

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2023.04.008

噪声下数字言语测试联合听力障碍筛查量表在职业性噪声性听力损失患者中的应用

Application of Digital Speech Test Combined with Hearing Impairment Screening Scale to Patients with Occupational Noise Induced Hearing Loss

曲莹¹ 徐明¹ 林大伟¹ 邹建芳¹ 戴伟²

QU Ying, XU Ming, LIN Da-wei, ZOU Jian-fang, Dai Wei

【摘要】目的 探究噪声下数字言语测试(digital speech test under noise, DIN)联合听力障碍筛查量表(hearing impairment screening scale, HHIA-S)在职业性噪声性听力损失患者中的应用价值。**方法** 选择职业性噪声性听力损失患者102例作为研究组,按双耳纯音听阈平均值 $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$ (双耳在500、1000、2000、4000 Hz纯音听阈平均值)分为轻度组(26~40 dB HL)51例、中度组(41~60 dB HL)27例、重度组(61~80 dB HL)24例;另选取听力正常健康体检者90例作为对照组。全部行纯音听阈测试、声导抗测试、DIN及HHIA-S测试。比较各组各指标测试结果,并绘制受试者工作特性曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)分析其相应的关系。**结果** 研究组 $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$ 、DIN及HHIA-S评分均显著高于对照组高($P<0.05$)。其中重度组 $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$ 、DIN及HHIA-S评分均比中度及轻度组高,且中度组显著高于轻度组($P<0.05$)。Spearman相关性分析显示,DIN、HHIA-S与 $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$ 均呈显著正相关($P<0.05$)。HHIA-S评分中除了“E7”问题外,其余9个问题均与PTA、DIN呈正相关($P<0.05$)。DIN、HHIA-S的曲线下面积(area under curve, AUC)分别为0.964、0.948;以 $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}>25\text{ dB HL}$ 作为听力损失“金标准”,提示联合测试的特异度最高,达100.00%。纯音听力测试、DIN、HHIA-S的测试时长相比有显著差异($P<0.05$)。**结论** 噪声下数字言语测试联合听力障碍筛查量表在职业性噪声性听力损失患者中的应用价值较高,可作为纯音听力测试筛查听力损失的有效补充方案。

【关键词】 职业性噪声性听力损失;噪声下数字言语测试;听力障碍筛查量表;听力筛查

【Abstract】 Objective To explore the application of Digital Speech Test under Noise (DIN) combined with Hearing Impairment Screening Scale (HHIA-S) to patients with occupational noise induced hearing loss. **Methods** 102 patients with occupational noise induced hearing loss were selected as the study group. According to the mean value of binaural pure tone hearing threshold $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$, 51 patients with mild hearing loss (26-40 dB HL), 27 patients with moderate hearing loss (41-60 dB HL), and 24 patients with severe hearing loss (61-80 dB HL) were selected as the study group. Another 90 healthy people with normal hearing were selected as the control group. Pure tone hearing threshold test, acoustic immittance test, DIN and HHIA-S test were performed in all patients. The test results of each index in each group were compared, and the ROC of subjects was drawn to analyze the corresponding relationship. **Results** $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$, DIN results and HHIA-S scores in the study group were higher than those in the control group ($P<0.05$). $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$, DIN results and HHIA-S scores in severe group were higher than those in moderate group and mild group, and those in moderate group were higher than those in mild group ($P<0.05$). Spearman correlation analysis showed that DIN, HHIA-S and $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}$ were positively correlated ($P<0.05$). Spearman correlation analysis showed that except for the "E7" question in HHIA-S score, the other nine questions were positively correlated with PTA and DIN results ($P<0.05$). The area under the curve (AUC) of DIN and HHIA-S was 0.964 and 0.948 respectively; $PTA_{0.5-4\text{ kHz}}>25\text{ dB HL}$ as the "gold standard" of hearing loss, indicates that the specificity of the joint test was the highest, reaching 100.00%. There was a significant difference in the test duration among pure tone audiometry, DIN, and HHIA-S ($P<0.05$). **Conclusion** The digital speech test combined with hearing impairment screening scale has high application value in patients with occupational noise induced hearing loss, and can be used as an effective supplement to pure tone hearing test screening for hearing loss.

【Key words】 Occupational noise induced hearing loss; Digital speech test under noise; Hearing impairment screening scale;

基金项目:山东省医药卫生科技发展计划项目(202107010433)

作者单位:1 山东省职业卫生与职业病防治研究院/山东第一医科大学附属职业病医院(山东省职业病医院) 济南 250002

2 沂源县妇幼保健院 淄博 256199

作者简介:曲莹 硕士 主治医师;研究方向:职业病与职业健康监护

通讯作者:徐明, E-mail: nan0077t@163.com

Hearing screening

职业性噪声聋属于职业病之一,是由于长期接触噪声所致的听力损失,表现为对声音存在程度不一的言语分辨及感知障碍^[1]。据统计,现阶段全球约有15亿人存在听力损失,我国听力损失者人数最多^[2]。听力损失不仅影响中年人日常生活及工作,还会影响老年人认知障碍,引发老年痴呆^[3]。尽早进行听力筛查,以便及时实施有效干预措施可减少职业性噪声聋发生,进而使耳聋所致的听觉、认知等问题发生率下降,有利于减轻国家及社会负担。然而,大部分耳聋患者来院就诊时病情已处于中度或重度阶段,导致噪声性耳聋无法早期察觉。因此,有必要建立有效且便捷的听力筛查方案,有利于降低耳聋发生率,提升听力保健质量。听力障碍筛查量表(hearing handicap inventory for adult-screening, HHIA-S)作为一种听力损失筛查工具,已在临床广泛应用^[4]。噪声下数字言语测试(digits in noise, DIN)亦属于听力筛查工具之一,主要为对噪声下言语识别阈进行评估而开发^[5]。目前临床上关于此两种量表联合应用的研究较少。基于此,本研究探究DIN联合HHIA-S在职业性噪声性听力损失患者中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择职业性噪声性听力损失患者102例作为研究组,其中男、女分别为70例、32例,年龄23~85(59.31±7.26)岁。纳入标准:有明确的3年以上职业噪声暴露史;双耳听力损失对称;双耳500、1000、2000和4000 Hz纯音听阈平均值 $PTA_{0.5-4\text{kHz}} > 25$ dB HL且骨气导差 ≤ 10 dB HL;知情同意。排除标准:听力损失由其他原因所致;患有心肝肾等严重脏器病变;合并其他耳部疾病;有明确的精神疾病。按双耳纯音听阈平均值 $PTA_{0.5-4\text{kHz}}$ 分为轻度组(26~40 dB HL)51例、中度组(41~60 dB HL)27例、重度组(61~80 dB HL)24例。另选取听力正常、无耳部或其他相关疾病的健康体检者90例作为对照组,其中男、女分别为81例、9例,年龄20~85(57.79±6.58)岁。

1.2 方法

测试前研究人员对全部受试者进行详细讲解,确保

其了解测试方法及步骤。在本底噪声 < 30 dB(A)的标准隔声室内进行纯音测听、声导抗及DIN测试,所用设备为Conera纯音听力计、TDH39压耳式耳机、GSITympStar Pro中耳分析仪、MacBook Air笔记本电脑及Sony MDRZX110AP ZX系列耳罩式耳机。首先开展纯音测听及声导抗测试,其次填写HHIA-S量表,最后完成DIN测试。

1.2.1 HHIA-S 该表包括10项问题,答案“不会”、“有时”、“会”依次计0、2、4分,总分0~40分,得分愈高听力交流障碍愈严重。研究人员现场发放问卷,受试者回答完毕后回收,根据答卷计算得分。

1.2.2 DIN 言语测试材料为0~9的数字,以3个随机数字为一组(与语音材料均衡化要求相符),共分为23组,在长时平均语谱噪声下播放提前录制的3个连续数字。测试期间每个测试项只播放一次,要求受试者输入听到的数字,结果正确标准为输入的数字与排序均正确。给声强度为受试者感觉舒适的强度,在本底噪声 < 30 dB(A)的固定噪声强度下,以受试者反应为依据对言语声强度进行调整,实现信噪比(signal-to-noise ratio, SNR)的自适应调整。SNR初始为0 dB,若结果正确,则SNR降低2 dB;反之则上升2 dB。完成23组识别后,系统自动计算第4~23组SNR平均值作为最终测试结果,最终测试结果较低提示噪声下言语识别能力较好。

1.3 统计学处理

将数据录入软件SPSS 22.0进行分析。正态分布的计量资料 $\bar{x}\pm s$ 描述,行 t 检验或单因素方差分析;相关性分析行Spearman分析;绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC),并计算相应的曲线下面积(area under the curve, AUC)、灵敏度及特异度;以 $P < 0.05$ 为有统计学差异。

2 结果

2.1 受试者听力情况分析

研究组 $PTA_{0.5-4\text{kHz}}$ 、DIN及HHIA-S评分均显著高于对照组($P < 0.05$),见表1。

2.2 不同听力损失者 $PTA_{0.5-4\text{kHz}}$ 、DIN及HHIA-S评分

表1 受试者听力情况($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	$PTA_{0.5-4\text{kHz}}$ (dB HL)		DIN (dB)	HHIA-S (分)
		右耳	左耳		
研究组	102	45.03±11.17	45.58±12.62	-5.09±1.35	15.02±3.11
对照组	90	5.61±1.25	5.59±1.31	-18.27±3.08	0.38±0.03
t		33.286	29.911	39.173	44.643
P		0.000	0.000	0.000	0.000

比较

随着听力损失加重,患者 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 及 HHIA-S 评分均显著提升 ($P<0.05$); 重度组 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 及 HHIA-S 评分均比中度组、轻度组高,且中度组显著高于轻度组 ($P<0.05$),见表 2。

2.3 DIN、HHIA-S 与 PTA_{0.5~4 kHz} 的相关性

DIN、HHIA-S 与 PTA_{0.5~4 kHz} 均呈正相关 ($P<0.05$),见表 3。

2.4 HHIA-S 评分各子问题与 PTA、DIN 结果的相关性

HHIA-S 评分中除了“E7”问题外,其余 9 个问题均与 PTA、DIN 呈正相关 ($P<0.05$),见表 4。

2.5 DIN、HHIA-S 的 ROC 曲线分析

DIN、HHIA-S 的 AUC 分别为 0.964、0.948,见图 1、2。以 PTA_{0.5~4 kHz} > 25 dB HL 作为听力损失“金标准”,提示联合测试的特异度最高,达 100.00%,见表 5。

2.6 纯音听力测试、DIN、HHIA-S 的测试时长及可操作性分析

职业性噪声性听力损失患者中,纯音听力测试、DIN、HHIA-S 的测试时长分别为 12.25±2.18 min、5.17±1.24 min、5.95±1.12 min,3 种方式相比有显著差异 ($F=518.523, P<0.05$)。测试期间,有 2 例患者反映 DIN 测试中播放数字 1、7 易混淆,5 例患者反映 HHIA-S 量表中的部分问题理解困难,剩余患者均顺利完成测试。

3 讨论

随着社会经济的发展,在工作及生产过程中广泛存在噪声,致使职业性噪声聋发生率日益增加。该病属于进行性感音性听觉损失,若未及时诊断并期实施有效的治疗措施,则会对患者预后产生严重影响^[6]。因此,寻找有效的听力筛查方式意义重大。

HHIA-S 作为一种初步筛查听力损失的量表,可通过量表评分直接反映研究对象听力状况,其中 >8 分为存在听力障碍^[7]。DIN 作为一种特殊的听力筛查工具,又称数字三联音测试,是将 0~9 的数字作为测试材料,每 3 个不同随机数字排列组合作为一组进行言语测试,以便获取更接近日常环境的言语识别能力,有利于听力损失水平

的反映^[8]。DIN 首次出现是 2004 年,由荷兰学者 Smits 等通过固定电话完成。此后几年间,DIN 经历不同版本及形式的更新换代,众多国家均相继开展 DIN 测试,一些发展中国家亦因 DIN 低成本且便于实施而将其作为听力筛查的替代方案^[9]。2012 年,首都医科大学附属北京同仁医院发布普通话电话测听方案,并于 2018 年和英国南安普顿大学联合开发互联网中文版 DIN 测试^[10]。本研究中,研究组 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 及 HHIA-S 评分均比对照组高;重度组 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 结果及 HHIA-S 评分均比中度组及轻度组高,且中度组高于轻度组,表明听力损失者病情愈严重 DIN 结果及 HHIA-S 评分愈高,与既往报道一致^[11,12]。古鑫等^[13]对 94 例听力损失患者进行研究发现,DIN 与 PTA_{0.5~4 kHz} 呈现较好的正相关。傅新星等^[14]研究指出,HHIA-S、DIN 阈值与听力损失者 PTA_{0.5~4 kHz} 均呈显著正相关。本研究 Spearman 相关性分析显示,DIN、HHIA-S 与 PTA_{0.5~4 kHz} 均呈正相关,与上述报道类似,表明 DIN、HHIA-S 均可反映听力损失患者病情严重程度。这可能是由于以往电话或智能手机受技术影响,传输清晰度受限,而本研究是统一在隔声室内完成,且高保真耳机具有音质好、对声音衰减小等优势,故同一性较好,相关性较高。为进一步分析 HHIA-S 和听力损失之间的关系,本研究将 HHIA-S 各子问题与 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 分别检出生有无听力损失进行相关性分析,结果发现 HHIA-S 评分中除“E7”问题外,其余 9 个问题均与 PTA、DIN 结果呈正相关,提示 HHIA-S 与听力损失密切相关。灵敏度与特异度是最基本的诊断方法评价指标,ROC 曲线作为临床常用的评估诊断方式,不仅综合了灵敏度与特异度两个指标,还有 AUC 可评估诊断价值,AUC 越接近 1 则诊断试验真实性越好^[15,16]。Potgieter 等^[17]指出,DIN 诊断听力损失的 AUC 为 0.960。本研究中,DIN、HHIA-S 的 AUC 分别为 0.964、0.948,与上述研究结果类似,表明两种检测方式对职业性噪声性听力损失患者的诊断效能均较好。本研究将 DIN、HHIA-S 及二者联合检测的灵敏度、特异度进行对比,发现 HHIA-S 灵敏度最高,联合检测的特异度最高。分析原因,本研究纳入对象均为门诊主动就诊患者,自我听力下降的意识较强,对 HHIA-S 问卷中与日常生活相关的问题更敏感,故可能致使灵敏度较高。联合检测虽使

表 2 不同听力损失者 PTA_{0.5~4 kHz}、DIN 及 HHIA-S 评分比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	PTA _{0.5~4 kHz} (dB HL)		DIN (dB)	HHIA-S(分)
		右耳	左耳		
轻度组	51	37.15±9.47	37.54±9.51	-11.09±1.03	7.54±2.37
中度组	27	46.39±12.15*	47.32±12.37*	-4.85±1.74*	18.13±4.02*
重度组	24	60.24±18.36*#	60.71±17.96*#	7.38±2.01*#	27.41±7.59*#
F		27.002	27.588	1227.025	166.113
P		0.000	0.000	0.000	0.000

*相比轻度组, $P<0.05$; #相比中度组, $P<0.05$

表3 DIN、HHIA-S与纯音听阈的相关性

指标	右耳		左耳	
	r	P	r	P
DIN	0.862	0.001	0.869	0.001
HHIA-S	0.885	0.001	0.897	0.001

表4 HHIA-S评分各子问题与PTA、DIN的相关性

序号	问题内容	评分均值	r	
			PTA判断 听力损失	DIN判断 听力损失
E1	当您遇到初次见面的人时, 听力问题是否会让您感到尴尬?	0.604	0.492	0.608
E2	当您和家人交流时, 您会由于听力问题而感到沮丧吗?	0.659	0.547	0.616
S3	听力问题会让您与同事或客户沟通理解有困难吗?	1.095	0.568	0.749
E4	您觉得听力方面的问题给你带来很大障碍吗?	1.068	0.675	0.725
S5	当您走亲访友时, 听力问题是否会给这些活动造成困难?	0.805	0.502	0.627
S6	听力问题会让您看电影或戏剧表演时感到困难吗?	0.629	0.407	0.558
E7	听力问题是否会导致您和家人发生争吵?	0.385	0.319	0.286
S8	听力问题是否会让您看电视或听收音机产生困难?	1.037	0.609	0.702
E9	您是否觉得听力方面的困难限制或者阻碍了您的个人生活或社会交往?	1.039	0.608	0.738
S10	当您和亲友在餐馆就餐时, 听力问题是否会给您带来困难?	1.157	0.625	0.668

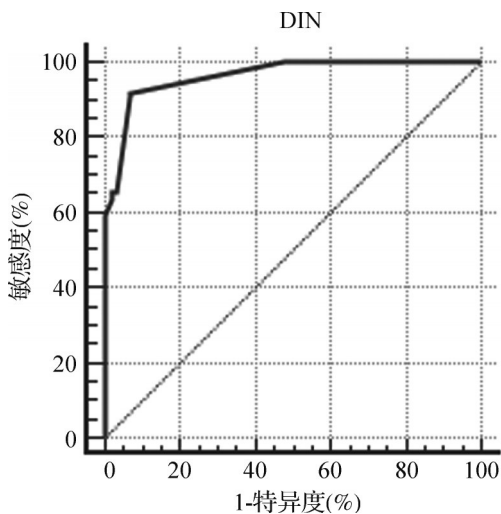


图1 DIN结果的ROC曲线

灵敏度相对下降, 但会提高其测试特异度。本研究中, DIN、HHIA-S的测试时长比纯音听力测试短, 进一步证实

HHIA_S评分

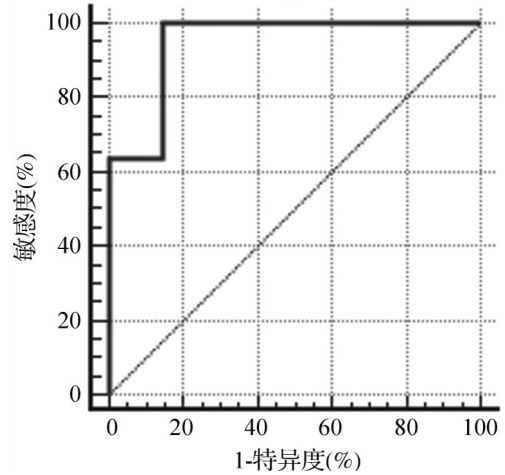


图2 HHIA-S评分的ROC曲线

表5 DIN、HHIA-S的评价指标

指标	灵敏度(%)	特异度(%)
DIN	92.16	93.33
HHIA-S	100.00	85.56
全部阳性	86.35	100.00

两种方法测试的可行性。此外, 测试期间虽有极个别受试者反映DIN、HHIA-S测试中存在一些问题, 但大部分受试者均顺利完成测试, 具有一定可操作性。

综上所述, 噪声下数字言语测试联合听力障碍筛查量表在职业性噪声性听力损失患者中的应用价值较高, 可作为纯音听力测试筛查听力损失的有效补充方案。本研究为单中心研究, 还有待后续多中心、大样本研究继续探究DIN联合HHIA-S在听力损失患者中的应用价值。

参考文献

- [1] 刘慧婷, 郑柏宁, 郭静宜, 等. 2011至2018年广州市职业性噪声聋新诊断病例的流行病学特征[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2020, 38(7):523-526.
- [2] Nieman CL, McMahon CM. The World Health Organization's World Report on Hearing: a call to action for hearing care providers[J]. J Laryngol Otol, 2020, 134(5):377-378.
- [3] 黄治物, 杨璐. 老年性聋的早期发现、诊断和预防[J]. 中华耳科学杂志, 2018, 16(3):382-388.
- [4] 元贝尔, 董瑞娟, 崔晶, 等. 成人体检人群听力筛查结果分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2020, 34(11):986-989.
- [5] 李炎姬, 古鑫, 李玉玲, 等. 噪声下数字言语测试的发展历史和临床应用[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2021, 28(6):356-359.
- [6] 余善法. 我国职业性噪声听力损失防治研究与实践[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2020, 38(2):81-83.
- [7] 陈知己, 袁伟, 刘雪莱, 等. 中文版听力障碍量表评估不同年龄听障患者主观听障程度的应用价值[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2022, 30(4):379-383.

- [8] 周蕊, 刘玉和, 张华, 等. 感音神经性听力损失患者普通话快速噪声下言语测试及评估[J]. 听力学及言语疾病杂志, 2018, 26(5):460-463.
- [9] Motlagh Zadeh L, Silbert NH, Sternasty K, et al. Development and validation of a digits-in-noise hearing test in Persian[J]. Int J Audiol. 2021, 60(3):202-209.
- [10] 元贝尔, 张天博, 傅新星, 等. 基于互联网的成人听力筛查材料特征值的建立[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 32(3):202-205.
- [11] Qi B, Dong R, Cui J, et al. Analysis of hearing screening results in adult health check-up population[J]. Lin Chung Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi, 2020, 34(11):986-989.
- [12] De Sousa KC, Smits C, Moore DR, et al. Diotic and Antiphase Digits-in-noise Testing as a Hearing Screening and Triage Tool to Classify Type of Hearing Loss[J]. Ear Hear, 2022, 43(3):1037-1048.
- [13] 古鑫, 李炎姬, 傅新星. 噪声下数字言语测试在听力筛查中的应用研究[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2021, 28(6):344-347.
- [14] 傅新星, 李炎姬, 古鑫, 等. 成人听力障碍筛查量表和噪声下数字言语测试在听力损失患者中的应用[J]. 中国耳鼻咽喉头颈外科, 2021, 28(6):340-343.
- [15] Ying GS, Maguire MG, Glynn RJ, et al. Tutorial on Biostatistics: Receiver-Operating Characteristic (ROC) Analysis for Correlated Eye Data[J]. Ophthalmic Epidemiol, 2022, 29(2):117-127.
- [16] 顾海玲, 孔维丽, 尹晓玲, 等. logistic 回归联合 ROC 曲线评价 IT-MAIS 得分在预测 0~36 月龄婴幼儿听力损失程度中的诊断价值[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(2):109-114.
- [17] Potgieter JM, Swanepoel W, Myburgh HC, et al. The South African English Smartphone Digits-in-Noise Hearing Test: Effect of Age, Hearing Loss, and Speaking Competence[J]. Ear Hear, 2018, 39(4):656-663.

收稿日期 2023-02-16
责任编辑 蒋春

《中国听力语言康复科学杂志》2022年合订本征订启事

《中国听力语言康复科学杂志》2022年合订本即将发行,定价100元/本(含邮资),欢迎广大读者订阅。应读者需求,往年度合订本继续发行,具体价格欢迎垂询。杂志订阅款通过银行转账汇至本刊,款到即寄杂志。

单位名称:《中国听力语言康复科学杂志》社有限责任公司

开户行:北京银行惠新支行

账号:01090376000120105061055

支付宝帐号:shjournal@sina.com

联系电话:010-84639344 订阅详细信息请发送至电子邮箱:shjournal@163.com

联系人:蒋春

淘宝店铺:

