

头脉冲抑制试验

陈飞云¹,陈籽辰¹,魏馨雨¹,张玉忠¹,成颖¹,胡娟¹,韩鹏²,高滢¹,任晓勇¹,许珉¹,张青¹

(1. 西安交通大学第二附属医院耳鼻咽喉头颈外科,陕西西安710004; 2. 西安交通大学第一附属医院耳鼻咽喉头颈外科,陕西西安710061)

摘要: 头脉冲抑制试验(suppression head impulse paradigm,SHIMP)是在头脉冲试验(head impulse paradigm, HIMP)或者视频头脉冲试验(video head impulse test,vHIT)基础上发展而来的一种新型检查技术。SHIMP和HIMP都是通过计算前庭眼动反射增益(vestibulo-ocular reflex gain,VOR gain)及校正性扫视(corrective saccades)来评估半规管功能的检查方法。VOR增益在两种检查中测定方法相似,扫视却相互补充:在HIMP中,代偿性扫视显示了前庭功能的损失,而在SHIMP中,反代偿性扫视显示了前庭功能的保留。本文就SHIMP的检测方法、原理及研究进展等进行综述。

关键词:前庭功能;头脉冲抑制试验;视频头脉冲试验;前庭眼动反射
中图分类号:R764.3 **文献标识码:**A [中国耳鼻咽喉颅底外科杂志,2018,24(6):588-591,596]

Suppression head impulse paradigm

CHEN Fei-yun¹, CHEN Zi-chen¹, WEI Xin-yu¹, ZHANG Yu-zhong¹, CHENG Yin¹, HU Juan¹, HAN Peng², GAO Ying¹, REN Xiao-Yong¹, XU Min¹, ZHANG Qing¹

(1. Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, the Second Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University School of Medicine, Xi'an 710004, China; 2. Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, the First Affiliated Hospital, Xi'an Jiaotong University School of Medicine, Xi'an 710061, China)

Abstract: The suppression head impulse paradigm (SHIMP) is a new vestibular test protocol on the basis of head impulse paradigm (HIMP) or video head impulse test (vHIT). Both examinations evaluate semicircular canal functions according to VOR (vestibulo-ocular reflex) gain and corrective saccades. The measurements and significance of VOR gain are the same in both examinations, while the corrective saccades are complementary: in HIMP test, compensatory saccades indicate vestibular loss, whereas in SHIMP test, anticomensatory saccades indicate vestibular function residual. In this article, the origin, development and the current research status of SHIMP are reviewed.

Key words: Vestibular function; Suppression head impulse paradigm; Video head impulse test; Vestibulo-ocular reflex
[Chinese Journal of Otorhinolaryngology-Skull Base Surgery, 2018, 24(6): 588-591, 596]

头脉冲抑制试验(suppression head impulse paradigm,SHIMP),是2016年MacDougall等^[1]提出的一种新型的研究半规管功能的高频高速检测技术。检查者对戴上视频眼镜的受检者进行快速、低幅(15°~20°)、中等角速度(150°/s~180°/s)、高角加速度(3 000°/s²~4 000°/s²)的被动、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。目前这一检测技术已经和头脉冲试验(head impulse paradigm, HIMP)或称视频头脉冲试验(video head impulse test,vHIT)一起,用于患者的前庭眼动反射(vestibulo ocular reflex,VOR)功能量化评价和损伤的定位分析。SHIMP与HIMP的操作方法相似,临床意义互相印证,相互补充,这一技术的发展也正在受到越来越多的关注。

1 起源与发展

1988年Halmagyi^[2]首次提出头脉冲试验(head impulse test,HIT),通过肉眼观察快速甩头后是否出现扫视眼动,以此评估半规管损伤程度,它是床边评

基金项目:国家自然科学基金(81670945);陕西省国际科技合作重点项目(2017KW-048);西安交通大学第二附属医院新技术新疗法重点项目(2016YL-018)。
作者简介:陈飞云,女,硕士,技师。
通信作者:张青,Email:zhqent@163.com

价前庭功能的方法之一,然而肉眼不能观察到隐性扫视,且其只能评价水平半规管的功能。1996年Aw等^[3]采用头动传感器和巩膜探测线圈技术同步记录了6个方向的头部运动和眼球运动,对3对半规管分别进行分析,被称为当时HIT试验检查的金标准。2005年Ulmer等^[4]将一台具有高分辨率和高感光度的摄像机放置于受试者前方80 cm的位置,记录高速头动中的瞳孔图像,使HIT技术更加便捷和直观。2009年Weber等^[5]研究设计了一种带有摄像头和速度传器的新型视频眼镜,很多学者证实该视频眼镜记录的结果与巩膜探测线圈技术的数据金标准相比差别不大^[6]。2016年MacDougall等^[1]提出HIMP和SHIMP两个概念,HIMP即传统的v-HIT检测试验,SHIMP即头脉冲抑制试验。自2016年至今,国内外已有学者对SHIMP检查进行了相应的研究工作。

2 基本原理

SHIMP和HIMP的基本原理是相同的。壶腹嵴帽是VOR的感受器,它由I型和II型毛细胞构成,I型毛细胞位于壶腹嵴帽的中央,由不规则的传入纤维构成,主要感受高频、高加速度的头部运动。II型毛细胞位于壶腹嵴帽的周边,由规则的传入纤维构成,主要感受低频、低加速度的头部运动^[7]。头部运动的速度决定了哪个系统接收信息来维持稳定的图像在视网膜上。当头部做低频运动时(0.001 Hz),视觉起主要作用;中频运动时,视觉和前庭系统共同作用将图像稳定在视网膜上,但是在暗室中,只有前庭觉发挥作用;而在高频运动时(5 Hz),图像的稳定性仅仅依靠前庭觉,此时不需要暗室。人体日常活动范围的运动频率在0.5~6.0 Hz^[8]。当身体和头部运动频率在2 Hz以下时,前庭觉、视觉和颈部本体觉感受器的输入都参与眼球运动和身体姿势的调控,此时两侧的水平半规管和垂直半规管共轭平面接受刺激时存在推拉效应(同侧兴奋、对侧抑制),同时脑干中的速度储存机制也起作用,而高频高速旋转的强刺激明显超出视眼动反射和颈眼动反射的有效频率范围和速度极限,同时也不诱发速度存储机制和快相复位机制的参与^[9-10],因此视眼动反射和颈眼动反射以及脑干中的速度储存机制都失去作用,此时维持清晰的视觉和身体平衡调控主要依赖前庭半规管,从而直接评估半规管的功能。高频高速旋转的神经控制反射通路不诱发前庭眼震而直接检测VOR慢相,即检测

VOR直接通路^[11]。向一侧迅速甩头时,同侧水平半规管中的内淋巴流向壶腹嵴,静纤毛向动纤毛偏斜,产生明显的兴奋性动作电位,当高频高速旋转的强刺激足够大时,一侧毛细胞的兴奋性冲动所达到的最大兴奋性程度,而另一侧毛细胞的抑制性冲动也随之达到最大,即抑制性中断作用。此时便产生了病变定侧的效应^[12]。当一侧的前庭功能完全或严重损害时,作为前庭眼反射感受器的内耳就不能够发挥作用,使得反射弧的通路障碍,导致头部运动并不能够引发眼球的相应移动,因而甩头时患者的眼球不能够保持在视靶上,而是随着头部的运动方向而移动,导致视物模糊,过程短暂,随后便引发视动系统进而弥补因前庭功能的缺陷引起的调节失衡,使眼球朝向头部运动的反方向移动,这就是通过视觉引发的代偿性扫视,即视觉对于前庭感受缺失的弥补。而在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,正常人VOR反射存在,头部运动时引发眼球向相反方向移动,在光点移动后,眼睛在人为控制下向光点移动,产生了与眼球原来移动方向相反的运动,即反代偿性扫视。而对于听神经瘤切除术后或鼓室内注射庆大霉素后致前庭功能损伤严重的患者而言,前庭神经病变或毛细胞损失均可导致VOR通路中断或功能异常。在SHIMP检查中,当向患侧快速甩头时,患侧VOR通路异常,不能驱使眼球向与头动相反的方向移动,眼球直接随与头动方向一致的光点移动,因而不能产生相应的反代偿性扫视。

3 检测方法

3.1 操作要点

受试者取端坐位,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,嘱受检者始终注视视靶(距离受试者至少1 m,以避免双眼会聚影响VOR反射^[13]),按照要求先校准设备,检查者站立于受试者后方并双手抱住其头部,将其头在水平方向突然甩动,分别进行HIMP和SHIMP检查。与HIMP不同的是,SHIMP检查时需要受试者在向左、右水平方向甩头过程中盯住视频眼镜发出的红色激光点,激光点会随受试者头动而移动(图1)。在甩头的过程中,头动的幅度一般 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$,角速度至少达到 $150^{\circ}/s$ 以上,整个过程不被受检者预测,Black等^[14]发现被动甩头检测VOR损伤比主动甩头更敏感。SHIMP甩头过程中,甩头方向

不被患者预知是最重要的,因为过早的预知可能引起过早的、潜伏期短暂的反代偿性扫视可能影响 SHIMP 测试结果^[15],甚至影响了患者预后的评估。此外,从中间向两侧甩头或从两侧向中间甩头,各有其优缺点,这两种方向在临床应用中均可被接受^[16-17],本文中每次甩头均从中间位置开始。

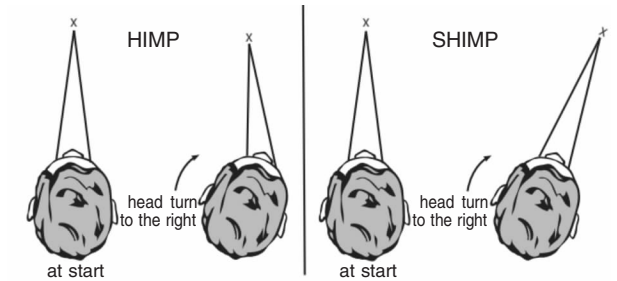


图 1 HIMP 及 SHIMP 基本操作原理示意图(引自 Halmagyi, 2017^[18])

3.2 主要参数

3.2.1 增益(gain) 增益反应的是 VOR 眼动与头动的比值关系,其计算方法为:眼动速度曲线面积与头动速度曲线面积之比,理想的增益值为 1.0。

3.2.2 扫视速度峰值(peak saccade velocity) 即扫视波振幅。

3.2.3 潜伏期(latency) 潜伏期反应的是 VOR 眼动反应相对于头动开始,在时间上滞后的绝对值,正常人 VOR 的潜伏期为 8 ms^[3]。

3.2.4 扫视眼动 显性扫视(overt saccades):在头动结束之后出现的与 VOR 慢相方向一致的扫视;隐性扫视(covert saccades):在头动过程中出现的与 VOR 慢相方向一致的扫视;反代偿性扫视(anti-compensatory saccade):扫视方向与头动方向一致,与 VOR 慢相方向相反。

4 SHIMP 图形特征

2016 年 MacDougall 等^[1]分别对 5 例双侧前庭功能减退患者、5 例单侧前庭功能减退患者及 6 例正常人进行了 HIMP 和 SHIMP 检查,结果发现正常人在 HIMP 检查中未引出补偿性扫视,而 SHIMP 检查中引出一个更大的反代偿性扫视(图 2^[1])。双侧前庭功能减退患者 HIMP 检查中双侧均引出补偿性扫视,而 SHIMP 检查中均未引出补偿性扫视。而单侧前庭功能减退患者 HIMP 检查患侧引出隐性扫视,而 SHIMP 检查未引出扫视(图 3^[1])。反之,单侧前

庭功能减退患者健侧 HIMP 检查患侧未引出扫视,而 SHIMP 检查引出反代偿性扫视。

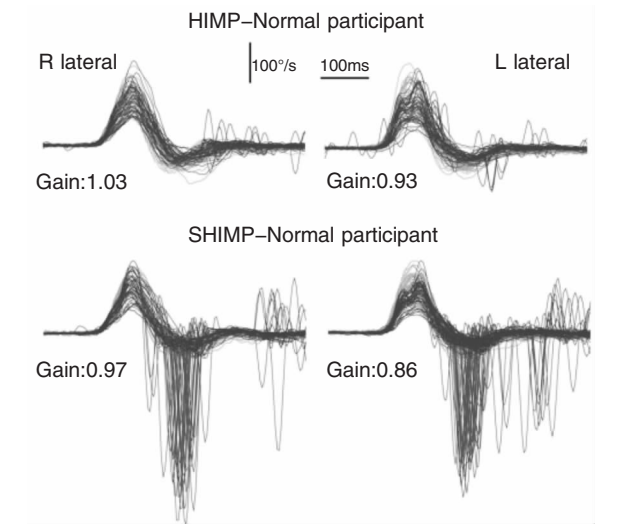


图 2 正常人 HIMP 和 SHIMP 图形^[1]

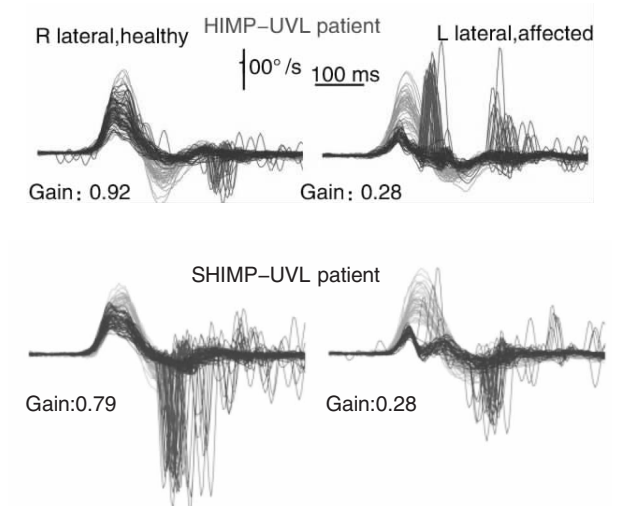


图 3 单侧前庭功能减退患者患侧 HIMP 和 SHIMP 图形^[1]

5 目前研究现状

既往研究表明^[1],SHIMP 扫视潜伏期可能比 HIMP 扫视潜伏期更长,正常人 SHIMP 扫视潜伏期约为 185 ms ± 20 SD,双侧前庭功能减退患者 HIMP 扫视潜伏期约为 223 ms ± 35 SD。而双侧前庭功能减退患者的前庭功能不是完全丧失,尚有部分残余功能,因此同一患者在 SHIMP 检查中也会出现少量扫视。同年 Shen 等^[19]进一步对 SHIMP 进行研究。选择 57 例单侧或双侧前庭功能减退者及 35 例正常人进行 SHIMP 检查。研究表明 SHIMP 检查中正常

人向左侧和右侧扫视的速度峰值分别为 $(347 \pm 66)^\circ/\text{s}$ 和 $(346 \pm 61)^\circ/\text{s}$ 。正常人的 SHIMP 扫视速度峰值范围为 $21 \sim 530^\circ/\text{s}$ 和 HIMP 增益范围为 $0.76 \sim 0.10$ 较前庭功能减退者明显高。正常人 SHIMP 扫视平均潜伏期为 $(201 \pm 32) \text{ ms}$ 。在我国,正常人群 HIMP 左、右侧增益值分别为 1.02 、 1.10 ;SHIMP 左、右侧增益值分别为 0.93 、 1.01 ,HIMP 及 SHIMP 检查中,右侧增益均较左侧略大,SHIMP 增益较 HIMP 增益略小。侧别引起的 SHIMP 增益差异和 SHIMP 增益较 HIMP 增益小这两者现象均与 2018 年 Rey-Martinez 等^[20]报道结果一致。左、右侧增益的差异主要与记录右眼有关^[21]。HIMP 与 SHIMP 增益差异与增益算法有关,健康人在头部做高加速运动时,追踪视觉目标可以抑制 VOR 的潜伏期^[22],在 SHIMP 图形中我们可以观察到平滑、低速的眼球运动,这提示我们在 SHIMP 检查过程中,正常人产生了 VOR 抑制反应^[20]。年龄、地域的不同亦可能是 SHIMP 与 HIMP 增益差异的原因,但在 HIMP 中年龄引起的 HIMP 增益降低主要表现在后半规管,对前、外半规管影响不大^[21]。而不同年龄的 SHIMP 增益差异需要更大样本量的支持。种种的差异及其可能的因素都是我们研究 SHIMP 问题所要关注的热点。

对于前庭功能减退患者向患侧甩头时,SHIMP 无扫视或少量扫视,并且扫视波较正常人小。向健侧甩头时,出现明显扫视。而 HIMP 中向患侧引出明显扫视,而向健侧甩头无扫视。例如急性前庭上神经炎的患者^[23],向患侧甩头时,SHIMP 扫视速度较正常人明显降低,HIMP 中 VOR 增益也降低。扫视速度峰值与正常人比明显减小,患侧扫视速度峰值较健侧扫视速度峰值明显减小。SHIMP 向患侧甩头的扫视潜伏期为较健侧明显延长。由于 SHIMP 和 HIMP 互补的特性,随着前庭功能的代偿及其康复,HIMP 扫视峰速度将逐渐减小,扫视数量减少,而 SHIMP 扫视数量逐渐增多,峰速度将逐渐增强。正常人 SHIMP 扫视速度峰值约为头动速度峰值的 2.5 倍^[19],因此在对前庭神经炎患者的随访过程中,SHIMP 扫视峰速度更有利于我们动态评估前庭神经炎患者前庭的康复及代偿情况。

6 总结与展望

作为一项新型检查,SHIMP 提供了前庭功能的重要信息。SHIMP 自被研发后一直广受国内外学者的关注,但其仍有一定的局限性。两者的互补特

性结合可以更加全面的评价急性单侧/双侧前庭功能减退患者的基本状态和前庭康复的疗效。日益完善的前庭功能检查技术大大提高了眩晕诊断效力,然而技术问题及可靠性也日益受到考验,国际范围的标准化也是重要问题^[24]。因此 SHIMP 检查也需要国内外学者更深入的研究其在其他眩晕疾病方面的应用。

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] Halmagyi GM, Curthoys IS. A clinical sign of canal paresis[J]. *Arch Neurol*, 1988, 45(7): 737–739.

[3] Aw ST, Halmagyi GM, Haslwanter T, et al. Three-dimensional vector analysis of the human vestibuloocular reflex in response to high-acceleration head rotations. II. responses in subjects with unilateral vestibular loss and selective semicircular canal occlusion[J]. *J Neurophysiol*, 1996,76(6):4021–4030.

[4] Ulmer E, Chays A. Curthoys and Halmagyi Head Impulse test: an analytical device[J]. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac*, 2005, 122(2): 84–90.

[5] Weber KP, Macdougall HG, Halmagyi GM, et al. Impulsive testing of semicircular-canal function using video-oculography[J]. *Ann N Y Acad Sci*, 2009, 1164: 486–491.

[6] MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, et al. The video head impulse test; diagnostic accuracy in peripheral vestibulopathy[J]. *Neurology*, 2009, 73(14): 1134–1141.

[7] Hullar TE, Della Santina CC, Hirvonen T, et al. Responses of irregularly discharging chinchilla semicircular canal vestibular-nerve afferents during high-frequency head rotations[J]. *J Neurophysiol*, 2005, 93(5): 2777–2786.

[8] Crane BT, Demer JL. Human gaze stabilization during natural activities: translation, rotation, magnification, and target distance effects[J]. *J Neurophysiol*, 1997, 78(4): 2129–2144.

[9] Kheradmand A, Zee DS. Cerebellum and ocular motor control[J]. *Front Neurol*, 2011, 2: 53.

[10] Demer JL. Mechanisms of human vertical visual-vestibular interaction[J]. *J Neurophysiol*, 1992, 68(6): 2128–2146.

[11] Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control[J]. *Trends Neurosci*, 2012, 35(3): 185–196.

[12] 田军茹. 眩晕诊治[M].北京:人民卫生出版社,2015: 84–85. Tian JR. Diagnosis and treatment of vertigo[M]. Beijing: People's Health Publishing House,2015:84–85.

[13] Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test; a review of the literature[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2017, 274(3): 1215–1222.

[14] Black RA, Halmagyi GM, Thurtell MJ, et al. The active head-impulse test in unilateral peripheral vestibulopathy[J]. *Arch Neurol*,2005,62(2):290–293.

(下转第 596 页)