

doi: 10.3969/j.issn.1672-4933.2023.04.018

口罩对发声影响的研究进展

Research Progress on the Effect of Face Masks on Vocalization

高雍象¹ 吴迪² 余玉萍³ 冯岩⁴ 王佳汝¹ 田成华¹

GAO Yong-Xiang, WU Di, YU Yu-Ping, FENG Yan, WANG Jia-Ru, TIAN Cheng-hua

【摘要】在新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情背景下,口罩作为应对疫情的重要防护措施,使用日益频繁。口罩覆盖在口腔、鼻腔上,阻碍了声音的传播,会对中高频率段的声音产生衰减。佩戴者在发声时可能会受到潜在影响。本文阐述了佩戴口罩后的声学特性,及其对呼吸、发声、共鸣的改变,以及自我问卷报告进行分析,探讨口罩对发声的潜在影响。

【关键词】口罩;嗓音;声学;新型冠状病毒肺炎;呼吸功能;共鸣

【Abstract】In the context of the novel coronary pneumonia (COVID-19) epidemic, face masks are used with increasing frequency as an important protective measure in response to the epidemic, which hinders the sound transmission and acts as a low pass filter to attenuate the sound in the middle and high frequency bands. In addition, and the wearer may be potentially affected during vocalizing. This paper focuses on the acoustic properties of the mask, the changes of respiration function, vocalization and resonance after wearing the mask, and the self-questionnaire report to explore the potential effects of the mask on vocalization.

【Key words】Mask; Voice; Acoustics; COVID-19; Breathing ability; Resonance

1 引言

新型冠状病毒肺炎(COVID-19)是一种具有高度传染性的呼吸道疾病,近几年,对全球人民的生活及世界经济产生了严重影响。COVID-19的传播途径主要有呼吸道飞沫传播、接触传播、空气气溶胶传播,佩戴口罩可以有效阻碍病毒传播,口罩作为应对疫情的重要措施,使用日益频繁^[1]。口罩具有对中高频率段声音衰减的作用^[2-4]。由于口罩遮盖口部、面部,对话时人们无法获得相关视觉信息,对日常交流,特别是对听障人士产生了严重影响。此外,口罩覆盖在口腔及鼻腔上,佩戴者在发音时会受到潜在影响^[3,5-7]。目前,国内对口罩对发声的影响研究关注较少。本文对口罩的声学特性、佩戴口罩后对呼吸、发声、共鸣的改变及自我问卷报告进行分析,探讨佩戴口罩对发声带来的潜在影响及听障人士日常交流可能会产生的问题。

2 口罩的声学特性

口罩覆盖在口腔、鼻腔上,阻碍了声音的传播,起低通滤波器(low pass filter)的作用^[8]。Oren等^[9]通过记录

佩戴不同类型口罩的人体模型口中微型扬声器发出的歌声,对不同类型口罩对声音的衰减作用进行评估。结果表明外科口罩衰减了3~5 kHz频率范围的声音,N95口罩衰减了2~5 kHz及6 kHz以上频率范围的声音。对于低于2 kHz频率范围的声音,两种口罩都起了一定放大作用,外科口罩对4.5~7 kHz频率范围的声音起放大作用。Wolfe等^[8]以白噪声为信号进行研究发现,外科口罩对声音基本没有衰减作用,而N95口罩及布口罩对4~8 kHz频率范围的声音造成约2~3 dB衰减。塑料面罩对4~8 kHz频率范围的声音造成3~6 dB衰减。Corey等^[4,10]通过头形扬声器和真人说话者作为声源实验,发现外科、N95及KN95口罩对1 kHz以下频率段声音没有影响,外科口罩和KN95口罩的峰值衰减约4 dB,N95口罩造成的高频衰减略多,造成的峰值衰减约6 dB,面罩在高频处的衰减达到10~14 dB,在低频处也造成一定影响。从上述研究可知,口罩对声音的衰减集中在中高频,透明面罩对中高频率段声音的衰减最大,其次是N95、KN95和外科口罩。但透明塑料口罩可以让人们看到嘴唇的动作和面部表情,对于依赖视觉提示进行交流的人群是较好选择。

基金项目:宁波市康复医院院级科研基金(2022KY11)

作者单位:1 宁波市康复医院 宁波 315100

2 杭州师范大学经亨颐教育学院心理(特教)系 杭州 311100

3 上海力声特医学科技有限公司 上海 200120

4 浙江中医药大学 杭州 310053

作者简介:高雍象 本科 康复治疗师;研究方向:听力及言语康复

通讯作者:田成华,E-mail:20071044@zcmu.edu.cn

通过口、面部视觉信息,重度和极重度听障人群在噪声中语音感知可得到大幅改善^[2,11]。

口罩的材料和编织方法是其声学性能重要的变量,高频声音易受空气和织物孔隙间摩擦影响,透气面料可传递更多声音,对中高频的抑制作用较少^[2,12]。低频率声音则受共振影响,在某些频率下织物可能会产生共振,从而起放大声音的作用^[12,13]。由于口罩不能与口腔及面部完全贴合,口罩与皮肤间的空隙会形成小共鸣腔,对某些频率段的声音起放大作用^[14]。1~3 kHz频率段的声音对言语可懂度有重要作用,口罩影响的频率段从2 kHz甚至1 kHz开始,可能对语音的可懂度造成影响^[14]。

目前,对口罩声学特性的研究较少,且在实验实施上各不相同。在今后的研究中可以对声源类型、给声材料、录音设备的参数及其距桌面的高度、角度、与声源的距离进行规范化,以提高数据的可靠性、可重复性,更好地将实验数据运用于改良口罩的声学特性及助听器、人工耳蜗的增益补偿等相关研究中。

3 佩戴口罩对发音的影响

3.1 佩戴口罩对呼吸功能的影响

口罩的使用会造成佩戴者在吸气时更加费力且气流摄入量减少,导致佩戴者在说话时难以协调呼吸-发声系统^[6]。常用的呼吸能力测试有声门下压(subglottic pressure, SGP)、声门阻力(glottal resistance, GR)、平均气流率(mean flow rate, MFR)、最长发声时间(maximum phonation time, MPT)等^[15]。MPT是深吸气后持续发元音的最长时间,是衡量言语呼吸支持能力的简单易行指标^[16]。呼吸方式不当、气流动力支持较弱、发声与呼气运动不协调、声门闭合能力差等问题常造成MPT小于正常值^[17]。佩戴外科口罩后受试者MPT无显著差异,提示佩戴外科口罩后并未对言语呼吸产生影响,这可能由于口罩设计较为宽松,未影响正常呼吸^[5,17]。>45岁人群佩戴外科口罩后MPT下降,≤45岁人群佩戴外科口罩后MPT升高,且两组间有统计学意义。推测外科口罩起物理屏障作用,在一定程度上降低了受试者的肺活量。老年人弥补肺活量损失更为困难,使得>45岁人群佩戴外科口罩后MPT出现显著下降^[7]。s/z比反映发声时声门调节情况,是言语呼吸疾病的诊断依据之一。与不戴口罩相比,佩戴外科口罩及FFP3口罩后s/z比并无显著变化^[18]。目前,在佩戴口罩对呼吸功能影响的研究较少,且评估手段较为单一,主要通过MPT进行分析^[7,17]。因此,未来可以对佩戴口罩后平均气流率、声门下压、声门阻力等进行测量,进一步研究佩戴口罩对呼吸的影响。

3.2 佩戴口罩对发声功能的影响

3.2.1 佩戴口罩对响度的影响 把扬声器作为声源,有学者证实口罩作为低频滤波器对中高频率段声音起衰减作用,一个人发音需要呼吸、发声、共鸣多因素协调,相较于扬声器给声存在较多变量^[3,4,8~10]。响度反映了声带振动的幅度,听觉感知上反映声音的大小。与未佩戴口罩相比,受试者在佩戴外科口罩后,发声响度无显著差异,但佩戴外科口罩后发声响度降低的人数(65%)略高于响度提高的人数(35%)^[16]。与不戴口罩相比,受试者在佩戴口罩后声音响度有显著增加。学者把佩戴口罩后声音响度提升的原因归结于听觉反馈,当受试者佩戴口罩后说话清晰度下降,驱使人们提高响度使其声音更清晰^[7,13,19]。若长期佩戴口罩,以不适宜的方式补偿响度可能会造成发声费力、不适、疲劳,增加嗓音障碍的风险^[5]。

3.2.2 佩戴口罩对音调的影响 基频(fundamental frequency, F_0)是声带振动的固有频率,听觉感知上反映音调的高低。佩戴外科口罩后, F_0 有上升趋势,但与未戴口罩相比无显著差异,推测为听觉反馈的结果^[18]。在佩戴外科口罩后, F_0 无显著变化,这可能由于口罩对声音的衰减作用集中在中高频,对1 kHz以下频段的声音影响较小^[2,5,13,16]。相对基频(relative fundamental frequency, RFF)是在紧邻清辅音的元音中测得的基频变化,反映发声功能亢进状况,并用作可能受瞬时情绪状态影响的量度^[20]。在佩戴口罩,尤其是KN95口罩后,RFF偏移显著降低,推测是由于佩戴口罩后喉部肌肉紧张造成^[19]。

3.2.3 佩戴口罩对音质的影响 基频微扰(jitter)为基频的变化率,用于度量指定的一个周期与它相邻几个周期的差异,主要反映粗糙声程度;幅度微扰(shimmer)为相邻周期间声波幅度的变化,主要反映嘶哑声程度。佩戴不同类型口罩,jitter、shimmer均未出现显著变化。佩戴外科口罩,jitter及shimmer有显著降低^[7]。这两个参数越小表示声带振动越稳定^[21]。随着响度的增加,jitter和shimmer会随之减少,两个参数的降低并不表示佩戴口罩后声带振动趋于稳定,可能由于响度和基频的提升造成^[7,22]。

谐噪比(harmonic-to-noise ratio, HNR)为长时平均谱(long-term average spectrum, LTAS)中1.5~4.5 kHz频率范围的非谐波能量与70~4500 Hz范围的谐波总能量之比^[21]。用于确定信号中的噪声量,HNR是声音嘶哑的量化指标^[18]。与未戴口罩相比,佩戴(外科、布和N95)口罩后HNR并无显著变化^[2,3,16],佩戴外科口罩后HNR无显著变化,但佩戴FFP3口罩后HNR显著提高^[18]。在佩戴外科口罩及N95口罩后HNR均有显著提升。推测导致HNR提升的原因有以下3方面:(1)语音中的声门噪声成

分处于高频范围,口罩对中高频段声音起衰减作用,从而提高HNR。(2)佩戴口罩时,张嘴的阻力增大,发音时鼻腔共振增强,当元音转变为鼻音时HNR会提升^[23,24]。(3)佩戴口罩类似于将双手捂住嘴巴,会减少声音的衰减,增加口腔共振,从而促使人们更有效的发声^[5]。

3.3 佩戴口罩对共鸣能力的影响

第一共振峰(F_1)的频率反映咽腔的共鸣状态, F_1 频率同舌位高低成负相关,舌位越高 F_1 频率越低;第二共振峰(F_2)的频率反应口腔的共鸣状态, F_2 频率同舌的前后伸缩呈正相关,舌位越向前, F_2 频率越高;而第三共振峰(F_3)的频率同软腭升降呈正相关, F_3 频率与唇形有关,唇外展时 F_3 频率升高^[25,26]。佩戴口罩后,/a/音的 F_3 频率显著下降, F_1 和 F_2 频率呈上升趋势,但无显著差异。推测其原因,一方面受试者通过听觉反馈改变说话习惯,发音时自动调整舌、软腭等发音器官的相对位置,从而改变声道,影响共振峰频率;另一方面,口罩覆盖在口腔、鼻腔外,阻碍了声音的传播,起低通滤波器的作用,会对中高频频率段的声音起衰减作用,/a/音 F_3 频率处于衰减范围内^[7]。对于男性受试者,在同时佩戴外科口罩和KN95口罩(外科口罩在内,KN95口罩在外)时,/a/音 F_2 频率显著降低;而对于女性受试者,相较于不佩戴口罩,在佩戴布口罩后/a/音 F_2 频率显著下降,佩戴外科口罩后,/a/音 F_2 频率显著上升^[13]。

目前,学者对于佩戴口罩对发声影响的研究均通过受试者佩戴口罩前后发声变化进行对比,探究佩戴口罩对发声的即时影响。佩戴口罩后发声变化的原因大致归于:(1)口罩声学特性的作用;(2)听觉反馈的作用。在新型冠状病毒肺炎(COVID-19)疫情背景下,佩戴口罩已成为人们日常生活的一部分。长期佩戴口罩,人们发声是否会因长时间的听觉反馈而产生变化,目前尚无研究。

4 自我问卷报告

嗓音障碍指数(voice handicap index, VHI)^[27]由Jacobson于1997年提出,由功能(function, F)、生理(physical, P)和情感(emotion, E)3个范畴组成,每一范畴包括10个条目,共30个条目。由于30个条目较为费时,Rosen等^[28]选出其中的10个条目组成VHI-10简化版。Heider等^[29]通过对COVID-19高风险医院的医护人员进行问卷调查发现,26.24%的人在VHI-10问卷中得分异常,佩戴口罩4~8小时和8~12小时人群的VHI评分高于1~4小时人群。在长期佩戴口罩者VHI提高主要源自生理范畴,而短期佩戴口罩者VHI提高源自情感及功能范畴^[30]。人们普遍反应在佩戴口罩后出现呼吸协调困难,发声费力及沟通困难^[6,16,29,30]。佩戴口罩时间较长人

群嗓音疲劳指数(voice fatigue index, VFI)及声道不适症指数(vocal tract discomfort, VTD)(程度及频率)均高于戴口罩时间较短人群^[6,30]。综上,自我问卷报告佩戴口罩后语音清晰度有所降低,由于要维持对话时的可懂度,发声时需要更加费力,并且戴口罩后会对呼吸协调造成一定影响,在长时间、高频次的佩戴下可能引发嗓音障碍。

5 佩戴口罩对于听障人士的影响

5.1 佩戴口罩对于听障人士言语识别的影响

口罩阻碍了人们对话时从嘴唇和面部动作中获取信息。口部动作提供了有关辅音信息,对噪声中的言语识别有积极影响,尤其对于听障人士^[31]。通过口部及面部信息,噪声中的言语识别率可提高40%^[32,33]。口罩使中高频段的声音衰减,因此,语言信号与有轻微高频听力损失人群感知的语音相似。

对于所有受试者在无佩戴口罩、外科口罩和N95口罩条件下,单词识别分数逐步下降。与听力正常的参与者相比,听力损失参与者在所有类型口罩条件下的表现更差,在佩戴N95口罩条件下,单词识别率降至<50%。在此研究中,受试者不是通过听力测试结果进行分组,其自述听力损失具有较大主观性^[34]。Poon等^[35]通过问卷调查发现,超过80%的自述听力损失受访者表示戴口罩对言语理解产生影响。

Jacobson等对正常听力、中度及重度听损人群不戴口罩(仅听觉)、不戴口罩(听觉和视觉)、戴透明口罩(仅限听觉)、戴透明口罩(听觉和视觉)、戴纸口罩(仅限听觉)在5种不同条件下进行连接语音测试(connected speech test, CST),设置输出大小为65 dB HL,背景噪声为four-talker babble(+10 dB SNR)。研究发现,对于正常听力、中度听损人群无论是否有视觉提示、口罩,言语识别均无显著影响。重度听损人群言语识别则出现较大困难,通过视觉提示,噪声中言语识别有显著改善^[36]。该研究没有统计中度听损及重度听损人群助听后听阈,两组受试者的助听效果可能存在差异。噪声下言语测试仅在+10 dB SNR条件下进行,SNR设置较为单一,在较高SNR下组别间的差异较小,可降低SNR进行测试。

5.2 佩戴口罩对听障人士助听设备配戴的影响

在佩戴口罩时,口罩耳绳需系于双耳后。耳背式助听器及人工耳蜗外机需挂在耳背,两者位置出现重叠,会造成佩戴时不适。在取下口罩时,口罩耳绳可能会导致助听设备掉落,易造成助听设备损坏及丢失。

6 总结及展望

由于中高频段声音的衰减及视觉信息的缺失,佩

戴口罩对听损人群日常交流产生了极大影响。为了弥补中高频段声音的衰减,可以为助听器、人工耳蜗等助听设备程序增加中高频段声音的补偿^[11]。但由于口罩类型、测试环境、语音材料等不同,不同学者对口罩衰减效果的结论略有不同,需要进一步研究得到合适的补偿参数。教师在特殊教育学校对听损学生的授课中可以采用透明塑料面罩,通过唇部的视觉信息及面部表情提高日常交流水平。

在佩戴口罩后,jitter、shimmer、MPT、F₀、HNR等测试未出现显著差异^[2,3,7,16,23]。提示患者可佩戴口罩进行上述测试,在疫情背景下,降低医护人员暴露风险。在佩戴口罩后,由于听觉反馈的作用,声音的响度会有一定提高。响度的提升会使jitter、shimmer下降。佩戴外科口罩后HNR无显著变化,但在佩戴过滤能力更好的K95口罩、FFP3口罩后HNR显著提升^[2,3,16,18,23]。因此,在进行HNR检查时,佩戴外科口罩可得到较为准确的结果。上述学者探究了佩戴口罩后对发声的即时影响。长期佩戴口罩下,人们发声是否会因长时间的听觉反馈产生变化,目前尚无研究。未来可通过横向研究比较短时和长期佩戴口罩受试者发声差异,或通过纵向研究追踪同一批受试者佩戴口罩后的发声情况,验证长期佩戴口罩对人发声是否存在潜移默化的影响。

佩戴口罩会影响呼吸协调,改变声音的感知特征,增加声道不适程度,在长时间、高频次的佩戴下可能引发嗓音障碍^[6,30]。提示在疫情背景下要注意日常嗓音保健,科学用嗓。通过适当的嗓音训练预防嗓音障碍。

参考文献

- [1] Guo ZD, Wang ZY, Zhang SF, et al. Aerosol and Surface Distribution of Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 in Hospital Wards, Wuhan, China, 2020[J]. *Emerging Infectious Diseases*, 2020, 26(7): 1583-1591.
- [2] Cavallaro G, Di Nicola V, Quaranta N, et al. Acoustic voice analysis in the COVID-19 era[J]. *Acta Otorhinolaryngologica Italica: Organo Ufficiale Della Societa Italiana Di Otorinolaringologia E Chirurgia Cervico-Facciale*, 2021, 41(1): 1-5.
- [3] Magee M, Lewis C, Noffs G, et al. Effects of face masks on acoustic analysis and speech perception: Implications for peri-pandemic protocols[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2020, 148(6): 3562.
- [4] Corey RM, Jones U, Singer AC. Comparison of the Acoustic Effects of Face Masks on Speech[J]. *The Hearing Journal*, 2021, 74(1): 36,38,39.
- [5] Shekaraiah S, Suresh K. Effect of Face Mask on Voice Production During COVID-19 Pandemic: A Systematic Review[J/OL]. *Journal of Voice*, 2021-10-11.
- [6] Ribeiro VV, Dassie-Leite AP, Pereira EC, et al. Effect of Wearing a Face Mask on Vocal Self-Perception during a Pandemic[J]. *Journal of Voice*, 2022, 36(6): 878.e1-878.e7.
- [7] Lin Y, Cheng L, Wang Q, et al. Effects of Medical Masks on Voice Assessment During the COVID-19 Pandemic[J/OL]. *Journal of Voice*, 2021-05-09.
- [8] Wolfe J, Smith J, Neumann S, et al. Optimizing Communication in Schools and Other Settings During COVID-19[J]. *The Hearing Journal*, 2020, 73(9): 40,42-45.
- [9] Oren L, Rollins M, Gutmark E, et al. How Face Masks Affect Acoustic and Auditory Perceptual Characteristics of the Singing Voice[J/OL]. *Journal of Voice*, 2021-05-25.
- [10] Corey RM, Jones U, Singer AC. Acoustic effects of medical, cloth, and transparent face masks on speech signals[J]. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 2020, 148(4): 2371.
- [11] Atcherson SR, Mendel LL, Baltimore WJ, et al. The Effect of Conventional and Transparent Surgical Masks on Speech Understanding in Individuals with and without Hearing Loss[J]. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2017, 28(1): 58-67.
- [12] Adanur S, Jayswal A. Filtration mechanisms and manufacturing methods of face masks: An overview[J]. *Journal of Industrial Textiles*, 2022, 51(3): 3683S-3717S.
- [13] Joshi A, Procter T, Kulesz PA. COVID-19: Acoustic Measures of Voice in Individuals Wearing Different Facemasks[J/OL]. *Journal of Voice*, 2021-06-19.
- [14] 王非凡. 口罩对语音产出及感知的影响[J]. *中国语音学报*, 2020, (02): 77-85.
- [15] 岳振忠, 张永兰, 张娜, 等. 发声空气动力学检测对声带息肉患者术后疗效评估的意义[J]. *听力学及言语疾病杂志*, 2018, 26(03): 289-291.
- [16] 张奕雯, 唐俊, 金星, 等. 听障儿童嗓音问题的康复治疗研究进展[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2016, 30(17): 1419-1422.
- [17] Fiorella ML, Cavallaro G, Di Nicola V, et al. Voice Differences When Wearing and Not Wearing a Surgical Mask[J]. *Journal of Voice*, 2023, 37(3): 467.e1-467.e7.
- [18] Gojayev EK, Büyükkatalay ZÇ, Akyüz T, et al. The Effect of Masks and Respirators on Acoustic Voice Analysis During the COVID-19 Pandemic[J/OL]. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 2021-06-09.
- [19] McKenna VS, Patel TH, Kendall CL, et al. Voice Acoustics and Vocal Effort in Mask-Wearing Healthcare Professionals: A Comparison Pre- and Post-Workday[J]. *Journal of Voice*, 2021, S089219972100151X.
- [20] Van Mersbergen M, Lanza E. Modulation of Relative Fundamental Frequency During Transient Emotional States[J]. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, 2019, 33(6): 894-899.
- [21] 黄永望, 傅德慧. 嗓音的声学分析[J]. *中国听力语言康复科学杂志*, 2016, 14(05): 351-355.
- [22] Brockmann M, Storck C, Carding PN, et al. Voice loudness and gender effects on jitter and shimmer in healthy adults[J]. *Journal of speech, language, and hearing research: JSLHR*, 2008, 51(5): 1152-1160.
- [23] Nguyen DD, McCabe P, Thomas D, et al. Acoustic voice characteristics with and without wearing a facemask[J]. *Scientific Reports*, 2021, 11(1): 5651.
- [24] Madill C, Nguyen DD, Yick - Ning Cham K, et al. The Impact of Nasalance on Cepstral Peak Prominence and Harmonics-to-Noise Ratio [J]. *The Laryngoscope*, 2019, 129(8): E299-E304.

- [25] Ladefoged P. A course in phonetics[M]. Southbank, Victoria, Australia; Boston, MA; Thomson, Wadsworth, 2006. 125-126.
- [26] 韩一鸣, 王枫, 黄潇潇, 等. 痉挛型脑瘫儿童与正常儿童单韵母共振峰及口腔共鸣特征比较[J]. 中国听力语言康复科学杂志, 2018, 16(02): 133-135.
- [27] Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, et al. The Voice Handicap Index (VHI): Development and Validation[J]. American Journal of Speech-Language Pathology, 1997, 6(3): 66-70.
- [28] Rosen CA, Lee AS, Osborne J, et al. Development and Validation of the Voice Handicap Index-10: [J]. The Laryngoscope, 2004, 114(9): 1549-1556.
- [29] Heider CA, Álvarez ML, Fuentes-López E, et al. Prevalence of Voice Disorders in Healthcare Workers in the Universal Masking COVID-19 Era[J]. The Laryngoscope, 2021, 131(4): E1227-E1233.
- [30] Karagkouni O. The Effects of the Use of Protective Face Mask on the Voice and Its Relation to Self-Perceived Voice Changes[J/OL]. Journal of Voice, 2021-04-14.
- [31] Moradi S, Lidestam B, Danielsson H, et al. Visual Cues Contribute Differentially to Audiovisual Perception of Consonants and Vowels in Improving Recognition and Reducing Cognitive Demands in Listeners With Hearing Impairment Using Hearing Aids[J]. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, American Speech-Language-Hearing Association, 2017, 60(9): 2687-2703.
- [32] Grange JA, Culling JF. The benefit of head orientation to speech intelligibility in noise[J]. The Journal of the Acoustical Society of America, 2016, 139(2): 703-712.
- [33] Ross Lars A, Saint-Amour Dave, Leavitt Victoria M, et al. Do you see what I am saying? Exploring visual enhancement of speech comprehension in noisy environments[J]. Cerebral cortex, 2007, 17(5): 1147-1153.
- [34] Ritter Elizabeth, Miller Craig, Morse Justin, et al. Impact of Masks on Speech Recognition in Adult Patients with and without Hearing Loss [J]. [O/L]. Journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties, 2022, 84(4): 302-308.
- [35] Poon Brenda T, Jenstad Lorienne M. Communication with face masks during the COVID-19 pandemic for adults with hearing loss[J]. Cognitive research: principles and implications, 2022, 7(1): 24-24.
- [36] Jacobson Gary P. "The effect of conventional and transparent surgical masks on speech understanding in individuals with and without hearing loss" by Atcherson et al[J]. Journal of the American Academy of Audiology, 2017, 28(1): 58-67.

收稿日期 2022-04-27
责任编辑 薛 静

《中国听力语言康复科学杂志》淘宝店铺

本刊讯 为了方便读者通过便捷的渠道订阅杂志,《中国听力语言康复科学杂志》开设了淘宝店铺。欢迎广大读者通过此平台购买杂志。

收藏店铺方式:

- 1、淘宝首页搜索账号名称“中国听力语言康复科学杂志”
- 2、扫描下方二维码:

