

Electrocochleography for the Diagnosis of Clinically Certain Meniere's Disease

Wanlei Chi¹, Jing Zhou², Huifang Zhou^{2*}

¹Tianjin Medical University, Tianjin

²Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, General Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin

Email: *zyyzhf@163.com

Received: Nov. 23rd, 2017; accepted: Dec. 6th, 2017; published: Dec. 13th, 2017

Abstract

Meniere's disease is a progressive, idiopathic inner ear disease resulting in hearing of loss. Currently, diagnosis for Meniere's disease largely relies on the hearing function tests, due to the lack of direct pathological basis and atypical symptoms. Many studies showed that the Electrocochleography is the most valuable electrophysiological examination on the diagnosis for Meniere's disease. This review will briefly summarize the useful components of the EcochG for the diagnosis of Meniere's disease and the development of the technology, and discuss the effect of electrode placement on AP and SP size and the merits of tone burst stimulation. The sensitivity of the SP/AP area ratio compare with amplitude ratio will be also discussed which hopefully could emphasize the importance of the symptomatic and functional findings of cochlear, and be helpful in diagnosis for Meniere's disease.

Keywords

Meniere's Disease, Electrocochleography, Electrode Placement, Tone Burst, SP/AP Area Ratio

耳蜗电图在梅尼埃病诊断中的研究进展

池万磊¹, 周 婧², 周慧芳^{2*}

¹天津医科大学, 天津

²天津医科大学总医院耳鼻咽喉头颈外科, 天津

Email: *zyyzhf@163.com

收稿日期: 2017年11月23日; 录用日期: 2017年12月6日; 发布日期: 2017年12月13日

*通讯作者。

摘要

梅尼埃是一种进行性、特发性、能导致听力致残的内耳疾病，但病人的早期症状不典型，导致临床很难及时确诊，目前梅尼埃的诊断范畴，由于无法直接获得病理学依据，很大程度上依靠典型的临床症状结合相关听功能检查，耳蜗电图是目前研究最多的电生理检查，具有较高的诊断价值。本综述将简要总结用于诊断梅尼埃病的耳蜗电图的检查发展。将讨论电极放置对AP和SP数值的影响、SP/AP振幅比及面积比的灵敏度比较和短纯音刺激的优点，以期加强耳蜗电图异常在识别梅尼埃病中的敏感性，为梅尼埃病的早期诊断提供帮助。

关键词

梅尼埃，耳蜗电图，电极放置，短纯音，SP/AP面积比

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

梅尼埃病是一种特发性内耳疾病，临床表现为反复发作的旋转性眩晕、波动性听力下降、耳鸣和耳闷胀感。本病多发生于40~60岁的人群，儿童少见。发病率为(10~157)/10万，女性多于男性，双耳患病者占2%~78%。主要病理变化为膜迷路积水，目前公认的发病机制主要有内淋巴管机械阻塞与内淋巴吸收障碍学说、免疫反应学说等[1]。有研究统计在梅尼埃病患者中完全存在三种特征性症状(耳鸣，听力损失和眩晕)者仅占40% [2]。临床上大多患者症状不典型，特别在疾病早期，症状特征不清晰，常常表现出前庭症状与耳蜗症状分离的现象，如部分患者以耳聋、耳鸣等耳蜗症状为首发症状，部分患者仅表现为眩晕的症状，或出反复的耳闷胀感。症状的不典型也使临床医师很难及时作出确诊。一些研究发现梅尼埃患者早期的毛细胞的功能并未受到损伤，耳蜗毛细胞会随着病程的进展和症状的反复发作开始出现损伤并逐渐加重，直至出现无法恢复的听力或前庭的损伤[3]。因此，有必要对梅尼埃病早期识别做出正确初步症状评估。使得梅尼埃在变成慢性疾病之前得以治疗，降低致残率。目前大多数听力学测试(纯音测听、甘油试验、耳声发射、听性脑干反应等)对诊断梅尼埃灵敏度不高，受多种因素限制：例如患者检查中出现阴性率，存在共存疾病，梅尼埃的急性发作期与间歇期检查判断尚不准确[4]。耳蜗电图是一种非侵入性的、可以识别膜迷路积水方法，不受患者主观心理影响，被认为可以运用于梅尼埃患者的诊断且具有较高的参考价值。

2. 耳蜗电图对梅尼埃病诊断

2.1. EcochG 的组成部分及技术的发展

耳蜗电图是通过声刺激后记录耳蜗及听神经复合动作电位的检测方法，分为3个部分，包括耳蜗微电位(cochlear microphonics CM)，和电位(summating potential SP)和动作电位(action potential AP)。耳蜗微电位：最初由Wever和Bray在猫中发现[5]。产生于耳蜗Corti器外毛细胞，主要反应耳蜗受声音刺激后的瞬时运动情况，是一种感受器交流电位，认为是由远距离电极记录的许多毛细胞的总和微电位。刺激

频率越低,在相同阶段产生 CM 的毛细胞数越多,CM 越大。虽然 CM 在听觉测试中有许多新的应用,但是其常规使用在某种程度上受到远程电极发生的信噪比的限制[5]。动作电位:也称复合动作电位,代表许多听神经同步放电的总和反应,并且首先通过 Saul 和 Davis 在猫的耳蜗神经和脑中首次证明[6]。由于担心对正常听力的个体耳蜗直接记录是危险的,Ruben 等经鼓膜在听力损失的患者的圆窗处放置银球电极测量 AP,并完成了第一例镫骨切除术并提高了听力[7]。在第一次使用远程电极的时候,Yoshie 等人用通过皮下注射针头插入麻醉后耳道皮肤,在正常听力人中测量 AP。同年,Portmann 证明,经鼓膜电极从圆窗处记录是安全的[8]。有研究将 100 毫秒 click 刺激整个基底膜,选择性屏蔽频率实验表明,随着行波向顶点行进,来自 click 的主要刺激从基底转向了耳蜗,从 10 kHz 到 4 kHz 逐渐减弱[9] [10]。此外,沿着基底膜的行波的速度随着接近耳蜗顶点而减慢,导致每个单位时间的毛细胞发射电位减少,使得研究者在寻找另一种能代替“click”的刺激,具有特定频率且能引起更早回应的刺激[11]。由于信号生成需要靠近记录电极,所以记录 AP 时不需要掩蔽对侧耳。总和电位:SP 是 AP 的直流成分,主要成分来自于耳蜗 Corti 器毛细胞的运动,它反应了耳蜗基底膜非线位移特征,体现了基底膜位置-时间模式,SP 的振幅于基膜位移成正比,是一种整流的直流电位,特征是具有频率特异性,时程与刺激声的持续时间一样,由 Davis 等人在豚鼠中发现[12]。von Bekesy 认为 SP 是 CM 的转变,认为是从外毛细胞衍生而来的,而 SP 是内毛细胞产生的。随后它被发现于缺乏内毛细胞的鸽耳中,现在 SP 被认为是耳蜗微电位转变的结果[13]。CM 记录接近于毛细胞的最大位移,而 SP 记录是基底膜的总和位移。在膜迷路积水中,基底膜的向下振动受到拉伸限制,因此基底膜位移不对称性增强,导致 SP 的振幅增大[14]。

2.2. 电极放置对 AP 和 SP 数值的影响

电极放置:主要有两种记录方法:跨鼓膜法(transtympanic TT)和鼓膜外法(extratympanic ET),ET 记录方法是将电极植入鼓膜表面或者耳道皮肤,鼓膜表面记录法也称为 TM-ECochG,TT 法则是将针形电极穿透鼓膜,把电极置于圆窗处或者鼓岬处。先前国外报道的 click 刺激梅尼埃病人患耳的病例大多数是由听力学家使用远距离电极,由于距离远,它们需要更多的信号来消除噪声带来的影响,并产生更精确的结果。Ferraro 比较了三种耳道电极的反应和舒适度。这三者之间舒适度没有差别,认为一次性软绝缘耳道泡沫塞电极设计与中央听导管是最容易放置并且能给出更好的结果。Sohmer 和 Feinmesser 在圆窗处和耳鼓处放置银球电极的和从耳垂皮下埋针和夹子记录 AP。他发现从圆窗处所记录的 AP 幅度比其他三个站点记录的 AP 的大 10~25 倍[15]。Roland 比较了 19 例健康志愿者中经鼓膜电极(TT)与耳道电极(EAC)的测试结果。TT 电极 click 刺激引出的波形振幅是来自 EAC 电极的 7 倍[16]。在进一步的研究中,听力学家通过分别采用 TT 法和 ET 耳蜗电图对 50 例梅尼埃患者进行测试,结果得出 TT 法和 ET 法耳蜗电图诊断梅尼埃病之间的统计学无差异[17]。

2.3. SP/AP 振幅比及面积比的灵敏度比较

耳蜗电图技术最初由 Eggermont 的听阈检测演变而来。Gibson 等人称总和电位(SP)与动作电位(AP)的比值是膜迷路积水的指标,并将 SP/AP 比 > 0.35 作为梅尼埃病的诊断依据,但人们对该指标提出质疑。随后,Gibson 通过大量测试得出 SP/AP 比 > 0.4 是膜迷路积水的诊断标准并提出短纯音刺激使测试有更高的灵敏度和特异性,观点得到了其他人的支持[18]。Claes 对 21 例梅尼埃患者进行耳蜗电图检查,并指出 SP 幅度的增大与膜迷路积水的严重程度有关。因而利用 SP 与 AP 的幅度比可以评估梅尼埃,且 SP/AP 幅度比越高,患有梅尼埃病可能性越大[19]。在文献报道中,由短声诱发 Ecoch G 的 SP/AP 幅度比方法检出梅尼埃的阳性率各不相同,在 20%~70%间,甚至有在 90%以上,其原因可能为记录方法、参数设置、电极位置以及设定正常参考值范围不同所引起[20]。在梅尼埃患者中,除 SP 幅度的增大及 SP/AP 幅度比

增加外, 其 SP-AP 复合波异常增宽和延长。尽管对 SP-AP 复合波异常延长的机制目前没有明确定论, 但 Morrison 等认为梅尼埃患者的 SP-AP 复合波异常延长归因为内淋巴水肿造成的耳蜗微音电位“后效应”[21]。

Ferraro 最先将以测量 SP/AP 面积的方法与 SP/AP 振幅进行了对比, 结果 90% 梅尼埃病患者 SP/AP 振幅比增大的同时, SP/AP 面积比也增大, 在可疑诊断的梅尼埃病患者中, 约有一半的患者 SP/AP 振幅比在正常范围内, 但如果测量 SP/AP 面积比的方法引入时就会发现其比值增大, 结果提示在诊断梅尼埃病中, SP/AP 面积比相对于 SP/AP 振幅比敏感性更高[22]。随后 Devaiah 对可疑梅尼埃病患者进行耳蜗电图测试, 发现 SP/AP 面积比较幅值比更敏感, 但测量对侧耳 SP/AP 面积比值时其阳性率也增高, 是否为假阳性反应还需增加样本量验证[23]。但也有部分学者持反对意见, 认为梅尼埃病确诊病例 SP/AP 振幅比阳性率高于面积比, 但在可疑病例中, 无论仍为未确诊病例还是最终随访发展成确诊病例, SP/AP 两种比值计算结果均无明显差异[24]。近期国内学者也通过临床研究证明, 梅尼埃患者除了 SP/AP 幅度比值增大以外, SP/AP 面积比也变大。在部分疑似 MD 的患者中, 即使 SP/AP 幅度比正常, 但是 SP/AP 面积比却在异常范围内。因此, 可以通过其面积比来提高耳蜗电图诊断梅尼埃的诊断率[25]。

2.4. 英短纯音刺激与 Click 音刺激的比较

除 Gibson 等人对 84 例患者双耳进行 click 音刺激耳蜗电图对比分析, 包括 44 例梅尼埃患者患耳及 40 例神经性耳聋患者患耳, 这些人平均听阈超过了 40 dBHL, 结果当规定 SP/AP 比 > 0.30 为阳性时能将梅尼埃与神经性耳聋患者区分开来[26]。先前一段时间用 click 刺激得到的 SP/AP 比值作为梅尼埃病的诊断测试一度成为世界公认的耳蜗电图诊断标准。Camilleri 和 Howarth 之前的研究规定 SP/AP 比 > 0.33 为阳性时, 诊断梅尼埃达到 85% 的灵敏度[27]。相反, Gibson 等人报道了当规定 SP/AP 比 > 0.47 时, 其灵敏度只有 40% [28]。除了 click 刺激得到 SP/AP 比, Ferraro 和 Tibbils 还使用 ET 电极记录了 AP, 主张使用 SP/AP 面积比, 分别将灵敏度和特异度提高到 92% 和 84% [29]。然而, Marcio 等人 and Ikino 等人采用 click 刺激得到的结果无法确认该数据[30]。

短纯音刺激的发现使用于诊断梅尼埃的耳蜗电图的灵敏度得到提升。最初 Dauman 等经鼓膜测量了甘油对耳蜗电图影响时, 在 90 dB HL 强度下, 分别采 1、2、4、8 kHz 频率短纯音对 45 例患者(包括明确诊断梅尼埃患者和未明确诊断梅尼埃患者)测试时, 产生了更大的 SP 振幅。用短纯音刺激测试的梅尼埃病患者的 SP 振幅明显大于对照组的 SP 振幅, 大多数梅尼埃患耳在脱水后观察到 SP 振幅降低[31]。1990 年, Dauman 和 Aran 比较了 click 音与 10 毫秒的短纯音, 提出在 1, 2, 4 和 8 kHz 频率刺激音中, 1 kHz 和 2 kHz 刺激音得到的结果是指标中最灵敏的[32]。之后 Gibson 分别采用 1 kHz 频率 click 和短纯音刺激 42 例梅尼埃患者和 48 例感音神经耳聋患者, 在 90 dB HL 强度下, 1 kHz 频率短纯音得到的 SP 振幅更大, 测验更敏感, 而且大部分梅尼埃患者被检测出来。试验得出短纯音的假阴性是 click 的一半[33]。在第一届国际耳蜗电图, 耳声发射会议上, Gibson 报道了更多的实验例数, 通过耳蜗电图对 1101 例有膜迷路积水患者的检查, 证实了短纯音优于 click, 并且在 1 kHz 短纯音下还发现 10% 的梅尼埃患者对侧耳有积水[34]。2011 年, Claes 等人使用了 100 dBHL 强度下的短纯音耳蜗电图, 对 91 例明确诊断的梅尼埃患者(症状符合美国耳鼻咽喉头颈外科学学会诊断标准)测试, 达到 91% 的敏感性, 当 1 kHz 下 SP 振幅超过了 -3 mV, 而且其他 3 个频率的短纯音得到的 SP 振幅超过 -2 mv [35]。在大多数关于梅尼埃耳的耳蜗电图研究中, 对照耳是梅尼埃患者的对侧耳, 或是具感觉神经性耳聋患者。为了得到更可靠的实验结果, 吉布森用 click 和短纯音刺激 2717 例同等听阈的梅尼埃患者, 对于 click 刺激得到的 SP/AP 比值, 梅尼埃患耳和非梅尼埃尔对照耳之间诊断阳性率差异没有统计学意义[36]。在进一步的分析中, 规定 SP/AP > 0.47 为阳性时, 用 click 刺激得到的只有 35% 的诊断敏感性, SP/AP 比值的特异性为 91%, 当结合 1 kHz 短纯音或其他频率

短纯音刺激得到 SP/AP 比值的诊断灵敏度是 95、79% [37]。后研究发现梅尼埃的膜迷路积水最先发生在耳蜗顶回, 随着病程发展, 水肿逐渐延展至整个蜗管, 甚至球囊。因此可以推断, 早期梅尼埃, 内淋巴水肿发生在耳蜗较高回区域, 即低频区域。短纯音的优点是其频率特异性, 可以反映耳蜗特定范围内内淋巴积水的程度; 而 click 刺激声频谱范围广, 声刺激激动整个耳蜗, 刺激音能量最大值主要集中在 3 kHz 等区域, 因此短纯音比 click 更灵敏, 即可以更灵敏地检查出耳蜗顶回膜迷路积水的病理状态。

由于梅尼埃病的内淋巴积水始于耳蜗, 近年来研究通过鼓室内注射钆造影剂行内耳 MRI 扫描, 成功的对膜迷路积水行半定量显像, 引起了国内外的关注, 多次对比钆内耳 MRI 扫描与耳蜗电图在诊断梅尼埃疾病的辅助价值[38]。Hornibrook 等人比较了钆磁共振显像与短纯音耳蜗电图的敏感性, 通过检测 57 例可疑, 疑似或临床诊断的梅尼埃患者。在 30 例临床诊断的梅尼埃病患者检查中, 短纯音诊断阳性率为 83%, click 为 30%, 钆磁共振为 47%。虽然内耳 MRI 扫描实现了 90% 成像, 但是对于临床诊断确定的梅尼埃病以及耳蜗积水而言, 短纯音耳蜗电图是更敏感的测试。短纯音耳蜗电图在诊断可疑和疑似梅尼埃病时也比 MRI 更敏感, 在某些情况下, 耳蜗电图确认耳蜗积水相比 MRI 显像的膜迷路积水对诊断梅尼埃更可靠[39]。Ziylan 等人重复并证实了本研究, 他们得出结论, 用于检测梅尼埃病中的膜迷路积水时, 与钆内耳 MRI 成像相比, click 刺激耳蜗电图具有相对较低的灵敏度和预测价值, 而短纯音刺激耳蜗电图具有更高的参考价值[40]。

3. 单耳蜗电图的局限性

尽管耳蜗电图的敏感性有显著进步, 但是梅尼埃病的官方诊断分类依然是基于临床症状。先前 Nguyen 等人对美国耳科学会和美国神经病学学会成员进行了一项调查, 就他们对耳蜗电图诊断梅尼埃病的疗效提出了意见, 其中 57% 的人选择冷热试验, 27% 的人选择 VEMP(前庭诱发肌源性电位), 只有 45% 的人使用了耳蜗电图。选择耳蜗电图中, 约 70% 成员表示, 耳蜗电图会得出与临床印象相矛盾的结果。总体结论认为, EcochG 被认为具有较低的临床使用和可靠性, 这可能是由于测试参数的设置、电极位置的放置和正常临界值大小不同所致[41]。Kim 等人对 97 例疑似梅尼埃病患者进行了一项 click 刺激的耳蜗电图研究, 规定 SP/AP > 0.4 为阳性, 在 60 例的梅尼埃病患者中(症状符合美国耳鼻咽喉头颈外科学学会诊断标准), 明确诊断者中 67% 及不明确诊断(疑似和可疑)者中 53% 使用耳蜗电图检查诊断为阳性。他们得出结论, 由于缺乏敏感性, 耳蜗电图不应在确诊梅尼埃病中决定性作用[42]。Hornibrook 及其同事随后对确诊的梅尼埃病患者进行了多次耳蜗电图研究, 为 click 和短纯音刺激的耳蜗电图收集了客观证据, 提出只有采用 1 和 2 kHz 频率短纯音刺激, 以 SP/AP 比值 > 0.4 为标准, 有较高的灵敏度[40]。

4. 总结

梅尼埃病是一种听力致残性疾病, 耳蜗症状在梅尼埃病患者具有很强的特征性, 但早期的诊断依然存在困难。目前随着耳蜗电图技术的发展及其在临床中的运用, 研究发现短纯音耳蜗电图是迄今为止用于检测耳蜗内淋巴积水以确定梅尼埃病诊断的相对更简单、更灵敏的技术, 其 1 kHz 和 2 kHz 短纯音刺激及 SP/AP 面积比作为评估参数的方法更具有诊断优势、较高灵敏度及临床应用价值。但短纯音耳蜗电图在梅尼埃诊断中依然需要结合临床表现及钆造影剂综合评价, 相信将来其在梅尼埃诊断的应用将更加深入、灵活。

参考文献 (References)

- [1] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会, 中华医学会耳鼻咽喉科学分会. 梅尼埃病的诊断和治疗指南(2017 年, 武汉) [J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2017, 52(3): 167.
- [2] Belinchon, A., Perez-Garrigues, H. and Tenias, J.M. (2012) Evolution of Symptoms in Ménière's Disease. *Audiology*

- and *Neurotology*, **17**, 126-132. <https://doi.org/10.1159/000331945>
- [3] Enander, A. and Stahle, J. (1967) Hearing in Ménière's Disease. A Study of Puretone Audiograms in 334 Patients. *Acta Oto-Laryngologica*, **64**, 543-556. <https://doi.org/10.3109/00016486709139139>
- [4] Claes, G.M., De Valck, C.F., Van de Heyning, P. and Wuyts, F.L. (2011) The Ménière's Disease Index: An Objective Correlate of Ménière's Disease, Based on Audiometric and Electrocochleographic Data. *Otology & Neurotology*, **32**, 887-892. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e318219ff9a>
- [5] Wever, E.G. and Bray, C.W. (1930) Action Currents in the Auditory Nerve in Response to Acoustic Stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, **16**, 344-350. <https://doi.org/10.1073/pnas.16.5.344>
- [6] Saul, L.J. and Davis, H.A. (1932) Action Currents in the Central Nervous System. I. Action Currents of the Auditory Tracts. *Archives of Neurology & Psychiatry*, **28**, 1104-1116. <https://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1932.02240050140009>
- [7] Ruben, R.J., Bordley, J.E. and Lieberman, A.T. (1961) Cochlear Potentials in Man. *Laryngoscope*, **71**, 1141-1164. <https://doi.org/10.1288/00005537-196110000-00001>
- [8] Portmann, M., Le Bert, G. and Aran, J.M. (1967) Potentiels Cochleaires Obtenus chez l'homme en dehors de toute intervention chirurgicale. *Revue de Laryngologie-Otologie*, **88**, 157.
- [9] Teas, D.C., Eldrege, D.H. and Davis, H. (1962) Cochlear Responses to Acoustics Transients: An Interpretation of the Whole Action Potentials. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **34**, 1438-1459. <https://doi.org/10.1121/1.1918366>
- [10] Zerlin, S. (1969) Travelling-Wave Velocity in the Human Cochlea. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **46**, 1011-1016. <https://doi.org/10.1121/1.1911792>
- [11] Chertoff, M., Lichtenham, J. and Willis, M. (2010) Click- and Chirp-Evoked Human Compound Action Potentials. *The Journal of the Acoustical Society of America*, **127**, 2992-2996. <https://doi.org/10.1121/1.3372756>
- [12] Takeda, T. and Kakigi, A. (2010) The Clinical Value of Extratympanic Electrocochleography in the Diagnosis of Ménière's Disease. *ORL*, **72**, 196-204. <https://doi.org/10.1159/000315552>
- [13] Dallos, P., Schoeny, Z.G. and Cheatham, M.A. (1972) Cochlear Summating Potentials: Descriptive Aspects. *Acta Oto-Laryngologica*, **302**, 1-46.
- [14] Gibson, W.P.R. (1978). Electrocochleography (EcochG). *Essentials of Clinical Electric Response Audiometry*, Churchill Livingstone, London, 69.
- [15] Murphy, F. and Ruth, R.A. (1986) A Comparative Study of Electrodes Used in Extratmp Electrocochleography. *Seminars in Hearing*, **7**, 279-286. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1091464>
- [16] Roland, P.S. and Roth, L. (1997) Interinterpreter Variability in Determining the SP/AP Ratio in Clinical Electrocochleography. *Laryngoscope*, **107**, 1357-1361. <https://doi.org/10.1097/00005537-199710000-00012>
- [17] Takeda, T., Sawada, S., Takeda, S., *et al.* (2003) The Effects of V2 Antagonist (OPC-31260) on Endolymphatic Hydrops. *Hearing Research*, **182**, 9-18.
- [18] Gibson, W.P.R., Moffat, D.A. and Ramsden, R.T. (1977) Clinical Electrochleography in the Diagnosis and Management of Ménière's Disorder. *Audiology*, **16**, 389-401. <https://doi.org/10.3109/00206097709071852>
- [19] Claes, G.M., De Valck, C.F., Van Heyning, P., *et al.* (2013) Does Cochlear Ménière's Disease Exist? An Electrocochleographic and Audiometric Study. *Audiology and Neurotology*, **18**, 63-70. <https://doi.org/10.1159/000342686>
- [20] Katz, J. 临床听力学[M]. 韩德民, 译. 第5版. 北京: 人民卫生出版社, 2006: 217-234.
- [21] Takeda, T. and Kakigi, A. (2010) The Clinical Value of Extratympanic Electrocochleography in the Diagnosis of Ménière's Disease. *ORL*, **72**, 196-204. <https://doi.org/10.1159/000315552>
- [22] Ferraro, J.A. and Tibbils, R.P. (1999) SP/AP Area Ratio in the Diagnosis of Ménière's Disease. *American Journal of Audiology*, **8**, 21-28. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(1999\)001](https://doi.org/10.1044/1059-0889(1999)001)
- [23] Devaiah, A.K. and Ator, G.A. (2000) Clinical Indicators Useful in Predicting Response to the Medical Management of Ménière's Disease. *The Laryngoscope*, **110**, 1861-1865. <https://doi.org/10.1097/00005537-200011000-00018>
- [24] Baba, A., Takasaki, K., Tanaka, F., *et al.* (2009) Amplitude and Area Ratios of Summating Potential/Action Potential (SP/AP) in Ménière's Disease. *Acta Oto-Laryngologica*, **129**, 24-29. <https://doi.org/10.1080/00016480701724888>
- [25] 王藁浴, 谢艳, 周慧芳. 耳蜗电图面积比对梅尼埃病不同时期的诊断价值[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2016, 14(30): 1142-1145.
- [26] Gibson, W.P.R., Prasher, D.K. and Kilkenny, G.P.G. (1983) Diagnostic Significance of Transtympanic Electrocochleography in Ménière's Disease. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, **92**, 155-159. <https://doi.org/10.1177/000348948309200212>
- [27] Camilleri, A.E. and Howarth, K.L. (2001) Prognostic Value of Electrocochleography in Patients with Unilateral Me-

- niere's Disease Undergoing Saccus Surgery. *Clinical Otolaryngology*, **26**, 257-260. <https://doi.org/10.1046/j.0307-7772.2001.00468.x>
- [28] Gibson, W.P.R. (2005) The Role of Transtympanic Electrocochleography in the Diagnosis of Meniere's Disease: A Comparison of and 1 kHz Tone Burst Stimuli. In: Lim, D.J., Ed., *Meniere's Disease and Inner Ear Homeostasis Disorders*, House Ear Institute, Los Angeles, CA, 140-142.
- [29] Al-Momani, M.O., Ferraro, J.A., Gajewski, B.J. and Ator, G. (2009) Improved Sensitivity of Electrocochleography in the Diagnosis of Meniere's Disease. *International Journal of Audiology*, **48**, 811-819. <https://doi.org/10.3109/14992020903019338>
- [30] Ikino, C.M.Y. and de Almeida, E.R. (2006) Summating Potential-Action Potential Waveform and width in the Diagnosis of Meniere's Disease. *The Laryngoscope*, **116**, 1766-1769. <https://doi.org/10.1097/01.mlg.0000227976.43352.61>
- [31] Dauman, R., Aran, J.-M. and Portmann, M. (1986) Summating Potential and Water Balance in Meniere's Disease. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, **95**, 389-395. <https://doi.org/10.1177/000348948609500413>
- [32] Dauman, R. and Aran, J.-M. (1991) Electrocochleography and the Diagnosis of Endolymphatic Hydrops: Clicks and Tone Bursts. In: Arenberg, I.K., Ed., *Inner Ear Surgery*, Kugler, Amsterdam, 123-133.
- [33] Gibson, W.P.R. (1991) Electrocochleography: A Comparison of Clicks versus Tone Bursts in the Diagnosis of Endolymphatic hydrops. In: Arenberg, I.K., Ed., *Inner Ear Surgery*, Kugler, Amsterdam, 281-285.
- [34] Conlon, B.J. and Gibson, W.P.R. (2000) Electrocochleography in the Diagnosis of Meniere's Disease. *Acta Oto-Laryngologica*, **120**, 480-483. <https://doi.org/10.1080/000164800750045965>
- [35] Claes, G.M.E., De Valck, C.F., Van de Heyning, P. and Wuyts, F.L. (2011) The Meniere's Disease Index: and Objective Correlate of Meniere's Disease, Based on Audiometric and Electrocochleographic Data. *Otology & Neurotology*, **32**, 887-892. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e318219ff9a>
- [36] Gibson, W.P.R. (2009) A Comparison of Two Methods of Using Transtympanic Electrocochleography for the Diagnosis of Meniere's Disease: Click Summating Potential/Action Potential Ratio Measurements and Tone Burst Summating Potential Measurement. *Acta Oto-Laryngologica*, **129**, 38-42. <https://doi.org/10.1080/00016480902729843>
- [37] Iseli, C. and Gibson, W.P.R. (2010) A Comparison of Three Methods of Using Transtympanic Electrocochleography for the Diagnosis of Meniere's Disease: Click Summating Potential Measurements, Tone Burst Summating Potential Measurements Amplitude Measures, and Biasing of the Summating Potential with a Low Tone. *Acta Oto-Laryngologica*, **130**, 95-101. <https://doi.org/10.3109/00016480902858899>
- [38] Pender, D.J. (2014) Endolymphatic Hydrops and Meniere's Disease: A Lesion Meta-Analysis. *The Journal of Laryngology & Otology*, **128**, 859-865. <https://doi.org/10.1017/S0022215114001972>
- [39] Hornibrook, J., Flook, E., Greig, S., Babbage, M., Goh, T., Coates, M., et al. (2015) MRI Inner Ear Imaging and Tone Burst Electrocochleography in the Diagnosis of Meniere's Disease. *Otology & Neurotology*, **36**, 1109-1114. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000782>
- [40] Hornibrook, J., Bird, P., Flook, E. and O'Beirne, G.A. (2016) Electrocochleography for the Diagnosis of Ménière's Disease: The Wrong Stimulus. *Otology & Neurotology*, **37**, 1677-1678.
- [41] Nguyen, L.T., Harris, J.P. and Nguyen, Q.T. (2010) Clinical Utility of Electrocochleography in the Diagnosis and Management of Meniere's Disease: AOS and ANS Membership Survey Data. *Otology & Neurotology*, **31**, 455-459. <https://doi.org/10.1097/MAO.0b013e3181d2779c>
- [42] Kim, H.H., Kumar, A.K., Battista, R.A. and Wiet, R.J. (2005) Electrocochleography in Patients with Meniere's Disease. *American Journal of Otolaryngology*, **26**, 126-131. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2004.11.005>

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2161-8712，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：acm@hanspub.org