

國上听力测验

阈上听力测验(Suprathreshold Audiometry 或 Supraliminal Audiometry)

蔡 宣 猷

概 论

听力测验的目的,如果仅仅为了测定听力的好坏,利用纯音电听力计测出两耳的气导和骨导听力曲线,便能知晓,在听力学上称为听阈听力测验(Liminal Audiometry)。但是仅仅作听阈的测定不能满足临床的要求,因为临床学家要求听力学家提供更多的信息来鉴别聋的性质和发生病损的部位,例如听阈听力测验诊断为感觉神经性聋的病例,必须进一步鉴别病损的部位在耳蜗或是蜗后抑或在中枢,对于中枢性聋还要进一步鉴别病损是在第二至第四神经元(耳蜗神经核和膝状体之间)或更靠近中枢部位。听力学家必须利用他手中所有的一切测听设备和专门知识来解决这些问题,其中有些听力测验的方法,不论使用纯音电听力计、语言听力计或 Békésy 自动描记听力计,由于检查时作为刺激的声音信号(纯音、噪声或语言)其声压级都大于听阈,因此将这些检查法统称为阈上听力测验法,本章仅限于纯音电测听的阈上听力测验法,不包括语言测听、Békésy 自动描记测听、阻抗测听和电反应测听。

一、阈上听力测验的分类,Portmann 和 Portmann(1961)的临床测听学上介绍,根据阈上听力测验的目的在于测验听力的失真现象,而听力失真可由音调的感觉异常、响度感觉异常、时程感觉异常和耳鸣的存在而发生,而将阈上听力测验分为四类:

(一)音调失真的检查,即两耳听同一音调而感觉不一样,称为纯音误听(pure tone paracusis),这类检查法临床上不常用,近年来一些测听学很少提及它。

(二)响度失真的检查,包括响度重振现象(Loudness recruitment phenomenon)的检查和听觉疲劳和适应(Auditory fatigue and adaptation)两大项。近代测听学将声音强度变化的检查例如短增量敏感指数检查法(Short increment sensitivity index 简称 SISI 试验)也包括在内,这些都是阈上听力测验的主要部份。

(三)声音时程感觉异常的检查,正常人能分辨每秒多至 7~12 次的脉冲声,大于每秒间歇 7~12 次的脉冲声,听起来和连续声一样,有的聋耳这种分辨力减弱,不能分辨变化较快的声音,对理解语言影响很大,属于这类检查的有 Bocca 脉冲噪声掩蔽效应检查法和用 Békésy 自动扫描听力计的短纯音测听法(Brief tone audiometry 简称 BTA)。

(四)耳鸣的检查,一般听力学很少论及,其检查法大致与响度平衡法相似。(略)

二、阈上听力测验的临床意义:

(一)阈上听力测验能正确反映听觉功能,人们在日常生活中所接触到的声音(语言、音乐、噪声)其声级都比听阈大得多,用大于听阈的声音信号(纯音、噪声、语言)的听力测验法,更能正确地反映听觉功能,尤其是语言测听的语言识别率得分检查更是如此。

(二)阈上听力测验的一些方法有助于鉴别聋耳发生病变的部位,对耳蜗和蜗后病变提供

可靠的听力学诊断依据；对中樞聾的诊断也可提供一些有参考价值的资料。

(三)在预防噪声性聾和爆震性聾方面，对于从事在噪声环境下工作的人或暴露于强大脉冲噪声的军事人员，阈上听力测验法可能预测他们对噪声的耐受力，以便决定能否在强噪声环境下工作或采取适当的防护措施，防止听器损伤。

(四)正确选择配用听器，根据阈上听力测验的结果，首先可以确定配那一类型（压缩型或非压缩型）的听器，其次可帮助选择最佳音量，并测定其对听器的耐受力。

三、阈上听力测验的现状和展望：

(一)阈上听力测验的内容越来越丰富。由于新的测听方法和仪器不断出现，阻抗测听和电反应测听除了听阈测定外，主要用以检查听器各部位（按解剖或按生理划分）的功能，因此听力学家多将为同一目的使用不同仪器的听力检查法归纳在一起，而这些方法多数是听阈以上强度的声音作为刺激信号者，都属阈上听力测验范畴。

(二)阈上听力测验的方法不断更新，避繁就简。例如重振现象试验法的音强辨差阈(DL)检查法，目前极少使用；而短增量敏感指数(SISI)试验则颇受欢迎。Langenbeck 的噪声中测听法也极少使用，而掩蔽级差(masking level difference 简称 MLD)试验法正受到注意，本法对鉴别脑干病变引起的听力障碍有一定参考价值。音衰的检查法也从多种方法趋于定型为 Carhart 法和 Carhart 20 dB 改良法。

(三)新的方法在不断探索中，例如用 Békésy 自动描记听力计进行检查的临界间断时间(critical off-time 简称 COT)和短声测听法对探索耳蜗后和耳蜗病变有一定帮助。在声象定位(location of sound image)这个问题常用的方向测听(directional audiometry)法方面，我们初步发现的立体感声象检查法(Stereo sound image test)可能是一种简易的检查法。

第一节 音调“失真”检查法

双耳听同一频率的纯音，感觉到音调不一样，这种现象是耳蜗性聾的特征之一。

一、真正复听(True diplacusis)检查法：本法需用连频听力计，首先双耳给予频率相同的纯音，一般于 40dB SL 左右，令其双耳响度平衡，然后不变动声压级，增高聾侧之频率至聾耳感觉到音调有变异时再降低频率，直至受检者感觉双耳声音的音调和响度一致时为止。如果这时聾耳的频率和对侧耳的频率相同时，则试验结果为阴性；如两侧频率不同，表示试验结果为阳性。

结果判断：正常人对频率差别的觉察能力，因人而异，受过训练的音乐家，钢琴调弦技师则特别敏感，因此本法很难定出一个正常的标准，一般“模糊”地认为如两耳频率有很大差异，表示聾耳的病变部位在内耳。

二、频率辨差阈(Frequency difference limen 简称 FDL)检查法：检查方法同上，目的在测定受检者在某一频谱范围内能察觉到的最小频率变化是多少赫。结果判断与上法相同。

第二节 响度“失真”检查法

响度是一个主观物理量，是由听觉器官感受到的，正常人响度的感觉取决于声音声压级的大小，例如 1000 赫 40dB HTL 纯音的响度要比 30dB HTL 者响一些。

内耳和听神经的病损，可以发生响度“失真”现象，其表现有三种：一是响度的增大和声压级的增加不成比例；二是对响度增大的感觉很敏感，在听阈上 20dB (即 20dB SL)，声级

只要增加 1/10dB HTL 就能感觉出来：三是对听阈级声音的响度消失很快。

一、响度重振现象(Loudness recruitment phenomenon)检查法

(一)定义 聋耳和健耳比较，聋耳响度的增大和声压级的增加不成比例，响度增大得很快很不正常，这种现象称为响度重振现象。换句话说，聋耳对声压级小的声音有耳聋，对声压级大的声音没有耳聋。

(二)有关学说 响度重振现象是 Fowler(1928)首先提出来的，1936年Fowler首先使用响度平衡检查法，四十多年来，通过很多学者的研究，响度重振现象多见于耳蜗的病变，更精确地说病变的部位在戈替氏器(螺旋器)的毛细胞及与其接触的神经元。人耳感受到声波的响度，取决于声波的频率和声压级的大小，一般学者认为 Corti 氏器的外毛细胞和内毛细胞接受不同声压级声音的刺激，第一排外毛细胞只接受听阈级的声音刺激，大于听阈级的声音则由第二和第三排外毛细胞所接受；内毛细胞仅接受声压级高的声音刺激；耳蜗病损时，外毛细胞首先受到损害(例如耳毒性药物和噪声所致的损害)，而内毛细胞仍可保持其完整性，能接受声压级大的声音刺激。此外响度的感觉也取决于电脉冲重复率和参与作用的神经纤维数目，电脉冲是由神经纤维释放的。毛细胞受声波刺激完成声——电换能，产生微音电位，触发神经纤维使其释放出电化能的爆裂脉冲，沿神经纤维传向听中枢，因此信号越强，受刺激的毛细胞越多，参与作用的神经纤维越多，响度的感觉也就越大。外毛细胞与内毛细胞的神经纤维数目有很大的差异，大概 10 个外毛细胞的刺激由 1 根神经纤维传输而 1 个内毛细胞却有 20 根神经纤维，少数外毛细胞存活，接受声音刺激后所产生的微音电位仍足够触发神经纤维产生爆裂脉冲，但脉冲重复率低，因此在低声压级时产生低响度，而在高声压级时内毛细胞及其神经完好无损时，响度正常。声音信号传到中枢，大脑将脉冲信号进行能量积累，单位时间被积累的脉冲数量越多，累计所得的能量就越大，也就觉得越响。

上述的学说还很不完整，还不能解释为什么发生过度重振现象，因此重振现象发生的机理仍有待进一步研究。

(三)重振试验方法

1. 双耳交替响度平衡试验，简称 ABLB。

本法系 1936 年 Fowler 发明的，仍是公认的有效的重振试验法。

(1) 设备 纯音听力计，双通道，有二个衰减器，或单通道，信号可分左右，在输出端加一个衰减器可以分别调节两侧信号的声压级。

(2) 步骤

① 先将检查方法及注意事项告知被检者，在做响度平衡时那一侧声音响些，用手指向该侧，两侧声音一样响，手指放在额前。

② 先分别测试两耳气导听阈及骨导听阈，注意正确使用噪声掩蔽。如健耳或听力较好耳的听阈在 30dB HTL 左右，聋耳的听阈大于健耳 25dB HTL 至 50dB HTL 时可用本法。

③ 选择 1000 赫作为 ABLB 检查之频率，两耳交替输入各自听阈级的 1000 赫纯音脉冲信号，脉冲信号上升时间为 40 毫秒，持续时间 420 毫秒，下降时间 40 毫秒，粗略地说即两耳交替听持续约半秒钟的纯音信号，令其比较两耳响度，此时两耳响度应该相等。

④ 好耳的声音强度每次增加 10~30dB HTL，每次调节聋耳的声音强度，直至响度相同为止，记录聋耳每次达到响度平衡时的 dB 读数。

⑤ 按上法进行增加至听力计最大输出时为止。如在 80 或 90dB HTL 两耳觉声音响度

完全一致时。试验仍需继续进行，至声强达到听力计最大输出时为止，以便检查有无过度重振或反重振。

(3) 记录方法 常用的记录方法有数字法，梯形图及座标法等三种。

① 数字法：将左、右耳各响度平衡点的声压级(dB HTL)记录，如下表：

1000 赫	
右	左
20	0
35	20
55	40
75	60
80	80

② 梯形图：记录在听力图上，如以 1000 赫作为检查频率，可于 1000 赫纵座标两侧空档标出左、右两耳 1,000 赫听阈级及各响度平衡点的声级于相应的 dB 数座标上，并连成一短横线，即成为梯形图。

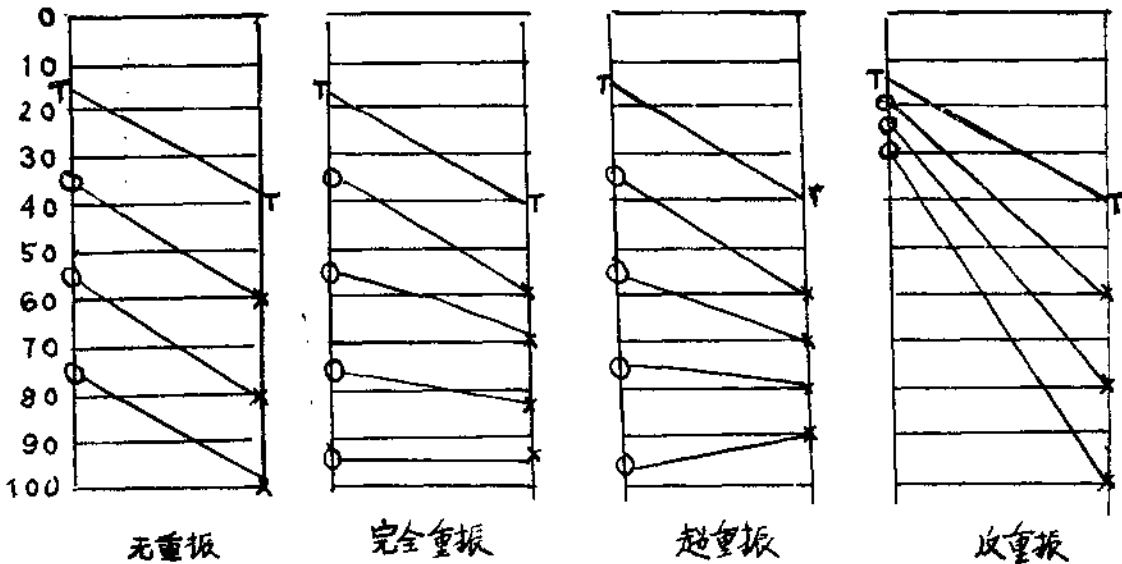


图 1 梯形图

③ 座标法，纵座标表示健耳，横座标表示聋耳，数字表示听力级(HTL)，将左、右耳各响度平衡点的声级 dB 数标在图上，将各点连成线，如果此线与对角线平行，表示无重振，有交叉或有交叉倾向者表示重振，重振线与对角线所成角度称为重振角，重振角越大，重振越明显。

(4) 结果

① 重振阴性：两耳每次响度平衡时所增加的声压级 dB 数相同。

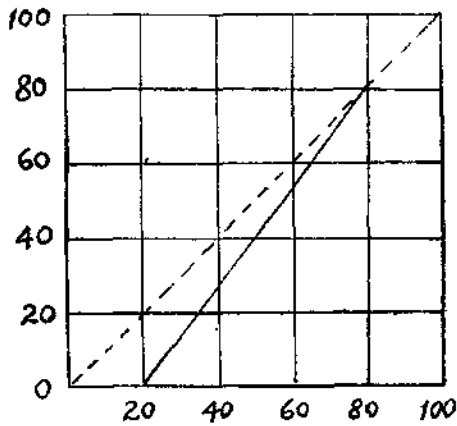


图2 响度重振座标图

- ② 重振阳性：聋耳达到响度平衡所需声压级 dB 数比健耳少。
- ③ 完全重振：在高声压级如 90dB 或 100dB HTL 时，两耳的声压级读数相同，响度也相等。
- ④ 过度重振：两耳响度相同，健耳声压级读数大于聋耳，例如聋耳在 100dB 时与健耳 110dB 的纯音响度相等。过度重振的临床意义不十分清楚。
- ⑤ 反重振或减振 (decrement)：较差耳声强加大时，响度增加很少，与较佳耳等响的声压级相差越来越大，为蜗后病变的表现。

2. 单耳响度平衡试验，简称MLB。

本法即 Reger 氏法，对两耳均有耳聋者，可采用本法，选择同侧耳听阈相差 30dB HTL 的两个频率，以听力较好的频率为参考音，比较另一频率的响度增减情况，结果的判定与上法相同。

本法目前已被淘汰，因为操作不方便，一般人不习惯比较两个不同频率的响变，结果不准确。

另有一种单耳响度平衡试验法称为 Kingsbury 法，从气导耳机给予 1000 赫 20dB SL 的纯音作为参考音，另从骨导耳机给予不同频率的纯音，调节骨导信号的 dB 数使其响度与气导耳机 1000 赫纯音的响度相同。根据参考音的声压级 (20dB SL, 30dB SL 等) 可以划出一组各频率各声压级的等响曲线，有重振现象时，这组等响曲线间的距离，在高频部份，显著缩短 (即曲线在高频部份挤在一起)。本法已很少有人使用。

3. 不舒适响度测定法

本法是一种间接的重振试验法，不舒适响度级 (Loudness discomfort level 简称 LDL) 系指在该声压级的响度听起来很不舒适，刺耳，但还没有达到痛的程度。

正常人在频率 500 赫至 4000 赫的不舒适响度级为 90~105dB HTL。

试验的方法很简单，用脉冲纯音信号，逐渐增加其声压级，直至患者感觉到声音刺耳不愿继续聆听时为止，该声压级 (dB HTL) 即为该测试频率的 LDL。

耳蜗有病变者，不管听阈提高的程度如何 (听力降低)，其 LDL 与正常人的范围相同 (指

衰减器 dB 数, 实际范围缩短, 请参看语言测听听阈距测定)。耳蜗后病变者, 其 LDL 常超出听力计输出最大 dB 数范围之外。

二、声音强度差别之测试

耳蜗性耳聋的患者, 除了有响度重振现象外, 对于声音强度变化差别的察觉也很敏感, 因此可以根据这种声音强度变化差别的察觉敏感的程度来帮助诊断。

常用的方法有音强辨差阈法和短增量敏感指数法, 前者在 60 年代后逐渐不用, 现代听力计也不附加音强辨差阈的调幅装置; 后者则被公认为一种较为敏感的测定声音强度变化差别能力的方法。鉴于国产听力计仍有音强辨差阈试验的装置, 故仍介绍这种方法。

(一) 音强辨差阈测试法(Difference limen of intensity 简称 DL)。

正常人听一个声压级大于听阈的纯音信号, 如果欲使其响度有改变, 必须增加或减小其声压级。能辨别不同响度所需最小的声级 (dB HTL) 改变称为音强辨差阈。但由于实际检查时, 许多受检者所反映的结果不真实。因此这种方法不再被采用。DL 的检查法在 50 年代颇盛行, 方法也很多, 由于听力计调幅装置的构造不一样, 调幅音的上升时间, 连续时间, 下降时间, 波形等的不同, DL 的 dB 数与百分比的计算也有差别。本文介绍二种较常用的方法:

① Lüscher-Zwislocki DL 测试法

(1) 设备 纯音听力计附有调幅装置, 调幅音的波峰间隔为 400 毫秒。

(2) 方法

① 先测定纯音气、骨导听阈。

② 测定聋耳 250 赫至 4000 赫 40dB SL 之 DL, 可采用上升法和下降法结合的方法, 调节调幅装置之衰减器旋钮, 例如将旋钮置于 3dB 处, 此时耳机内即有声音强度分别为 40dB SL 及 43dB SL 之交替脉冲声, 慢慢减少调幅装置之 dB 数, 直至被检者听到脉冲声变成不能分辨之连续音时为止。

③ 再将调幅衰减器调节旋钮向相反方向转移, 增加调幅音之 dB 数, 直至被检者听到脉冲音时为止, 记下 dB 读数。

④ 重复②③, 其 dB 读数即为该频率之 DL。

(3) 记录方法: 可在听力图该频率 40dB SL 处作一▲形记号, 旁边注明 dB 数, 如 0.5dB 等。

(4) 结果判定: 正常或无重振者 DL 为 0.7~1.5dB; 部份重振 0.5~0.7dB; 完全重振小于 0.5dB。

② 音强辨差阈差别法(Difference limen difference 简称 DLD)

本法为测定 250~4,000 赫 40dB SL 之 DL, 再测定 250~4000 赫 10dB SL 之 DL, 比较这两个 DL 的差别, 如果在高频部份, DL 差别变小, 表示有重振现象。Tsugawa 只检查 1000 赫 10dB SL 及 40dB SL 之 DL, 如两个 DL 差别小于 0.6dB, 表示有重振。

③ 短增量敏感度指数(Short increment Sensitivity index 简称 SISI)试验

SISI 试验是一种测定耳蜗对声音强度变化的敏感度的方法, 系于 1959 年 Jerger Shedd 和 Harford 等人首先报告的, 目前已取代 DL, 大多数诊断用听力计已有 SISI 试验装置。

(1) 设备 纯音听力计有 SISI 装置者, 该装置能使纯音信号每 5 秒钟出现一次增大的信号, 增大的声级可随意控制, 一般分 1dB, 3dB 及 5dB 三级, 增大的纯音信号为 300 毫

秒(实际为上升时间 50 毫秒, 持续时间 200 毫秒, 下降时间 50 毫秒, 间歇时间 4.7 秒)。

(2) 检查步骤

① 检查纯音气导、骨导听阈。

② 告诉被检者如耳机内连续纯音信号在几秒钟内突然增大, 瞬间即消失时, 请按一下信号开关, 每增大一次就按一次。

③ 检查频率选 500 赫, 1000 赫, 2000 赫 3000 及 4000 赫, 先从 1,000 赫开始, 将声压级调节于 20dB SL, SISI 衰减器调节于 5 dB 处, 使被检查听 1~2 次 5 dB 增量的信号, 再将增量信号减为 3dB, 如有反应时, 将增量减为 1dB, 开始计分。

④ 20 次 1dB 之增量信号分 4 次给予, 即每给 5 次 1dB 增量信号后, 需视反应情况调整一次增量之 dB 数。

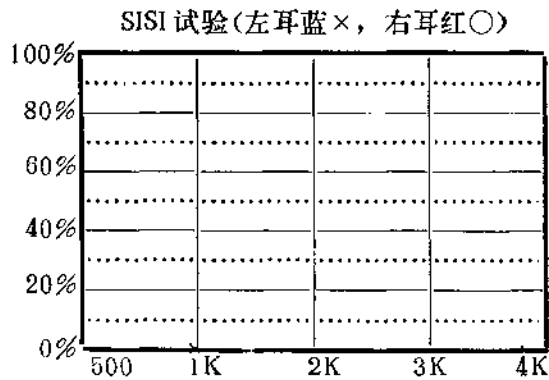
⑤ 如 5 次 1dB 增量均能听到, 可将增量调至 0dB, 此时应该没有反应。试听 10 秒钟后再将增量调至 1dB, 应该有反应。

⑥ 如 5 次 1dB 增量只有 2~3 次阳性反应时, 将增量调至 5dB 处试听 2 次, 再调至 3dB 处试听 2 次, 再改用 1dB 增量。

⑦ 计算 SISI 得分, 只需将正确反应次数 \times 5 即可。

⑧ 以同法检查其他频率之 SISI。

(3) 记录方法 将各频率之 SISI 得分标在 SISI 听力图上



(4) 结果分析

① SISI 得分通常以百分比表示, 如只检查单个频率需注明若干赫, 一般不注明时以 2000 赫, 3000 赫及 4000 赫之平均值为准。

1959 Jerger 认为 0~70% 为 SISI 试验阴性, 70~100% 为 SISI 试验阳性。

1972 Penington 和 Martin 将 80~100% 称为高得分值。0~20% 称为低得分值, 25~75% 的得分值诊断价值不大, 现在多不用阳性或阴性表示, 而用高得分值或低得分值表示。

② SISI 试验的结果是高得分或低得分与试验的方法有关, 如果用 20dB SL 的纯音作为基础, 高频的 SISI 得分要大于低频的得分; 如用 40dB SL 的纯音作为基础, 则不论高频或低频, SISI 的得分值都是一样。

(5) 临床意义

早在 1961 年 Jerger 报告 20 名美尼尔氏病患者均有 SISI 试验高得分值, 而 11 名听神经瘤患者中 10 例 SISI 试验结果阴性, 1 例可疑, 因此临床常用 SISI 试验来作为鉴别耳蜗和蜗

后病变的测听方法。SISI 试验与重振试验一样，有时蜗后病变的耳聋患者也可能出现阳性的结果。1966年 Johnson 对 163 例已经手术证明是耳蜗后病变者进行检查，其中有 23 例 SISI 试验阳性，这是由于耳蜗和蜗后的病变可以同时存在。下列几种情况可供临床参考：

① 用阈上 20dB SL 作 SISI 试验，如果在 1dB 增量时，结果为高得分值，提示耳蜗的病变；

② 20dB SL，2~5dB 增量，结果为低得分值，提示耳蜗后病变；

③ 75dB HL，1dB 增量，低得分值，提示蜗后病变；

④ 两耳纯音听阈相似，但 20dB SL，1~5dB 增量，一耳的 SISI 得分值比对侧差得多，提示中枢性病变在对侧；

⑤ 两耳分别试验，先从阈上 20dB SL 开始，用 1dB 增量，测定其 SISI 得分值，再将声压级以每挡 10dB 提高，直至 75dB，如发现一侧耳的 SISI 得分值未随试验的声压级增加而增加，提示该侧有耳蜗后病变。

(6) 有关 SISI 试验的学说

Jerger 及其同事(1950)认为 SISI 试验高得分值只见于耳蜗有病变的患者。现在一般认为 SISI 试验的高得分值见于正常人、传导性聋及耳蜗性聋的患者，低得分值见于耳蜗后有病变的患者。这两者似乎有矛盾，但事实不是这样，因为影响 SISI 试验的得分值高低的因素很多，Jerger 及其同事文章发表较早，有很多问题仍在研究中。现在已查明，SISI 试验得分值的高低与试验时的基础纯音 (pedestal tone 或称 carrier tone 载音，即在此纯音的基础上增加增量调幅音) 的声压级大小有关，基础音的声压级越大，SISI 试验得分值要高些，但两者没有线性关系。其次和测试的频率有关，低声压级的基础音例如 20dB SL，低频率的 SISI 试验得分值低，而高频的得分值高。但是提高基础音的声压级例如 40dB SL，则高低频都一样，对正常人和耳蜗聋一样，需要高的基础音才能获得高得分值。

为什么会产生 SISI 试验高得分值呢？这个问题还有待进一步探讨，现在一般都从 Davis (1957) 的二元神经刺激学说和 Eggermont 和 Odenthal (1974) 对耳蜗的动作电位的研究中受到启发，Davis 认为神经元有受二种不同的刺激产生不同的反应，低阈值的刺激时神经元释放神经脉冲的速度慢，高阈值的刺激时神经元释放神经脉冲的速度要快一些，阈值足以刺激的毛细胞时便有微增量响度的觉察能力。另一方面，一根神经纤维被触发，但产生二个波峰的复合动作电位，显然这根神经纤维中有二种潜伏期不同的神经单位，潜伏期长的神经单位阈值低，而潜伏期短的神经单位阈值高，而且神经单位的动态范围也不一样，大概潜伏期的神经单位的动态范围在数量上 10 倍于潜伏期长者。SISI 试验基础音加上增量的调幅音产生复合刺激，如果基础音的阈值小于短潜伏期神经单位的阈值时，听不到调幅音；基础音的阈值大于短潜伏期神经单位的阈值时，产生较大的动作电位，便能鉴别出增量的声音。

耳蜗后聋的患者由于音衰的存在，SISI 试验的基础音很快降低，达不到刺激阈值，因此得分值低。

三、持续音的疲劳和适应 (Fatigue and adaptation) 试验法

聋耳的响度“失真”的第三种表现为响度衰减过快，临床常用音衰试验法 (Tone decay test 简称 TDT) 来进行检查。

(一) 定义 有些名词的应用颇为混乱，首先应在定义上统一认识。

1. 疲劳现象或听觉疲劳 (Auditory fatigue)：听器受声音刺激，在刺激声终止后，听阈

提高(听力降低),称为听觉疲劳。

2. 适应现象或听觉适应 (Auditory adaptation): 听器受声音刺激, 听阈提高的现象在刺激声尚未停止以前已有恢复, 因此适应的测定必须在刺激声终止前进行, 但听力学上系借用这种现象来命名, 例如用 80 dB SL 的纯音刺激后, 听阈提高, 数秒钟后恢复正常, 称为生理性适应; 如恢复所需的时间延长, 称为病理性适应。

3. 快适应、刺激期适应这两个名词指的都是音衰试验。

(二) 分类

持续音的疲劳和适应试验法可分三类, 即刺激后疲劳试验, 刺激期疲劳试验及阈上疲劳检查法等。

1. 刺激后疲劳试验即暂时性阈移(Temporary threshold shift 简称 TTS)试验, 这一类试验只通用于检查从事噪声环境下工作的人员, 预测其对噪声的敏感性, 如有异常者不宜从事这种工作, 常用的方法有:

① Peyser 试验: 方法为先测定 1000 周气导听阈, 以 1000 赫 100 dB HTL 之纯音刺激 180 秒钟, 休息 15 秒, 再测试气导听阈, 休息 1 小时后测试 1000 赫骨导听阈, 用 1000 赫 100 dB HTL 之纯音刺激 180 秒钟, 休息 15 秒, 再测试骨导听阈。试验结果, 如听阈提高小于 5 dB HTL 为正常, 小于 10 dB HTL 为可疑, 大于 10 dB HTL 为异常。

② Theilgardd 试验: 先测定 2000 赫气导听阈, 用 1500 赫 100 dB HTL 纯音刺激 5 分钟, 休息 5 分钟, 再测 2000 赫气导听阈, 结果判断同上法。

③ Wilsm 试验: 先测 4000 赫气导听阈, 用 2000 赫 80 dB HTL 纯音刺激 8 分钟, 休息 2 分钟, 再测 4000 赫听阈, 结果判断同上法。

2. 刺激期疲劳试验即阈音衰减试验, 简称为音衰试验或 TDT 试验。TDT 的试验法很多, 结果不便比较, 下面列举的各种方法中, 近年来多数人认为 Carhart 音衰试验法或 Carhart 20 dB SL 音衰试验法优于其他各法。

① Schubert 音衰试验, 令被检查听 5 dB SL 之纯音, 至听不见时再增加 5 dB HTL, 直至能继续听取为止, 本法没有规定最后能听取纯音信号的时间。

② Hood 音衰试验, 先测定气导听阈, 音衰试验之频率可选 500 赫, 1000 赫, 2000 赫及 4000 赫, 例如用 1000 赫纯音 5 dB SL 开始, 直至被检者听不见信号时, 将信号切断, 休息 1 分钟后再增加 5 dB SL, 直至能继续听 1 分钟为止, 如此声压级比听阈级大 20~30 dB HTL 为阳性。本法的缺点是费时间。

③ Carhart 音衰试验, 该法与 Hood 的方法不同之处在于取消中间休息的时间。选用脉冲声测定气导听阈, 用 5 dB SL 纯音开始, 每次递增 5 dB HTL, 中间不休息, 直至能听取 1 分钟时为止, 将最后能听取 1 分钟的 dB 数减去听阈 dB 数, 其差数即 TDT 的 dB 数。这里应注意的事项是如何计算听不见信号的时间, 每人的理解不同, 有的认为音调消失就应算为听不见, 有的认为音调消失后还有些嗡嗡声, 而以任何声音消失作为听不见。Carhart 认为应以音调消失为准而反对以任何声音消失为准。正常人 TDT 为 5~20 dB, 大于 40 dB 表示蜗后病变。

④ Rosenberg 改良 1 分钟法, 该法与 Carhart 法不同之处在于从阈音开始检查, 并开始计时, 被检者听不见声音时再增加 5 dB HTL, 如此直至 1 分钟为止, 1 分钟时听见的纯音声压级减去听阈级, 其 dB 数即为 TDT 之 dB 数。正常人为 0~10 dB, 耳蜗病变 15~25 dB,

蜗后病变 30 dB 以上。

⑤ Owen 音衰检查法, 和 Carhart 不同之处在于每次听不见声音后休息 20 秒钟, 正常人 TDT 为 5 dB, 10~20 dB 为耳蜗病变, 25 dB 以上为蜗后病变。

⑥ Carhart 20 dBSL 改良法, 这是 Olsen 和 Noffsinger 1974 年提出的, 和 Carhart 法不同之处在于用 20 dB SL 的纯音开始测定, 其余的步骤和结果完全和 Carhart 法相同。

⑦ Jerger 和 Jerger 超阈适应试验, (Suprathreshold adaptation test 简称 STAT) 本法需分别检查 500 赫, 1000 赫及 2000 赫, 其步骤如下:

a. 告诉被检者, 被检查侧听见纯音信号时伸出手指, 信号消失时手指放下, 对侧耳用 90 dB SPL 之白噪声掩蔽。

b. 向被检测耳机输入 500 赫 110 dB SPL 之纯音信号, 直至被检查者可听 60 秒钟或听不见(不足 60 秒钟)为止, 如能听足 60 秒钟, 试验结果为阴性, 如不能听足 60 秒钟, 结果为阳性。

c. 如将纯音信号改为脉冲声, 被检者听见的是脉冲声而不是连续的纯音, 而且能听足 60 秒钟, 说明患者的反应可靠。

d. 将纯音信号频率改为 1000 赫及 2000 赫仍按 b、c 所述的步骤进行。

由于听力计的 dB 数不能代表 SPL, 粗略地说在 500 及 2000 赫, 100 dB HTL 相当于 110 dB SPL, 而在 1000 赫则 105 dB HTL 相当于 110 dB SPL。

⑧ Green 改良音衰试验 (Modified tone decay test 简称 MTDT)。

Green 在 1960 年发现在进行音衰试验时, 当纯音尚未完全听不见之前已有音调改变, 这种现象称为音调倒错 (tonal perversion), Green 规定不同的手势来表示纯音改变的情况, 令被检者将前臂平放在座椅的扶手上, 如听到的声音是纯音信号, 将前臂以肘关节为支点, 向上 90 度; 假如纯音将消失但仍能听见而有音调改变时, 将前臂放下 45 度; 完全听不见时将前臂平放在扶手上, 检查者在发觉被检查表示有音调改变时, 就应增加信号的声压级。其实 Green 的 MTDT 与 Carhart 的音衰试验并没有什么区别, 因为 Carhart 也是以音调改变为准的。

上面列举的 8 种音衰试验法, 究竟那一种方法最好? 评价一种方法的优劣, 主要的条件是它的使用价值, 音衰试验主要在于鉴别蜗后病变, 关于这方面的资料颇多, 很多听力学家把临床确诊为听神经瘤的病人, 用各种音衰试验的方法以及 Békésy 自动描计听力计检查的方法进行比较, 得出的结论是 Carhart 的音衰试验法及 Carhart 20 dB SL 改良法最好。(Parker 和 Decker 1971, Olsen 和 Noffsinger 1974)。例如 Olsen 等报告 20 例临床已诊断为听神经瘤的病人进行 Békésy 自动描记测听法、Carhart 音衰试验法 (20 dB SL 改良法) 及 Rosenberg 一分钟改良法, 结果是 19 名 Békésy 自动描记测听法 (20 名病人中有一名未做检查) 有 III 型和 IV 型曲线者 14 名, Carhart 音衰能诊断为蜗后病变者 19 名, 还有一名其 TDT 在 30 dB 以下, 而 Rosenberg 法的结果是 20 名中阳性者 13 名。

3. 阈上适应检查法、本法系疲劳与重振联合试验法, 先测出两耳听阈, 以 1000 赫 80 dB SL 的纯音刺激聋耳, 调节健耳的声压级使达到两耳响度平衡, 如有疲劳时, 聋耳的响度立即减低, 此时须将健耳的声压级调低才能保持两耳的响度平衡, 调低的 dB 数大于 30 dB 时, 说明有明显的阈上衰减和重振现象存在。举例说明, 右耳听阈 1000 赫为 10 dB HTL, 左耳听阈 1000 赫为 30 dB HTL, 用 1000 赫 110 dB HTL 的纯音刺激左耳, 右耳以左耳 110 dB HTL 作为参考音进行响度平衡, 需将衰减器调至 90 dB HTL 处, 但在 4~5 分钟后左耳响度

下降，需将右耳的声音调低至 60 dB HTL 才能保持响度平衡。

(三)有关学说

为什么蜗后病变的聋耳会有音衰现象呢？人耳对响度的感觉取决于脉冲重复率和参与作用的神经纤维数目。听神经病损时显然有部份神经纤维起不到传递脉冲的作用而影响响度的感觉。但为什么开始感觉到的响度很快就衰减呢？现在还不十分清楚。Davis(1962)认为音衰的发生可能与 Wedensky 的末梢神经抑制学说相同，末梢神经受到压挤以后产生部份麻醉效果，只能让间歇期较长的一连串脉冲通过，而连续的脉冲序列在通过头几个以后就受阻。听神经的病损不论由于肿瘤的压迫或炎症均可使神经纤维受压而产生上述效果。

第三节 时程“损失”检查法

耳聋的另一个表现是声音时程的“失真”，正常人对每秒间断 7~12 次的声音，听起来是连续的，某些耳聋的患者，对连续不间断的声音无法接受，因此语言识别率得分受到很大的影响。

时程“失真”的检查可用 Bocca 重复脉冲声法，该法系用脉冲噪声的输入来影响纯音听阈的测定。

例如检查左耳，用 1000 赫纯音输入骨导耳机，同侧用白噪声 60~80 dB 进行掩蔽，测定听阈；然后将噪声改为脉冲声，每秒 12、10、8、6、4 次再测定听阈，假如患者的时程感觉正常时，8~12 次的脉冲噪声的掩蔽效应与连续噪声的效果相同，因此听阈没有变化；但在脉冲噪声的次数减少，则掩蔽效应要差些。假如患者的时程感觉异常时，每秒 6 次的脉冲白噪声的掩蔽效应和每秒间断 8~12 的脉冲声相同。

时程感觉异常可用语言测听法和 Békésy 自动描记听力计检查。