

超高頻率聽力檢查

張 蓓 莉

本文就超高頻率聽力檢查再度被重視之始末，目前使用之電刺激檢查法，傳統檢查法，及超高頻率聽力檢查與年齡、藥物中毒、噪音、中耳疾病、聽覺障礙、吸煙等方面之研究成果逐一介紹。最後論及其適用情形及仍需努力之處。

關鍵詞：超高頻率聽力檢查

壹、源 起

純音聽力檢查器問市以前，音叉是聽力檢查的主要工具。當時 8000 赫以上的聲音也在聽力檢查的範圍之內。使用的工具先有 Galton 笛，後有 Struyken 單弦琴。後者更因構造上的特性，可以進行氣導與骨導聽力檢查，此外也能變化測試的頻率範圍。通常健康的青年人氣導可聽頻率範圍為 15 至 20,000 赫，骨導可聽頻率範圍為 17 至 26,000 赫。由此開啓了老人性聽力問題的概念，同時藉氣導與骨導的測定，可以區別聽力障礙的類型。純音聽力檢查器問市之後，由於 8,000 赫以上頻率的前校正不穩，而且語音頻

率被界定在 300 至 3000 赫，因此聽力檢查的頻率最多只包含 125 赫、250 赫、500 赫、1000 赫、2000 赫、3000 赫、4000 赫、6000 赫、8000 赫。而 8000 赫以上的頻率就被放棄了 (Tonndorf & Kurman, 1984)。

1960 年代美國耳鼻喉科學會正式承認 3000 赫也是語音頻率。研究藥物對動物內耳戈蹄氏器 (organ of Corti) 的影響發現損害始自耳蝸基底端，然後再向耳蝸頂端方向繼續惡化。1978 年 Fausti 發表使用 loop diuretic bumetanide 對人類聽覺的影響首先出現在 8000 赫以上的頻率範圍 (Fausti, 1984) 的報告。若待傳統純音聽力檢查發現這些後遺症時，已經錯失預防的最佳時機，而在此時 8000 赫以上頻率的校正問題已被克服，因此聽力學界重新考慮 8000 赫以上頻率的聽力檢查。截至目前為止探討與此有關的文獻，對超過 8000 赫頻率的稱呼還沒有統一，以高頻率名之的有 Dreschler 與 Hulst (1987)，Fausti (1978)，Tonndorf 與 Kurman (1984)，以超高頻率名之的有 Berlin 等 (1978，稱為 superior ultra-audiometric hearing)，Cunningham 等 (1983，稱為 extra high frequency) 等。傳統聽力檢查中所謂的高頻率是指 2000 至 8000 赫，為避免混淆，筆者暫以超高頻率稱之。

貳、測量方法

目前超高頻率是用於測定耳蝸的聽力並作為傳統聽力檢查的輔助。使用的方法有兩種，分別扼述於下：

1. 電刺激聽力檢查 (electrostimulation audiometry)

Tonndorf 聽力檢查器是電刺激聽力檢查使用的儀器，頻率範圍 20 赫至 10,000 赫。測試時將外圍包了 mylan 的電極棒放在人耳後顳部乳突上，經由皮膚顳骨將刺激傳到內耳。使用的電壓為 1.7 Vrms，能引起聽閾的範圍在 1mA 到 24mA 之間 (Tonndorf 與 Kurman, 1984)。

2. 傳統聽力檢查法

Demlar 高頻率聽力檢查器是這項檢查的儀器。頻率範圍 8,000 至 20,000 赫，測定方法採傳統聽力檢查所用之混合法。聽閾是以 dB SPL 表示之。以重覆測量所得 37 名受試 180 張聽力圖分析各頻率個別內聽閾標準差發現，高頻率的再製性 (reproducibility) 幾乎與傳統聽力檢查頻率一樣 (Dreschler & Hulst, 1987)。Fausti (1987) 的研究採用的就是這種方法，他發現此法的信效度都不錯，同時發現傳統氣導聽力檢查時兩耳間的衰減 (interaural attenuation) 為 40—80 分貝，而超高頻率的兩耳間衰減為 30—40 dB，較前者為少。

叁、研究成果

截至目前為止，超高頻率應用在人類健康方面的研究大致可分為年齡變化、噪音傷害、藥物中毒、中耳炎、耳鳴、聽覺障礙、及吸煙等方面，依序簡述於下：

1. 高頻率聽閾與年齡之關係

Schechter 等 (1986, 引自 Fausti, 1987) 調查人類超高頻率聽閾時發現隨著年齡的增加，人耳對超高頻率的敏感度降低。這份研究指出所有 6 至 10 歲受試在 20,000 赫時仍有反應，但 26 至 40 歲組却只有 44% 的受試有反應。且在此兩組內，受試超高頻率的

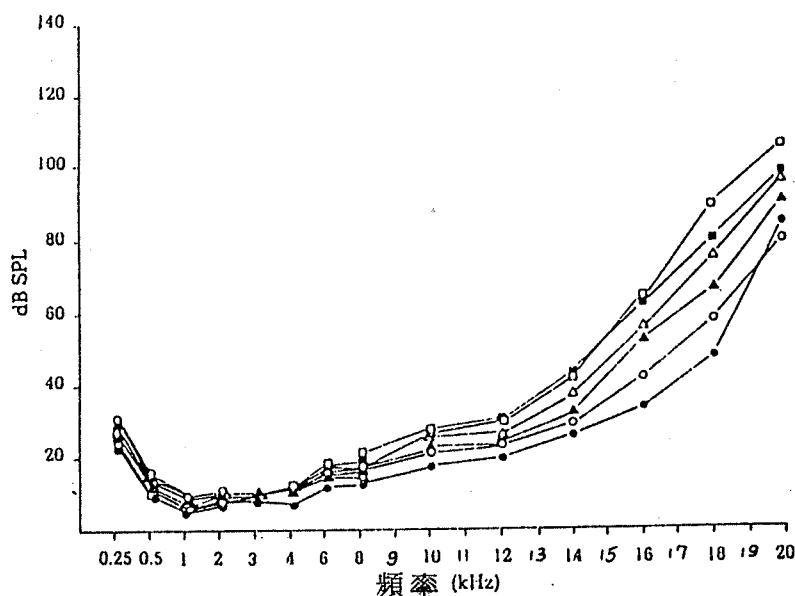


圖 1：各年齡組聽閾平均值 ●—● 估計正常聽力組
○—○ 6—10 歲組 ▲—▲ 11—15 歲組 △—△ 16—20 歲組
■—■ 21—25 歲組 □—□ 26—30 歲組
(資料來源 Schechter, 1986. 引自 Fausti, 1987)

聽閾也有隨年齡增長而增加的趨勢。圖 1 即該份研究報告的部份結果。

Dreschler 與 Hulst (1987) 曾經調查 342 隻 10 至 70 歲健康人耳的聽閾。依受試的年紀，每 10 歲一組，共分為 6 組。每組的資料至少是 35 隻耳朵聽閾的平均值。2000 赫以下的頻率組間聽閾差距為 6 分貝，但隨頻率的增多，組間聽閾也隨之加大，在 16,000

赫時已達15分貝。且受試間的聽閾也隨年齡而增加。圖2即342隻耳朵的聽力圖，圖左

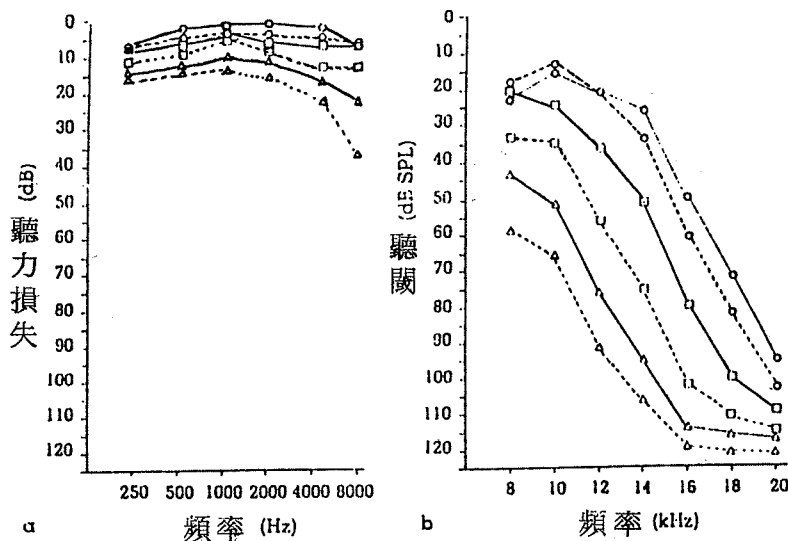


圖2：各年齡組傳統聽力圖(a)與超高頻率聽力圖(b)每年齡組至少包括35隻耳朵的聽力

○—○ 10—20歲組 ○···○ 21—30歲組 □—□ 31—40歲組
 □···□ 41—50歲組 △—△ 51—60歲組 △···△ 61—70歲組

(資料來源 Dreschler & Hulst, 1987)

是傳統純音聽力圖，圖右則是超高頻率的聽力圖。Dreschler 與 Hulst 另外還發現性別差異在50歲以下受試間並不明顯，而50歲以上各組限於受試之成員以女性居多，因而結果的代表性受到限制。

2. 藥物中毒的早期發現

藥物對內耳的破壞始自耳蝸的底端，而此正好是超高頻率的感受帶，因而如果服藥者對藥物敏感，即可能產生藥物中毒性聽力損失。而這種現象都是由超高頻率開始然後繼續破壞其他頻率感受帶之內耳毛細胞。如果能及早發現藥物中毒的情形，即可及時中止服藥，保護聽力。以超高頻率之測定研判服藥者聽力狀況的目的也就在此。

Jick 與 Slone (1973, 引自 Fausti, 1984) 報告服用氨基苷類 (aminoglycoside) 患者聽障出現率為 1.3%，Jackson 與 Arcieri (1971, 引自 Fausti, 1984) 的研究結果顯示 3,500 名服用氨基苷類患者聽障出現率為 2%。Fee (1980, 引自 Fausti,

1984) 報告 16 % 的服用 tobramycin 或 gentamycin 患者有耳蝸中毒的現象。Fausti 等 (1984) 調查 64 名服用鏈黴素治療分枝桿菌性結核患者 (治療期間 6 個月) 與 9 名服用 gentamycin, 4 名服用 tobramycin 治療細菌性感染患者 (治療期間 14 天) 各個頻率 (250 至 20,000 赫) 之聽閾。服藥前後均定期測定。Fausti 以相鄰 2 個或 2 個以上頻率聽閾改變 10 分貝以上作為藥物中毒的指標。結果顯示鏈黴素組 64 名患者有 8 名有藥物中毒現象。其他 13 名患者中有 3 名有此現象。另外還清楚的看到這 11 名患者全頻率的聽閾都隨服藥時間而變大, 且最先惡化的均出現在超高頻率。

Dreschler 與 Hulst (1987) 報告 85 名服用 cisplatin 患者的聽閾變化情形。Dreschler 與 Hulst 界定藥物中毒的標準是: 與服藥前相比某一個頻率聽閾增加至少 20 分貝或某兩個頻率聽閾均增加至少 15 分貝, 或 4 個頻率聽閾均增加至少 10 分貝。研究結果發現僅 9 % 的耳朵沒有受害。其他藥物中毒的情形為: 發生在頻率 1000—8000 赫者佔 3 %, 發生在頻率 10,000 至 18,000 赫者佔 71 %, 頻率不定者 6 %, 而 32 % 的藥物中毒者可由早期超高頻率聽閾的測定而發現。由此可見在發現藥物中毒方面超高頻率聽力檢查比傳統聽力檢查有效得多。

3. 噪音性聽力損失

噪音影響人耳聽覺功能也是由耳蝸底端毛細胞開始, 造成所謂的高頻率聽力損失。Fausti (1981, 引自 Fausti, 1987) 曾探討噪音對人耳 8,000 至 20,000 赫頻率聽閾之影響。由 14 名曝露於間歇性噪音及 22 名曝露於持續性噪音者各頻率 (250 至 20,000 赫) 之平均聽閾發現, 無論曝露在何種噪音下, 較高頻率聽閾的改變較嚴重, 尤其 15,000 赫以上各頻率的變化更為顯著。此外部份曝露於間歇性噪音組受試對 9,000 赫以上各頻率的音響已無反應, 相同的情形在持續噪音組發生於 17,000 赫以上各頻率。Fausti (1987) 認為超高頻率的聽力檢查不僅可以早期發現噪音性聽力障礙, 同時也能區別噪音性聽力損失的型態。

4. 中耳疾病

McDermott 等 (1986, 引自 Fausti, 1987) 比較正常聽力兒童與有較高傾向再發中耳性疾病者的高頻率聽閾, 結果如圖 3。從圖 3 清楚的可以看出這三組受試在 8,000 赫以下各頻率聽閾間沒有明顯差異, 而在超高頻率部分卻顯出明顯的差異。可見中耳疾病的復發會使患者極有可能引起超高頻率的聽力損失。而近來心理音響方面的研究已經發現超高頻率的聽力損失會影響患者對音量的分辨。

5. 聽覺障礙者

Berlin 等 (1978) 報告 22 名語音聽閾超過 85 分貝 (ANSI) 以上聾童說話能力及其超高頻率聽閾。結果發現具有超高頻率殘存聽力者說話能力較好, 不過由於研究方法的

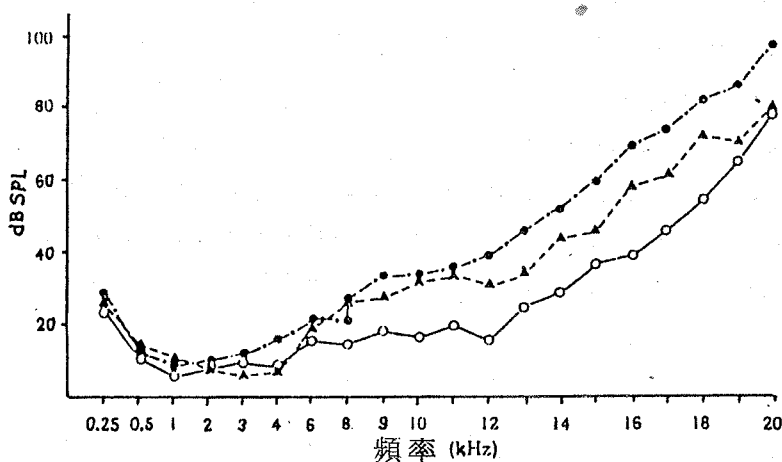


圖 3：中耳疾病再發者聽閾圖 ●—● 裂脣組

▲···▲ 經常再發組 ○—○ 較少發作組

(資料來源 McDemott, 1986 引自 Fausti, 1987)

限制，Berlin 等並不完全肯定超高頻率殘存聽力與聽障者說話能力的因果關係。隨後 Berlin 等利用上述研究結果設計出語音轉譯助聽器 (speech translating hearing aid)，其主要特色是過濾 600 赫以下的聲音。12,000 赫最大輸出量是 110 分貝 SPL。由 1 位成年聾者與 1 名聾童使用。據 Berlin 等的觀察兒童使用後的效果並不明顯，而在成年聾人方面却有下列幾點正向的結果。配戴一般標準的助聽器時，其語音聽閾為 55 分貝，同時會抱怨聽到的音質與回響。配戴轉譯的助聽器後，語音聽閾為 25 分貝；並且不再抱怨音質與回響；能分辨頻率為 440 至 559 赫，音響由 440 赫逐漸升高或由 559 赫逐漸降低；能聽出屋內任何一處傳出的嬰兒哭聲；能正確分辨語音及樂器所發出的聲音，並且能分辨高頻率樂器與低頻率樂器；語句分辨力達 60%；但無法分辨單音節的聲音；說話也有大小聲的變化。對於上述兩項結果，Berlin 等認為如果具有超高頻率殘存聽力不是預測說話能力的因素，但至少兩者之間也有重要的相關。此外還需注意的是有些超高頻率聽閾不錯而一般聽閾起伏不一者或許有可能是因其中耳質量增加，產生過濾高頻率音響效果所致。

6. 吸煙

由於 Makishima (1978, 引自 Cunningham 等, 1983) 研究發現耳蝸底部螺旋神

經節萎縮與內耳動脈腔血管硬化性狹窄有直接關係，且狹窄的程度與螺旋神經節退化程度及超高頻率聽力損失有正相關。Cunningham等(1983)進行了一項研究探討吸煙對超高頻率聽閾的影響。受試包括25名非吸煙者，4男21女，年齡範圍21至35歲。吸煙者18名，5男13女，年齡範圍22至35歲，吸煙情形為每天至少1包且已連續6年或6年以上。兩組受試500至8000赫各頻率聽閾均在15分貝以下，沒有耳疾紀錄，也沒有曝露在噪音中，家族中也無聽力損失者或心臟血管疾病者。測量結果顯示9,000赫頻率兩組平均聽閾有明顯的差異，其餘各頻率兩組間沒有明顯差異。雖然如此，吸煙組的聽閾值均高於非吸煙組者。差距在1至8分貝SPL間。Cunningham等認為吸煙組超高頻率聽閾有較差的傾向。但超高頻率聽閾值是否能作為血管硬化、狹窄的指標，還需要進一步的研究。

肆、結 論

超高頻率聽閾檢查是這十年來才漸受重視的，截止目前為止它被用於及早找出可能因藥物或曝露於噪音中而聽力受損者。換言之這是以預防為主，以免等到由傳統聽力檢查圖中看出聽力損害時，已錯失挽救的機會。對於在噪音中聽辨能力較差者，抱怨有耳鳴現象者也適合接受超高頻率聽力檢查。但這項檢查並非每個人都需要，因此它還是屬於輔助傳統聽力檢查，獲取更多診斷資料的一項測試。雖然它的受重視已有10多年，但由於測定方法並不相同，各學者自行研究的常模尚未統一，因此可以想像的是在這項測定被廣泛使用之前，必須先有一致的常模。國內一直對噪音防治，聽力保護相當重視，超高頻率聽閾測定既能提供較富有預防價值的資料，在未來的發展中似乎也應多朝此方向努力。

參 考 文 獻

1. Berlin, C. I. et al. (1978) Superior ultra-audiometric hearing : a new type of hearing loss which correlates highly with unusually good speech in the "Profoundly deaf". Otolaryngology : 86 : 111-116.
2. Cunningham, L. K.; Vise, L. K.; & Jones, L. A. (1983) Influence of cigarette smoking on extra-High-frequency auditory thresholds. Ear and Hearing : 4 : 3 : 162-165.
3. Dreschler, W. A. & Hulst, R. J. A. M. V. D. (1987) High frequency audiometry using headphones. Audiology in Practice, IV : 3 : 1-3.
4. Fausti, S. A. et al. (1984) Detection of aminoglycoside ototoxicity by high-frequency audiotory evaluation : selected case studies. Am J Otolaryngol, 5 :177-182.
5. Fausti, S. A. (1987) Pure tone audiometry at high frequencies (≥ 8 KHz). Audiology in Practice, IV : 3: 4-6.
6. Kurman, B. L. (1987) Electrostimulation audiometry for high frequency testing. Audiology in Practice, IV :3 : 7-8.
7. Tonndorf, J. & Kurman, B. (1984) High frequency audiometry. Ann Otol Rhino Laryngol 93 : 576-582.

THE EXTRA-HIGH FREQUENCY AUDIOMETRY

Chang, Bey-Lih

ABSTRACT

The history and measurement of extra-high frequency audiometry was introduced in this article. Results from research concerning the relationship between age and extra-high frequency auditory threshold, detection of ototoxicity, noise induced hearing loss otitis media by high frequency audiometry, and the influence on cigarette smoking on extra-high frequency audiometry also mentioned.

Key words: The extra-high frequency audiometry