

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.17.012
文章编号: 1005-8982 (2024) 17-0075-06

综述

嗓音声学检查的研究分析*

王倩茹¹, 卫旭东², 李雪雪³, 梁聪聪¹

(1. 甘肃中医药大学第一临床医学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 甘肃省人民医院耳鼻咽喉头颈外科, 甘肃 兰州 730000; 3. 兰州大学第一临床医学院, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 语言交流在人际交往中扮演着举足轻重的角色, 随着时代的发展和部分工作的需要, 越来越多的人出现了过度用嗓情况, 嗓音疾病的患病率也在逐年增加。嗓音声学正是针对该问题衍生出来的新兴学科, 其作为一个重要的医学领域, 同时也是耳鼻咽喉科的一个重要分支, 近年来受到了人们广泛关注。随着人们对生活质量要求的不断提高, 罹患嗓音相关疾病的患者和从事嗓音相关职业的人群对嗓音质量评估的关注度也越来越高。因此, 通过医学手段来评估嗓音质量的方法也越来越多。如何准确、客观地评估被检测者的嗓音质量和恢复情况, 对嗓音声学的研究具有重要意义。该文就嗓音声学检查的研究进展进行综述, 探讨国内外在这一领域的研究现状、存在的问题及未来发展方向。

关键词: 嗓音声学; 嗓音质量; 评估方法; 声学检测; 研究进展

中图分类号: R767.92

文献标识码: A

Study and analysis of voice acoustic examination*

Wang Qian-ru¹, Wei Xu-dong², Li Xue-xue³, Liang Cong-cong¹

(1. Gansu University of Chinese Medicine, Lanzhou, Gansu 730000, China; 2. Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Gansu Provincial People's Hospital, Lanzhou, Gansu 730000, China; 3. The First Clinical Medical College of Lanzhou University, Lanzhou, Gansu 730000, China)

Abstract: Language communication plays a pivotal role in interpersonal communication. With the development of The Times and the needs of some jobs, more and more people overuse their voice, and the prevalence of voice disorders is increasing year by year. Voice acoustics is a new subject derived from this problem. As an important medical field and an important branch of otolaryngology, it has received extensive attention in recent years. With the continuous improvement of people's requirements for quality of life, patients suffering from voice related diseases and people engaged in voice related practice pay more and more attention to voice quality assessment. Therefore, there is an increasing number of methods to assess voice quality through medical means. How to accurately and objectively evaluate the voice quality and recovery of the tested person is of great significance to the study of voice acoustics. This article will review the research progress of voice acoustic examination, and discuss the research status, existing problems and future development directions in this field at home and abroad.

Keywords: voice acoustics; voice quality; evaluation methods; acoustic detection; research progress

嗓音声学检查与语言学、声学、生理学、计算机科学、心理学等密切相关。如何将多个学科综合起

收稿日期: 2024-01-16

* 基金项目: 甘肃省卫生健康行业优秀青年人才项目(No:GSWSQN2021-002);国家自然科学基金(No: 81860475);甘肃省科技计划项目(No:23JRRA1321)

[通信作者] 卫旭东, E-mail: 13619329080@qq.com; Tel: 13619329080

来,对嗓音的质量给出更加全面、准确的评价,仍然是当今嗓音医师研究的热点之一^[1]。据统计,约 30% 的人曾出现过声音嘶哑。13 例成年人中至少有 1 例存在嗓音问题^[2]。有研究表明,2006~2015 年美国学龄儿童的嗓音疾病患病率从 1.4% 上升至 6.0%^[3]。一些职业用嗓者,例如歌手、销售员、教师、戏剧演员等都是嗓音疾病的高发人群^[4]。与此同时,>60 岁的老年人也是嗓音疾病的高发人群。考虑到以上现象,怎样更好地对嗓音障碍或嗓音疾病进行评估,从而做到早预防、早诊断、早治疗及术后康复治疗已经成为耳鼻喉科医师关注的重点。但是针对嗓音问题,目前国际上尚未制订出一个统一的评估标准。研究发现,当前嗓音声学评估检测方法主要分为主观心理评估和客观物理检测分析^[5]。主观评估主要是通过医生对患者嗓音的音高、音强、音质的主观听感知评分,或者是患者通过问卷形式对自身嗓音所进行的一个综合的评价^[6]。客观物理检测分析方法通常需要各种设备及专业的声学分析软件,对患者嗓音进行全方位的声学特征和形态学特征的详细分析^[7]。随着研究的深入,了解到目前客观检测方法主要包括嗓音声学分析、声带形态检测、声带运动检测、喉空气动力学检测及喉肌电图分析等。

1 主观评估方法与分析

主观评估一般分为两大类。第一类是属于医生对患者的嗓音情况所进行的主观听感知评价;第二类是患者对自身嗓音及发声状况的主观感受所进行的评估。两者都通常以量表或评分的形式出现。

1.1 主观心理听感知评估

关于医生对患者的评估方法,临床应用最多的是 GRBAS 分级^[7],主要包括:音哑总分度(G)、粗糙度(R)、气息度(B)、无力度(A)、紧张度(S)(见表 1)。将每一标准的嗓音主观听感知情况由轻到重分为 0~3 级^[8],0 级为正常,1 级为轻度异常,2 级为中度异常,3 级为重度异常。

1.2 自我评估量表

患者的自我主观评估方法中最常用的是嗓音障碍指数(voice handicap index, VHI)^[9],该量表通过检测功能(Functional, F)、生理(Physical, P)、情感

表 1 GRBAS 分级

英文缩写	英文全称	中文全称	中文释义
G	Grade	音哑总分度	对异常嗓音的总体感知程度
R	Roughness	粗糙度	发音不规则程度
B	Breathiness	气息度	气息声程度
A	Asthenia	无力度	发音弱或无力程度
S	Strain	紧张度	发音过度紧张或亢进程度

(Emotional, E) 3 个部分,将嗓音异常对患者生活质量的影响进行评分,总体评价称为 T(Total)。患者根据自己的情况对每个问题进行打分,0 分表示从来没有,4 分表示总是。对评分进行汇总,每一部分 10 个问题,0~40 分,总分 0~120 分。某一部分分数越高,表示嗓音问题对该部分的影响越大;总分越高,表示患者对自己嗓音情况的主观评估越严重^[10]。

1.3 主观评估方法的优、缺点及展望

主观听觉评估是判断患者嗓音障碍最简单、方便的方法,嗓音的自然属性决定了耳鼻喉科医师容易发现患者嗓音的变化。但是主观听觉评估非常依赖耳鼻喉医生的临床经验,具有较大随意性;患者的自我评估存在心理因素和受教育水平影响,容易导致结果判断出现偏差。因此,耳鼻喉科在未来对患者进行主观听觉评估的同时,需要配合一种或多种以物理学为特征,不受主观因素影响的检测方式。

2 客观检测方法与分析

随着科学技术的进步,嗓音物理检测技术有了快速发展,客观评估嗓音状况的方法也日新月异。客观检测分析方法主要包括:嗓音声学分析,音域图谱分析、声带形态学分析、声带运动学检测,喉部空气动力学检测等^[7]。

2.1 嗓音参数分析

2.1.1 嗓音参数分析研究现状 随着医学、声学、物理学和人工智能技术的发展,嗓音质量评估分析的研究也有了新的进展,特别是在嗓音声学参数方面^[11]。嗓音声学参数的测定主要依靠嗓音声学分析仪和软件^[12]。嗓音声学分析是一种客观的、定量的、非侵入性的、可重复的语音质量评估方法,通常用于检测和分析正常嗓音、艺术嗓音、病理性噪

音的声学特征^[13-16]。最常用的参数包括基频, 第 1、2、3 共振峰, 基音周期, 基频微扰, 振幅微扰, 平均微扰, 频率变动幅度, 谐噪比, 标准化噪声能量, 音调微扰系数等^[17]。常采用声学分析软件 ling WAVES 进行声学参数的测定, 嘱受试者在安静的室内环境中 (环境噪声 <40 dB), 口唇距离麦克风 30 cm, 在站立状态下平稳地连续发元音 /a:/ 多次, 每次 8 s 左右, 从采集的声样中取平稳段, 通过软件分别得出所需参数^[18]。此外, 人工神经网络可用于进行复杂的多参数分析, 大大提高了声学分析的效率。LI 等^[19]将录制的嗓音样本录入 BP (back propagation) 神经网络模型, 通过测试歌唱家对声带的控制情况, 发现其既可以客观评价嗓音质量, 也能有效地检测艺术嗓音工作者的病态嗓音与正常嗓音。

2.1.2 嗓音参数分析研究优缺点及展望 嗓音声学检测分析方法具有非侵入性、无创性的优点, 更容易被人们接受。目前来看, 声学参数是嗓音检测不可或缺的指标, 是嗓音声学检测分析中的重点, 但是在各种疾病中, 这些参数有细微波动并可能相互重叠, 而且考虑到目前无标准化的检测方法, 并且患者的配合程度各异, 可能对声学参数检查结果的可靠性产生不同程度的影响。在临床检查时, 耳鼻喉科医师应该结合患者病史、体征、主观听感知、声学检测、频闪喉镜、声门图、CT、MRI 等手段进行综合分析, 从主观和客观不同角度进行检测, 进而全面、准确地反映出患者嗓音和喉部的真正生理功能情况。声学检测具有较高的灵敏度, 主要用于功能性检测, 在频闪喉镜等形态学检查发现异常前就可早期检测出嗓音病变, 从而尽早治疗。结合其非侵入性的优点, 嗓音声学分析在未来不仅可以用于喉疾病的检测和治疗效果的监督, 更多的可以用于歌唱家嗓音质量的评估、监测歌唱家用嗓状况, 同时也可用于帮助声乐类学生的选拔、声乐科目考试和艺术表演人才的培养。

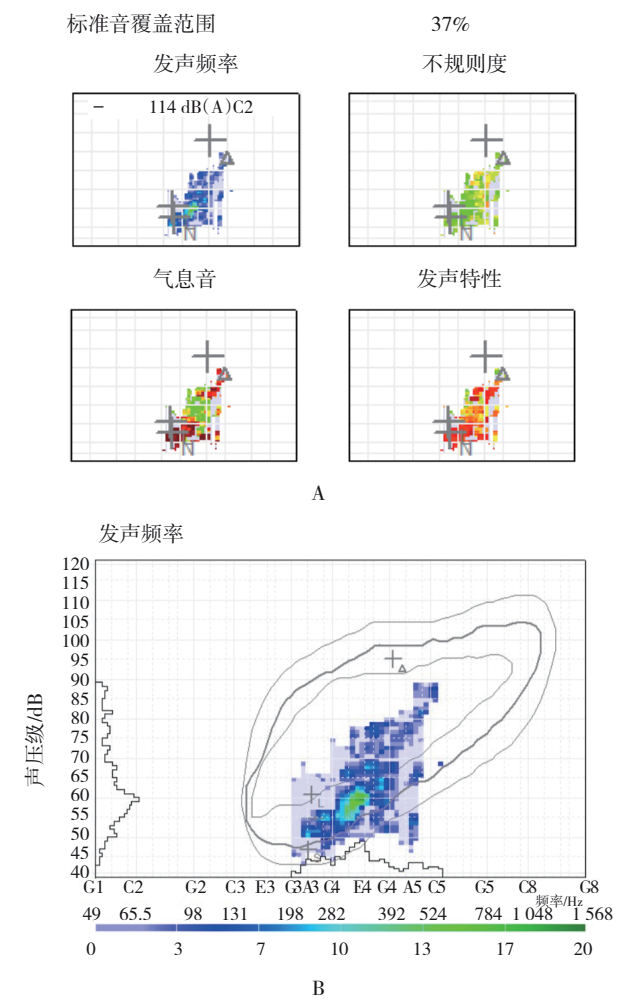
2.2 音域图谱分析

2.2.1 音域图谱分析现状 音域图是指将受试个体的最大发音频率范围与最大发音强度范围的相对关系用平面图形的方式进行显示, 在嗓音的客观评价中有重要意义^[20]。音域图主要通过测试受试者的极限嗓音能力, 从而客观地反映受试者的生理嗓音的最大功能和能力, 同时其也是艺术嗓音功能评

估和分类的重要工具, 经常被用于嗓音障碍患者治疗后的效果评估^[21]。

常用的测试方式是采用声学参数分析仪和软件, 将仪器调整到音域图模式, 由专业培训人员进行录制, 环境噪音 <40 dB, 被测者口唇距麦克风 30 cm, 用轻松的发声, 并逐步上升音调直至“喊叫”。可测量出被测者在不同频率上的最低音和最高音, 获取音域图 (见图 1) 并对其进行分析。其中发音障碍严重程度指数和最长发声时间作为音域图特征性指标近年来得到国内外的广泛认可^[22], 这两者均是多个嗓音参数指标综合评估的结果^[23]。音域图在欧洲等国家普遍使用, 我国目前对此项声学参数的研究相对较少。

2.2.2 音域图分析研究优缺点及展望 音域图和



A: 标准音域覆盖范围; B: 歌唱嗓音模块测试结果, 横坐标代表频率 (Hz), 纵坐标代表声压级 (dB)。

图 1 音域图

声学参数检测一样,具有非侵入性、无创性的优点,与单项客观指标相比,其可以更全面、简便地评估受试者的嗓音障碍程度。主要检测受试者嗓音的生理学极限和能力,可以直观地体现嗓音障碍对最大音域的影响以及嗓音损害严重程度,为早期嗓音疾病提供诊断依据^[24]。徐丹等^[25]在比较分析职业用嗓人群中无声带病变者的音域图和嗓音疲劳测试结果差异中,测得正常组的最长发声时间为 (23.6 ± 1.0) s。鉴于其可以显示个体受试者的最大发声强度范围与最大发声频率范围,且用二维图形做了直观展示,非医学专业人群也可以轻松读懂检查结果。未来将更多地被运用到声乐类行业,比如艺术嗓音质量的评估、声乐类声部分划分、声学训练结果的监测等。

2.3 频闪喉镜检查

2.3.1 频闪喉镜检查研究现状 通过频闪喉镜对喉部形态进行检查是目前临床中最具价值的检查手段之一,并且在临床运用得已经相当成熟^[26]。其可以直观地观察声带运动,为其疾病的诊断和嗓音相关疾病治疗前后的对比提供客观依据^[27]。目前喉镜检查不仅用于喉部疾病检测,也可用于协助困难气道插管和喉部疾病的治疗。检测时常用的观察指标有:声带的光滑度、声带振动的对称性、声带振动的周期性、声带振动的振幅、声门闭合情况、声带振动时产生的黏膜波、非振动部分和喉部病变等^[28]。

2.3.2 频闪喉镜检查研究优缺点及展望 频闪喉镜在临床的使用具有普遍性和易操作性,检查过程中可以从计算机上直观地检查喉部及声门、声带情况,检测形态学,极少出现误诊和漏诊,准确率极高。但是因为需要进入被测者的喉腔内部进行检查,当其作为常规的嗓音声学检测时,部分从事嗓音工作的人员可能表示拒绝配合。笔者期望研究出更多的“喉镜+”仪器,可以使声带息肉、声带白斑的患者不用住院仅在门诊就可接受治疗。

2.4 声门图检测

2.4.1 声门图检测研究现状 声门图是临床通过特殊的仪器设备和计算机系统测量声带动态变化过程而得到的曲线。声门图主要有光声门图、动态声门图、超声声门图和电声门图^[29]。声门图检测方式多样,每种检测方式原理也各不相同。光声门图检测是一种侵入性的检测方法,SUNDBERG等^[30]通

过把动态喉镜和光声门图仪相结合来对声门的面积进行定量测量。动态声门图是将喉动态镜所采集的图像,与计算机系统相关联,再进行声门图像的整体处理,从而绘制出反映声门开闭情况的曲线^[31]。超声声门图是把负责发射和接收的两个探头对称地紧贴在两侧甲状软骨板表面的皮肤上,通过声带振动时引起的超声波幅度的变化来获得横面积变化^[32]。电声门图是将两片电极对称放置在甲状软骨处,在电极上施加一个固定频率的恒定电流(或电压),通过测量受声带振动调制的阻抗(或导纳)而得到的结果^[33]。

2.4.2 声门图检测研究优缺点及展望 声门图检测中,电声门图检测方式因其无创性和不受上声道干扰的特点在临床应用最广,可用于喉部疾病诊断,得到科学、量化的数据^[34]。儿童的声门面积较小,导致不论哪种声门图检测,所得到的波幅都较小,不便于观察,因此如何将声门图应用于儿童嗓音疾病的检查还需要进一步的探索。

2.5 影像学检测分析

2.5.1 影像学检测研究现状 MÜRBE等^[35]研究表明,利用X射线摄影测量声带长度后提示24位女高音和13位女中音的声带平均长度相同,均为12 mm。但是HILDEBRANDT^[36]报道,通过测量女性声带平均长度(14~21 mm),发现女中音的声带长度比女高音长了3 mm,初步表明声带长度与音高、发音模式等因素有关。

2.5.2 影像学检测研究优缺点及展望 嗓音疾病的病变组织通常较小,同时考虑到喉部解剖结构的特殊性和复杂性,单纯依靠目前的影像检查技术诊断嗓音疾病极有可能漏诊,延误最佳治疗时机。在研制出喉部专用CT或彩超之前,耳鼻喉科医师在影像学检查的同时还需要辅助其他声学检测结果。

3 总结

不论是问卷调查,还是软件分析,单一的检查结果由于受各种干扰因素的影响,在准确性上总会有不同程度的欠缺。目前国际上没有嗓音声学疾病诊断相关的明确指南,故而在临床工作中医生对发病初期的嗓音问题可能会出现误诊、漏诊事件,因此,怎样结合多种检查方式对患者的嗓音质量给出精准、灵敏的评估仍是未来需要研究的重点。耳

鼻喉医师对患者嗓音医学检测结果进行综合分析时,应做到以下几点:进行病因诊断;确定病变的程度和范围;评估嗓音障碍程度和特性;依靠检查结果制订治疗方案;通过检测治疗前后的变化对治疗方案和预后进行评估。

参 考 文 献 :

- [1] JOVER LLOPIS A, GUANIPA-SIERRA W, GARCÍA MACERO R A. Perception of the current situation of medical training in phoniatrics in Spain: a descriptive study[J]. *Rehabilitacion (Madr)*, 2023, 57(4): 100782.
- [2] YAGNAVAJJULA M K, MITTAPALLE K R, ALKU P, et al. Automatic classification of neurological voice disorders using wavelet scattering features[J]. *Speech Commun*, 2024, 157: 103040.
- [3] 陈玥竹, 于凌昱, 吕丹, 等. 喉部超声检查对儿童嗓音疾病诊断的意义[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2020, 28(4): 450-451.
- [4] GONZÁLEZ-GAMBOA M, SEGURA-PUJOL H, OYARZÚN P D, et al. Are occupational voice disorders accurately measured? a systematic review of prevalence and methodologies in schoolteachers to report voice disorders[J]. *J Voice*, 2022. DOI: 10.1016/j.jvoice.2022.10.023. Epub ahead of print.
- [5] 张明星, 温武. 嗓音主、客观评价指标的研究[C]//中华医学会第十次全国耳鼻咽喉-头颈外科学术会议论文汇编(上). 中国江苏南京: 中华医学会, 2007: 511-512.
- [6] KONANE D, TIEMOUNOU S, OUEDRAOGO W. Impact of languages and accent on perceived speech quality predicted by perceptual evaluation of speech quality (PESQ) and perceptual objective listening quality assessment (POLQA): case of Moore, Dioula, French and English[J]. *Open J Appl Sci*, 2021, 11(12): 1324-1332.
- [7] MATHAD V C, LISS J M, CHAPMAN K, et al. Consonant-vowel transition models based on deep learning for objective evaluation of articulation[J]. *IEEE/ACM Trans Audio Speech Lang Proces*, 2023, 31: 86-95.
- [8] BENOY J J, JAYAKUMAR T. Effect of anchor voices and listener expertise on auditory-perceptual judgments of voice quality using the GRBAS scale[J]. *J Voice*, 2024. DOI: 10.1016/j.jvoice.2023.12.011. Epub ahead of print.
- [9] HWANG H, LEE S, PARK H Y, et al. Investigating the impact of voice impairment on quality of life in stroke patients: the voice handicap index (VHI) questionnaire study[J]. *Brain Neurorehabil*, 2023, 16(1): e10.
- [10] KRISHTOPOVA M A, SEMENOV S A, PETROVA L G. Linguistic adaptation and validation of the voice handicap index (VHI) -30 in patients with dysphonia into Russian[J]. *Vestn Otorinolaringol*, 2021, 86(3): 20-27.
- [11] CONVEY R B, LAUKKANEN A M, YLINEN S, et al. Analysis of voice in Parkinson's disease utilizing the acoustic voice quality index[J]. *J Voice*, 2024. DOI: 10.1016/j.jvoice.2023.12.025. Epub ahead of print.
- [12] PARLAK M M, SAYLAM G, BABADEMEZ M A, et al. Voice analysis results in individuals with Alzheimer's disease: how do age and cognitive status affect voice parameters[J]. *Brain Behav*, 2023, 13(11): e3271.
- [13] MACIEJEWSKA B, MACIEJEWSKA-SZANIEC Z, MAŁACZYŃSKA B, et al. Acoustics features of voice in adolescent females with anorexia nervosa[J]. *J Voice*, 2023. DOI: 10.1016/j.jvoice.2023.04.012. Epub ahead of print.
- [14] BRIEND F, DAVID C, SILLERESI S, et al. Voice acoustics allow classifying autism spectrum disorder with high accuracy[J]. *Transl Psychiatry*, 2023, 13(1): 250.
- [15] TERNSTRÖM S. Special issue on current trends and future directions in voice acoustics measurement[J]. *Appl Sci*, 2023, 13(6): 3514.
- [16] CROCKER C, TOLES L E, MORRISON R A, et al. Relationships between vocal fold adduction patterns, vocal acoustic quality, and vocal effort in individuals with and without hyperfunctional voice disorders[J]. *J Voice*, 2024. DOI: 10.1016/j.jvoice.2023.12.012. Epub ahead of print.
- [17] 常森, 李育军, 张森, 等. 嗓音障碍患者各参数得分评估与咽喉反流分析[J]. *中国眼耳鼻喉科杂志*, 2023, 23(1): 39-43.
- [18] SUN Y X, ZHAO W S, KANG X X, et al. Speech acoustic parameters for predicting presbyphagia: a preliminary study in the elderly shanghai population[J]. *J Voice*, 2024. DOI: 10.1016/j.jvoice.2024.01.001. Epub ahead of print.
- [19] LI X W, OUYANG H B. Evaluating artistic voice of singing objectively using BPNN[J]. *Adv Mat Res*, 2012, 546-547: 1240-1244.
- [20] 朴美兰, 王小琴, 魏凡竣. 唱音音域和话音音域在声带息肉患者术后疗效评估中的应用[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2021, 29(4): 415-419.
- [21] LIMA M M D S, VASCONCELOS D D, REIS S C S D, et al. Effects of the voiced tongue trill technique in glissandos on the voice range profile of choir members: a preliminary study[J]. *J Voice*, 2022. DOI: 10.1016/j.jvoice.2022.05.014. Epub ahead of print.
- [22] LEE H, JUNG K, HWANG Y. Correlation studies of DSI and VHI - focused on vocal nodule & LPR - [J]. *Phon Speech Sci*, 2016, 8(4): 123-129.
- [23] DIENEROWITZ T, PESCHEL T, VOGEL M, et al. Establishing normative data on singing voice parameters of children and adolescents with average singing activity using the voice range profile[J]. *Folia Phoniatr Logop*, 2021, 73(6): 565-576.
- [24] SEOK J, RYU Y M, JO S A, et al. Singing voice range profile: new objective evaluation methods for voice change after thyroidectomy[J]. *Clin Otolaryngol*, 2021, 46(2): 332-339.
- [25] 徐丹, 刘雪莱, 周诗侗, 等. 职业用嗓人群音域图和嗓音疲劳测试分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2019, 29(10): 58-61.
- [26] OKASAKI P T, KORN G P, NETO J C, et al.

- Laryngostroboscopic findings in postmenopausal women[J]. Clin Exp Obstet Gynecol, 2019, 46(3): 418-422.
- [27] 陈仁辉, 吴敏健, 杨金珊, 等. 频闪喉镜和气流动力学检测在预判甲状腺术后单侧声带麻痹早期恢复声带运动的价值[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2022, 36(10): 776-780.
- [28] THUESEN M A, MCGLASHAN J, SADOLIN C. Curbing-the metallic mode in-between: an empirical study qualifying and categorizing restrained sounds known as curbing based on audio perception, laryngostroboscopic imaging, acoustics, LTAS, and EGG[J]. J Voice, 2017, 31(5): 644.e1-644.e10.
- [29] SUNDBERG J. Flow glottogram and subglottal pressure relationship in singers and untrained voices[J]. J Voice, 2018, 32(1): 23-31.
- [30] SUNDBERG J. Objective characterization of phonation type using amplitude of flow glottogram pulse and of voice source fundamental[J]. J Voice, 2022, 36(1): 4-14.
- [31] KOPCZYNSKI B, NIEBUDEK-BOGUSZ E, PIETRUSZEWSKA W, et al. Segmentation of glottal images from high-speed videoendoscopy optimized by synchronous acoustic recordings[J]. Sensors, 2022, 22(5): 1751.
- [32] JING B W, CHIGAN P J, GE Z T, et al. Visualizing the movement of the contact between vocal folds during vibration by using array-based transmission ultrasonic glottography[J]. J Acoust Soc Am, 2017, 141(5): 3312.
- [33] TOMASZEWSKA J Z, GEORGAKIS A. Electroglottography in medical diagnostics of vocal tract pathologies: a systematic review[J]. J Voice, 2023. DOI: 10.1016/j.jvoice.2023.12.004. Epub ahead of print.
- [34] 廖成钜, 潘锦梅, 陈少彬, 等. 励-协夫曼言语治疗对帕金森病构音障碍患者电声门图参数、言语功能的影响[J/OL]. 重庆医学: 1-6. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.r.20240202.1544.003.html>.
- [35] MÜRBE D, ROERS F, SUNDBERG J. Voice classification in professional singers: the influence of vocal fold length, vocal tract length and body measurements[J]. HNO, 2011, 59(6): 556-562.
- [36] HILDEBRANDT S. Anatomische gesellschaft from 1933 to 1950: a professional society under political strain - the Benninghoff papers[J]. Ann Anat, 2013, 195(5): 381-392.

(张西倩 编辑)

本文引用格式: 王倩茹, 卫旭东, 李雪雪, 等. 嗓音声学检查的研究分析[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(17): 75-80.

Cite this article as: WANG Q R, WEI X D, LI X X, et al. Study and analysis of voice acoustic examination[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(17): 75-80.