

• 论著——临床研究 •

前庭诱发肌源性电位、冷热试验和耳蜗电图
在梅尼埃病诊断中的评估价值*许珉¹ 陈籽辰¹ 魏馨雨¹ 张玉忠¹ 杨方园¹ 张超² 陈飞云¹ 胡娟¹ 成颖¹ 张青¹

[摘要] 目的:评估前庭诱发肌源性电位(cVEMP和oVEMP)、冷热试验和耳蜗电图(ECochG)在梅尼埃病(MD)和非MD患者中的诊断价值。方法:将64例(64耳)单侧MD患者作为研究对象(MD组),另收集同期其他眩晕症非MD门诊患者127例(254耳)作为非MD组,其中前庭性偏头痛40例、良性阵发性位置性眩晕48例、良性复发性眩晕13例、前庭阵发症3例、前庭神经炎5例以及其他不明原因的眩晕患者18例。对2组患者双耳进行cVEMP、oVEMP、冷热试验和ECochG检测。将所有ECochG数据录入Medcalc软件,绘制ECochG-SP/AP值在MD组与非MD组的ROC曲线,计算曲线下面积、约登指数以及最佳诊断截点等。将ECochG-SP/AP最佳截点定为耳蜗积水的截点,评估3项前庭功能检查异常与ECochG-SP/AP阳性在MD组和非MD组中诊断MD的灵敏度、特异度、阳性预测值(PPV)、阴性预测值(NPV)和诊断准确度。结果:计算得ECochG的ROC曲线下面积为0.74,约登指数为0.47,最佳诊断截点为-SP/AP>0.40。在MD组与非MD组的眩晕患者中,单项前庭功能检查,包括cVEMP(灵敏度约为62%,特异度约为68%)、oVEMP(灵敏度约为61%,特异度约为53%)和冷热试验(灵敏度约为53%,特异度约为57%)的灵敏度和特异度都低于ECochG(灵敏度约为65%,特异度约为78%);而PPV以ECochG最高,为61.9%;NPV在cVEMP、oVEMP和ECochG都较高,最高为cVEMP(87.5%);诊断准确度以ECochG最高(约为74%),其次为cVEMP(约为67%),而oVEMP(约为55%)和冷热试验(约为56%)较低。结论:ECochG与单项前庭功能检查相比,灵敏度、特异度、诊断准确度和NPV方面均较高,并且-SP/AP值>0.4时可将诊断效益提高到最大。因此,单个前庭功能检查(包括cVEMP、oVEMP和冷热试验)在MD诊断中价值有限,MD的诊断仍然需要从病史、听力学检查(包括纯音测听、ECochG等)和前庭功能检查来进行综合评估。

[关键词] 梅尼埃病;前庭诱发肌源性电位;冷热试验;耳蜗电图;诊断价值

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2019.08.006

[中图分类号] R764 [文献标志码] A

Evaluation of vestibular evoked myogenic potential, caloric test and cochlear electrogram in the diagnosis of Meniere's disease

XU Min¹ CHEN Zichen¹ WEI Xinyu¹ ZHANG Yuzhong¹ YANG Fangyuan¹
ZHANG Chao² CHEN Feiyun¹ HU Juan¹ CHENG Ying¹ ZHANG Qing¹

(¹Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, the Second Affiliated Hospital of Xi'an Jiaotong University, Xi'an, 710004, China; ²Department of Otolaryngology, Xi'an First People's Hospital)

Corresponding author: ZHANG Qing, E-mail: zhqent@163.com

Abstract Objective: The aim of this study is to evaluate the diagnostic value of vestibular-evoked myogenic potential (cVEMP and oVEMP), caloric test, and cochlear electrogram (ECochG) in patients with Meniere's disease (MD) and non-Meniere's disease. **Method:** Sixty-four patients (64 ears) with Unilateral Meniere's disease were enrolled in the study group (MD group), and 127 cases(254 ears) of non-Meniere's disease patients as non-MD group, including vertigo migraine in 40 cases, benign paroxysmal positional vertigo in 48 cases, benign recurrent vertigo in 13 cases, vestibular paroxysmia in 3 cases, vestibular neuritis in 5 cases and other undiagnosed vertigo in 18 cases. Both group undertake cVEMP, oVEMP, caloric test and ECochG. Use Medcalc software to draw ROC curve of ECochG and calculate the area under curve(AUC), Jordan index and optimal diagnostic cut-off points. Make the cut-off point as the point of -SP/AP, then evaluate the sensitivity, specificity, positive predic-

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(No:81670945,81600809);陕西省重点研发项目(No:2017KW-048,2018SF-189);西安交通大学医学院第二附属医院人才培养专项基金[No:RC(GG)201407];西安交通大学第二附属医院新技术新疗法重点项目(No:2016YL-018);西安交通大学第二附属医院新技术新疗法(No:XJEFY2017041)

¹西安交通大学第二附属医院耳鼻咽喉头颈外科(西安,710004)

²西安市第一人民医院耳鼻咽喉科

通信作者:张青,E-mail:zhqent@163.com

tive value(PPV), negative predictive value(NPV) and diagnostic accuracy of cVEMP, oVEMP, caloric test and ECochG in MD group and non-MD group. **Result:** The AUC of ECochG ROC curve was 0.74, the Jordan index was 0.47 and the cut-off point was 0.4. The sensitivity and specificity of cVEMP(62% and 68%), oVEMP(61% and 53%) and caloric test(53% and 57%) were all below ECochG(65% and 78%). The positive predictive value and of ECochG was the highest(61.9%), the negative predictive value of cVEMP was highest(87.5%). The diagnostic accuracy of ECochG was highest(74%), followed with cVEMP(67%), oVEMP(55%) and caloric test(56%). **Conclusion:** Compared with the vestibular function tests, the sensitivity, specificity, diagnostic accuracy and NPV were all higher in ECochG, and the diagnostic benefit can be maximized when $-SP/AP$ value >0.4 . So the value of single vestibular function examination in the diagnosis of Meniere's disease is limited. The diagnosis of MD still requires a comprehensive evaluation in combination with medical history, audiological tests and vestibular function examinations.

Key words Meniere's disease; vestibular evoked myogenic potentials; caloric test; electrocochleography; diagnosis value

梅尼埃病(Meniere's disease, MD)是一种原因不明、以特发性膜迷路积水为特征的内耳疾病。早期对于 MD 前庭功能评估的方法主要集中在冷热试验上,随着 cVEMP 和 oVEMP 应用的兴起,越来越多的学者开始用 VEMPs 来评估 MD 患者的前庭功能,可出现 cVEMP、oVEMP 以及冷热试验的异常^[1-4]。同时 ECochG 在 MD 的诊断中也一直具有重要的作用,可有效的评估耳蜗是否积水^[5-6]。但在众多眩晕疾病中,这些前庭功能检查和耳蜗电图是否可以有效区分出 MD 和其他如前庭性偏头痛、良性复发性眩晕等疾病,仍少有文献报道。

1 资料与方法

1.1 临床资料

选取 2015-12-2017-12 在西安交通大学第二附属医院耳鼻咽喉科门诊就诊的眩晕患者 191 例,分为 MD 组和非 MD 组。其中 MD 组为避免双侧患病对统计分析的影响,本研究纳入的 64 例 MD 患者(男 27 例,女 37 例)皆为单侧 MD;非 MD 组 127 例(男 27 例,女 100 例),其中包括前庭性偏头痛(vertigo migraine, VM)40 例,良性阵发性位置性眩晕(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)48 例,良性复发性眩晕(benign recurrent vertigo, BRV)13 例,前庭阵发性症(vestibular paroxysmia, VP)3 例,前庭神经炎(vestibular neuritis, VN)5 例,其他不明原因的眩晕患者 18 例。并选取 65 名健康志愿者做正常对照组,其中男 26 名,女 39 名。

病例组患者行气导声刺激诱发的前庭诱发肌源性电位(air sound conducted-vestibular evoked myogenic potentials, ACS-VEMPs)、冷热试验,40 例(40 耳)MD 患者和 37 例(74 耳)非 MD 患者行耳蜗电图。

1.2 诊断标准和排除标准

MD 组患者符合 2017 年 MD 诊断和治疗指南,VM 符合 2012 年 Barany 协会和第 3 版国际头痛分类中确诊 VM 的诊断标准^[7]。BPPV 患者符

合 2017 年我国 BPPV 诊断和治疗指南。BRV 参照 Slater(1976)提出的诊断标准。VP 符合 2016 年 Barany 协会诊断标准^[8]。至今对 VN 的诊断还未形成统一的共识或者指南文件,按 Cooper(1993)提出的诊断标准以及以往 VN 相关文献的诊断,将符合以下标准的疾病诊断为 VN:①突然发生的旋转性眩晕、自发性眼震及平衡障碍,伴恶心、呕吐等自主神经症状;②持续数天,多在 3~5 d 后逐渐减轻,病程可在 1~6 周;③无听力学症状,包括耳鸣、耳闷、听力下降等;④伴有前庭功能检查的异常,包括冷热试验反应减弱, oVEMP、cVEMP 等缺失或异常;⑤排除中枢神经性病变,包括头颅 MRI 异常、中枢神经系统检查异常等。把不符合常见眩晕疾病的诊断标准,且排除颅内占位性病变、迟发性膜迷路积水、迷路炎、冠心病、高血压、甲亢、糖尿病等引起的眩晕患者 18 例定为不明原因的眩晕患者。

1.3 耳蜗电图记录方法

将银球记录电极置于受试者外耳道后下近鼓环处,参考电极置于对侧耳垂表面,同侧耳垂为接地电极,刺激声选择 click,刺激强度为 90 dB nHL,刺激重复率 7.1 次/s,滤波范围为 30~3 000 Hz,平均叠加 512 次,分析时间 10 ms,记录 $-SP/AP$ 振幅比(amplitude ratio, AR)。按照 ECochG 所计算的 ROC 曲线中的最佳截点定为判断耳蜗是否积水的临界值(使用 Medcalc 软件,输入 $-SP/AP$ 值可直接得出 ROC 曲线和最佳截点),大于截点值即为 ECochG 阳性^[9]。并分别记录 MD 组与非 MD 组的 ECochG 阳性人数。

1.4 cVEMP 和 oVEMP 检测方法

采用全功能听觉诱发电位分析仪(Otometrics ICS ChartrEP 型),刺激声为 500 Hz 短纯音(上升/下降时间 1 ms,峰持续时间 2 ms),插入式耳机给声,刺激频率 5 次/s,每次记录 50 次。受试者均于仰卧位,清洁局部皮肤后安放电极,极间电阻保持在 5 k Ω 以内。oVEMP 测试^[10]时,记录电极置

于双眼眶下缘中点下方约 1 cm 处,其下 1.5~2.0 cm 外接参考电极。嘱受试者听到声音刺激后向上凝视视野上方约 30° 处,刺激停止时眼球复位。cVEMP 测试参照 Sheykhleslami 的检测方法^[11], 双侧胸锁乳突肌中段放置记录电极,胸骨柄两侧放置参考电极,眉弓之间为接地电极。受试者听到声音刺激后抬头约 30°,使胸锁乳突肌收缩并紧张,刺激停止后头部复位。初始刺激强度为 131 dB SPL,在 oVEMP/cVEMP 的典型波形诱发后,以 5 dB 逐渐降低,直到波形消失或重复性不良为止。

观察指标:cVEMP 和 oVEMP 在 MD 患耳和非 MD 组的异常情况(包括波形消失和参数异常),其中以 $\bar{x} \pm 1.96s$ 计算各年龄组正常人群 VEMPs 的正常值,每一病例与同年龄正常值比较,参数数值落入正常值范围内的判定为正常,落入正常值外的判定为异常。

1.5 冷热试验

采用眼震视图/眼震电图分析仪(Chartr 200VNG/ENG,GN Otometrics)记录,受试者仰卧头前倾 30°使水平半规管处于垂直位。行冷热气灌注,先冷空气(24℃)后热空气(50℃)分别测试两侧双耳,共行 4 次灌注。按 Jongkee 公式计算单侧半规管轻瘫(canal paralysis,CP), $CP = [(RW + RC) - (LW + LC)] \div (RW + RC + LW + LC) \times 100\%$,其中 R、L 分别为右、左侧,W、C 为热气和冷气,并计算刺激的慢向角速度(slow phase velocity,SPV)值;结果分析:CP 值 > 25% 被认定为单侧半规管功能减弱(unilateral weakness,UW),而双侧半规管功能减弱(bilateral weakness,BW)为左、右耳在冷灌注或热灌注中总反应均 < 12°/s,即 $RC + RW < 12^\circ/s$ 且 $LC + LW < 12^\circ/s$ (此时 RC、RW、LC、LW 的 SPV 均取绝对值)^[12]。

1.6 统计学方法

将所有 ECoChG 数据录入 Medcalc 软件绘制 ECoChG-SP/AP 值在 MD 组与非 MD 组的 ROC 曲线,计算曲线下面积、约登指数以及最佳诊断截点等。将 ECoChG-SP/AP 最佳截点定为耳蜗积水的临界值,评估 3 项前庭功能检查异常与 ECoChG-SP/AP 阳性在 MD 组和非 MD 组中诊断的灵敏度、特异度、阳性预测值(positive predictive value,PPV),阴性预测值(negative predictive value,NPV)和诊断准确度。

2 结果

Medcalc 绘制的 ECoChG ROC 曲线下面积为 0.74,约登指数 0.47,最佳截点为 $-SP/AP > 0.4$,见图 1。

将 MD 组患耳和非 MD 组按 cVEMP 异常与否统计四格表,计算 cVEMP 在 MD 组与非 MD 组中的灵敏度为 62.3%(38/61),特异度为 68.5%

(161/235),阳性预测值(positive predictive value,PPV)为 33.9%(38/112),阴性预测值(negative predictive value,NPV)为 87.5%(161/184),诊断准确度为 67.2%(199/296),见表 1。

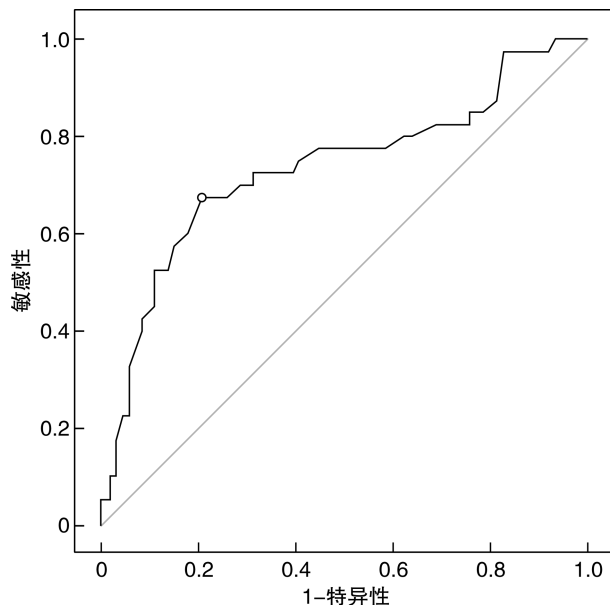


图 1 ECoChG 的 ROC 曲线

表 1 MD 患耳与非 MD 组 cVEMP 异常与否的四格表

cVEMP	MD 组	非 MD 组	合计
异常	38	74	112
正常	23	161	184
合计	61	235	296

将 oVEMP 异常与否统计四格表于 MD 患耳和非 MD 组,计算灵敏度为 61.4%(35/57),特异度为 53.4%(124/232),PPV 为 24.5%(35/143),NPV 为 84.9%(124/146),诊断准确度为 55.0%(159/289),见表 2。

表 2 MD 患耳与非 MD 组 oVEMP 异常与否的四格表

oVEMP	MD 组	非 MD 组	合计
异常	35	108	143
正常	22	124	146
合计	57	232	289

将冷热试验按异常情况统计 MD 组与非 MD 组四格表,计算灵敏度为 53.1%(34/64),特异度为 57.1%(64/112),PPV 为 41.5%(34/82),NPV 为 68.1%(64/94),诊断准确度为 55.7%(98/176),见表 3。

将 ECoChG 的 $-SP/AP > 0.4$ 定为阳性,提示耳蜗膜迷路积水。然后统计 MD 患耳与非 MD 组四格表,计算灵敏度为 65.0%(26/40),特异度为

78.4%(58/74), PPV 为 61.9%(26/42), NPV 为 80.6%(58/72), 诊断准确度为 73.7%(84/114), 见表 4。

表 3 MD 组与非 MD 组冷热试验异常与否的四格表

冷热试验	MD 组	非 MD 组	合计
异常	34	48	82
正常	30	64	94
合计	64	112	176

表 4 MD 组与非 MD 组 ECoChG 阳性与否的四格表

ECoChG	MD 组	非 MD 组	合计
异常	26	16	42
正常	14	58	72
合计	40	74	114

将 cVEMP、oVEMP、冷热试验、ECoChG 灵敏度、特异度、PPV、NPV 和诊断准确度依次比较, 得到各项检查中灵敏度最高的为 ECoChG(65%), 其次为 cVEMP、oVEMP 和冷热试验。特异度最高为 ECoChG(78.4%), 其次为 cVEMP、冷热试验和 oVEMP。阳性预测值亦 ECoChG 最高(61.9%), 而冷热试验、oVEMP 和 cVEMP 都较低。阴性预测值则为 cVEMP 最高(87.5%), oVEMP 和 ECoChG 依次为 84.9% 和 80.6%, 冷热试验较低。综合诊断准确度依次为 ECoChG、cVEMP、冷热试验和 oVEMP, 见图 2。

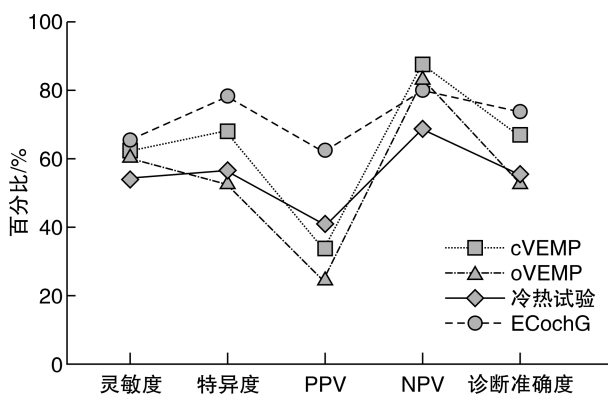


图 2 cVEMP、oVEMP、冷热试验和 ECoChG 在 MD 组和非 MD 组中的灵敏度、特异度、PPV、NPV 和诊断准确度的比较

3 讨论

MD 的临床诊断、鉴别与前庭相关检测的表现一直是各学者研究的重点, 在众多眩晕疾病中听力损失是 MD 的主要鉴别点; 也是作为辅助诊断 MD 至关重要的一项检查。而前庭功能障碍在疾病诊断中也是必不可少的评估项目之一。在诸多眩晕

疾病中需要与 MD 鉴别的疾病有很多, 包括 VM、BPPV 和 BRV 等。

自 Eggermont(1976)首次将 -SP/AP 振幅比应用于 MD 诊断之后, Gibson 等(1983)报道正常人 -SP/AP 振幅比值在 25% 左右(10%~63%), MD 患者 -SP/AP 振幅比均值为 51%(29%~89%)。Goin 等(1982)提出 62% 的 MD 患者出现 -SP/AP 异常, 而在正常人群和耳蜗受损组中异常率仅为 4% 和 17%。各研究学者对 -SP/AP 振幅比对诊断 MD 的评估标准各不相同, Gibson 等(1983)使用 0.29 为评估界限, Mori 等(1993)则倾向于 0.43, Pou 等(1996)建议将结果 >0.5 定为确定阳性结果, 而 <0.35 则为确定阴性结果。Ferraro 等(1993)使用 SP 振幅、-SP/AP 振幅比、-SP/AP 面积比应用于 MD, 敏感度和特异度增长到 92% 和 84%。尽管如此, Levine 等(1998)却指出 ECoChG 的各个参数值只与患者病程长短和听力学症状有关, 与症状无关。因此 ECoChG 对 MD 的诊断截点仍悬而未决。本研究选择 77 例眩晕患者, 其中 MD 患者 40 例(40 耳), 非 MD 患者 37 例(74 耳)行 ECoChG 后绘制 ROC 曲线图, 得出最佳截点为 0.4, 即当把 -SP/AP 值定为 0.4 时来判断耳蜗积水程度, 可最有效地在眩晕患者中辅助诊断 MD, 灵敏度达到 65%, 特异度为 78%, 曲线下面积为 0.74, 曲线下面积在 0.7~0.9 之间表示试验准确性高, 因此 ECoChG 对于诊断 MD 和非 MD 疾病的准确性较高。

cVEMP 和 oVEMP 作为最新的评估球囊-前庭下神经和椭圆囊-前庭上神经传导通路的电生理检查, 可更全面地评价前庭耳石器及前庭上、下神经的功能状态。cVEMP 和 oVEMP 应用于 MD 诊断的相关报道众多, 当积水造成球囊和椭圆囊积水后可出现 cVEMP 和 oVEMP 的改变, 包括振幅增高、阈值增高和波形消失^[1-4]。研究报道 cVEMP 在正常人群中引出率约为 98%, MD 患者引出率在 51%~54%^[13]。Taylor^[14]报道 cVEMP 和 oVEMP 异常率为分别为 40% 和 50%, 在 Murofushi 等^[15]的研究中则为 55% 和 45%。各检查方法在 MD 诊断的灵敏度和特异度的报道研究仍相对较少。Lamounier 等^[16]发现 cVEMP 和 ECoChG 对诊断正常人群的特异度在 84.6%~100%, 灵敏度在 37.5%~63.6%; 对 MD 的诊断 cVEMP 灵敏度约为 62.5%, ECoChG 在 37.5%~63.6%。Egami 等^[17]在 1 170 例眩晕患者进行 cVEMP 和冷热试验的诊断价值研究, 得出 cVEMP 对于区别 MD 和非 MD 的灵敏度和特异度分别为 50.0% 和 48.9%, 冷热试验的灵敏度和特异度分别为 37.7% 和 51.2%, 两者并联试验的灵敏度可增加到 65.8%。本研究所得的 cVEMP、oVEMP 和冷

热试验诊断 MD 的灵敏度分别为 62%、61%、54%，特异度分别为 68%、53%、57%，可见除了 ECochG 外，cVEMP 和 oVEMP 的诊断灵敏度均较高，可以辅助 ECochG 评估球囊和椭圆囊积水的状态。冷热试验的灵敏度和特异度均较低，与 Egami 等^[17] 和 Okuno 等(1987)报道的 MD 半规管积水的比例相似。

在单个眩晕疾病的诊断中，VN 患者 ACS-cVEMP 异常率为 16.6%~51.0%^[18]，Murofushi 等^[15] 报道前庭下神经受累的 VN 患者 cVEMP 均消失(6/6)、前庭上神经受累的 83% oVEMP 消失(5/6)。而 VM 与正常人相比可出现 VEMPs 振幅降低或潜伏期延长的异常结果^[19]。在 BPPV 中亦是如此，后半规管 BPPV 可出现 66.7%的 oVEMP 的异常和 16.7%的 cVEMP 异常^[20]。所以尽管把多种疾病放在一起评估时，cVEMP 和 oVEMP 异常率会明显下降，但各个疾病单独评价时 VEMPs 的异常率并不低于 MD 的，所以并不能单独使用 cVEMP 或 oVEMP 来区分 MD 和非 MD。

综上所述，3 项前庭功能检查(cVEMP、oVEMP 和冷热试验)在鉴别诊断 MD 和非 MD 时的灵敏度和特异度均低于 ECochG，所以在临床诊断中需要结合病史、听力结果、ECochG 结果和前庭功能检查结果综合评估，4 种检查方法应该相互补充，灵活应用，才能做到更精准的诊断。

参考文献

- [1] VAN TILBURG M J, HERRMANN B S, GUINAN J J Jr, et al. Serial cVEMP Testing is Sensitive to Disease Progression in Ménière Patients[J]. *Otol Neurotol*, 2016, 37: 1614-1619.
- [2] JOHNSON S A, O'BEIRNE G A, LIN E, et al. oVEMPs and cVEMPs in patients with 'clinically certain' Ménière's disease[J]. *Acta Otolaryngol*, 2016, 136: 1029-1034.
- [3] CHEN L, XU H, WANG W Q, et al. Evaluation of the otolith function using c/oVEMPs in patients with Ménière's disease[J]. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 45: 39-39.
- [4] YOUNG Y H, HUANG T W, CHENG P W. Assessing the stage of Meniere's disease using vestibular evoked myogenic potentials [J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2003, 129: 815-818.
- [5] MARGOLIS R H, RIEKS D, FOURNIER E M, et al. Tympanic electrocochleography for diagnosis of Ménière's disease[J]. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1995, 121: 44-55.
- [6] NGUYEN L T, HARRIS J P, NGUYEN Q T. Clinical utility of electrocochleography in the diagnosis and management of Ménière's disease: AOS and ANS membership survey data[J]. *Otol Neurotol*, 2010, 31: 455-459.
- [7] VON BREVERN M, LEMPERT T. Vestibular migraine[J]. *Handb Clin Neurol*, 2016, 137: 301-316.
- [8] STRUPP M, LOPEZ-ESCAMEZ J A, KIM J S, et al. Vestibular paroxysmia: Diagnostic criteria [J]. *J Vestib Res*, 2016, 26: 409-415.
- [9] 李兴启, 郑杰夫, 郝昕. 听觉诱发反应及应用[M]. 北京: 人民军医出版社, 2007: 140-153.
- [10] 张青, 宋辉, 胡娟, 等. 气导短纯音诱发的眼肌前庭诱发肌源性电位在健康青年人群中的波形特征[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2012, 47(1): 15-18.
- [11] SHEYKHOLESLAMI K, MUROFUSHI T, KAGA K. The effect of sternocleidomastoid electrode location on vestibular evoked myogenic potential [J]. *Auris Nasus Larynx*, 2001, 28: 41-43.
- [12] 李晓璐, 卜行宽, BARIN K, 等. 实用眼震电图和眼震视图检查[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015: 128-133.
- [13] KATAYAMA N, YAMAMOTO M, TERANISHI M, et al. Relationship between endolymphatic hydrops and vestibular-evoked myogenic potential [J]. *Acta Otolaryngol*, 2010, 130: 917-923.
- [14] TAYLOR R L, WIJEWARDENE A A, GIBSON W P. The vestibular evoked-potential profile of Ménière's disease[J]. *Clin Neurophysiol*, 2011, 122: 1256-1263.
- [15] MUROFUSHI T, NAKAHARA H, YOSHIMURA E, et al. Association of air-conducted sound oVEMP findings with cVEMP and caloric test findings in patients with unilateral peripheral vestibular disorders [J]. *Acta Otolaryngol*, 2011, 131: 945-950.
- [16] LAMOUNIER P, DE SOUZA T S A, GOBBO D A, et al. Evaluation of vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) and electrocochleography for the diagnosis of Ménière's disease[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2017, 83: 394-403.
- [17] EGAMI N, USHIO M, YAMASOBA T, et al. The diagnostic value of vestibular evoked myogenic potentials in patients with Meniere's disease[J]. *J Vestib Res*, 2013, 23: 249-257.
- [18] OH S Y, KIM J S, YANG T H, et al. Cervical and ocular vestibular-evoked myogenic potentials in vestibular neuritis: comparison between air- and bone-conducted stimulation[J]. *J Neurol*, 2013, 260: 2102-2109.
- [19] BAIER B, STIEBER N, DIETERICH M. Vestibular-evoked myogenic potentials in vestibular migraine[J]. *J Neurol*, 2009, 256: 1447-1454.
- [20] NAKAHARA H, YOSHIMURA E, TSUDA Y, et al. Damaged utricular function clarified by oVEMP in patients with benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Acta Otolaryngol*, 2013, 133: 144-149.

(收稿日期: 2019-03-15)