

管石复位治疗后出现残余症状的良性阵发性位置性眩晕患者 VEMP 特点

田永胜¹ 张彦¹ 马荣¹ 刘萍¹

[摘要] **目的:**探讨管石复位治疗成功后出现残余症状的良性阵发性位置性眩晕(BPPV)患者的前庭诱发肌源性动作电位(VEMP)特点。**方法:**对 97 例成功进行了管石复位治疗的后半规管 BPPV 患者的颈性 VEMP 和眼性 VEMP 的检测结果进行回顾性分析,按照是否出现残余症状将患者分为残余症状组和无残余症状组,以健康成人的 VEMP 检测结果为对照,对 2 组患者眼性 VEMP N1P1 复合波异常率和颈性 VEMP P1N1 复合波异常率进行比较。**结果:**残余症状组中眼性 VEMP 的异常率为 64.5%,颈性 VEMP 的异常率为 28.1%,无残余症状组中眼性 VEMP 的异常率为 17.9%,颈性 VEMP 的异常率为 12.5%,残余症状组眼性 VEMP 异常率远高于无残余症状组($\chi^2=19.228, P=0.000$),而 2 组颈性 VEMP 异常率差异无统计学意义($\chi^2=3.342, P=0.068$)。**结论:**BPPV 患者进行管石复位后残余症状的发生与眼性 VEMP 的异常有关,表明椭圆囊功能异常与管石复位后残余症状的发生有关。

[关键词] 残余症状;良性阵发性位置性眩晕;前庭诱发肌源性动作电位

doi:10.13201/j.issn.1001-1781.2018.11.011

[中图分类号] R764.3 **[文献标志码]** A

Features of vestibular evoked myogenic potential in patients with residual dizziness after canalith repositioning procedures for benign paroxysmal positional vertigo

TIAN Yongsheng ZHANG Yan MA Rong LIU Ping

(Department of Otolaryngology, Aerospace Center Hospital, Beijing, 100049, China)

Corresponding author: TIAN Yongsheng, E-mail: tsh008@hotmail.com

Abstract Objective: To analyze the characteristics of the vestibular evoked myogenic action potential of patients with residual dizziness after successful canalith repositioning procedures(CRP) for idiopathic benign paroxysmal positional vertigo(IBPPV). **Method:** Ninety-seven consecutive patients with IBPPV of the unilateral posterior semicircular canal and health controls were initially enrolled. The patients received 500 Hz tone-burst-evoked ocular vestibular evoked myogenic potentials(oVEMP) and cervical vestibular evoked myogenic potentials(cVEMP). After successfully CRP, the patients were divided into two groups: group with residual symptoms and group without residual symptoms. The abnormality of results of both oVEMP and cVEMP were compared between three groups. **Result:** In the group with residual symptoms, the abnormal rate were 64.5% for oVEMP and 28.1% for cVEMP. In the group without residual symptoms, the abnormal rate were 17.9% for oVEMP and 12.5% for cVEMP. The abnormal rate of oVEMP in the group with residual symptoms was significantly higher than that in the group without residual symptoms($\chi^2=19.228, P=0.000$). However, there was no significant difference in the abnormal rate of cVEMP between these two groups ($\chi^2=3.342, P=0.068$). **Conclusion:** In patients with IBPPV underwent successful CRP, the occurrence of residual symptoms is correlated to the abnormalities of oVEMP. It is indicated that the dysfunction of the utricle is related to the presence of residual symptoms after the CRP for IBPPV.

Key words residual symptoms; benign paroxysmal positional vertigo; vestibular evoked myogenic potentials

特发性良性阵发性位置性眩晕(benign paroxysmal positional vertigo, BPPV)是一种常见的外周前庭系统病变,目前认为其发生的主要原因是由于前庭中脱落的耳石进入了半规管,当患者的头部转动时,脱落的耳石会在半规管内移动,影响半规

管的功能,表现出眩晕、呕吐以及眼震等症状,按照耳石脱落位置分为后半规管型、水平半规管型和前半规管型,其中后半规管型 BPPV 发病率最高^[1-2]。基于这种理论,产生了治疗半规管 BPPV 的有效方法——管石复位法,其基本原理是通过将人体头部旋转到不同的角度,使脱落于内耳半规管内的耳石滚动到前庭,使得眩晕症状缓解,其临床有效率可达 90%以上^[3]。但研究发现仍有高达 61.2%的患

¹航天中心医院耳鼻咽喉科(北京,100049)
通信作者:田永胜, E-mail: tsh008@hotmail.com

者在复位成功后出现头晕感,漂浮感,目前被称作管石复位治疗后的残余症状^[4],其发病机制尚未明确。目前作为前庭功能评价的有效手段,前庭诱发肌源性动作电位(vestibular evoked myogenic potential, VEMP)已经在 BPPV 中得到了广泛应用。VEMP 是指人体前庭感受器在强声刺激下,于头颈部肌肉所诱发出的可重复性动作电位^[5]。根据诱发电位记录的部位不同可分为颈性 VEMP(cervical vestibular evoked myogenic potentials, cVEMP)和眼性 VEMP(ocular vestibular evoked myogenic potentials, oVEMP)^[6]。目前已有文献报告 oVEMP 的异常与残余症状的出现有关^[7],但研究的数量较少,为进一步分析管石复位治疗后出现残余症状患者的耳石器功能,本研究对成功进行了管石复位后出现残余症状特发性后半规管 BPPV 患者的 VEMP 进行观察。

1 资料与方法

1.1 研究对象

对 2012-07-2016-07 期间在我院耳鼻咽喉科门诊连续就诊的 97 例特发性的单侧后半规管 BPPV 患者成功进行了管石复位治疗,按照是否出现残余症状将患者分为残余症状组和无残余症状组,以健康成人的 VEMP 检测结果为对照,对 2 组患者的 oVEMP N1P1 复合波的异常率和 cVEMP P1N1 复合波的异常率进行比较。依据中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编委会制定的 BPPV 诊断和治疗指南(2017)诊断标准:①临床上出现因头位改变而诱发的短暂性眩晕发作;②Dix-Hallpike 诱发试验及平卧侧头试验符合以下标准:Dix-Hallpike 试验患耳向地时出现以眼球上极为标志的扭转成分向地的旋转性眼震,回到坐位时眼震方向相反,为后半规管 BPPV。手法管石复位后次日复查对复位效果进行判断,治疗成功评定标准为:眩晕消失, Dix-Hallpike 试验阴性。手法管石复位后 1 周进行随访,残余症状定义为:持续性的非特异性的头晕、不稳、漂浮感等^[4]。

所有患者均统一参照 BPPV 的诊断标准,将符合诊断标准患者纳入实验。排除标准:① Dix-Hallpike 试验与平卧侧头试验阴性;②眩晕发作伴有耳蜗受损症状,不能排除梅尼埃病;③伴中枢神经系统受损表现;④眩晕发作伴头痛,不能排除偏头痛性眩晕;⑤不能除外药物性眩晕者;⑥严重颈椎及脊柱疾病或不能配合检查和治疗。

征募 36 例健康人的双侧耳作为对照组,其中男 15 例,女 21 例;年龄 32~72 岁,中位年龄 52 岁。纳入标准:①无耳聋及前庭功能障碍病史;②行耳内镜检查,双侧外耳道无堵塞物,双侧耳鼓膜完整,无充血;③行纯音测听证实双耳听力水平正常;④声导抗检查证实双耳鼓室无负压;⑤无中耳

手术史;⑥眼震电图及前庭双温试验正常。研究时诊断与检查结果采用双盲法进行检查与分析,所有参与研究的对象都签署知情同意书,并经医院医学伦理委员会同意后在此研究。

1.2 检测方法

所有受试者均接受了 cVEMP 与 oVEMP 的检测,检测在进行管石手法复位前进行。

1.2.1 检测设备与参数设置检测 位于屏蔽隔音间内进行,采用听觉脑干诱发电位系统 CHARTR EP 200 (ICS, 丹麦)进行检测,刺激声经由插入式耳机传递,短纯音(tone burst)为刺激声,刺激频率分别为 500 Hz,刺激声强度为 100 dBnHL,刺激重复率为 5 Hz,上升或下降时间为 1 ms,平台时间为 2 ms。分析时窗 50 ms,叠加 200 次。行 oVEMP 检查时刺激声带通滤波为 1~1000 Hz,行 cVEMP 检查时刺激声带通滤波为 10~1000 Hz。

1.2.2 检测方法 ①oVEMP 检测对象取坐位,记录电极位于两侧眼眶下缘中点下方约 1 cm 处皮肤表面,参考电极置于记录电极下方 1.5~2.0 cm 处皮肤表面,两侧对称放置,接地电极置于眉间。皮肤表面涂抹磨砂膏去除角质层后,涂抹导电膏,连接电极,使电阻维持在 5 k Ω 以下。施加声刺激时嘱测试对象双眼向上凝视头部上方正中位置,使视线保持在向上约 30° 的紧张状态,测试中保持视线处于身体正中线。单侧耳给声并在对侧眼眶下缘记录 oVEMP 的波形作为该耳对刺激的反应信号,引出波形为一由向下负波与向上正波组成的复合波,以两次波形能够重复记录为标准。记录波形分别命名时以给声刺激后 10 ms 左右出现的第 1 个波峰向下的波记为 N1 波,其后约 15 ms 出现的一个波峰向上的波记为 P1 波,记录 N1~P1 波的潜伏期、振幅,振幅值计为 N1 波谷与 P1 波峰之差值。②cVEMP:检测对象取坐位,参考电极位于锁骨上部,记录电极位于胸锁乳突肌上半部,接地电极位于眉心。放置电极前对相应贴电极的部位进行皮肤脱脂,使电阻保持在 5 k Ω 以下,通过插入式耳机给 500 Hz 的短纯音声刺激时,头转向刺激耳对侧,充分暴露同侧胸锁乳突肌,并处于最佳紧张状态。波形以连续 2 次以上检测波形重复性良好为标准,记录波命名时,以给声刺激后 13 ms 左右出现第 1 个出现的正波命名为 P1 波,继之出现的负波命名为 N1 波。记录 P1~N1 波潜伏期、振幅、双耳振幅不对称比,振幅值计为 P1 波峰与 N1 波谷之差值。记录时通过肌张力反馈监视器,保证检测期间同侧胸锁乳突肌的基础电位维持在 50 μ V 以上,以确保检测期间胸锁乳突肌肌张力的稳定维持。

1.3 研究方法

将全部纳入的患者按是否出现残余症状分为残余症状组与无残余症状组,对 2 组患者 VEMP 复合波的振幅、潜伏期及双耳振幅不对称比的异常率进行比较,同时对于正常对照组,左耳设定为患者患耳

对应对照,右耳设定为患者对侧耳对应对照。

1.4 统计学方法

对各组耳所测得 VEMP 的正负复合波的潜伏期及振幅值进行测量,并根据测量结果计算双侧耳振幅的不对称比,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,使用 SPSS 软件(SPSS23.0, Inc, Chicago, IL, USA)进行单因素方差分析(one-way ANOVA),进行 3 组人群 VEMP 测量结果的比较,可信区间设为 $P < 0.05$ 。各组间统计数值方差齐性均一时,按 Bonferroni 法进行统计。不具有方差齐性时,按 Tamhane 法统计。通过 2 侧振幅值计算得到振幅不对称比(asymmetric ratio, AR),AR 值的计算公式: $AR(\%) = |左侧振幅 - 右侧振幅| \div |左侧振幅 + 右侧振幅| \times 100\%$ 。VEMP 复合波振幅双侧耳不对称比正常值的上限为:健康对照组双侧耳振幅不对称比的均值 + 2 倍标准差,以高于正常值上限与单侧 VEMP 复合波未能引出者,认定为 VEMP 异常。并采用卡方检验对各组 VEMP 的异常发生率进行比较。

2 结果

2.1 引出率

研究期间共观察到符合 BPPV 诊断标准的研究对象 97 例。其中有残余症状者 36 例(37%),无残余症状为 61 例,有残余症状者中 4 例双侧耳未能引出 oVEMP 与 cVEMP 的波形,无残余症状者中亦有 4 例双侧耳未能引出 oVEMP 与 cVEMP 的波形,未能纳入本次研究的分析数据中。2 例有残余症状患者行 oVEMP 检查时双侧耳均未能引出,另有 1 例患者行 cVEMP 检查时双侧耳均未能引出,为有残余症状者,健康者中有 1 例行 oVEMP 检查时双侧耳均未能引出,进行相应统计分析时未纳入相应统计数据。残余症状组中男 11 例,女 21 例,年龄 43~72 岁,中位年龄 53 岁;无残余症状组中男 21 例,女 36 例,年龄 27~76 岁,中位年龄 48 岁;对照组中男 15 例,女 21 例,年龄 32~72 岁,中位年龄 52 岁,各组年龄分布无差异($P = 0.524$)。

残余症状组男女比例为 11:21,非残余症状组男女比例为 7:12,对照组男女比例为 5:7,各组间男女比例无差异($P = 0.841$)。

2.1.1 oVEMP 的 N1-P1 波引出率 500 Hz 短纯音刺激声条件下,残余症状组的患耳、对侧耳 N1-P1 波引出率分别为 78%、72%,无残余症状组的患耳及对侧耳 N1-P1 波引出率则为 95%、93%;对照组左右耳 oVEMP 的引出率均为 97%(图 1)。

2.1.2 cVEMP 的 P1-N1 波引出率 500 Hz 短纯音刺激声条件下,残余症状组的患耳、对侧耳引出率分别为 91% 和 94%;低于无残余症状组的患耳及对侧耳 cVEMP 的 P1-N1 波引出率(98%);对照组左右耳 cVEMP 的引出率均为 100%(图 1)。

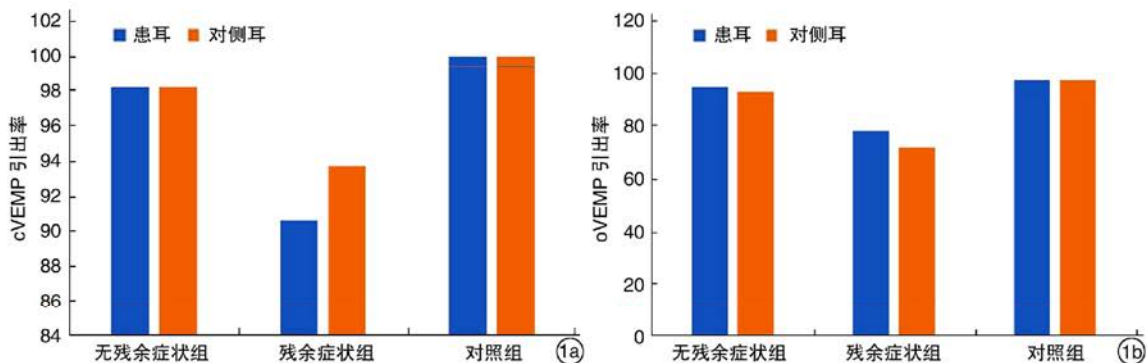
2.2 潜伏期

oVEMP 中残余症状组和无残余症状组的患耳 N1 波潜伏期及 P1 波潜伏期无显著差异,并且与对照组左耳 N1 波潜伏期及 P1 波潜伏期也无显著差异,2 组对侧耳 N1 波潜伏期及 P1 波潜伏期无显著差异。其中同侧及对侧 oVEMP 的 N1 波与 P1 波潜伏期不具有方差齐性,按 Tamhane 法统计,见表 1。

cVEMP 中残余症状组和无残余症状组的患耳 P1 波潜伏期及 N1 波潜伏期无显著差异,并且与对照组左耳 P1 波潜伏期及 N1 波潜伏期也无显著差异,2 组对侧耳 P1 波潜伏期及 N1 波潜伏期无显著差异。其中同侧及对侧 cVEMP 的 P1 波与 N1 波潜伏期不具有方差齐性,按 Tamhane 法统计,见表 2。

2.3 双侧耳振幅不对称比比值

oVEMP 中残余症状组和无残余症状组和对照耳的双侧耳振幅的不对称比比值差异显著,而无残余症状组和对照耳的双耳振幅不对称比比值无显著差异,其中同侧及对侧 oVEMP 的振幅值不具有方差齐性,按 Tamhane 法统计,见表 1。cVEMP 中残余症状组双侧耳振幅不对称比比值高于无残余症状组和对照组,并且与无残余症状组和对照组差异显著,见表 2。



1a:cVEMP引出率;1b:oVEMP引出率。

图 1 残余症状组及无残余症状组及对照耳中刺激声条件下 cVEMP 的 P1-N1 复合波与 oVEMP 的 N1-P1 复合波的引出率

表 1 oVEMP 检测结果

$\bar{x} \pm s$

组别	耳数		两侧耳复合波振幅不对称比/%	N1-P1 波幅值/ μV		N1 波潜伏期/ms		P1 波潜伏期/ms	
	患侧	对侧		患侧	对侧	患侧	对侧	患侧	对侧
残余症状组	24	23	34.25±16.66 ¹⁾	4.00±2.71	5.77±4.90	12.68±1.92	11.79±1.29	18.12±2.23	17.93±2.56
无残余症状组	54	53	20.40±16.66 ²⁾	4.10±3.25 ²⁾	4.33±3.23	12.22±2.03	12.26±0.83	18.29±1.73	18.24±1.86
对照组	35	35	17.36±11.09	8.00±6.16	8.00±5.56	12.78±1.74	12.14±0.82	17.62±1.1	18.26±1.89

与无残余症状组比较,¹⁾ $P < 0.01$;与对照组比较,²⁾ $P < 0.01$ 。

表 2 cVEMP 检测结果

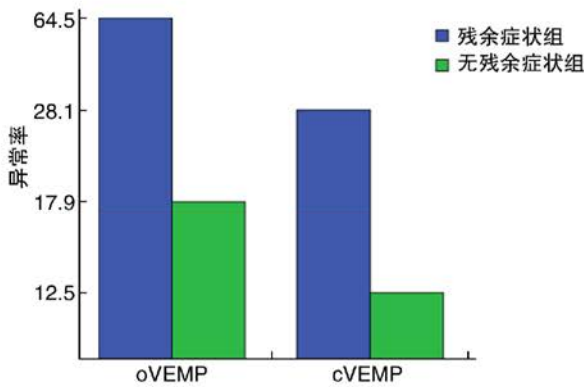
$\bar{x} \pm s$

组别	耳数		两侧耳复合波振幅不对称比/%	P1-N1 波幅值/ μV		P1 波潜伏期/ms		N1 波潜伏期/ms	
	患侧	对侧		患侧	对侧	患侧	对侧	患侧	对侧
残余症状组	30	30	24.20±	129.12±	132.88±	16.42±	15.64±	26.27±	24.26±
			15.59	110.32	104.43	2.23	3.40	4.33	5.09
无残余症状组	56	56	17.51±	125.91±	138.05±	16.39±	16.30±	24.83±	25.15±
			14.83 ¹⁾	87.86	92.89	2.20	2.09	4.22	2.62
对照组	36	36	13.45±	162.89±	175.47±	15.83±	16.34±	25.54±	26.05±
			9.67	85.86	86.83	1.37	2.01	2.14	2.66

与对照组比较,¹⁾ $P < 0.01$ 。

2.4 双侧耳复合波振幅不对称比的异常率

根据对照组测量结果,正常 oVEMP 双耳两侧振幅不对称比的上限值为 39%,残余症状组异常率为 64.5%,远高于无残余症状组(17.9%)($\chi^2 = 19.228, P = 0.000$)。cVEMP 的双侧耳振幅不对称比的正常上限值为 32%。残余症状组异常率为 28.1%,但是与无残余症状组(12.5%)比较无显著差异($\chi^2 = 3.342, P = 0.068$)。见图 2。



残余症状组中的 oVEMP 异常率显著高于无残余症状组 oVEMP 的异常率, cVEMP 的异常率也高于无残余症状组,但差异无统计学意义。

图 2 残余症状组与无残余症状组 VEMP 比较

3 讨论

残余症状为 BPPV 患者接受管石复位治疗后的常见症状,发生率为 31%~63%,其主要受观察人群的年龄及随访问隔时间的影响,随着时间的延长,部分患者的残余症状会消失,随之残余症状发生率会降低^[4]。本研究中,观察对象的残余症状发生率为 37%,与 Martellucci 及 Toru 等学者的观察

结果一致^[8-9],与均采用在复位治疗后 1 周进行随访有关。尽管有研究表明 BPPV 的不同类型对残余症状的产生无影响^[10],本次研究中为避免 BPPV 的类型对实验结果可能的影响,仍选择了后半规管 BPPV 的患者进行研究。

VEMP 中的 cVEMP 主要是指在同侧胸锁乳突肌表面记录到的电位,研究认为 cVEMP 起源于球囊,经前庭下神经传入前庭中枢,经中枢整合引起同侧胸锁乳突肌收缩,主要反映同侧球囊及前庭下神经功能状态^[11]。oVEMP 是在对侧眼外肌表面记录到的电位,其起源于椭圆囊,经前庭上神经传入前庭中枢,继而引起对侧眼下斜肌收缩,主要反映椭圆囊及前庭上神经的功能状态^[10]。通过接受声刺激后分析两侧记录到的动作电位,可以有效地分析双侧前庭功能。

以往的研究已经发现 BPPV 时患者的前庭功能可出现异常,VEMP 检查会出现异常结果,而在出现残余症状的患者中,3/4 患者会出现 VEMP 检查异常,并以 oVEMP 为主^[12],表现为双侧振幅不对称比异常或单侧不能引出正常波形,但是各研究的异常率亦有不同,与异常的判断标准不同有关。部分研究以单侧复合波的缺如为异常标准^[13],而部分研究则以复合波的单侧缺如和两侧振幅不对称比超过正常范围为标准^[14]。本研究以复合波的单侧缺如和两侧振幅不对称比超过正常范围作为判断 VEMP 是否异常的标准。本次研究发现残余症状组与无残余症状组的 cVMEP 复合波的潜伏期及 oVEMP 复合波的潜伏期均与正常人无显著差异,2 组间的潜伏期也无显著差异,但残余症状组 oVEMP 的异常率高于无残余症状组, cVEMP 的异常率虽然也高于无残余症状组,但差异无统计学

意义。

目前对于管石复位后产生残余症状的具体原理仍不清楚,推测可能与以下几个方面有关:①接受管石复位治疗后半规管内仍残余有耳石,未能完全复位进入前庭,但其数量较小不能诱发出位置性眩晕^[15];②前庭功能障碍^[16];③共存的前庭疾病的影响;④中枢调节适应能力尚未完全恢复正常导致^[17-19]。本研究表明发生残余症状与前庭功能障碍有密切的关系;在本次研究中,cVEMP 的异常率在残余症状组与无残余症状组中未表现出显著差异,而 oVEMP 的异常率则显著增高,由于 oVEMP 主要反映的是椭圆囊的功能,因此本次研究的结果表明残余症状的发生主要与椭圆囊功能受损有关。椭圆囊为前庭中的耳石器官,通过椭圆囊囊斑中的耳石膜可感受矢状面的线性加速度变化,维持机体的平衡,当耳石脱落时耳石膜的功能可能受到影响,从而导致椭圆囊的功能受损,可引起头晕等症状。

本研究结果表明,对于特发性 BPPV 患者而言,成功的管石复位治疗后残余症状的发生与椭圆囊功能的异常有关,通过 VEMP 的检查,尤其是 oVEMP 的检查有助于对 BPPV 的预后进行判断。

参考文献

- [1] WALTHER L E, WENZEL A, BUDER J, et al. Detection of human utricular otoconia degeneration in vital specimen and implications for benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2014, 271:3133-3138.
- [2] VON BREVERN M, RADTKE A, LEZIUS F, et al. Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2007, 78:710-715.
- [3] BHATTACHARYYA N, BAUGH R F, ORVIDAS L, et al. Clinical practice guideline: benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2008, 139:S47-81.
- [4] SEOK J I, LEE H M, YOO J H, et al. Residual dizziness after successful repositioning treatment in patients with benign paroxysmal positional vertigo[J]. *J Clin Neurol*, 2008, 4:107-110.
- [5] COLEBATCH J G, HALMAGYI G M, SKUSE N F. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1994, 57:190-197.
- [6] ROBERTSON D D, IRELAND D J. Vestibular evoked myogenic potentials[J]. *J Otolaryngol*, 1995, 24:3-8.
- [7] SEO T, SAKA N, OHTA S, et al. Detection of utricular dysfunction using ocular vestibular evoked myogenic potential in patients with benign paroxysmal positional vertigo[J]. *Neurosci Lett*, 2013, 550:12-16.
- [8] LEE N H, KWON H J, BAN J H. Analysis of residual symptoms after treatment in benign paroxysmal positional vertigo using questionnaire[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2009, 141:232-236.
- [9] TEGGI R, QUAGLIERI S, GATTI O, et al. Residual dizziness after successful repositioning maneuvers for idiopathic benign paroxysmal positional vertigo [J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2013, 75:74-81.
- [10] MARTELLUCCI S, PAGLIUCA G, DE VINCENZIIS M, et al. Features of Residual Dizziness after Canalith Repositioning Procedures for Benign Paroxysmal Positional Vertigo[J]. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2016, 154:693-701.
- [11] SEO T, SHIRAISHI K, KOBAYASHI T, et al. Residual dizziness after successful treatment of idiopathic benign paroxysmal positional vertigo originates from persistent utricular dysfunction[J]. *Acta Otolaryngol*, 2017, 137:1149-1152.
- [12] COLEBATCH J G, HALMAGYI G M. Vestibular evoked potentials in human neck muscles before and after unilateral vestibular deafferentation[J]. *Neurology*, 1992, 42:1635-1636.
- [13] TODD N P, ROSENGREN S M, AW S T, et al. Ocular vestibular evoked myogenic potentials (OVEMPs) produced by air- and bone-conducted sound[J]. *Clin Neurophysiol*, 2007, 118:381-390.
- [14] HOSEINABADI R, POURBAKHT A, YAZDANI N, et al. The effects of abnormality of cVEMP and oVEMP on rehabilitation outcomes in patients with idiopathic benign paroxysmal positional vertigo[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2016, 273:643-648.
- [15] DI GIROLAMO S, PALUDETTI G, BRIGLIA G, et al. Postural control in benign paroxysmal positional vertigo before and after recovery[J]. *Acta Otolaryngol*, 1998, 118:289-293.
- [16] VON BREVERN M, SCHMIDT T, SCHONFELD U, et al. Utricular dysfunction in patients with benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Otol Neurotol*, 2006, 27:92-96.
- [17] DI GIROLAMO S, OTTAVIANI F, SCARANO E, et al. Postural control in horizontal benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2000, 257:372-375.
- [18] POLLAK L, DAVIES R A, LUXON L L. Effectiveness of the particle repositioning maneuver in benign paroxysmal positional vertigo with and without additional vestibular pathology[J]. *Otol Neurotol*, 2002, 23:79-83.
- [19] STAMBOLIEVA K, ANGOV G. Postural stability in patients with different durations of benign paroxysmal positional vertigo [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2006, 263:118-122.

(收稿日期:2018-04-01)