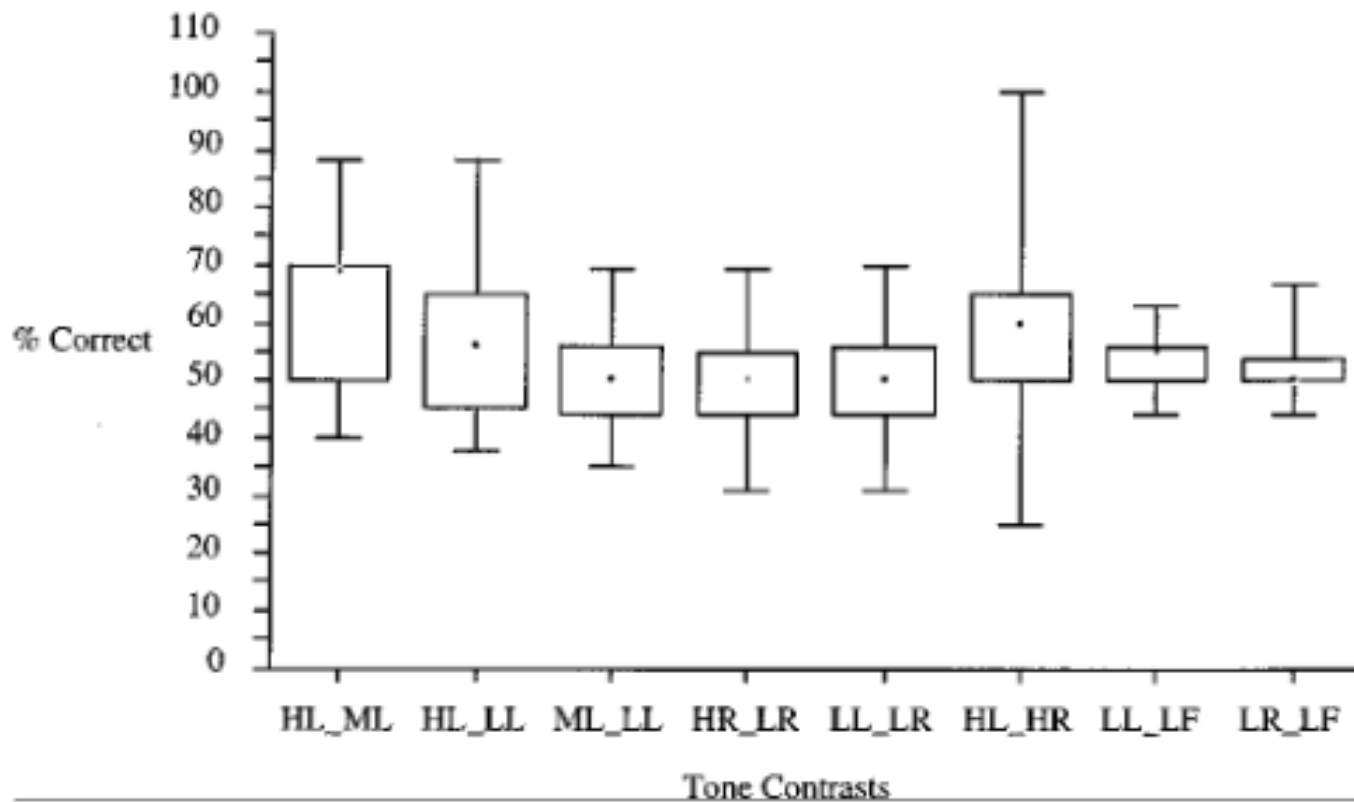


# 頻率 + 時序

- 廣東話的聲調



# 香港電子耳兒童的廣東話聲調對比辨識結果 (Ciocca, 2002)



# 信噪比SNR (singnal-to-noise ratio)的缺陷

- 信號S= 60 dBA , 噪音N= 50 dBA, SNR = 10 dB
- 若要能重複與常人同量的語詞, SNHL聽障者需更高的信噪比 (eg. QuickSIN)  
平均 輕度 需 + 4 dB, 重度 + 10 dB
- 對噪音的接受度 ( Acceptable Noise Level)  
常人—6-9 dB (低於S), 接受度低- 12-15 dB