

# 主观视觉垂直线检测的临床应用进展\*

赵雅楠<sup>1</sup> 陈钢钢<sup>2</sup> 吴佳鑫<sup>2</sup> 杨捷<sup>2</sup> 周丽媛<sup>2</sup> 李莹<sup>2</sup>

**[摘要]** 主观视觉垂直线检测是评估耳石器功能和重力感知中枢通路的有效技术,具有无创、刺激小、易操作的特点。目前国内此类研究较少,本文从主观视觉垂直线检测的概念、测量原理及方法、影响因素、临床应用和优缺点几个方面进行综述。

**[关键词]** 主观视觉垂直线;前庭功能试验;耳石器

**DOI:**10.13201/j.issn.2096-7993.2022.11.016

**[中图分类号]** R764.3 **[文献标志码]** A

## Clinical application progress of subjective visual vertical test

ZHAO Yanan<sup>1</sup> CHEN Ganggang<sup>2</sup> WU Jiaxin<sup>2</sup> YANG Jie<sup>2</sup> ZHOU Liyuan<sup>2</sup> LI Ying<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>College of Nursing, Shanxi Medical University, Taiyuan, 030001, China; <sup>2</sup>Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, First Hospital of Shanxi Medical University)

Corresponding author: CHEN Ganggang, E-mail: chenganggang@vip.163.com

**Summary** Subjective visual vertical test is considered as an effective technique to evaluate otolith organ function and central pathway of gravity perception. This test is non-invasive, easy to operate and has little stimulation. At present, there are few such studies in China. This paper reviews the concept, measurement principle and method, influencing factors, application, advantages and disadvantages of subjective visual vertical test.

**Key words** subjective visual vertical; vestibular function tests; otolith organs

目前临床上在诊断以头晕/眩晕为主诉的患者时,广泛使用眼震视图、温度试验、中频转椅和头脉冲试验等进行前庭功能评估。然而,上述检查主要评估半规管功能,并不能评估耳石器功能。而用于评估耳石器功能的前庭肌源性诱发电位检查又容易受到患者听力和肌力水平的影响,导致临床使用受限。主观视觉垂直线(subjective visual vertical, SVV)检测被认为是评估耳石器功能和重力感知中枢通路的有效技术<sup>[1]</sup>,具有无创、刺激小、易操作的特点。目前国内此类研究较少,本文从SVV检测的概念、测量原理及方法、影响因素、临床应用和优缺点几个方面进行综述,以为相关研究者提供参考。

### 1 相关概念

SVV检测是指在排除视觉参考的情况下,测量人体对重力垂直的感知能力<sup>[1]</sup>。人体的平衡需要通过前庭、视觉和本体觉准确感知环境,经过中枢整合信息后发出正确的运动指令来维持<sup>[2]</sup>。因此,SVV检测是在排除视觉和本体觉参与的情况下,测试人体的前庭功能和中枢调节平衡功能。

### 2 测量原理及方法

#### 2.1 原理

SVV检测是在无任何视觉参照的暗环境内用与地面垂直的暗光线检测人的主观视觉感觉偏离重力垂直线的度数<sup>[3]</sup>。

#### 2.2 方法

SVV检测易受多种因素的干扰,其中视觉是最重要的一个干扰因素。因此测试时要求受试者在没有视觉参考的黑色背景中,将亮光的杆或线操纵到其认为与地面垂直的位置上。除此之外,为排除本体觉干扰,应嘱受试者采取坐位。临床上有许多检测SVV的方法,以暗中灯条法为例,受试者可以看到黑色背景上的光带以不同角度随机呈现。受试者运用操纵杆,顺时针或逆时针转动光带直至其认为的重力垂直位置,并按下确认按钮。同时记录受试者的头部位置以及光带位置与实际重力垂直线之间的偏差。对每个角度进行重复检测,并计算最终的平均值和标准差。在陀螺仪下检测到实际重力垂直线,并定义其为0°。如果测量直线偏右,则该值记录为正(+);如果直线方向相反,则记录为负(-)。研究者常用的SVV正常值参考范围为±2°或±3°<sup>[3-4]</sup>。除此之外还有半球形圆顶法、桶式检测法和基于移动虚拟现实的系统VIRVEST以及由庚医疗的Verti-Goggle设备等用于SVV检

\*基金项目:2020年山西省“四个一批”科技兴医创新计划项目(No:2020XM13)

<sup>1</sup>山西医科大学护理学院(太原,030001)

<sup>2</sup>山西医科大学第一医院耳鼻咽喉头颈外科

通信作者:陈钢钢,E-mail:chenganggang@vip.163.com

测,上述各种方法原理基本相同。

此外,SVV 检测又分为静态检测和旋转的动态检测。静态 SVV 检测要求受试者保持直立端坐,尽量保持头部直立、固定不动,眼睛直视前方;动态 SVV 检测则需要一个运动平台来提供旋转动力,平台上安置固定座椅,要求受试者头部和躯体均与该平台保持相对固定以期实现同步运动。与静态 SVV 检测相比,动态 SVV 检测突破了不可能创造出完全黑暗环境的限制,减少了视觉和本体觉的干扰,在检测周围前庭损伤方面具有更高的灵敏度<sup>[5]</sup>,但头颈姿势在转动过程中不易控制,即头部相对于躯体发生偏斜时,正常人也可能出现异常的 SVV 值。尽管动态 SVV 检测的灵敏度有所提高,但它不适用于简单的床旁检查,应按需选择。

### 3 影响因素

#### 3.1 性别

动态检测时女性受试者的 SVV 会向头部倾斜的方向偏移,而在男性中则向远离头部倾斜的方向偏移,这可能与男性的耳石器和上半规管比女性大有关<sup>[6]</sup>。相关研究发现,女性受试者比男性受试者更易受视觉环境的影响,即视觉吸引,而迭代和随机化是减少视觉影响的关键<sup>[7]</sup>。

#### 3.2 视觉诱导

由于人体在坐立位的情况下平衡由前庭和视觉共同维持,静态光源和动态光源均会通过视觉影响人体对垂直方向的感知<sup>[8]</sup>。动态检测时视觉诱导引起的偏差与转动角度有关,当转动角度增大时,视觉输入在维持平衡时的权重增大<sup>[9]</sup>。

#### 3.3 头颈姿势

动态 SVV 检测时,SVV 值不仅受旋转程度的影响,还受头部与身体是否整体旋转的影响,当头部相对于整个身体倾斜时会出现 SVV 的偏斜<sup>[2]</sup>。旋转时颈部肌肉的振动也会影响 SVV 值,且振动对同侧背颈的影响显著大于对侧<sup>[10]</sup>。

#### 3.4 观看场景的性质

与自然场景(如公园)相比,人造场景往往产生较小的 SVV 偏斜,这可能与人造场景中存在的垂直线数量比自然场景多有关<sup>[2]</sup>。

#### 3.5 重测信度

受试者头部相对于身体倾斜时检测到的 SVV 值精确度不如直立位,但不精确程度是可重复的,具有良好的测试-再测试可靠性<sup>[11]</sup>。测试人员和测量工具也会影响结果的可靠性<sup>[12]</sup>。

### 4 SVV 检测在临床中的应用

外周和中枢前庭障碍患者的空间定向障碍可以通过 SVV 检测显示出来,尤其是急性单侧耳石功能障碍患者,SVV 偏斜角度越大,表明病变越严重或范围越广<sup>[13]</sup>。当前庭外周或前庭核受损时,SVV 向患侧偏斜;如果损伤部位位于脑桥内侧或

上方,SVV 向健侧偏斜;但丘脑或小脑齿状核受损时,SVV 偏斜方向则不定<sup>[4]</sup>。除此之外,患者的 SVV 在不同的阶段可能有不同的表现,在外周损伤患者中,急性期患者可能有明显的 SVV 偏斜,进入慢性期或者病情稳定后,SVV 则表现为正常,这表明中枢代偿会影响 SVV 的检测结果<sup>[14]</sup>。因此 SVV 检测不仅可以用于急性前庭疾病患者椭圆囊通路的评估,还可用于评估受损通路的动态代偿情况<sup>[15]</sup>。

#### 4.1 SVV 检测在前庭外周疾病中的应用

自耳石器至前庭中枢,前庭信息处理过程中任何一个节点的损伤都可能导致 SVV 的病理性偏斜。因此 SVV 检测可用于急性、慢性前庭功能损伤患者<sup>[16-17]</sup>。

行前庭神经切除术的患者:SVV 检测可在患者术前术后用于评估前庭功能的状态。术前 SVV 检测可以间接检测前庭功能,帮助预测哪些患者术后会出现平衡障碍<sup>[18]</sup>,术后可以用来评估耳石器功能的代偿情况<sup>[19]</sup>。

前庭神经炎(vestibular neuritis, VN)患者:SVV 检测是评估单侧 VN 患者前庭功能的有效工具, VN 患者的 SVV 偏斜大多朝向患侧且跨度较大,并且与中频转椅和温度试验相比,SVV 偏斜在 VN 发作后会在相对较短的时间内恢复正常,原因在于 SVV 偏斜易被中枢代偿,因此可用于早期前庭代偿的评估<sup>[20]</sup>。赵东等<sup>[3]</sup>研究指出 SVV 检测在 VN 患者中的异常率为 91.3%(42/46),且均偏向患侧,即 SVV 检测是评估 VN 患者耳石器功能的重要方法。

良性阵发性位置性眩晕(BPPV)患者:针对 BPPV 患者的 SVV 偏斜方向,不同的文献结果不一致,部分 BPPV 患者在接受复位治疗后 SVV 偏斜值变小<sup>[4]</sup>,因此 SVV 检测可以用来辅助评估复位效果。Hong 等<sup>[21]</sup>对 BPPV 患者进行动态 SVV 检测发现,在偏心旋转前,BPPV 患者和健康人之间的 SVV 值无差异;偏心旋转时,向患侧方向旋转时 SVV 的平均值为  $2.0^{\circ} \pm 4.3^{\circ}$ ,向健侧方向旋转时为  $7.2^{\circ} \pm 3.5^{\circ}$ ,与健康人之间存在差异。因此对具有前庭功能障碍的 BPPV 患者偏心旋转时进行 SVV 检测可以辅助评估患者的前庭功能状态。也有学者发现 BPPV 患者复位前 SVV 向患侧偏斜,而治疗后向健侧偏斜,可能是当耳石返回椭圆囊并再负荷于椭圆囊斑时,双侧椭圆囊斑信号传入不一致,引起不对称放电,最终导致 SVV 偏斜<sup>[4,22]</sup>。

慢性头晕/眩晕患者:SVV 检测可以为在常规前庭功能检查中无异常的头晕/眩晕患者检测出耳石器功能障碍和重力感知障碍,即 SVV 检测可作为慢性头晕/眩晕患者的常规前庭功能检查项目<sup>[23]</sup>。有研究表明,对持续性姿势知觉性头晕(persistent postural-perceptual dizziness, PPPD)

患者进行动态 SVV 检测,患者的头部倾斜感知增益和过度倾斜感可作为区分 PPPD 与其他慢性前庭疾病的特异性标志指标<sup>[24]</sup>。SVV 检测 PPPD 患者的敏感度较低、特异度较高,因此 SVV 检测可作为 PPPD 诊断的临床验证性试验。

偏头痛患者:目前 SVV 检测在偏头痛患者中的价值存在争议,有待进一步研究。有研究对偏头痛患者发作期间进行动态和静态 SVV 检测发现,患者动态检测时 SVV 值显著高于正常人群,而静态检测时 SVV 值无显著差异,推测偏头痛患者在静态状态下能够实现代偿,但未能实现耳石通路异常的动态代偿<sup>[25]</sup>。另有研究指出偏头痛患者静态位的 SVV 值异常率相对于动态更高,推测 SVV 值的异常可能与小脑或高级皮质中枢的功能障碍有关,提示 SVV 检测可以作为偏头痛诊断的补充指标,但不建议作为诊断指标<sup>[1]</sup>。

梅尼埃病患者:SVV 检测在梅尼埃病患者发作急性期与慢性期均有价值。Kumagami 等<sup>[26]</sup>对 22 例单侧梅尼埃病患者的 SVV 检测结果进行研究发现,63.6% (14/22) 的患者在急性发作期出现 SVV 的异常偏斜,其中 92.9% (13/14) 的患者 SVV 向患侧偏斜,即 SVV 检测可以作为评价梅尼埃病患者急性发作时耳石功能障碍的良好工具。除此之外梅尼埃病患者的椭圆囊功能可能受到内淋巴积水的影响而出现异常,因此 SVV 检测也可以作为一种额外的工具来评估梅尼埃病患者慢性期的椭圆囊功能<sup>[12,27]</sup>,作为梅尼埃病患者的动态长期跟踪随访指标。

儿童前庭病:对于儿童而言,由于 SVV 检测所需时间短、无创、不会出现刺激性眩晕、易接受,对评估儿童外周前庭功能有重要意义<sup>[28]</sup>。基于智能手机的静态 SVV 检测已在临床中应用于儿童<sup>[29]</sup>。

#### 4.2 SVV 检测在中枢疾病中的应用

人体的重力/垂直感知来自于脑干、大脑和小脑等中枢神经系统各区域的综合调控。在正常情况下,大脑可以相当准确地估计重力方向和加速度<sup>[30]</sup>。因此,一些脑部疾病,如脑梗死,当损害视觉和前庭中枢神经系统中与垂直感有关的一个或多个区域时,都可能会改变对垂直度的感知<sup>[4]</sup>。由于眼倾斜反射通路通过脑干并在皮层水平上受到调节,当脑干被盖、丘脑后外侧或顶叶岛前庭皮层损伤时也会出现暂时性 SVV 偏斜。有研究指出,SVV 的偏斜方向受功能障碍部位的影响,损伤在丘脑的背内侧核、板层内核和中央丘脑核等部位时,SVV 会向健侧偏斜;当损伤发生在丘脑更下方区域如丘脑管膜核、丘脑束旁核等部位时,SVV 向患侧偏斜<sup>[31]</sup>。

大多数针对脑梗死患者的研究都报告了患者的垂直感改变和 SVV 向健侧偏斜,尤其是患有偏

侧忽视综合征的患者。在脑桥梗死的患者中,当患者未表现出明显的脑干特征如步态失调时,SVV 检测可以用来预测并减少脑桥梗死的发生<sup>[32-33]</sup>。

帕金森患者:利用 SVV 检测可以分析出有患侧躯干屈曲型的帕金森患者是否有前庭功能障碍,并可用来评估前庭康复效果<sup>[34]</sup>。SVV 偏斜程度与躯干屈曲程度相关,SVV 偏斜方向与躯干屈曲方向相关。除此之外,对帕金森患者进行 SVV 检测时,可根据患者是否出现了对垂直度的异常感知来预测姿势畸形发生的可能性<sup>[35]</sup>。

多发性硬化症(multiple sclerosis, MS)患者:MS 患者可能会由于其本体感觉和前庭功能的损害而对视觉依赖增加。有研究将 MS 患者和大脑的其他脱髓鞘病变患者进行 SVV 检测和视觉依赖性评分比较,发现除 MS 外的其他患者没有表现出较大的 SVV 偏斜和视觉依赖<sup>[36]</sup>。即 SVV 检测是评估 MS 患者的补充性工具,能够有效识别神经系统患者的视觉依赖性,且偏斜程度与疾病严重程度密切相关。除此之外,SVV 检测可以为 MS 患者的康复计划提供参考,以预防和减少跌倒的发生。

## 5 SVV 检测的优点与不足

### 5.1 SVV 检测的优点

SVV 检测所需的设备成本相对低廉,操作便捷,检测所需时间短,无创,刺激小,是临床上非常实用的评估耳石器神经通路功能的检查,不仅能够辅助临床医生对外周和中枢前庭疾病进行鉴别和诊断,还能够动态监测疾病的康复进程,为个性化康复的定制提供指导。除此之外,有文献指出当前庭肌源性诱发电位检查正常时,SVV 值表现为异常(+5°),即 SVV 可作为描述椭圆囊功能障碍的有效工具<sup>[37]</sup>。前庭肌源性诱发电位和 SVV 可互补应用于前庭功能检测,它们分别提供耳石器功能的客观和主观信息。

### 5.2 SVV 检测的不足

影响 SVV 检测的因素相对较多,除性别以外的其他影响因素包括视觉、头颈姿势、观看场景的性质等应尽量控制,减少干扰;SVV 检测工具和方法众多,不同的工具和方法检测出的结果差异较大,目前缺乏规范的检查流程和精准的参考值;SVV 检测涉及的功能区域和神经通路复杂,需要结合病史及其他辅助检查来进行结果的评价;此外,SVV 检测只能检测椭圆囊的功能,不能检测球囊功能。

## 6 总结与展望

SVV 检测是一种无创、刺激小、简单方便易操作的前庭功能检测方法,目前被认为是评估耳石器功能和重力感知中枢通路的有效技术。已有学者针对 SVV 的检测方法、SVV 检测在前庭疾病以及中枢病变引起的平衡障碍患者中的评估效用等做

了大量研究,未来会有更多的研究者针对 SVV 在其他疾病诊疗中的作用进行研究,为 SVV 在临床应用中的推广提供学术支持。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参考文献

- [1] Li F, Xu J, Li GR, et al. The Value of Subjective Visual Vertical in Diagnosis of Vestibular Migraine[J]. *Curr Med Sci*, 2021, 41(4): 654-660.
- [2] Stapel JC, Medendorp WP. Panoramic Uncertainty in Vertical Perception[J]. *Front Integr Neurosci*, 2021, 15: 738768.
- [3] 赵东, 姜子刚. 前庭神经炎患者虚拟现实辅助主观垂直水平视觉研究[J]. *中华耳科学杂志*, 2021, 19(2): 236-239.
- [4] Ferreira MM, Ganança MM, Caovilla HH. Subjective visual vertical after treatment of benign paroxysmal positional vertigo[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2017, 83(6): 659-664.
- [5] Dakin CJ, Peters A, Giunti P, et al. Cerebellar Degeneration Increases Visual Influence on Dynamic Estimates of Verticality[J]. *Curr Biol*, 2018, 28(22): 3589-3598. e3.
- [6] Luyat M, Noël M, Thery V, et al. Gender and line size factors modulate the deviations of the subjective visual vertical induced by head tilt[J]. *BMC Neurosci*, 2012, 13: 28.
- [7] Toupet M, Van Nechel C, Grayeli AB. Subjective Visual Vertical Tilt Attraction to the Side of Rod Presentation: Effects of Age, Sex, and Vestibular Disorders[J]. *Otol Neurotol*, 2015, 36(6): 1074-1080.
- [8] Niehof N, Perdreau F, Koppen M, et al. Contributions of optostatic and optokinetic cues to the perception of vertical[J]. *J Neurophysiol*, 2019, 122(2): 480-489.
- [9] Ward BK, Bockisch CJ, Caramia N, et al. Gravity dependence of the effect of optokinetic stimulation on the subjective visual vertical[J]. *J Neurophysiol*, 2017, 117(5): 1948-1958.
- [10] Kawase T, Maki A, Takata Y, et al. Effects of neck muscle vibration on subjective visual vertical: comparative analysis with effects on nystagmus[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2011, 268(6): 823-827.
- [11] Wang CH, Winnick AA, Ko YH, et al. Test-retest reliability of subjective visual vertical measurements with lateral head tilt in virtual reality goggles[J]. *Tzu Chi Med J*, 2021, 33(3): 294-300.
- [12] Cochrane GD, Christy JB, Kicker ET, et al. Inter-rater and test-retest reliability of computerized clinical vestibular tools[J]. *J Vestib Res*, 2021, 31(5): 365-373.
- [13] Pavan TZ, Funabashi M, Carneiro JA, et al. Software for subjective visual vertical assessment: an observational cross-sectional study[J]. *Braz J Otorhinolaryngol*, 2012, 78(5): 51-58.
- [14] Clarke AH, Schönfeld U, Hamann C, et al. Measuring unilateral otolith function via the otolith-ocular response and the subjective visual vertical[J]. *Acta Otolaryngol Suppl*, 2001, 545: 84-87.
- [15] Min KK, Ha JS, Kim MJ, et al. Clinical use of subjective visual horizontal and vertical in patients of unilateral vestibular neuritis[J]. *Otol Neurotol*, 2007, 28(4): 520-525.
- [16] Müller JA, Bockisch CJ, Tarnutzer AA. Spatial orientation in patients with chronic unilateral vestibular hypofunction is ipsilesionally distorted[J]. *Clin Neurophysiol*, 2016, 127(10): 3243-3251.
- [17] Kim SH, Kim JS. Effects of Head Position on Perception of Gravity in Vestibular Neuritis and Lateral Medullary Infarction[J]. *Front Neurol*, 2018, 9: 60.
- [18] Hafström A, Fransson PA, Karlberg M, et al. Idiosyncratic compensation of the subjective visual horizontal and vertical in 60 patients after unilateral vestibular deafferentation[J]. *Acta Otolaryngol*, 2004, 124(2): 165-171.
- [19] Hrubá S, Chovanec M, Čada Z, et al. The evaluation of vestibular compensation by vestibular rehabilitation and prehabilitation in short-term postsurgical period in patients following surgical treatment of vestibular schwannoma[J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2019, 276(10): 2681-2689.
- [20] Byun JY, Hong SM, Yeo SG, et al. Role of subjective visual vertical test during eccentric rotation in the recovery phase of vestibular neuritis[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2010, 37(5): 565-569.
- [21] Hong SM, Park MS, Cha CI, et al. Subjective visual vertical during eccentric rotation in patients with benign paroxysmal positional vertigo[J]. *Otol Neurotol*, 2008, 29(8): 1167-1170.
- [22] Faralli M, Manzari L, Panichi R, et al. Subjective visual vertical before and after treatment of a BPPV episode[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2011, 38(3): 307-311.
- [23] Sakagami M, Wada Y, Shiozaki T, et al. Results of subjective visual vertical tests in patients with vertigo/dizziness[J]. *Auris Nasus Larynx*, 2022, 49(3): 342-346.
- [24] Yagi C, Morita Y, Kitazawa M, et al. Head Roll-Tilt Subjective Visual Vertical Test in the Diagnosis of Persistent Postural-Perceptual Dizziness[J]. *Otol Neurotol*, 2021, 42(10): e1618-e1624.
- [25] Ashish G, Augustine AM, Tyagi AK, et al. Subjective Visual Vertical and Horizontal in Vestibular Migraine[J]. *J Int Adv Otol*, 2017, 13(2): 254-258.
- [26] Kumagami H, Sainoo Y, Fujiyama D, et al. Subjective visual vertical in acute attacks of Ménière's disease[J]. *Otol Neurotol*, 2009, 30(2): 206-209.
- [27] Zabaneh SI, Voss LJ, Szczepek AJ, et al. Methods for Testing the Subjective Visual Vertical during the Chronic Phase of Ménière's Disease[J]. *Diagnostics (Basel)*, 2021, 11(2): 249.

- with nasal polyps[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2021, 148(2):450-460.
- [25] Chowdhury NI, Li P, Chandra RK et al. Baseline mucus cytokines predict 22-item Sino-Nasal Outcome Test results after endoscopic sinus surgery[J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2020, 10(1):15-22.
- [26] Morse JC, Shilts MH, Ely KA et al. Patterns of olfactory dysfunction in chronic rhinosinusitis identified by hierarchical cluster analysis and machine learning algorithms[J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2019, 9(3):255-264.
- [27] Chapurin N, Li P, Chandra RK, et al. Elevated mucus interleukin-17A levels are associated with increased prior sinus surgery for chronic rhinosinusitis[J]. *Int Forum Allergy Rhinol*, 2021, 11(2):120-127.
- [28] Otto BA, Wenzel SE. The role of cytokines in chronic rhinosinusitis with nasal polyps[J]. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*, 2008, 16(3):270-274.
- [29] Van Zele T, Claeys S, Gevaert P, et al. Differentiation of chronic sinus diseases by measurement of inflammatory mediators [J]. *Allergy*, 2006, 61(11):1280-1289.
- [30] Rockstrom MD, Chen L, Taishi P, et al. Tumor necrosis factor alpha in sleep regulation [J]. *Sleep Med Rev*, 2018, 40:69-78.
- [31] Kao SS, Bassiouni A, Ramezanzpour M et al. Proteomic analysis of nasal mucus samples of healthy patients and patients with chronic rhinosinusitis[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2021, 147(1):168-178.
- [32] Tieu DD, Peters AT, Carter RG et al. Evidence for diminished levels of epithelial psoriasin and calprotectin in chronic rhinosinusitis[J]. *J Allergy Clin Immunol*, 2010, 125(3):667-675.
- [33] Adams M. Tissue factor pathway inhibitor: new insights into an old inhibitor[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2012, 38(2):129-134.
- [34] Shimizu S, Ogawa T, Takezawa K et al. Tissue factor and tissue factor pathway inhibitor in nasal mucosa and nasal secretions of chronic rhinosinusitis with nasal polyp[J]. *Am J Rhinol Allergy*, 2015, 29(4):235-242.
- [35] Cha S, Seo EH, Lee SH et al. MicroRNA Expression in Extracellular Vesicles from Nasal Lavage Fluid in Chronic Rhinosinusitis[J]. *Biomedicines*, 2021, 9(5).
- [36] Du K, Huang Z, Si W, et al. Dynamic Change of T-Helper Cell Cytokines in Nasal Secretions and Serum after Endoscopic Sinus Surgery in Chronic Rhinosinusitis with Nasal Polyps[J]. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*, 2020, 82(2):74-85.
- [37] Yancey KL, Li P, Huang LC, et al. Longitudinal stability of chronic rhinosinusitis endotypes[J]. *Clin Exp Allergy*, 2019, 49(12):1637-1640.

(收稿日期:2022-02-26)

(上接第 887 页)

- [28] Brodsky JR, Cusick BA, Kenna MA, et al. Subjective visual vertical testing in children and adolescents[J]. *Laryngoscope*, 2016, 126(3):727-731.
- [29] Brodsky JR, Cusick BA, Kawai K, et al. Peripheral vestibular loss detected in pediatric patients using a smartphone-based test of the subjective visual vertical [J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 2015, 79(12):2094-2098.
- [30] Lacquaniti F, Bosco G, Gravano S, et al. Gravity in the Brain as a Reference for Space and Time Perception [J]. *Multisens Res*, 2015, 28(5/6):397-426.
- [31] Baier B, Conrad J, Stephan T, et al. Vestibular thalamus: Two distinct graviceptive pathways[J]. *Neurology*, 2016, 86(2):134-140.
- [32] Bonan IV, Hubeaux K, Gellez-Leman MC, et al. Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke [J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2007, 78(1):49-55.
- [33] Jamal K, Leplaideur S, Rousseau C, et al. Disturbances of spatial reference frame and postural asymmetry after a chronic stroke[J]. *Exp Brain Res*, 2018, 236(8):2377-2385.
- [34] Gandor F, Basta D, Gruber D, et al. Subjective Visual Vertical in PD Patients with Lateral Trunk Flexion [J]. *Parkinsons Dis*, 2016, 2016:7489105.
- [35] Brugger F, Walch J, Hägele-Link S, et al. Decreased grey matter in the postural control network is associated with lateral flexion of the trunk in Parkinson's disease[J]. *Neuroimage Clin*, 2020, 28:102469.
- [36] Ulozienė I, Totilienė M, Balnytė R, et al. Subjective visual vertical and visual dependency in patients with multiple sclerosis[J]. *Mult Scler Relat Disord*, 2020, 44:102255.
- [37] Mueller AL, Liebmann LB, Petrak MR, et al. Evaluation of the utricular function with the virtual-subject visual vertical system: comparison with ocular vestibular-evoked myogenic potentials [J]. *Acta Otolaryngol*, 2020, 140(5):366-372.

(收稿日期:2022-01-17)