

以華語可接受噪音量預測聽力損失成人之助聽器使用率

張宸瑋

高雄師範大學特教系博士班
臺北護理健康大學語聽系
兼任講師

陳小娟*

高雄師範大學特教系
教授

國外研究發現選配前量測個人的「可接受噪音量」(acceptable noise level, ANL)，可預測未來助聽器配戴後的使用狀態。本研究目的是建構華語可接受噪音量 (Mandarin ANL, M-ANL) 與助聽器使用率之對應關係及其預測效力。研究工具為華語版 ANL 測驗及「助聽器使用現況調查問卷」，以個案有助聽需求時的使用率作為助聽器使用頻繁度的判斷標準。126 位助聽器使用者參與本研究，依現有助聽器有無開啟噪音處理技術分成兩組 (無功能組 50 人，有功能組 76 人)。研究結果如下：一、全體平均未助聽華語 ANL 值 5.84 dB ($SD = 4.42$ dB，範圍 -3 ~ 18 dB)；二、未助聽華語 ANL 值和助聽器使用率有顯著的負相關 ($p < .001$)，即華語 ANL 值愈小，助聽器使用率就愈高；三、助聽器高頻繁使用者平均未助聽華語 ANL 值在無功能組為 4.33 dB ($SD = 3.41$)，有功能組是 4.85 dB ($SD = 4.01$)；四、未助聽華語 ANL 值 ≤ 5 dB，有 85 % 以上機率成為助聽器高頻繁使用者，未助聽華語 ANL 值 > 13 dB (無功能組) 或未助聽華語 ANL 值 > 17 dB (有功能組)，易成為助聽器低頻繁使用者，無功能組整體預測正確率是 86.0 %，有功能組為 80.3 %。本研究最重要的成果是建構國內助聽器使用者之未助聽華語 ANL 值相關數據，也佐證助聽器內建訊號處理技術會改變華語 ANL 值。臨床應用建議選配前量測華語 ANL 測驗，適時提供聽覺輔具進階技術與諮詢，提升助聽輔具購買後的配戴使用率。另須留意未助聽的華語 ANL 值僅能解釋聽損者未來助聽器使用率的少部分，仍有多數未知的影響因素需要進一步探討。

關鍵詞：助聽器使用率、華語可接受噪音量、噪音處理技術

* 本文以陳小娟為通訊作者 (chenhc@nknuc.nknu.edu.tw)。

緒論

一、助聽器效益評估時間點的問題

根據統計，55～74歲的人口中大約有40%受到年齡老化聽力損失的影響（McCormack & Fortnum, 2013），且聽力損失已被證實會影響年長者的生活品質（Chia et al., 2007; Heine & Browning, 2004），導致較差的身體健康狀態與心理情緒問題，像是沮喪或焦慮（Gopinath et al., 2009），顯示聽力不僅是感官的退化，亦是一個重要的社會健康問題。針對無法醫療治癒的聽力損失，其主要管理介入策略就是使用聽覺輔具，不論是輕度、中度或是重度聽力損失的成人與孩童，配戴助聽器都是有效改善他們因聽力損失而伴隨溝通、學習及心理層面問題的方式之一（Weinstein, 1996）。當然，配戴助聽器後有良好的成效（outcome），是聽損者及其家人與專業人員都企盼的結果，但是，助聽器的成效測量往往得在使用者配戴一段時間後，比較配戴前後差異才可得知。而臺灣對於輔具的社會補助款，於近年要求需提出輔具效益驗證評估報告才能核撥，目的是替身心障礙者的權益把關，確認助聽輔具的裝配可顯著改善聽覺損傷對於生活的衝擊。目前常用來評估助聽器成效的方式像是功能性增益（functional gain）或是「年長者聽力障礙量表」（Hearing Handicap Inventory of the Elderly, HHIE）（Ventry & Weinstein, 1982）以及「客戶導向改善量表」等主觀效益問卷（Client Oriented Scale of Improvement, COSI）（Dillon, James, & Ginis, 1997），這些方法雖都有效，但評估時間點似乎都稍嫌太晚，儘管聽力損失確實影響了生活品質、學習與人際互動的信心，然若助聽器成效不

如期望，聽損者可能選擇捨棄不用助聽輔具。

為了在選配前能得知助聽器的使用成效，Nabelek、Tuker 與 Letowski（1991）提出不同以往的助聽器評估方式，他們認為助聽器成效評估中，影響「助聽器使用頻繁度」（hearing aid use）的關鍵因素在於「個案於噪音中聽取語音的意願」（the willingness to listen to speech in background noise），且這份聆聽意願遠比在噪音中的語詞理解得分來得重要。因此，Nabelek 等人提出一個重要假設：「助聽器使用者在背景噪音下聆聽語音的意願，可能比噪音中的語音理解度更能展現助聽器的使用情況」，且根據此假設發展出一套測驗程序，以之量化背景噪音下聆聽者聽取語音時願意接受的噪音音量，當時稱為「可容忍的訊號與噪音比值」（tolerated speech-to-noise ratio, tolerated S/Ns），之後更名為「可接受噪音音量」（Acceptable Noise Level, ANL）（Nabelek, Tampas, & Burchfield, 2004），其概念型定義是以最舒適的語音音量聆聽一段故事或對話段落（most comfortable listening level for speech, MCL），並同時呈現聆聽者願意忍受的最大背景噪音音量（maximum background noise level, BNL），前述兩個心理感受音量相減即為可接受噪音音量；而操作型定義是 ANL 值就是 MCL 和 BNL 之差值，運算公式為「 $MCL - BNL = ANL (dB)$ 」，至於測驗情境則可依據個案是否配戴助聽器區分為助聽 ANL（有戴助聽器）與未助聽 ANL（未戴助聽器）。

ANL 測驗的立論基礎是，ANL 值愈低，表示此受測者愈願意或愈能接受在較大的背景噪音量下聆聽語音，因此，在充滿不同環境噪音的日常生活情境中配戴助聽器的

意願也愈高，所以助聽輔具使用愈加頻繁；反之，ANL 值愈高，則表示此受測者在舒適的語音情境下，相對僅能接受較少量的噪音干擾，以致若有少許噪音的環境就可能降低配戴助聽器的意願，即使用頻繁度下降。這個論點最重要的支持文獻是 Nabelek、Freyaldenhoven、Tampas、Burchfield 與 Muenchen (2006) 蒐集 191 位聽損成人未配戴助聽器之 ANL 值，並以邏輯斯迴歸分析 (logistic regression analysis) 聽損者成功使用助聽器的機率與建立預測曲線。研究結果顯示，ANL 值相對偏低的人 (小於或等於 7 dB)，有高達 85 % 以上的機會成為助聽器成功使用者，亦即經常配戴助聽器；反觀 ANL 值較高者 (大於 13 dB)，成功使用機率大約只剩 10 %。假若 ANL 值落在 7 dB 至 13 dB 中間區段的中點，成功使用機率則大約是一半左右。此外，該研究另一項成果是明確指出 ANL 值和助聽器使用狀態之間具有相關性和預測效力，其中，ANL 值對於成功使用者 (經常使用，full-time use) 的助聽器使用狀態有 87.0% 的正確預測機率，對於不成功使用者 (偶爾使用或不使用，part-time use or nonuse) 則有 83.6% 正確預估率，整體預測正確率為 84.8%。這些數據均指向 ANL 測驗是一個實用的評估工具，可於選配前預測，並區分聽損成人將來的助聽器使用型態 (Nabelek et al., 2006)。

二、影響可接受噪音音量之因素

(一) 助聽器的訊號處理技術

隨著聽力學界陸續探討 ANL 的本質，逐漸獲知 ANL 值不受年齡、性別 (Walravens, Keidser, Hartley, & Hickson, 2014) 與聽力程度等個人因素影響 (黃美睿、陳小娟, 2008; Crowley & Nabelek, 1996; Freyaldenhoven,

Plyler, Thelin, & Burchfield, 2006; Rogers, Harkrider, Burchfield, & Nabelek, 2003)，也和噪音中的語詞辨識得分沒有相關性 (Nabelek et al., 2004)，甚至背景噪音類型 (Crowley & Nabelek, 1996; Gordon-Hickey, Moore, & Estis, 2012; Nabelek et al., 1991; Olsen, Nielsen, Lantz, & Brännström, 2012) 或呈現測驗材料之音量 (Freyaldenhoven, Plyler, Thelin, & Hedrick, 2007; Recker & Edwards, 2013)，均不會改變 ANL 值；反之，助聽器的訊號處理技術，包含方向性麥克風和噪音抑制系統則被提出會有效且顯著降低 ANL 值 (張雅琪、陳小娟、侯友益, 2012; Freyaldenhoven, Nabelek, Burchfield, & Thelin, 2005; Mueller, Weber, & Hornsby, 2006; Wu & Stangl, 2013)，探究可能原因是，這些助聽器的特定功能可促進較佳的語音感知與聆聽舒適度，或許從而提高了助聽器的使用頻繁度。例如：助聽器的方向性麥克風 (directional microphone) 比全方向性麥克風多了 2 至 11 dB 的信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR)，相當於在噪音中可改善 40% 至 70% 的語音感知表現 (Nordrum, Erler, Garstecki, & Dhar, 2006; Ricketts, Lindley, & Henry, 2001)。而噪音抑制系統 (digital noise reduction system, DNR) 也被證明可改善噪音量，使得聆聽更為舒適 (Ricketts & Hornsby, 2005)，兩種功能合併使用 (DNR+ 方向性麥克風) 或僅開啟方向性麥克風，在噪音中也呈現比全方向性麥克風模式有較佳的語音感知表現 (Nordrum et al., 2006)。綜合來說，助聽器噪音或訊號處理技術 (方向性麥克風和噪音抑制系統) 確實對於助聽器使用者在噪音中的語音聆聽和舒適度表現，具有相當程度的影響。此外，Nabelek 等人 (2006) 也建議聽力師與選配師可針對 ANL 值較高者

(ANL > 13 dB) (ANL 值對這些人的預測是，他們極可能成為偶爾使用或完全不使用的人)，在選配前的諮商中，建立他們對助聽器適當的期望及了解助聽器可能的限制，並給予助聽器機型和功能選擇的選配前處置建議。換言之，藉由選配前預知配戴者對噪音的接受量或容忍度較差，事先給予適切的諮商、調整與購機建議，可促進這些聽損者在日常噪音環境的聽取成效與舒適度，進而提高助聽器配戴使用率。綜上所述，ANL 測驗最大的好處是在助聽器選配前測量噪音可接受量，先一步知道使用者在噪音中聆聽語音的意願，除了有助於預測助聽器未來之使用型態（經常使用、偶爾使用或不再使用），也在選配前提供助聽輔具技術處置決策之參考依據。

(二) 聆聽者母語和語言效應

聆聽者的母語或主要語言對於 ANL 值的效應，過往文獻呈現不一的觀點。von Hapsburg 與 Bahng (2006) 比較母語和第二語言熟練度對英語版與韓語版 ANL 值的影響，按受測者精通的語言可大略區分為英語、英韓雙語及韓語三組，結果發現，ANL 值不會因為語言能力或是否使用母語系之語言版本而受到影響。然而，其他文獻結果則持不同看法，Shi、Azcona 與 Buten (2015) 探討母語和 ANL 語言版本之效應，比較英語、俄語—英語雙語和西班牙語—英語雙語者於不同版本的 ANL 值，結果發現，ANL 值會受到語系和語言版本的影響。此外，其他相關文獻則發現，聆聽者不熟悉的語言或語言不清晰的測試材料會改變且提高 ANL 值 (Goldman, 2009)，同時不具語意的語音材料 (non-semantic speech materials) 會出現變動的 ANL 值，並可能因而無法準確預測助聽器的使用型態 (Olsen, Lantz, Nielsen,

& Brännström, 2012)。近期研究也指出，語言材料確實對 ANL 值具影響效應 (Koch, Dingemans, Goedegebure, & Janse, 2016)。因此，Shi 等人建議臨床人員運用 ANL 測驗時應考量個案所使用的語言與文化背景。而在臺灣相關研究方面，黃美睿與陳小娟 (2008) 於「聽力正常者個人因素對噪音可接受音量效應之探討」研究中，比較 60 位華語正常聽力成人於華語、英語及西班牙語版本之 ANL 值，結果發現，西語 ANL 值顯著大於華語版本 ANL 值 ($p < .001$)，顯示語言版本確實影響了 ANL 值；接著，該研究依照 34 位受測者英語能力的高低進行分組，探討語言能力對於不同版本 ANL 之影響，結果顯示，英語 ($M = 4.65, SD = 8.21$) 和西語 ($M = 4.82, SD = 7.20$) 之 ANL 值均顯著大於華語 ($M = 1.15, SD = 7.21$) ANL 值 ($p < .001$)，而西語和英語 ANL 值則沒有差異，且英語高能力組於三種語言版本的 ANL 平均值皆小於英語低能力組，兩組僅在英語 ANL 有統計上的顯著差異 ($p < .05$)。此結果除了再次顯現語言版本會影響 ANL 表現外，也指向語言能力對於 ANL 值的影響可能只限於該語言，並不適用或推論至其他語言。探究為何產生不同於 von Hapsburg 與 Bahng 的研究結果，就語言本質特性上來說，華語屬於聲調語言，而英語、韓語及西班牙語皆屬於非聲調語言，可能因此造成不同的結果。除此之外，不同語系的語音與競訊雜音 (babble noise) 的頻譜特性可能也是造成 ANL 相異的原因之一 (Shi et al., 2015)。

三、研究動機

根據前面論述延伸出本研究問題，首先

Nabelek 團隊於 2004 年和 2006 年的研究，未考慮助聽器內部特性與功能調整的影響，參與研究的對象從配戴基礎類比式 (analog) 到高階全數位式 (full digital) 的助聽器皆有，且助聽器內部功能設定也未詳加討論，假如這兩項功能如同前述所論，可改善並減少噪音的干擾進而提升助聽器的使用率，表示這群受試者中，有些人可能 ANL 值較高，原本應當被歸類為使用率不高者，但由於配戴的助聽器具備噪音處理技術，因此，在噪音聆聽情境中能夠忍受較多的背景噪音，結果提升了使用率，於是，ANL 值對應的不再是不佳的使用率。如果這個推論屬實，意謂著 Nabelek 等人於 2006 年建立之未配戴助聽器 ANL 值與助聽器使用頻繁度間的對應關係和預測曲線應該被重新檢視。

針對助聽器噪音訊號處理技術層面，研究者認為，假使助聽器內部設定不予以控制，會有太多干擾因素參雜在 ANL 值與助聽器使用頻繁度之對應關係中，難以釐清究竟受試者間使用頻繁度的差異是導因於個案本身對噪音的接受度不同 (ANL)，抑或是助聽器處理技術層級的落差所造成。為了解決這個問題，應當將助聽器的影響盡可能排除，或許能更真實地呈現 ANL 與助聽器使用率之間的關係。另一方面，針對助聽器使用頻繁度的分類也有一些疑問，研究者從過去的文獻深入了解與 ANL 有關的助聽器使用度量情形，發現很多相關研究均延續 Nabelek 研究團隊 (1991) 的助聽器使用現狀問卷 (Freyaldenhoven, Nabelek, & Tampas, 2008; Freyaldenhoven, Smiley, Muenchen, & Konrad, 2006; Nabelek et al., 2006; Nabelek et al., 2004; Walravens et al., 2014)，也就是僅將助聽器使用現況區分成三種類別或是一天使用幾個小時。然而現實生活中，我們觀察

到的助聽器使用型態應可以分得更細，三區段的分類方式基本上不敷實際之需求，推測也許因此造成大多數使用者落在中間區段卻無法區辨的窘境。此外，每天配戴的小時數也不全然代表助聽器使用者的使用型態。所以，如果能以助聽器使用率 (即百分比) 來表現，並且是在其有需求的情境下會配戴助聽器的比率，或許可以提升其判別的確性。

最後，是語言版本和語系的效應。本國官方語言為華語，語言特性明顯不同於英語，意謂著已發展多時的英語版 ANL 參考數據不適用於臺灣助聽器使用者的選配前評估。再者，Nabelek 等人 (2006) 及 Shi 等人 (2015) 也建議，當施測 ANL 的方式或測驗材料不同時，應該自行發展基準數據 (baseline data) 作為新的參考值。雖然臺灣已發展出華語版本 ANL 測驗，但尚未施行於助聽器使用者，在沒有建立助聽器使用者的華語 ANL 表現及預測力的前提下，仍無法運用華語版 ANL 測驗於臨床助聽器選配評估中。所以，考量臺灣臨床應用價值和語系效應以及國外文獻的建議，建立華語 ANL 值與助聽器使用率之對應關係實屬必要。

四、研究目的與問題

基於前述推論和想法，本研究根據研究參與者現有助聽器的噪音處理特性篩選受試者進行分組，也就是控制助聽器的方向性麥克風、數位噪音抑制系統等與舒適性及噪音管理特性，來探討這些特性對於華語 ANL 值的影響，並且嘗試以助聽器使用率來呈現助聽器使用類型，探討 ANL 值與助聽器使用率的對應關係，驗證這種關係是否因助聽器噪音處理特性而有所不同。

綜上所述，本研究目的是建構華語 ANL

值與助聽器使用頻繁度之關係和預測效力，同時比較助聽器噪音處理技術（方向性麥克風與數位噪音抑制系統）所對應之華語 ANL 值有無不同。

研究方法

一、研究對象

研究對象為 126 位目前或曾經使用助聽器的聽損成人，依據助聽器是否內建方向性麥克風與數位噪音抑制系統分成兩組，助聽器無內建或者沒有開啟上述配備者有 50 位（簡稱無功能組），男性 40 位，女性 10 位，平均年齡 71.54 歲（ $SD = 14.12$ ），右耳平均聽閾（0.5k、1k、2k Hz）67.80 dB HL（ $SD =$

15.85），左耳平均聽閾為 69.70 dB HL（ $SD = 13.00$ ）。另 72 位研究參與者（男性 44 位，女性 32 位）的助聽器具備且開啟上述兩項功能（簡稱有功能組），平均年齡 61.46 歲（ $SD = 18.40$ ），平均聽閾（0.5k、1k、2k Hz）右耳為 64.78 dB HL（ $SD = 17.43$ ），左耳 62.43 dB HL（ $SD = 16.93$ ）。以上資料整理於表一。此外，所有研究參與者至少配戴助聽器三個月以上經驗，母語為華語且聽得懂華語，其聽力損失類型和損失程度則不設限，沒有神經損傷或認知障礙的病史。另外，針對不再使用助聽器者，預先排除因操作困難、配戴助聽器的美觀感受或無交談對象等非助聽器聆聽成效問題之因素。

二、測驗材料

表一 126 位聽損成人助聽器使用者之基本資料

組別	性別（人數）		年齡（歲）		平均聽力閾值（dB HL）	
	男	女	平均	標準差	右耳（ SD ）	左耳（ SD ）
無功能組（n = 50）	40	10	71.54	14.12	67.80（15.85）	69.70（13.0）
有功能組（n = 76）	44	32	61.46	18.40	64.78（17.43）	62.43（16.93）

本研究以「華語版 ANL 測驗」評估助聽器使用者之可接受噪音量，華語版 ANL 測驗取自臺灣的碩士論文，該測驗相關信度考驗請參考該論文（張雅琪，2010），其語音材料和背景競訊噪音皆仿照國外英語版 ANL 測驗之形式，即語音材料是連續敘說式的故事段落（running speech），而競訊噪音為多人雜沓語音噪音（multi-talker speech babble noise），其中，華語語音材料（speech material）為陳小娟教授所撰寫旅遊記事〈來

去舊好茶〉一文，由女性專業廣播員錄製，錄音取樣速率為 44,100 Hz，在專業錄音室中完成所有語音材料的錄製與剪輯。而背景競訊噪音係採用蔡志浩與陳小娟（2002）所發展「噪音背景辨識語音測驗」之六人版嘈雜語音噪音，再以 CSL 系統將兩個相同的六人版雜沓語音噪音混合為 12 人版雜沓語音噪音，錄音時間總長度為 11 分 30 秒。

助聽器使用率則透過受試者填寫「助聽器使用現況調查問卷」蒐集相關資料（附

錄一)，此份問卷修改自國外針對 ANL 測驗所發展的問卷 (Nabelek et al., 1991)。最大的不同是，本研究採用「助聽器使用率」來定義聽損者的助聽器使用現狀，助聽器使

用者透過問卷自我評估平均每天的助聽器需求加總時數，以及每天確實配戴助聽器的時數，後者除以前者再轉換成百分比分數，即得到助聽器的使用率（算式如公式 1）

$$\text{助聽器使用率} = \frac{\text{配戴助聽器小時數}}{\text{助聽器需求小時數}} \times 100\% \quad (\text{公式 1})$$

三、研究程序實驗前準備工作

(一) 實驗前準備工作

本研究為了取得更多樣本數，並豐富樣本內在的多樣性與廣度，避免只侷限於單一助聽器廠牌或聽力檢查室，商請國內南部聽力師合作，分別在其服務的醫療院所或助聽器公司進行收案，並由第一作者於正式收案前給予華語 ANL 測驗相關訓練課程，且收案期間定期至各聽力師服務單位校正與確認測驗儀器設備符合本研究要求。此外，由於不同施測人員參與華語 ANL 測驗的施測，為排除施測者間之差異對研究結果的可能影響，同時進行施測者間一致性考驗，包含本研究作者在內，共七位聽力師實際參與本研究正式收案，每位施測者都具備國家聽力師證照及／或助聽器選配經驗達四年之資歷。這七位施測人員分別隸屬於三個不同聽力檢測單位（醫療院所或助聽器公司），每個單位都有指定一間聽力檢查室進行本研究的華語 ANL 測驗，亦即施測環境在三個檢測單位是固定的，三個單位各有一至三位施測人員協助執行測驗。

(二) 實驗程序與設置

受試者需填寫基本資料表（附錄二）與「助聽器使用現況調查問卷」，以了解目

前助聽器技術和配戴現況，並計算助聽器使用率，再依助聽器噪音處理技術的配備使用與否分為有功能組及無功能組兩個組別。接著，將手提電腦或 CD 音響 (Lenovo X200、IBM R52、SOWA CD-player) 連結至聽力檢查儀 (GSI-61)，播放華語 ANL 材料錄音檔，同時調整聽檢儀內建 A、B 兩個獨立聲道的輸入音量，使錄音檔內建校準音在聽檢儀上的音量指示計 (VU meter 或稱 monitoring meter) 指在 0 dB 處，以第一型標準聲壓計 (sound level meter type I, 型號: SVAN 945A) 在受試者位置做測驗材料之聲場校準，分別測量 A 和 B 聲道於同一個音箱播放校準音音量，以符合 ANSI S3.6-2004 聽力檢查儀語音刺激雙耳聲場 0° 角 14.5 dB RETSPLs 之校正參考標準，容許誤差值為 ± 3 dB (Roeser, Valente, & Hosford-Dunn, 2007)。初步校準後，每次測驗前都以錄音檔內建校準音來確認聽檢儀 A、B 聲道的音量，只要指示計指在 0 dB 處，每次測驗前之校準工作就算完成。

每位研究參與者於標準隔音室內 (ANSI S3.1-1991) 沒有配戴助聽器的情況下 (未助聽)，接受華語 ANL 測驗，且面對音箱 (0° 角) 坐在距離音箱 1.0 公尺處，圖一呈現聽力檢查室之相關位置圖 (修改自 Acceptable Noise Level Laboratory 於 2008 年制定之標

準)。本研究未採用美國田納西大學 ANL 實驗室所制定的 1.5 公尺距離，有以下兩項理由：1. ANSI S3.6-1996 聲場校正標準設定在距離音箱 1.0 公尺處，採用相同距離，有利於聲場中測驗材料之校準作業；2. 便於直接比較配戴聽覺輔具後的聲場中效益評估結果，因為輔具之評估距離亦參照聲場音箱校準是 1.0 公尺。華語 ANL 測驗方式係參考 ANL 施測標準流程（Performing the Acceptable Noise Level (ANL) Test, 2013），程序如下：

1. 量測最舒適語音音量（MCL）：以聲道 A（channel A）透過喇叭施放華語語音測試材料，施測者給予受試者標準指導語，口頭指導語（附錄三）和書面指導語（附錄四），讓受試者了解施測過程，確認受試者已知道如何反應後，才開始施測；起始施放音量為受試者 0.5k、1k、2k Hz 之平均聽閾加上 10 dB HL。受試者以漸近拉鋸法（bracketing procedure），輔以手勢（拇指向上代表增加音量，向下表示降低音量）告知測試人員增加或降低音量，開始以每次 5 dB HL 步伐（steps）找出聆聽範圍；先增加音量，直到超過舒適音量，並開始感覺有些大聲為止；接著，轉小聲直到比舒適音量更小聲為止，然後以每次 2 dB HL 的音量變化決定最舒適語音音量（MCL for speech）。測量兩次 MCL，取其平均值作為最終 MCL 音量，如兩次測量結果相差 ≥ 6 dB，再次口頭指導受試者，並進行第三次 MCL 量測，取兩次最接近數值（相差 ≤ 4 dB）之平均值為 MCL 值。
2. 測量最大可接受嘈雜語音噪音量（BNL）：由聲道 B 施放 12 人版華語嘈雜語音噪音作為競訊噪音，同時聲道 A 以 MCL 固定音量施放華語語音材料，兩者施放於同一

個音箱（呈 0° 角），給予受試者口頭和書面指導語，受試者同樣以不同手勢告訴施測人員噪音音量要調大或調小，開始時以每 5 dB HL 步伐找出噪音聆聽範圍，先調大聲，直到感覺噪音有些大聲且無法繼續聆聽故事為止，然後轉小聲直到快聽不到噪音為止（即噪音察覺閾值）；接著，在這個範圍內，以 2 dB HL 的音量變化找出受試者願意聆聽語音的噪音量，也就是 BNL。同樣連續重複量測兩次 BNL，如兩次數值相差 ≥ 6 dB，再次指導受試者，並進行第三次 BNL 量測，取兩次接近數值，作為兩次之 BNL 音量，並取平均值作為 BNL 值。

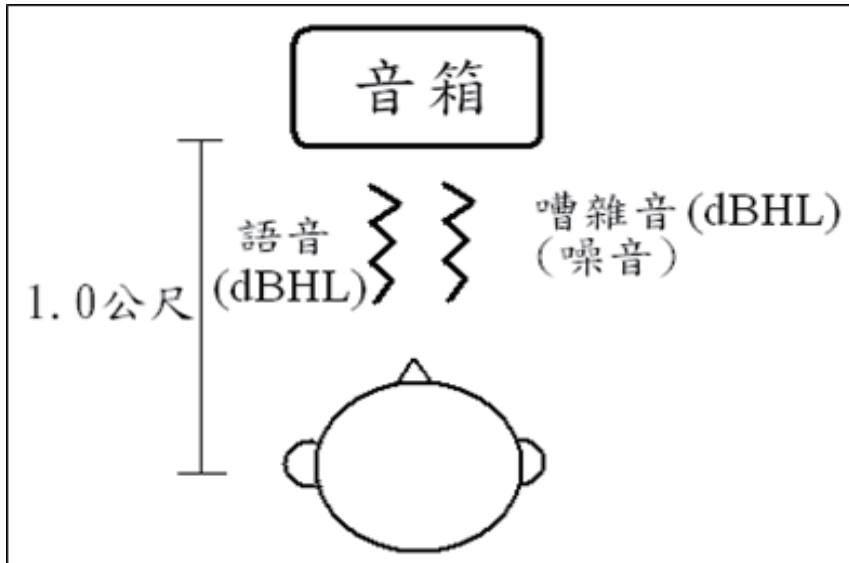
3. 計算 ANL 值： $ANL = MCL - BNL$ 。每位受試者會測得一個 MCL 值和一個 BNL 值，依上列公式計算後，取得未助聽時的華語 ANL 值。

結果與討論

一、施測者間一致性考驗

六位自願受試者被安排至三處收案地點，由七位施測者進行華語 ANL 測驗，其中五位雙耳聽力正常，一位有輕到中度感音性聽力損失，平均年齡 39.83 歲（ $SD = 10.17$ ），右耳與左耳純音聽閾平均值分別是 9.72 dB HL（ $SD = 15.03$ ）與 8.33 dB HL（ $SD = 13.78$ ），為避免同一位受試者或是某個單位都是最先接受測試或最後測試，同時也降低受試者對測驗的熟悉度影響整體結果，採對抗平衡方式（單位、施測人員與受試者）進行華語 ANL 測驗。

表二摘要皮爾森積差相關考驗施測者間一致性的結果，數據顯示，每位受試者接受



圖一 ANL 測驗之聲場設置圖

表二 施測者間一致性考驗相關係數摘要

	A1	A2	B1	B2	B3	C1
A2	.984 (<i>p</i> =.000)					
B1	.936 (<i>p</i> =.006)	.936 (<i>p</i> =.006)				
B2	.832 (<i>p</i> =.040)	.880 (<i>p</i> =.021)	.932 (<i>p</i> =.007)			
B3	.903 (<i>p</i> =.014)	.906 (<i>p</i> =.013)	.957 (<i>p</i> =.003)	.965 (<i>p</i> =.002)		
C1	.960 (<i>p</i> =.040)	.989 (<i>p</i> =.011)	.955 (<i>p</i> =.045)	.945 (<i>p</i> =.055)	.898 (<i>p</i> =.102)	
C2	.975 (<i>p</i> =.025)	.999 (<i>p</i> =.001)	.978 (<i>p</i> =.022)	.978 (<i>p</i> =.022)	.945 (<i>p</i> =.055)	.991 (<i>p</i> =.009)

註：英文字母 A、B、C 代表施測人員隸屬的單位；數字 1、2、3 為各單位中不同施測人員的編號。

不同人員施測所測得的華語 ANL 值都有高度正相關 ($r \geq .80$)，且多數達統計顯著水準 ($p < .05$)；也就是說，同一位受試者讓不同施測人員與地點執行測驗所測得的華語

ANL 值有高度一致性，不會因不同施測者或量測地點而造成華語 ANL 值的改變。但其中 C1 與 B2 ($r = .945, p = .055$)、C1 與 B3 ($r = .898, p = .102$)，以及 C2 和 B3 ($r = .991, p = .009$)，

= .945, $p = .055$) 的相關係數雖高但未達顯著水準, 可能因預試期間各收案點的路途關係, 有兩名受試者無法到 C 單位接受測驗, 因此造成只有四位受試者完成測驗, 使得分析結果雖呈現高的相關係數, 卻沒有達到統計上的意義。

綜合整體結果可看出, 施測人員接受華語 ANL 測驗的訓練課程後, 施測者間具有高度的施測一致性, 亦即受試者的華語 ANL 值不會因施測人員及測試場所造成差異, 進而影響整體研究結果。

二、華語 MCL、BNL、ANL 之平均值、標準差與分布情形

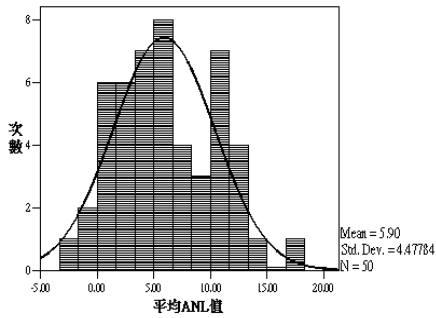
126 位研究參與者平均華語未助聽 ANL 值為 5.84 dB ($SD = 4.42$), 範圍 -3 dB 至 +18 dB, 進一步依照助聽器內建噪音處理技術之有無, 分為有功能組與無功能組。兩組的 MCL、BNL 與 ANL 平均值、標準差及範圍都呈現在表三中。獨立樣本 t 檢定分析兩組差異, 結果顯示兩組在 MCL ($t(124) = 3.482, p = .001$) 與 BNL 數值 ($t(124) = 3.108, p = .002$) 有顯著差異, 且無功能組皆大於有功能組; 此差異應與聽力損失程度相關。從表一可觀察到無功能組兩耳平均聽閾都高於有功能組, 因此合理推論無功能組受試者需

要較大音量才能達到舒適音量 (MCL) 及最大可接受嘈雜語音噪音音量 (BNL)。至於兩組的華語 ANL 值則沒有顯著差異, $t(1,124) = .121, p = .904$, 可見兩組受試者在沒有配戴助聽器的情況下, 可接受噪音音量 (ANL) 在本質上沒有組別間的差異, 排除因組別間異質的關係造成結果差異的可能性。圖二與圖三分別呈現無功能組和有功能組助聽器使用者華語 ANL 值呈鐘型常態分布, 愈往兩極端的數值人數愈少 (即 ANL 值愈大或愈小)。多數的華語 ANL 值落在中間 (約 0 至 10 dB 左右), 分布情形相似於英語版 ANL 測驗和澳洲版 ANL 測驗, 但 ANL 數值範圍略為不同, 相較於華語版, 英語 ANL 值皆為正值, 而澳洲版本則與本研究一樣涵蓋負數, 且國外兩個版本的數值範圍分布都較寬, 美式英語版是 191 位助聽器使用者, 分布範圍從 +2 dB 至 +28 dB, 平均值是 11.65 dB (Nabelek et al., 2006), 而澳洲版本的 ANL 數值是建構在 290 位年長者, 聽力正常與聽力損失各 145 位, 分布範圍是從 11 dB 至 27.5 dB, ANL 平均值為 4.1 dB ($SD = 5.5$ dB) (Walravens et al., 2014)。

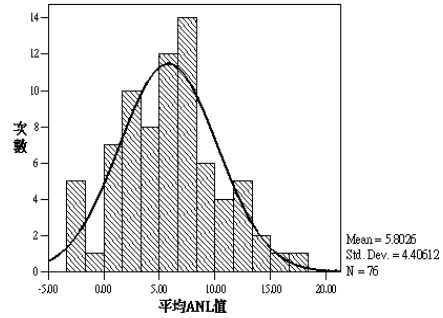
三、助聽器使用率和華語 ANL 值對應關係

表三 無功能組及有功能組之平均華語 MCL、BNL 與 ANL 值

組別	MCL (dB HL)			BNL (dB HL)			ANL (dB)		
	範圍	平均值	標準差	範圍	平均值	標準差	範圍	平均值	標準差
無功能組 (n = 50)	60~85	70.52	6.09	50~84	64.62	6.80	-3~18	5.90	4.48
有功能組 (n = 76)	53~82	66.78	5.78	48~82	60.97	6.20	-3~17	5.80	4.41
<i>t-test</i>		3.482			3.108			.121	
		$p = .001$			$p = .002$			$p = .904$	



圖二 無功能組華語 ANL 值分布圖



圖三 有功能組華語 ANL 值分布圖

(一) 無功能組

根據無功能組 50 位助聽器使用者在「助聽器使用現況調查問卷」所求得的助聽器使用率，以線性迴歸分析此數值和華語 ANL 值之關係，結果摘要於表四，呈現華語 ANL 值和助聽器使用率有顯著的中度負相關， $r = -.504$ ， $F(1, 48) = 16.350$ ， $p = .000$ ，表示華語 ANL 值若愈大，助聽器的使用率就愈低，符合 ANL 值的基本理論，也與國內外研究結果呈一致的趨勢 (Freyaldenhoven et al., 2008;

Ho, Wu, Hsiao, & Zhang, 2013; Nabelek et al., 2006; Nabelek et al., 2004; Nabelek et al., 1991; Olsen et al., 2012; Walravens et al., 2014)。華語 ANL 值可解釋助聽器使用率 25.4 % 的變異量，華語 ANL 值與助聽器使用率之標準化及非標準化迴歸公式如下：

(二) 有功能組

分析有功能組 76 位助聽器使用者之助聽器使用率與華語 ANL 值的相互關係，結果摘要於表五，發現有功能組的助聽器使用

標準化： Y (助聽器使用率) = $-.504X$ (華語 ANL 值)

非標準化： Y (助聽器使用率) = $0.978 - 0.039X$ (華語 ANL 值)

表四 無功能組助聽器使用率與華語 ANL 值之迴歸分析摘要 (n = 50)

模式	相關係數 (R)	R ² 決定係數	F	p	B 估計值	Beta (β)
截距					.978	
華語 ANL 值	.504	.254	16.350	.000	.039	.504

率和華語 ANL 值同樣有顯著中度負相關， $r = -.408$ ， $F(1, 74) = 14.752$ ， $p = .000$ ，亦符合 ANL 值與助聽器使用率之間的對應特性。華語 ANL 值可解釋助聽器使用率 16.6 % 的變異量，以華語 ANL 值所建構的助聽器使用

率之標準化及非標準化迴歸公式如下：

綜上所述，無功能組與助聽器使用率之相關性和解釋力都高於有功能組，這個結果證明了在緒論中本研究所提出的理論，也就是助聽器噪音處理技術會影響助聽器使用

標準化：Y（助聽器使用率）= -0.408X（華語 ANL 值）

非標準化：Y（助聽器使用率）= 0.983 - 0.027X（華語 ANL 值）

表五 有功能組助聽器使用率與華語 ANL 值之迴歸分析摘要 (n = 76)

模式	相關係數 (R)	R ² 決定係數	F	p	B 估計值	Beta (β)
截距					.983	
華語 ANL 值	.408	.166	14.752	.000	.027	.408

率，進而影響華語 ANL 值預測助聽器使用率之正確性的觀點。由於無功能組的助聽器不具噪音處理技術，使得華語 ANL 值對使用率有較高的解釋力；反之，有功能組的助聽器具備多種訊號處理的功能，例如：方向性麥克風、噪音抑制系統、風噪音管理、語音增強等，這些功能設計的目標是要降低背景噪音的干擾、提升語音聆聽清晰度，同時改變未助聽時的華語 ANL 值與助聽後使用率之間的關聯性且變得更差，以致解釋力降低。另一方面，本研究雖已根據助聽器的噪音處理技術分組討論，建立另一個較適合不同助聽器技術的預測對應關係，但在無功能組最多也只能解釋 25.4 % 的變異量，顯示仍有影響助聽器使用率的因素在其中扮演著更大比例的角色。同時，本研究所呈現的低解釋量也呼應近幾年提出 ANL 相關研究問題，認為 ANL 值可能未如早期文獻所述，對於助聽器使用型態的高預測效力 (Ho et al., 2013; Olsen & Brännström, 2014; Walravens et al., 2014; Wu, Ho, Hsiao, Brummet, & Chipara, 2016)。

除了本研究結果所指向的助聽器內建訊號及噪音處理技術外，仍有許多可能的影響因素使得解釋量偏低。首先，研究指出，部分語言版本 ANL 測驗本身測量信度不佳 (Olsen et al., 2012; Olsen et al., 2012; Walravens et al., 2014)，研究結果顯示，

這些語言版本的 ANL 測驗的重複性係數 (coefficient of repeatability, CR) 大約介於 6.5 ~ 8.8 dB (Olsen et al., 2012)，代表重複測得之 ANL 數值的穩定性不佳，若以美式英語版 ANL 數值分布範圍來看，8 dB 的變動已足以改變助聽器的預測使用型態類別，或許因而無法有效對應或有效預測助聽器使用情況；其次，語詞材料的種類以及是否具備語意的材料也會改變 ANL 值 (Koch et al., 2016; Olsen & Brännström, 2014)，若使用不同的語言測驗材料，也可能會獲得不一樣的對應關係，進而影響 ANL 預測解釋力。Koch 等人 (2016) 研究比較三種不同的語言材料，發現無意義字詞 (International Speech Test Signal, ISTS) 所測得的 ANL 值顯著高於有意義的句子串聯，以及有上下文脈絡的自然對話式故事材料，同時也發現自然對話的故事材料的重測係數最低 (重測穩定性最高)，因此建議編製臨床 ANL 測驗時，仍以自然對話的故事語言材料最佳。但也有其他文獻呈現不一樣的結果，認為語言材料有無意義並不會造成 ANL 值的顯著差異 (Ho et al., 2013; Olsen et al., 2012)。若比較目前各種語言版本的 ANL 測驗材料，可發現所使用的內容和難度不一，像是歷史、地理或旅遊記事 (Brännström, Lantz, Nielsen, & Olsen, 2012; Nabelek et al., 2004)、孩童故事書 (Ho et al., 2013; von Hapsburg & Bahng, 2006)、

串聯語法結構化的句子 (Fredelake, Holube, Schlueter, & Hansen, 2012)，都是 ANL 測驗不同版本的語音測驗材料，或許這也是造成文獻研究結果不一致的原因。再者，施測者如何說明指導語內容以及對書面文字的解釋，也是值得討論的問題之一，尤其是翻譯語言的見解不同，也會改變了 ANL 數值，像是英文的 listening to the speech 和 following to the speech 就有不同的意涵，後者的要求較前者寬鬆，只需要受試者願意跟著言語內容聆聽即可，不一定要聽理解，但前者則否；噪音的 accept 與 put up with 亦是如此。顯然，施測者的說明以及受試者的理解度都可能造成 ANL 數值的變化 (Brännström et al., 2012)，使得解釋量降低或預測效力不一致，因此有標準化且一致的口頭與文字說明是準確量測 MCL 與 BNL 的重要基礎 (Olsen & Brännström, 2014)。另外，受試者對噪音接受度的文化差異 (Brännström et al., 2012)、助聽器使用經驗 (Ho et al., 2013; Wu et al., 2016) 等，也都被提出是助聽器使用型態與 ANL 對應關係的影響因素，可能導致 ANL 的預測效力降低。

四、將助聽器使用率轉換成組別模式

國外研究結果是以類別方式 (成功使用與非成功使用) 來呈現 ANL 值和助聽器使

用型態的關係 (Nabelek et al., 2006)。為了與英語版 ANL 文獻直接比較，本研究嘗試以統計方式尋找最佳分組方式 (連續變項轉為類別變項)，採二階集群分析 (Two-Step Cluster)，結果顯示無功能組和有功能組在助聽器使用率的分類都是以分成兩組為最佳方式，本研究分別稱之為「高使用」及「低使用」。表六呈現分析結果，若無功能組的助聽器使用高於或等於 67%，會被分類為「高使用」者，而「低使用」者則是使用率從 0% 至 66%，分類後高使用者所對應之華語 ANL 平均值為 4.33 dB ($SD = 3.41$)，低使用者華語 ANL 平均數值為 9.93 dB ($SD = 4.46$)，高、低使用兩組的華語 ANL 值有顯著差異 ($t(1, 48) = 4.776, p < .001$)，且「高使用」者的華語 ANL 值顯著小於「低使用」者。至於有功能組同樣根據助聽器使用率分為兩組，助聽器使用率歸類的切截點為 69%，高使用者與低使用者所對應的華語 ANL 平均值分別是 4.85 dB ($SD = 4.01$) 與 9.38 dB ($SD = 4.08$)，同樣是「高使用」者的華語 ANL 值顯著小於「低使用」者 ($t(1, 48) = 3.998, p < .001$)。

以二元邏輯斯迴歸 (logistic regression) 模式分析無功能組的華語 ANL 值對於「高使用」與「低使用」兩組之預測效力，結果顯示華語 ANL 值預測高使用者之正確率

表六 無功能組與有功能組再依助聽器使用率所做之分組與統計結果

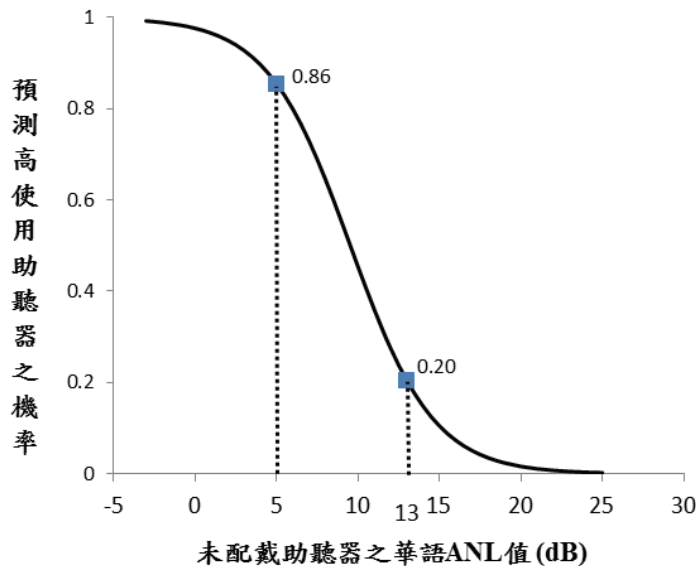
助聽器 功能分組	助聽器使用率分 組 (人數)	助聽器使用率 (%)		華語 ANL 值 (dB)		<i>t-test</i>	<i>p</i>
		平均 (<i>SD</i>)	範圍	平均 (<i>SD</i>)	範圍		
無功能 (<i>n</i> = 50)	高使用 (36 人)	94.15 (9.8)	67~100	4.33 (3.41)	-3~13	4.776	.000
	低使用 (14 人)	25.51 (23.2)	0~66	9.93 (4.46)	0~18		
有功能 (<i>n</i> = 76)	高使用 (60 人)	95.78 (10.6)	69~125	4.85 (4.01)	-3~14	3.998	.000
	低使用 (16 人)	32.53 (23.5)	0~68	9.38 (4.08)	3~17		

為 91.7%，對於低使用組有 71.4% 正確預估率，整體預測正確率為 86.0%。圖四呈現無功能組邏輯斯預測迴歸曲線圖，由圖中可看出若 ANL 值 ≤ 5 dB 有高達 86% 以上的機率成為助聽器的高使用者（有助聽器需求的情況下有 67% 以上的使用率）；反之，若華語 ANL 值 > 13 dB，則較易成為低使用組（助聽器高使用之機率不到 20%）。另外，有功能組的分析結果亦顯示華語 ANL 值可作為預測與解釋受試者助聽器使用率高低之有效預測變項，其中高使用分類正確率為 93.3%，低使用分類正確率為 31.3%，整體總預測正確百分比是 80.3%。圖五為有功能組之邏輯斯迴歸曲線圖，由圖中可觀察到若華語 ANL 值 ≤ 5 dB 時，有高達 87% 以上的機率成為助聽器的高使用者（有助聽器需求的情況下有 69% 以上使用率）；反之，華語 ANL 值 > 17 dB 則高使用之機率將低於 20%。

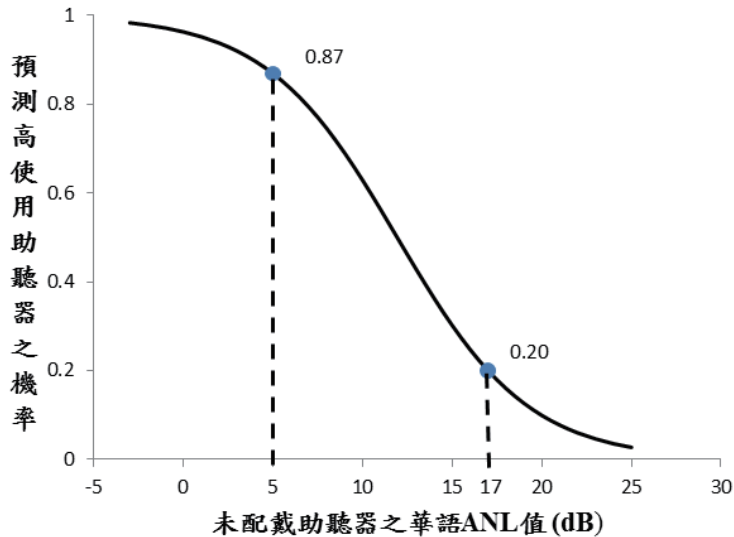
五、無功能組與有功能組之結果比較

綜合比較無功能組和有功能組華語 ANL 值與助聽器使用率之對應關係。首先，華語 ANL 值對應助聽器使用率的關係中，迴歸分析結果皆顯示華語 ANL 值為助聽器使用率的有效預測變項，但解釋變異量不高的現象，無功能組是 25.4%，有功能組是 16.6%，表示不論有無使用助聽器噪音處理技術，若單獨以華語 ANL 值預測助聽器使用率，仍有很多無法被解釋的部分，也就是華語 ANL 值確實是影響聽力損失成人助聽器使用率的因素之一，但非唯一。另一方面，就未配戴助聽器的前提下所測得的華語 ANL 值，無功能組仍比有功能組更能有效預測助聽器使用率，此部分的差異也意謂著助聽器的噪音處理技術對於華語 ANL 值與助聽器使用率之對應關係確實有影響。

本研究將連續變項的助聽器使用率轉換



圖四 無功能組華語 ANL 值對應助聽器高使用率之 Logistic 迴歸曲線圖



圖五 有功能組華語 ANL 值對應助聽器高使用率之 Logistic 迴歸曲線圖

為類別變項的兩個組別後，可歸納以下兩點發現。首先，助聽器使用率可區分為「高使用」和「低使用」兩種類別，且華語 ANL 值也都是有效預測的區別變項，也就是說，華語 ANL 值不論在無功能組或有功能組，均可用來預測這兩種不同的助聽器使用型態；第二，華語 ANL 值對於「低使用」者的預測正確率都遠不及「高使用」者（參考表七），表示華語 ANL 值對助聽器的高使用情況可做出較正確的預測與解釋（無論助聽器有沒有噪音處理技術正確分類都超過 90%），但相較之下，對於助聽器的低使用情況之預測力則低很多，這個結果再次說明了噪音中的語音聆聽意願或稱之為可接受噪音量（ANL），確實是影響助聽器呈現高使用型態的重要因素，但對於聽損成人不願使

用或較少使用助聽器的情況（低使用型態），應還包含著更多其他也相形重要的影響因素，不只是可接受噪音量（ANL 值高或低）單一因素就可以全然解釋或預測，尤其是有功能組更加明顯，僅有約三成的預測正確率（31.3%），同時這個結果也表示助聽器的噪音處理技術讓有功能組原本該是低使用者的人被歸類到別組，指向助聽器內建噪音處理技術有其作用。

總結來說，對於未助聽之華語 ANL 值愈小的聽損者，可以愈有信心預期成為助聽器高使用者，但相對地，即使華語 ANL 值愈大，愈可能成為低使用者（無功能組大於 13 dB；有功能組大於 17 dB），卻仍無法排除成為高使用者的可能性，因為如果個案配戴具備噪音處理技術的助聽器，或許就有機

表七 無功能組及有功能組在高使用和低使用預測正確率摘要

依功能分組	依使用率分組		整體預測正確率 (%)
	高使用	低使用	
無功能	91.7	71.4	86.0
有功能	93.3	31.3	80.3

會改變此現象。

結論與建議

本研究結論如下：華語版 ANL 測驗可用於預測助聽器使用率，且華語 ANL 值愈小，助聽器的使用率就愈高或愈容易被歸類為助聽器的高使用者；反之亦然，但建議需考量助聽器的內建聲音處理技術後，才能建立更適切的 ANL 值和助聽器使用之預測對應關係。本研究的成果除了建立華語版 ANL 測驗用於助聽器預測未來使用頻繁度的實證數據，也提供了一項快速的評估工具，協助臨床專家於選配前預測助聽器使用型態和噪音可接受量，適時地給予選配前的處置策略與建議，預先改善其未來配戴助聽輔具於日常噪音環境下聆聽的舒適度，以提升助聽器配戴者的使用意願。此外，運用助聽器使用率來取代區段分類方式，可明確定義出高使用和低使用的區別，讓結果的解釋趨於一致，改善原本 ANL 測驗所指的成功使用或經常使用等較籠統的用詞所可能導致之臨床人員和助聽器使用者間的認知或理解落差。值得注意的是，未助聽的 ANL 值高低僅能解釋聽損者未來助聽器使用率的少部分，仍有多數未知的影響因素需要進一步探討，且如果使用者選擇配戴較多訊號或噪音處理技術的助聽輔具時，若以未助聽之華語 ANL 值作為單一預測指標，可能會錯估情勢，故於臨床應用時，建議仍須搭配其他資訊做綜合評量為宜。

參考文獻

張雅琪 (2010)：助聽器的配戴與特性對聽力損失者華語 ANL 值之效應 (未出版)。

國立高雄師範大學聽力學與語言治療研究所碩士論文，高雄。[Chang, Ya-Chi (2010). *The effect of wearing and features of hearing aids on Mandarin-ANL for hearing impairments*. Unpublished master's thesis, National Kaohsiung Normal University, Kaohsiung.]

張雅琪、陳小娟、侯友益 (2012)：助聽器的噪音處理特性設定對華語可接受噪音量之效應。台灣聽力語言學會雜誌，28，75-91。[Chang, Ya-Chi, Chen, Hsiao-Chuan, & Hou, Yu-Yi (2012). The effect of noise reduction features on Mandarin acceptable noise level in hearing aid users. *Journal of the Speech-Language-Hearing Association of Taiwan*, 28, 75-91.] doi:10.6143/JSLHAT.2012.06.04

黃美睿、陳小娟 (2008, 10 月)：聽力正常者個人因素對噪音可接受音量效應之探討。發表於中華民國音響學會第二十一屆學術研討會。臺中：中國醫藥大學。[Huang, Mei-Ruei, & Chen, Hsiao-Chuan (2008, October). *The investigation of individuals variables' effect in normal hearing listeners' acceptable noise level*. Paper presented at the 21st Symposium of Acoustical Society of the Republic of China, Taichung, Taiwan.]

蔡志浩、陳小娟 (2002)：噪音背景辨識語音測驗編製之研究。特殊教育研究學刊，23，121-140。[Tsai, Chih-Hao, & Chen, Hsiao-Chuan (2002). The development of Mandarin speech perception in noise test. *Bulletin of Special Education*, 23, 121-140.]

Brännström, K. J., Lantz, J., Nielsen, L. H., & Olsen, S. Ø. (2012). Acceptable noise level

- with Danish, Swedish, and non-semantic speech materials. *International Journal of Audiology*, 51(3), 146-156. doi:10.3109/14992027.2011.609183
- Chia, E. M., Wang, J. J., Rochtchina, E., Cumming, R. R., Newall, P., & Mitchell, P. (2007). Hearing impairment and health-related quality of life: The blue mountains hearing study. *Ear and Hearing*, 28(2), 187-195. doi:10.1097/AUD.0b013e31803126b6
- Crowley, H. J., & Nabelek, I. V. (1996). Estimation of client-assessed hearing aid performance based upon unaided variables. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(1), 19-27. doi:10.1044/jshr.3901.19
- Dillon, H., James, A., & Ginis, J. (1997). Client oriented scale of improvement (COSI) and its relationship to several other measures of benefit and satisfaction provided by hearing aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 8(1), 27-43.
- Fredelake, S., Holube, I., Schlueter, A., & Hansen, M. (2012). Measurement and prediction of the acceptable noise level for single-microphone noise reduction algorithms. *International Journal of Audiology*, 51(4), 299-308. doi:10.3109/14992027.2011.645075
- Freyaldenhoven, M. C., Nabelek, A. K., Burchfield, S. B., & Thelin, J. W. (2005). Acceptable noise level as a measure of directional hearing aid benefit. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(4), 228-236. doi:10.3766/jaaa.16.4.4
- Freyaldenhoven, M. C., Nabelek, A. K., & Tampas, J. W. (2008). Relationship between acceptable noise level and the abbreviated profile of hearing aid benefit. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 51(1), 136-146. doi:10.1044/1092-4388(2008/010)
- Freyaldenhoven, M. C., Plyler, P. N., Thelin, J. W., & Burchfield, S. B. (2006). Acceptance of Noise with monaural and binaural amplification. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(9), 659-666. doi:10.3766/jaaa.17.9.5
- Freyaldenhoven, M. C., Plyler, P. N., Thelin, J. W., & Hedrick, M. S. (2007). The effects of speech presentation level on acceptance of noise in listeners with normal and impaired hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 50(4), 878-885. doi:10.1044/1092-4388(2007/062)
- Freyaldenhoven, M. C., Smiley, D. F., Muenchen, R. A., & Konrad, T. N. (2006). Acceptable noise level: Reliability measures and comparison to preference for background sounds. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(9), 640-648. doi:10.3766/jaaa.17.9.3
- Frye Electronics, Inc. (2013). Performing the Acceptable Noise Level (ANL) Test. Retrieved from <http://www.frye.com/wp/wp-content/uploads/2013/08/ANLgeneralinstru.pdf>
- Goldman, J. J. (2009). *The effects of testing method, alternate types of target stimuli and attention on acceptable noise level (ANL) scores in normal hearing listeners*. Unpublished doctoral dissertation, James

- Madison University, Harrisonburg, VA.
- Gopinath, B., Wang, J. J., Schneider, J., Burlutsky, G., Snowdon, J., McMahon, C. M., Leeder, S. R., & Mitchell, P. (2009). Depressive symptoms in older adults with hearing impairments: The blue mountains study. *Journal of American Geriatrics Society, 57*(7), 1306-1308. doi:10.1111/j.1532-5415.2009.02317.x
- Gordon-Hickey, S., Moore, R. E., & Estis, J. M. (2012). The impact of listening condition on background noise acceptance for young adults with normal hearing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 55*(5), 1356-1372. doi:10.1044/1092-4388(2012/11-0140)
- Heine, C., & Browning, C. J. (2004). The communication and psychosocial perceptions of older adults with sensory loss: A qualitative study. *Ageing and Society, 24*(1), 113-130. doi:10.1017/S0144686X03001491
- Ho, H. C., Wu, Y. H., Hsiao, S. H., & Zhang, X. (2013). Acceptable noise level (ANL) and real-world hearing-aid success in Taiwanese listeners. *International Journal of Audiology, 52*(11), 762-770. doi:10.3109/14992027.2013.815371
- Koch, X., Dingemanse, G., Goedegebure, A., & Janse, E. (2016). Type of speech material affects acceptable noise level test outcome. *Frontiers in Psychology, 7*, 186. doi:10.3389/fpsyg.2016.00186
- McCormack, A., & Fortnum, H. (2013). Why do people fitted with hearing aids not wear them? *International Journal of Audiology, 52*(5), 360-368. doi:10.3109/14992027.2013.769066
- Mueller, H. G., Weber, J., & Hornsby, B. W. Y. (2006). The effects of digital noise reduction on the acceptance of background noise. *Trends in Amplification, 10*(2), 83-93. doi:10.1177/1084713806289553
- Nabelek, A. K., Freyaldenhoven, M. C., Tampas, J. W., Burchfield, S. B., & Muenchen, R. A. (2006). Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *Journal of the American Academy of Audiology, 17*(9), 626-639. doi:10.3766/jaaa.17.9.2
- Nabelek, A. K., Tampas, J. W., & Burchfield, S. B. (2004). Comparison of speech perception in background noise with acceptance of background noise in aided and unaided conditions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 47*(5), 1001-1011. doi:10.1044/1092-4388(2004/074)
- Nabelek, A. K., Tucker, F. M., & Letowski, T. R. (1991). Toleration of background noises relationship with patterns of hearing aid use by elderly persons. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 34*(3), 679-685. doi:10.1044/jshr.34(3).679
- Nordrum, S., Erler, S., Garstecki, D., & Dhar, S. (2006). Comparison of performance on the hearing in noise test using directional microphones and digital noise reduction algorithms. *American Journal of Audiology, 15*(1), 81-91. doi:10.1044/1059-0889(2006/010)
- Olsen, S. Ø., & Brännström, K. J. (2014). Does the acceptable noise level (ANL) predict hearing-aid use? *International Journal of*

- Audiology*, 53(1), 2-20. doi:10.3109/14992027.2013.839887
- Olsen, S. Ø., Lantz, J., Nielsen, L. H., & Brännström, K. J. (2012). Acceptable noise level (ANL) with Danish and non-semantic speech materials in adult hearing-aid users. *International Journal of Audiology*, 51(9), 678-688. doi:10.3109/14992027.2012.692822
- Olsen, S. Ø., Nielsen, L. H., Lantz, J., & Brännström, K. J. (2012). Acceptable noise level: Repeatability with Danish and non-semantic speech materials for adults with normal hearing. *International Journal of Audiology*, 51(7), 557-563. doi:10.3109/1492027.2012.666362
- Recker, K. L., & Edwards, B. W. (2013). The effect of presentation level on normal-hearing and hearing-impaired listeners' acceptable speech and noise levels. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(1), 17-25. doi:10.3766/jaaa.24.1.3
- Ricketts, T., Lindley, G., & Henry, P. (2001). Impact of compression and hearing aid style on directional hearing aid benefit and performance. *Ear and Hearing*, 22(4), 348-361. doi:10.1097/00003446-200108000-00009
- Ricketts, T. A., & Hornsby, B. W. (2005). Sound quality measures for speech in noise through a commercial hearing aid implementing digital noise reduction. *Journal of the American Academy of Audiology*, 16(5), 270-277. doi:10.3766/jaaa.16.5.2
- Roeser, R. J., Valente, M., & Hosford-Dunn, H. (2007). *Audiology: Diagnosis* (2nd ed.). New York: Thieme.
- Rogers, D. S., Harkrider, A. W., Burchfield, S. B., & Nabelek, A. K. (2003). The influence of listener's gender on the acceptance of background noise. *Journal of the American Academy of Audiology*, 14(7), 372-382.
- Shi, L.-F., Azcona, G., & Buten, L. (2015). Acceptance noise level: Effects of the speech signal, babble, and listener language. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 58(2), 497-508. doi:10.1044/2015_JSLHR-H-14-0244
- Ventry, I. M., & Weinstein, B. E. (1982). The hearing handicap inventory for the elderly: A new tool. *Ear and Hearing*, 3(3), 128-134. doi:10.3766/jaaa.17.9.4
- von Hapsburg, D., & Bahng, J. (2006). Acceptance of background noise levels in bilingual (Korean-English) listeners. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17(9), 649-658.
- Walravens, E., Keidser, G., Hartley, D., & Hickson, L. (2014). An Australian version of the acceptable noise level test and its predictive value for successful hearing aid use in an older population. *International Journal of Audiology*, 53(sup1), S52-S59. doi:10.3109/14992027.2013.862599
- Weinstein, B. E. (1996). Treatment efficacy: Hearing aids in the management of hearing loss in adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(5), S37-45. doi:10.1044/jshr.3905.s37
- Wu, Y.-H., Ho, H.-C., Hsiao, S.-H., Brummet, R. B., & Chipara, O. (2016). Predicting three-month and 12-month post-fitting real-

world hearing-aid outcome using pre-fitting acceptable noise level (ANL). *International Journal of Audiology*, 55(5), 285-294. doi:10.3109/14992027.2015.1120892

- Wu, Y.-H., & Stangl, E. (2013). The effect of hearing aid signal-processing schemes on acceptable noise levels: Perception and prediction. *Ear and Hearing*, 34(3), 333-341. doi:10.1097/AUD.0b013e31827417d4

收稿日期：2018.04.02

接受日期：2018.08.08

附錄一 助聽器使用現況調查表

填表日期：

個案姓名：

一、配戴助聽器時數調查

1. 您自己認為平均一天需要配戴助聽器的情況有幾小時？ _____ 小時。

簡單描述需求情況：

2. 在這些需要助聽器狀況下，您配戴多久的時間？ _____ 小時。

二、平常如何使用您的助聽器？

依據您的經驗，下列三種狀況哪一種描述較符合您目前助聽器的使用情形，請在打勾，並回答相關問題。謝謝！

1. 我經常使用我的助聽器，尤其當我需要的時候。

簡單描述配戴情況

2. 我只有偶爾配戴助聽器。

為什麼？ _____

簡單描述配戴狀況

3. 我已經不再配戴助聽器了。

請勾選原因（可複選）並簡述回答相關問題：

勾選	不再戴助聽器的原因	相關問題
<input type="checkbox"/>	(1) 太吵了	有無嘗試改善？
		<input type="checkbox"/> 有，效果如何？
		<input type="checkbox"/> 無。
<input type="checkbox"/>	(2) 不方便／太麻煩	如何不方便？
		有無嘗試改善？
<input type="checkbox"/>	(3) 聽不清楚	<input type="checkbox"/> 有，效果如何？
		<input type="checkbox"/> 無
		<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	(4) 沒有溝通對象	
<input type="checkbox"/>	(5) 外型不喜歡	為何不換？
<input type="checkbox"/>	(6) 配戴不舒服	有無嘗試改善？
		<input type="checkbox"/> 有，效果如何？
		<input type="checkbox"/> 無。
<input type="checkbox"/>	(7) 聲音不自然	有無嘗試改善？
		<input type="checkbox"/> 有，效果如何？
		<input type="checkbox"/> 無。
<input type="checkbox"/>	(8) 壞掉了	為何不修或換新品？
<input type="checkbox"/>	(9) 其他	原因：

三、覺得助聽器對您的幫助如何？

- 幫助非常大 有幫助，還算可以 有幫助，但不是很大
幫助非常小 完全沒有幫助

1. 助聽器符合您的期待嗎？ 是；否（請寫出原因：_____）。

2. 您對助聽器的滿意度如何？

（1）非常滿意；滿意；尚可；不滿意；非常不滿意

（2）假設 100 分是非常滿意，0 分是完全不滿意，您對助聽器整體滿意度是幾分？
_____分。

3. 配戴助聽器後是否感覺吵雜？ 是（什麼情況：）；否。

附錄二 個案基本資料

填表日期：

一、一般資料

姓名：性別：男 女 年齡： 歲

教育程度：小學國中高中、高職大專、研究所以上

聯絡方式：

主要語言（可複選）：國語台語客語英語 其他：_____

二、聽力史及輔具資料

1. 您的聽力損失何時開始：

聽力損失原因：

2. 目前或曾經使用的助聽器資料：（以目前使用的機型為主）

左耳廠牌／型號： 右耳廠牌／型號：

單耳或雙耳選配

3. 您配戴助聽器有多久的時間？

3～6個月半年至一年一至三年其他：_____年

4. 這是您第幾副助聽器？

5. 您配戴助聽器的動機為何？

本身需要家人要求工作或就學需求

其他：

助聽器內部技術（由施測人員填寫）：

左耳：方向性麥克風噪音抑制系統無前述功用或未開啓及使用

右耳：方向性麥克風噪音抑制系統無前述功用或未開啓及使用

附錄三 華語 ANL 測驗之口述指導語

一、建立 MCL 的口述指導語

聽力檢查室內的指導語

等一下，你會透過喇叭聽到一段故事，聆聽的過程中，如果你想調高（增加）音量，請拇指向上，假使想調降（減少）音量，則拇指向下。待會我會告訴你怎麼做，當調整到每個步驟要求的音量時，請說「好了」並舉手告訴我。

聽力檢查室外的指導語（坐在聽檢儀前）

1. 我要開始播放故事了，現在要「調整故事音量到你覺得比舒適再大一點的音量」，也就是開始感覺大聲的音量。<5 dB/step>（暫停）
2. 很好，接下來是要調整故事音量到你「覺得比舒適音量再小聲一點的程度」，也就是開始覺得小聲的音量。<5 dB/step>（暫停）
3. 很好，現在要調整故事音量，找到「你覺得最舒適或最喜歡的程度」，就像平常聽收音機、看電視的音量。<2 dB/step>
4. 很好，現在再找一次最舒適的音量。<2 dB/step>

二、建立 BNL 的口述指導語

聽力檢查室內的指導語

現在我會把故事播放音量維持在最舒適的音量上（即受試者的 MCL，讓受試者聆聽一下），同時你會聽到很多人說話的背景噪音。整個過程是要調整噪音音量，同樣地，如果你想調高（增加）音量，請「手指比上」，假使想調降（減少）音量，則「手指比下」。調整到每個步驟要求的音量時，請說「好了」並舉手告訴我。

聽力檢查室外的指導語（坐在聽檢儀前）

1. 現在請你調整噪音大小，「直到噪音太大聲讓你無法繼續聽故事為止」。<5 dB/step>（暫停）
2. 很好，接下來要降低噪音，直到「噪音非常小聲，但還是可以聽到噪音為止」。<5 dB/step>（暫停）
註：也就是剛好聽到噪音，再小聲就聽不到噪音了
3. 很好，現在要調整噪音音量，找到你覺得「最大可以接受的背景噪音且可以持續聽故事一段時間」。<2 dB/step>
4. 很好，現在再找一次「最大可以接受的噪音音量」。<2 dB/step>

附錄四 華語 ANL 測驗之書面指導語

A. 建立 MCL 的書面指導語

你將會從喇叭聽到一段故事，請你聽一小段時間後，用手勢告訴我們如何調整故事的聲音大小，當你希望



(1) 大聲的音量：調整音量直到你覺得比舒適音量再大聲一點為止。

(開始覺得大聲)舉手告訴施測人員「好了」。

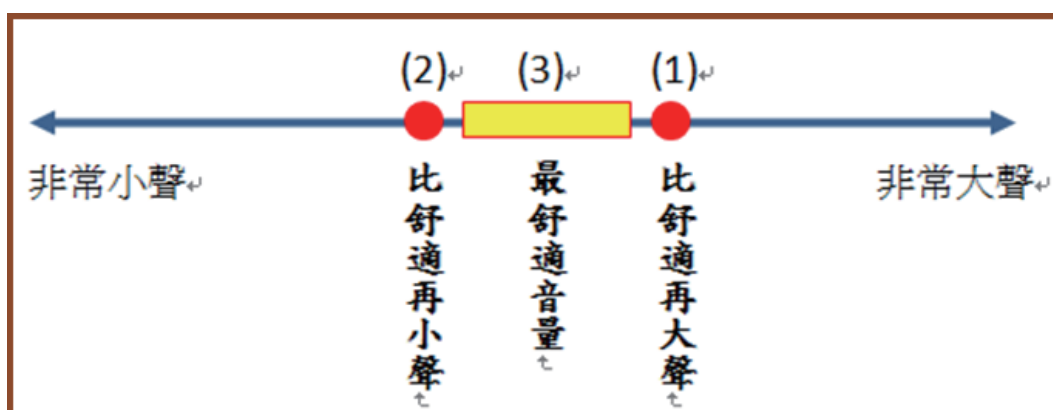
(2) 小聲的音量：調整音量直到你覺得比舒適音量再小聲一點為止。

(開始覺得小聲)舉手告訴施測人員「好了」。

(3) 最舒服的音量

在大聲和小聲的音量之間，上下調整音量到你覺得最舒服、最棒的音量

(就像平時聽收音機、看電視的音量)，舉手告訴施測人員「好了」。



附錄四 華語 ANL 測驗之書面指導語

B. 建立 BNL 的書面指導語

你將聽到故事在你感覺最舒適的音量下播放，同時有好幾個人說話的背景噪音，聽一小段後，開始告訴施測人員如何調整背景噪音的音量，當你希望

噪音再大聲一點：



；噪音再小聲一點：



(1) 很大聲的背景噪音

將噪音調整到感覺太大聲，讓你無法繼續聽故事為止。

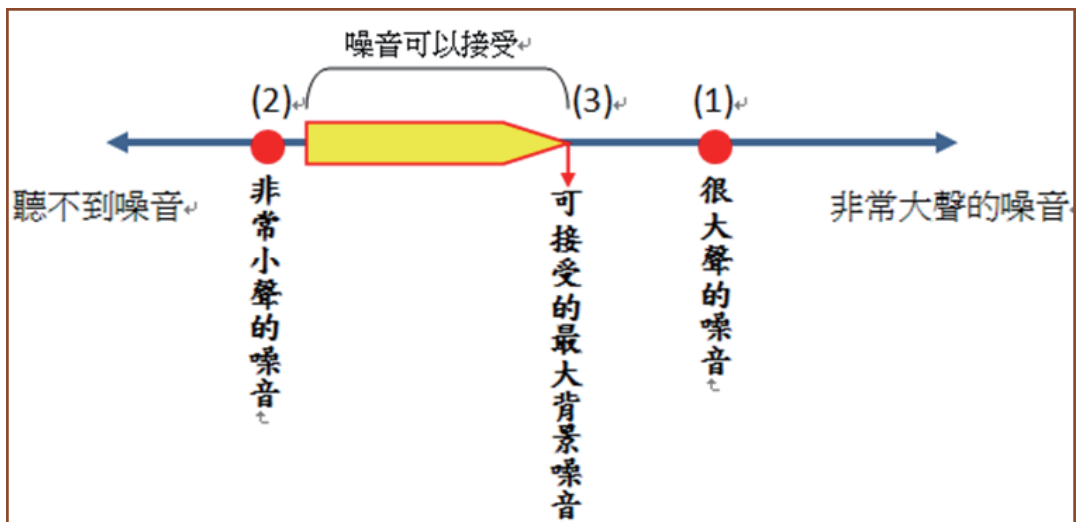
(2) 非常小聲的背景噪音

將噪音調到非常小聲，但還是可以聽到噪音為止。

(剛剛好聽到噪音，再小聲一點就聽不到噪音了)

(3) 可以接受的最大背景噪音

在大聲和小聲噪音之間，上下調整音量，直到找到一個音量是你可以接受的最大背景噪音音量，且你可以接受在這個噪音底下長時間聆聽故事，然後舉手告訴施測人員「好了」。



Bulletin of Special Education
2018, 43(3), 83-110
DOI: 10.6172/BSE.201811_43(3).0004

Predicting the Frequency of Hearing-Aid Use by Using Unaided Mandarin Acceptable Noise Level Values

Chen-Wei Chang

PhD student,
Department of Special Education,
National Kaohsiung Normal University
Adjunct lecturer,
Department of Speech Language
Pathology and Audiology,
National Taipei University of Nursing
and Health Sciences

Hsiao-Chuan Chen*

Professor,
Department of Special Education,
National Kaohsiung Normal University

ABSTRACT

Purpose: Studies have revealed that acceptable noise level can be used to predict the use of hearing aids even before the fitting of the aids. The aim of this study was to develop a corresponding relationship between Mandarin acceptable noise level (M-ANL) and the frequency of hearing-aid use as well as the predictive effectiveness of M-ANL test. The M-ANL test provides clinical professionals a tool to assess how often a particular hearing aid might be used in the future. The frequency of hearing-aid use is defined as the percentage of the hearing-aid use whenever it is required. **Methods:** The M-ANL test and a questionnaire pertaining to hearing-aid use were the tools used in this study. A total of 126 hearing-aid users participated in the experiment. The participants were categorized into two groups on the basis of whether the noise reduction features (NRFs) of their hearing aids were turned on or off. The group in which the NRFs were off (NRF-off group) comprised 50 participants, and the group in which the NRFs were on (NRF-on group) comprised 76 participants. **Results/Findings:** (1) The average of unaided M-ANL values for all participants was 5.84 dB ($SD = 4.42$, range = -3 to $+18$ dB). (2) There was a significant negative correlation between unaided M-ANL values and the frequency of hearing-aid use ($p < .001$). Specifically, the lower the unaided M-ANL values were,

the higher the frequency of hearing-aid use became, and vice versa. (3) In the NRF-off group and NRF-on group, the average unaided M-ANL values of hearing-aid users who used the hearing aids frequently were 4.33 dB ($SD = 3.41$) and 4.85 dB ($SD = 4.01$), respectively. (4) Logistic regression curves revealed that if unaided M-ANL values were lower than 5 dB, then the probability of a hearing-aid user becoming a frequent user was more than 85%. Moreover, if unaided M-ANL values were greater than 13 dB in the NRF-off group and greater than 17 dB in the NRF-on group, then participants would become less frequent hearing-aid users (the odds of becoming a frequent user were less than 20%). Furthermore, unaided M-ANL values could accurately predict 86.0% (NRF-off group) and 80.3% (NRF-on group) of hearing-aid usage patterns. **Conclusions/Implications:** One of the most crucial achievements of this study is the determination of ANL values in Mandarin-speaking hearing-aid users. This study also verified that fitting a high-order hearing aid with more signal processing technologies would alter M-ANL values and increase the use of hearing aids. Thus, it is recommended to conduct the M-ANL test before hearing aids are fitted. The results of this study provide insights in informational counseling regarding advanced hearing-aid technologies. This can in turn improve the frequency of hearing-aid use. In clinical application, the unaided M-ANL value is one of the factors for predicting hearing-aid use; there are many unknown factors that should be investigated.

Keyword: frequency of hearing-aid use, Mandarin acceptable noise level (M-ANL), noise reduction features (NRFs)