

DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202003007

· 论著 ·

# 头脉冲试验与头脉冲抑制试验参数相关性分析

陈飞云<sup>1</sup>, 陈籽辰<sup>1</sup>, 魏馨雨<sup>1</sup>, 余津颖<sup>2</sup>, 张玉忠<sup>1</sup>, 胡娟<sup>1</sup>, 成颖<sup>1</sup>, 吕旭霖<sup>1</sup>, 许信达<sup>3</sup>, 魏兰瓔<sup>4</sup>, 任晓勇<sup>1</sup>, 张青<sup>1,5</sup>

(1. 西安交通大学第二附属医院耳鼻咽喉头颈外科病院, 陕西 西安 710004; 2. 安康市汉滨区第一医院耳鼻咽喉科, 陕西 安康 725000; 3. 复旦大学附属眼耳鼻喉科医院耳神经颅底外科上海市听觉医学临床中心卫生部听觉医学重点实验室, 上海 200031; 4. 西安交通大学第二附属医院麻醉科, 陕西 西安 710004; 5. 上海交通大学医学院附属新华医院耳鼻咽喉头颈外科, 上海 200092)

**摘要:** 目的 验证头脉冲试验(HIMP)和头脉冲抑制试验(SHIMP)在前庭眼动反射中的互补效应。方法 选择前庭上神经炎患者33例,健康成人10例(20耳),对前庭上神经炎患者患侧和健康成人左右侧HIMP和SHIMP增益、扫视潜伏期、扫视波振幅及显性扫视产生百分比进行匹配分析,比较HIMP和SHIMP各项参数之间相互关系。结果 HIMP增益与SHIMP增益呈线性正相关,并且HIMP增益大于SHIMP增益,差异具有统计学意义( $t=5.890, r=0.956, P$ 均 $=0.000$ )。HIMP潜伏期大于SHIMP潜伏期,差异具有统计学意义( $t=-3.360, P=0.001$ ),但无相关性( $r=0.180, P=0.196$ )。HIMP扫视振幅与SHIMP扫视振幅呈负相关( $r=-0.484, P=0.000$ ),HIMP扫视百分比与SHIMP显性扫视百分比呈负相关( $r=-0.604, P=0.000$ )。HIMP增益与HIMP扫视潜伏期、振幅及百分比均呈负相关,且均具有统计学意义( $P<0.05$ )。SHIMP增益与SHIMP代偿性扫视振幅及百分比呈正相关,具有统计学意义( $P<0.05$ )。SHIMP增益与SHIMP扫视潜伏期无相关性( $r=-0.044, P=0.756$ )。结论 SHIMP和HIMP均可检查水平性角前庭眼动反射(VOR)的直接通路,代偿性扫视和反代偿性扫视的增益、振幅和扫视产生的百分比可作为动态观察指标评估前庭功能。两者参数变化对评估VOR通路的损伤和恢复情况起到一定指导意义。

**关键词:** 前庭功能;前庭上神经炎;头脉冲抑制试验;头脉冲试验;前庭眼动反射  
中图分类号:R764.3

## Correlation analysis of parameters between head impulse paradigm and suppression head impulse paradigm

CHEN Feiyun<sup>1</sup>, CHEN Zichen<sup>1</sup>, WEI Xinyu<sup>1</sup>, YU Jinying<sup>2</sup>, ZHANG Yuzhong<sup>1</sup>, HU Juan<sup>1</sup>, CHEN Ying<sup>1</sup>,  
LYU Xulin<sup>1</sup>, XU Xinda<sup>3</sup>, WEI Lanying<sup>4</sup>, REN Xiaoyong<sup>1</sup>, ZHANG Qing<sup>1,5</sup>

(1. Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, the Second Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China; 2. Department of Otorhinolaryngology, First Hospital of Hanbin District, Ankang 725000, China; 3. Department of Otolaryngology and Skull Base Surgery, Eye Ear Nose and Throat Hospital, Fudan University, Shanghai Auditory Medical Center, Key Laboratory of Hearing Science, Ministry of Health, Shanghai 200031, China; 4. Department of Anesthesiology, the Second Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710004, China; 5. Department of Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Xinhua Hospital, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** **Objective** To verify the complementary effect of head impulse paradigm (HIMP) and suppression head impulse paradigm (SHIMP) in vestibulo-ocular reflex. **Methods** Thirty-three patients with superior vestibular neuritis and 10 normal subjects (20 ears) were selected. Matching analyses on parameters including the gain of HIMP and SHIMP, latency and amplitude of saccades, and the percentage of saccades were made between the affected side of patients and the normal group to compare their relationships. **Results** There was a linear positive correlation between the HIMP gain and the SHIMP gain, the former was greater than the latter, and the difference was statistically significant ( $t=5.890, r=0.956, P=0.000$ ). The latency of HIMP was higher than that of SHIMP ( $t=-3.360, P=0.001$ ), but there was no correlation ( $r=0.180, P=0.196$ ). The saccades amplitude of HIMP was negatively correlated with that of SHIMP ( $r=-0.484, P=0.000$ ), and the saccades percentage of HIMP was negatively correlated with that of SHIMP ( $r=-0.604, P=0.000$ ). The

基金项目:国家自然科学基金(81670945,81700915,81970891)。

第一作者简介:陈飞云,女,硕士,技师。

通信作者:张青,Email:zhqent@163.com

gain of HIMP was negatively correlated with the saccades latency, amplitude and percentage of HIMP. The gain of SHIMP was positively correlated with the compensatory saccade amplitude and percentage of SHIMP ( $P < 0.05$ ). There was no correlation between the gain of SHIMP and the saccades latency of SHIMP ( $r = -0.044$ ,  $P = 0.756$ ). **Conclusion** Both SHIMP and HIMP can be used to test the direct pathway of horizontal angular vestibulo-ocular reflex (aVOR). The gain, amplitude, and the percentage of saccades are dynamic indexes to evaluate vestibular function. Their parameter changes may have certain guiding significance to the evaluation of the damage and recovery of VOR pathway.

**Keywords:** Vestibular function; Superior vestibular neuritis; Head impulse paradigm; Suppression head impulse paradigm; Vestibulo-ocular reflex

2016年 Macdougall 等<sup>[1]</sup>提出一种新型的研究半规管功能的高频高速检测技术—头脉冲抑制试验(suppression head impulse paradigm, SHIMP),与视频头脉冲试验(video head impulse test, v-HIT)的操作方法相似,检查者对戴上视频眼镜的受检者进行快速、低幅、被动、突发突止和不能预知的转头动作,通过视频记录受试者的眼动状态,与头动轨迹相比较,定量分析评估半规管系统功能。自2016年至今,已有学者对急性前庭功能损伤及慢性前庭功能损伤患者 SHIMP 检查中出现的扫视参数进行了相应的研究<sup>[2-4]</sup>。然而 SHIMP 与头脉冲试验 HIMP(head impulse paradigm, HIMP)的互补效应如何体现国内外尚无文献报道,本研究从检测方法、图形特征及相关参数进行分析验证,以期这项新型检查技术可以为后续临床和科研提供帮助。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

选择33例前庭上神经炎患者,其中男13例,女20例;年龄19~82岁,平均年龄(49.12±10.60)岁。入选标准:①符合前庭神经炎诊断标准<sup>[5]</sup>;②发病7d以内的患者,伴持续眩晕、恶心、呕吐,向健侧的水平自发眼震;③经视频眼震电图、v-HIT及前庭诱发肌源性电位(vestibular evoked myogenic potentials, VEMP)检查确诊患者;④经头颅MRI等检查排除其他中枢性眩晕或合并其他外周性眩晕者;⑤患者配合良好。前庭神经炎有明确的水平性角前庭眼动反射(vestibulo-ocular reflex, VOR)通路损伤,v-HIT主要检测VOR直接通路,在HIMP检查中表现为增益降低及代偿性扫视出现,而在SHIMP中表现为增益降低及反代偿性扫视减少。

同期选择10例(20耳)年龄和性别匹配的健康成人进行匹配,其中男4例,女6例;年龄19~72岁,平均年龄(47.7±15.56)岁。入选标准:①无耳聋、耳鸣及眩晕病史;②耳镜、纯音测听及声导抗检查均正常;③愿意参加本研究。排除标准:除外所有外耳、中耳以及内耳疾病患者;排除所有既往眩晕、头晕及头

痛患者,排除所有脑血管病变患者。年龄和性别组间无显著性差异。正常人VOR通路完整,HIMP检查中增益在正常范围,SHIMP中患者本研究所有检测项目均通过我校伦理委员会审批,全部受试者检测前均签署知情同意书。

### 1.2 方法

采用丹麦尔听美公司ICS晕派思™Impulse 4.0甩头试验仪进行测试,对每位受试者分别行HIMP和SHIMP检查。具体操作:患者取端坐位,将带有视频摄像头、速度传感器和红外照明灯的视频眼镜固定于头部,嘱患者始终注视视靶(距离受试者120cm),按照要求先校准设备,检查者站立于患者后方并双手抱住其头部,向左、右水平方向做快速、低幅(15°~20°)、中等角速度(150°/s~250°/s)、高角加速度(3 000°/s<sup>2</sup>~6 000°/s<sup>2</sup>)的被动、突发突止和不能预知的甩头动作,分别检测左、右侧水平半规管,双侧各20次。随后去除墙上固定视靶,选择SHIMP检测界面,让患者固定视频眼镜所发出的激光点,依据上述方法,分别向左、右水平方向各甩头20次。注意检查时让受试者放松颈部;检查者甩动的时机和方向无规律性,保证受试者不能预测;眼镜固定紧密,避免出现眼动和头动轨迹不同步导致的假性结果。双侧各20次甩头必须为有效甩头。

### 1.3 诊断标准及观察指标

分别记录健康成人和患者HIMP和SHIMP的患侧甩头增益值、HIMP及SHIMP显性扫视波的潜伏期、振幅及显性扫视产生百分比。若SHIMP检测结果中,一次甩头的增益值没有与之相对应的反代偿性扫视波,即无相应的潜伏期及速度峰值,则此次甩头增益值被排除,不计入平均增益中。

### 1.4 统计学方法

应用SPSS 22.0软件进行统计学分析,采用配对 $t$ 检验,对于符合线性相关的增益值采用Pearson相关分析,潜伏期、振幅和扫视百分比采用Spearman相关分析, $r$ 为负值则为负相关, $r$ 为正值则为正相关, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 波形特征

健康成人 HIMP 左右侧甩头可见少量微弱扫视, SHIMP 左右侧甩头可见反代偿性扫视(图 1)。右侧前庭神经炎患者 HIMP 健侧甩头未引出代偿性扫视, 患侧甩头引出代偿性扫视; SHIMP 健侧甩头引出反代偿性扫视, 患侧甩头可见少量微弱扫视(图 2)。

### 2.2 参数特征

表 1 显示各项参数特征, HIMP 增益与 SHIMP 增益呈线性正相关(图 3), HIMP 增益越大, SHIMP 增益越大, 并且 HIMP 增益大于 SHIMP 增益, 差异具有统计学意义( $t=5.890, r=0.956, P$  均  $=0.000$ )。HIMP 振幅越大, SHIMP 振幅越小。HIMP 潜伏期大于 SHIMP 潜伏期, 差异具有统计学意义( $t=-3.360, P=0.001$ ), 但无相关性( $r=0.180, P=0.196$ )。HIMP 扫视振幅与 SHIMP 扫视振幅呈负相关( $r=-0.484, P=0.000$ ), HIMP 扫视百分比与 SHIMP 显性扫视百分比呈负相关( $r=-0.604, P=0.000$ ), 见图 4。HIMP 增益与扫视潜伏期呈负相关( $r=-0.363, P=0.008$ ); HIMP 增益与 HIMP 扫视振幅呈负相关( $r=-0.824, P=0.008$ ); HIMP 增益与 HIMP 扫视百分比呈负相关( $r=-0.646, P=$

$0.000$ ), 见图 5。SHIMP 增益与 SHIMP 扫视潜伏期无明显相关( $r=-0.044, P=0.756$ ); SHIMP 增益与 SHIMP 扫视振幅呈正相关( $r=0.614, P=0.000$ ); SHIMP 增益与 SHIMP 扫视百分比呈正相关( $r=0.759, P=0.000$ ), 见图 6。

## 3 讨论

HIMP 与 SHIMP 都是通过高频高速的头部旋转运动直接刺激双侧半规管评估 VOR 直接通路<sup>[6]</sup>, 健康成人 VOR 通路正常, HIMP 向一侧迅速甩头时, 眼球向相反方向移动方能始终将视觉稳定在墙上固定的靶点。SHIMP 检查中, 要求受试者在甩头过程中持续注视随头部移动的光点, 在光点移动后, 眼睛在人为控制下向光点移动, 产生了与正常 VOR 通路中眼球移动方向相反的运动, 即反代偿性扫视。前庭上神经炎患者前庭神经受到损伤, 导致 VOR 通路中断, 向一侧甩头时, 同侧水平半规管受到相应刺激后, 不能将神经冲动传递至脑干从而不能支配眼球运动。因此, 在 HIMP 向患侧甩头时, 眼球不能向相反方向移动, 而随头部同方向运动, 随后眼球人为地追踪墙上固定的靶点, 即产生了代偿性扫视; 同理在 SHIMP 检查中向患侧甩头时, 头部运动时不能引发眼球向相反方向移动, 眼球直接随头部运动而向同

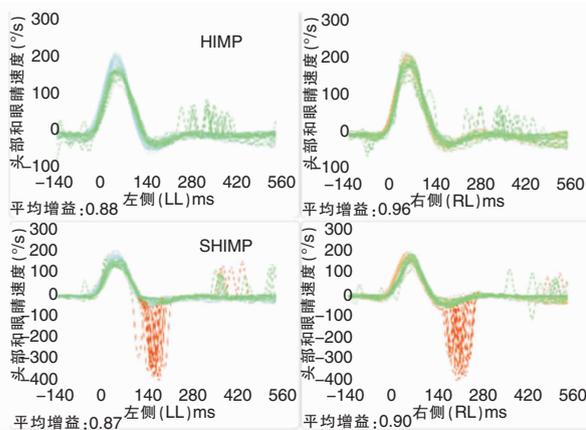


图 1 健康成人 HIMP 与 SHIMP 图形

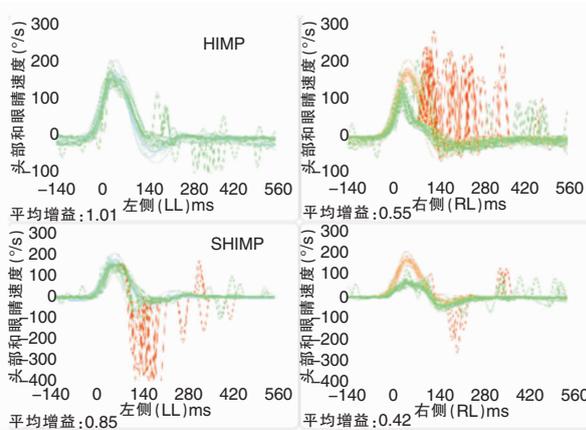


图 2 右侧前庭神经炎患者 HIMP 与 SHIMP 图形

表 1 全部受试者的 HIMP 和 SHIMP 各参数特征 ( $\bar{x} \pm s$ )

项目	增益	潜伏期 (ms)	振幅 ( $^{\circ}/s$ )	百分比 (%)
HIMP	$0.74 \pm 0.25$	$175.55 \pm 118.47$	$153.83 \pm 108.87$	$54.15 \pm 50.55$
SHIMP	$0.67 \pm 0.03$	$247.01 \pm 89.77$	$195.37 \pm 84.65$	$43.23 \pm 32.80$
$t$	5.890	-3.360	-1.780	0.390
$P$	0.000	0.001	0.081	0.699
$r$	0.956	0.180	-0.484	-0.604
$P$	0.000	0.196	0.000	0.000

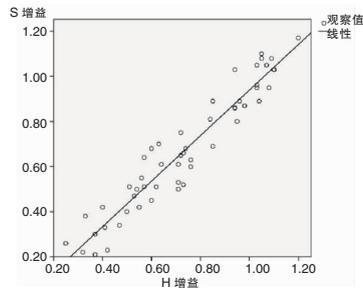


图 3 HIMP 与 SHIMP 增益关系图

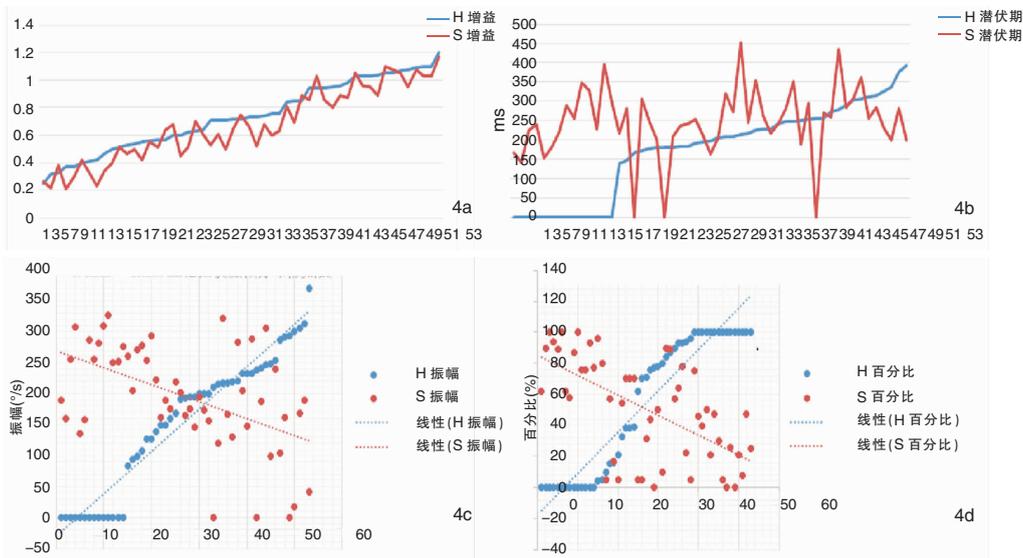


图4 HIMP和SHIMP各项参数分布情况 4a:HIMP和SHIMP增益分布折线图; 4b:HIMP和SHIMP潜伏期分布折线图; 4c:HIMP和SHIMP显性扫视振幅分布散点图; 4d:HIMP和SHIMP显性扫视百分比分布散点图

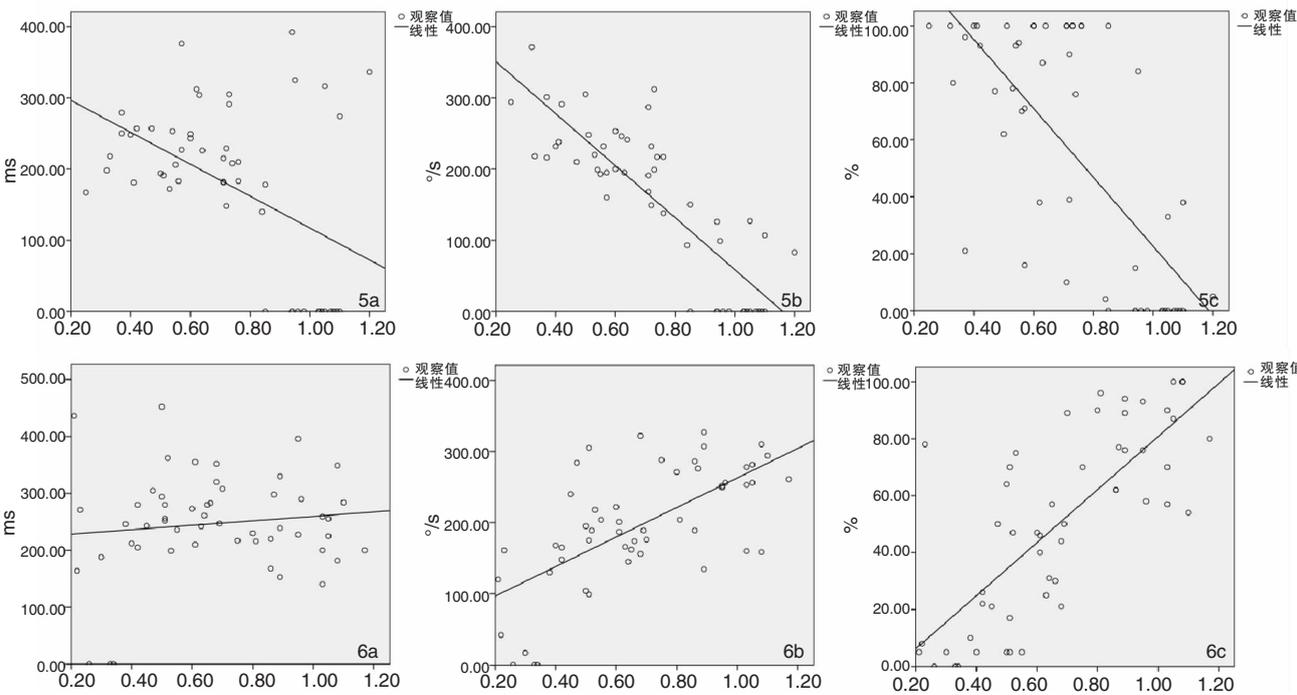


图5 HIMP增益与HIMP扫视各参数相关性 5a:HIMP增益与扫视潜伏期相关性; 5b:HIMP增益与扫视振幅相关性; 5c:HIMP增益与扫视百分比相关性 图6 SHIMP增益与SHIMP扫视各参数相关性 6a:SHIMP增益与扫视潜伏期相关性; 6b:SHIMP增益与扫视振幅相关性; 6c:SHIMP增益与扫视百分比相关性

侧移动追踪头部运动的靶点,而不会产生相应的扫视。前庭上神经炎是体现VOR通路损伤良好的病理模型。

本文中SHIMP增益较HIMP平均增益略小,与既往文献报道相同<sup>[1, 7-8]</sup>,主要是由于增益算法导致的。传统HIMP增益通常是在甩头后80~100ms测量并计算眼球运动与头部运动的速度比<sup>[9]</sup>,此时

代偿性扫视还未出现,这个时间窗容易受到眼罩滑动导致的假性眼球运动影响<sup>[10-11]</sup>,因此有学者提出了一种计算头动和眼动曲线下面积的算法。该算法可以计算整个头部脉冲的增益,但在分析之前,需要移除任何可能干扰VOR测量的捕捉性扫视即自发眼震。因为SHIMP扫视通常在头部运动结束后出现,尤其是在单侧前庭功能减退患者患侧甩头

时,患者需要一直紧盯目标靶点而消除了自发眼震的影响,从而获得更准确的 VOR 增益。因此本文选择前庭神经炎与健康成人作为研究对象。SHIMP 增益与 HIMP 增益呈完全正相关,增益越低表明损伤越严重,由于两者增益均是在整个头部运动结束后计算的,都是体现 VOR 通路的完整性,因此两者互相协同。

部分健康成人 HIMP 甩头也会少量微弱扫视,这可能与头部运动后眼球不自主随意运动有关,此扫视潜伏期长,振幅低,扫视百分比亦低。而患者 HIMP 代偿性扫视潜伏期短,振幅高、产生百分比也随之增高。与 SHIMP 患侧扫视相比,潜伏期无明显差异,扫视波振幅呈负相关,扫视百分比亦呈负相关。健康成人 HIMP 扫视百分比趋近于或等于 0,而前庭神经炎患者 HIMP 扫视百分比趋近于或等于 1, HIMP 扫视振幅越低,SHIMP 扫视振幅越高;健康成人 SHIMP 扫视百分比趋近于或等于 1,而前庭神经炎患者 SHIMP 扫视百分比趋近于或等于 0, HIMP 扫视振幅越高,SHIMP 扫视振幅越低。两者互补效应主要体现在代偿性扫视和反代偿性扫视上,代偿性扫视体现了前庭功能的缺失,而反代偿性扫视的出现提示受试者有能力产生此扫视,两者此消彼长,互相补充。

HIMP 增益与 HIMP 扫视潜伏期、振幅和产生百分比均呈负相关,提示 HIMP 增益越小,产生的扫视越多、扫视潜伏期越短、振幅越大,提示前庭损伤越严重;反之,HIMP 增益越大,产生的扫视越少、扫视潜伏期越长、振幅越小,提示前庭高频功能完整。SHIMP 增益与 SHIMP 扫视潜伏期无相关性。与 SHIMP 扫视振幅和产生百分比均呈正相关,提示 SHIMP 增益越小,扫视振幅及百分比越小,提示保留的前庭功能越少,损伤越严重。反之,SHIMP 增益越大,扫视振幅及百分比越大,提示保留的前庭功能越多,损伤越轻微或正常。

既往有关 HIMP 和 SHIMP 文献中<sup>[1-3,8,12]</sup>,只有关于增益算法和操作方法两者特征的比较及 SHIMP 优势,本文从 SHIMP 扫视各项参数进行讨论分析,进一步将两者互补关系量化,希望对后续相关的研究有所裨益。

#### 4 结论

HIMP 和 SHIMP 均可检测水平性角 VOR 的直接通路,HIMP 增益和 SHIMP 增益互相协同,HIMP 代偿性扫视振幅和扫视产生的百分比提示前庭功能损失情况,SHIMP 反代偿性扫视振幅和扫视产生百分比提示前庭功能保留情况。各项参数可作为动态

观察指标评估前庭功能代偿和康复情况。

#### 参考文献:

- [1] Macdougall HG, Mcgarvie LA, Halmagyi GM, et al. A new saccadic indicator of peripheral vestibular function based on the video head impulse test[J]. *Neurology*, 2016, 87(4): 410-418.
- [2] Shen Q, Christophe M, Olivier S, et al. Saccadic velocity in the new suppression head impulse test: a new indicator of horizontal vestibular canal paresis and of vestibular compensation[J]. *Front Neurol*, 2016, 7:160.
- [3] Rey-Martinez J, Yanes J, Esteban J, et al. The role of predictability in saccadic eye responses in the suppression head impulse test of horizontal semicircular canal function[J]. *Front Neurol*, 2017, 8: 536.
- [4] 陈飞云,张玉忠,吴彩芹,等. 头脉冲抑制试验在单侧前庭神经炎患者中的应用价值[J]. *临床耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 32(18): 1374-1377.
- [5] Baloh RW. Clinical practice. Vestibular neuritis[J]. *N Engl J Med*, 2003, 348(11): 1027-1032.
- [6] Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control [J]. *Trends Neurosci*, 2012, 35(3): 185-196.
- [7] 陈飞云,张玉忠,吴彩芹,等. 头脉冲抑制试验在健康成年人中的参数特征[J]. *中华耳鼻咽喉头颈外科杂志*, 2018, 12(53): 914-917.
- [8] Rey-Martinez J, Thomas-Arrizabalaga I, Espinosa-Sanchez JM, et al. Vestibulo-ocular reflex gain values in the suppression head impulse test of healthy subjects [J]. *Laryngoscope*, 2018, 128(10): 2383-2389.
- [9] Aw ST, Todd MJ, Halmagyi GM. Head impulse testing: angular vestibulo-ocular reflex (VOR). *Handbook of Clinical Neurophysiology*[M]. City: Elsevier Health Sciences, 2010.
- [10] Macdougall HG, Mcgarvie LA, Halmagyi GM, et al. The video Head Impulse Test (vHIT) detects vertical semicircular canal dysfunction[J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e61488.
- [11] Mantokoudis G, Saber Tehrani AS, Kattah JC, et al. Quantifying the vestibulo-ocular reflex with video-oculography: nature and frequency of artifacts[J]. *Audiol Neurootol*, 2015, 20(1): 39-50.
- [12] Devantier L, Hoskison E, Ovesen T, et al. Suppression head impulse paradigm in healthy adolescents-A novel variant of the head impulse test[J]. *J Vestib Res*, 2018, 28(3-4): 311-317.

(收稿日期:2019-09-28)

本文引用格式:陈飞云,陈籽辰,魏馨雨,等. 头脉冲抑制试验与头脉冲抑制试验参数相关性分析[J]. *中国耳鼻咽喉颅底外科杂志*, 2020, 26(3):260-264. DOI:10.11798/j.issn.1007-1520.202003007

Cite this article as: CHEN Feiyun, CHEN Zichen, WEI Xinyu, et al. Correlation analysis of parameters between head impulse paradigm and suppression head impulse paradigm[J]. *Chin J Otorhinolaryngol Skull Base Surg*, 2020, 26(3):260-264. DOI: 10.11798/j.issn.1007-1520.202003007