DOI:10.16016/j.1000-5404.202105061

持续性姿势-感知性头晕患者前庭自旋试验特征研究

李 静,陈 军,周振华 400038 重庆,陆军军医大学(第三军医大学)第一附属医院神经内科

[摘要] **目的** 探讨持续性姿势-感知性头晕(persistent postural-perceptual dizziness, PPPD)患者前庭自旋试验(vestibular autorotation test,VAT)的特征。**方法** 回顾性收集2019年12月至2020年12月在我院神经内科确诊为PPPD的患者47例以及同期确诊为外周性眩晕患者51例、中枢性眩晕患者43例,比较3组患者一般资料构成和VAT检测指标。**结果** PPPD组患者平均年龄最小($P<0.01$),病程最长($P<0.01$);中枢性眩晕组水平增益增高例数显著高于其他两组($P<0.01$);外周性眩晕组水平增益降低例数显著高于其他两组($P<0.01$);PPPD组非对称性异常例数显著低于其他两组($P<0.05$);外周性眩晕组与中枢性眩晕组水平增益异常合并水平相移异常例数显著高于PPPD组($P<0.01$);PPPD组单纯水平相移异常例数显著高于其他两组($P<0.01$);PPPD组病程与水平相移异常呈正相关关系($r=0.439$)。**结论** PPPD患者VAT检查以单纯水平相移异常为主要特征,而外周性或中枢性眩晕以水平增益异常合并水平相移异常为主,VAT检测可为PPPD的鉴别诊断提供参考。

[关键词] 持续性姿势-感知性头晕;外周性眩晕;中枢性眩晕;前庭自旋试验
[中图法分类号] R741.04; R764.04; R764.3 [文献标志码] A

Characteristics of vestibular autorotation test in patients with persistent postural-perceptual dizziness

LI Jing, CHEN Jun, ZHOU Zhenhua Department of Neurology, First Affiliated Hospital, Army Medical University (Third Military Medical University), Chongqing, 400038, China

[**Abstract**] **Objective** To investigate the characteristics of vestibular autorotation test (VAT) in patients with persistent postural-perceptual dizziness (PPPD). **Methods** A total of 47 patients with PPPD, 51 patients with peripheral vertigo and 43 patients with central vertigo in our hospital from December 2019 to December 2020 were retrospectively recruited in this study. Their general data and indicators of VAT were compared among the 3 groups. **Results** The patients from the PPPD group had the youngest average age and longest course of disease when compared with the other 2 groups (both $P<0.01$). The number of cases with increased horizontal gain was significantly higher in the central vertigo group than the other 2 groups ($P<0.01$), and the number of those with decreased horizontal gain was obviously higher in the peripheral vertigo group than the other 2 groups ($P<0.01$). The PPPD group had notably less patients with abnormal asymmetry than the other 2 groups ($P<0.05$). The number of abnormal horizontal gain combined with abnormal horizontal phase shift was remarkably larger in the peripheral vertigo group and central vertigo group than the PPPD group ($P<0.01$). There were more patients having simple abnormal horizontal phase shift in the PPPD group than the other 2 groups ($P<0.01$). Positive correlation was observed between the course of disease and abnormal horizontal phase shift in the PPPD group ($r=0.439$). **Conclusion** The VAT of PPPD patients is mainly characterized by simple horizontal phase shift abnormalities, peripheral or central vertigo is mainly caused by abnormal horizontal gain combined with abnormal horizontal phase shift, VAT can provide reference for differential diagnosis of PPPD.

[通信作者] 周振华, E-mail:exploiter001@126.com

1000-5404/Copyright © 2021, 陆军军医大学(第三军医大学)。这篇开放获取文章遵循CC BY许可协议(https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

[**Key words**] persistent postural-perceptual dizziness; peripheral vertigo; central vertigo; vestibular autorotation test

Corresponding author:ZHOU Zhenhua, E-mail:exploiter001@126.com

持续性姿势-感知性头晕(Persistent postural-perceptual dizziness, PPPD)是巴拉尼协会于2017年重新定义的一种慢性功能性前庭障碍疾病[1],是一种由前庭、神经或心理状况引发的疾病[2]。表现为持续性、非旋转性头晕或不稳,症状持续3个月或更长时间。PPPD虽然是一种功能性疾病,但其发病率高[3],病程持续时间长,发病年轻化[4],对患者的生活质量会造成严重影响。目前对PPPD的诊断主要依赖于临床表现,但PPPD的部分临床表现可能与外周性或中枢性眩晕相似,这给鉴别诊断造成了困难。PPPD的大部分前庭功能检查均呈阴性结果,部分功能磁共振研究发现PPPD患者的脑功能连接出现异常[5],但功能磁共振价格昂贵,不能作为常规检查应用。因此,PPPD的临床诊断常缺乏客观和定量的评价指标。

前庭自旋试验(vestibular autorotation test, VAT)是一种通过前庭-眼动反射(vestibulo-ocular reflex, VOR)评估前庭功能的检测方法,它具有高频、宽带、灵敏度高等优点,自问世以来广泛应用于前庭源性眩晕疾病的研究中[6]。PPPD作为一种全新命名的疾病,目前还缺乏VAT的相关研究。本研究回顾性分析PPPD患者的VAT检测结果,并与外周性眩晕以及中枢性眩晕患者相比较,探讨VAT对PPPD患者鉴别诊断的价值。

1 资料与方法

1.1 研究对象

1.1.1 分组 收集2019年12月至2020年12月在我院神经内科门诊就诊或住院行VAT检查的头晕/眩晕患者,按照病种分为3组。PPPD组:确诊为PPPD的患者47例。外周性眩晕组:确诊为外周性眩晕的患者51例,包括良性阵发性位置性眩晕16例,前庭神经炎14例,梅尼埃病12例,前庭阵发症7例,突发性耳聋伴眩晕2例。中枢性眩晕组:确诊为中枢性眩晕的患者43例,包括后循环缺血25例,脑梗塞10例,前庭性偏头痛6例,小脑炎2例。本研究已通过本院医学伦理委员会批准(KY2021117)。

1.1.2 入组标准 符合巴拉尼协会国际疾病分类中前庭症状分类的患者。①PPPD组符合2017年巴拉尼协会前庭疾病分类委员会制定的诊断标准[1]。②外周性眩晕组:良性阵发性位置性眩晕和前庭阵发症符合巴拉尼协会前庭疾病分类委员会制定的诊断标准[7-8];前庭神经炎符合中国医师协会神经内科分会眩晕专业委员会和中国卒中学会卒中与眩晕分会制定的诊断标准[9];梅尼埃病和突发性耳聋伴眩晕符合中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会和中华医学会耳鼻咽喉头颈外科学分会制定的诊断标准[10]。③中枢性眩晕组:参考中华医学会神经病学分会和中华神经科杂志编辑委员会制定的眩晕诊治多学科专家共识[11]。

1.1.3 排除标准 所有研究对象经过详细的神经系统查体,并根据临床症状进行相应的听力学、血液动力学、影像学等检查,排除以下患者:①有颈部外伤史、颈部活动障碍患者。②听力或视觉严重障碍患者。③合并精神疾患或其他严重躯体疾病患者。④合并严重其他系统疾病及恶性肿瘤患者。⑤不合格VAT图谱患者。⑥未明确诊断的眩晕患者。⑦PPPD、外周性眩晕以及中枢性眩晕共病患者。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 回顾性收集所有患者的年龄、性别、病程等资料。

1.2.2 VAT检测 采用美国WSR公司(Western System Research, Inc)研制的前庭自动旋转检测仪。检测时,患者水平注视坐位正前方距离1.5 m白墙上的视靶,随仪器发出的0.5~6 Hz蜂鸣节拍水平摆头或上下点头,速度由慢到快,幅度由大到小,分别检测水平方向和垂直方向,每个方向重复3次。传感器自动记录患者眼部和头部的运动,得到水平和垂直方向的眼位图、眼速图以及头速图,再由傅立叶转换生成增益图、相移图及非对称性图[12]。为达到良好的测试效果,在测试前应向患者详细讲解检测过程与要点,观看示范视频并适当练习。

VAT检测的分析指标共5项,分别为水平增益、水平相移、垂直增益、垂直相移以及非对称性。增益反应的是眼动速度与头动速度之比,低于正常值为增益降低提示前庭外周性损害,高于正常值为增益增高提示前庭中枢性损害;相移是眼动速度波与头动速度波的相对时间关系,即延迟时间关系,相移降低或增高都是相移异常,提示前庭功能异常,损害程度轻表现为相移降低,损害程度重表现为相移增高;非对称性反应的是两侧VOR反应强度的对称性,低于正常值提示左侧反应减弱,高于正常值提示右侧反应减弱[12]。

1.3 统计学分析

采用SPSS 20.0统计软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,3组样本计量资料采用单因素方差分析,并采用LSD两两比较;不符合正态方差齐性时用

非参数检验,并采用成对比较;计数资料采用 χ^2 检验和两两比较;连续变量与二分类变量相关性分析采用点二列相关系数分析;$P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 3组患者一般资料比较

3组患者的年龄有显著差异($P<0.01$,$P<0.05$),其中 PPPD 组平均年龄最小,中枢性眩晕组平均年龄最大;3组患者性别差异无统计学意义($P>0.05$),每组均为女性患者更多;3组患者的病程差异有统计学意义,PPPD 组病程较其他两组显著延长($P<0.01$,表1)。

表1 3组患者一般资料比较($\bar{x}\pm s$,例)

组别	n	年龄	男性/女性	病程/月
PPPD 组	47	43.85±13.75[a]	14/33	35.53±57.38[ad]
外周性眩晕组	51	50.47±11.70[bc]	20/31	12.75±34.97
中枢性眩晕组	43	56.12±13.88	18/25	10.25±22.85
$F/\chi^2/H$		9.92	1.593	30.402
P		<0.001	0.451	<0.001

a:$P<0.01$,b:$P<0.05$,与中枢性眩晕组比较;c:$P<0.05$,与 PPPD 组比较;d:$P<0.01$,与外周性眩晕组比较

2.2 3组患者 VAT 检测指标比较

3组患者 VAT 检测各项指标分别比较:中枢性眩晕组水平增益增高例数显著高于其他两组($P<0.01$);外周性眩晕组水平增益降低例数显著高于其他两组($P<0.01$);3组患者水平相移异常、垂直增益增高、垂直增益降低、垂直相移异常例数均无显著差异($P>0.05$);PPPD 组非对称性异常例数为零,显著低于其他两组($P<0.05$,表2)。

2.3 3组患者 VAT 增益异常与相移异常关系比较

外周性眩晕组与中枢性眩晕组水平增益异常合并水平相移异常例数显著高于 PPPD 组($P<0.01$);而 PPPD 组单纯水平相移异常例数显著高于其他两组($P<0.01$);3组患者垂直增益异常合并垂直相移异常例数以及单纯垂直相移异常例数均无显著差异($P>0.05$,表3)。

2.4 PPPD 病程与水平相移异常相关性分析

PPPD 组的病程与水平相移异常存在显著相关关系,显著性 $P=0.002$(<0.01),相关系数 $r=0.439$,为正相关。

3 讨论

PPPD 虽然是一种被重新定义的疾病,但对其认识由来已久。从最初的心因性头晕到恐惧性姿势性眩晕(phobic postural vertigo, PPV),再由空间运动不适(space motion discomfort, SMD)、视觉性眩晕(visual vertigo, VV)到慢性主观性头晕(chronic subjective dizziness, CSD)。随着对前庭功能障碍的认识,巴拉尼协会根据 PPV 和 CSD 的核心特征并综合 SMD、VV 的症状将这种慢性、主观性、缺乏相应的定位定性体征的头晕疾病命名为 PPPD。PPPD 是一种功能性前庭疾病,即不同于结构性前庭疾病,也有别于精神性前庭疾病,这也是大多数的前庭功能检测呈阴性结果的重要原因。

本研究将 PPPD 与外周性眩晕以及中枢性眩晕作比较,发现 PPPD 组患者发病年龄[(43.85±13.75)岁]最小,而病程[(35.53±57.38)个月]最长,这与 YAGI 等[13]的研究结果相似。可见 PPPD 虽然没有结构性眩晕的危害性大,但其发病早,病程迁延不愈,给患者的生活造成严重影响。

表2 3组患者 VAT 检测指标比较(例)

组别	n	水平增益增高	水平增益降低	水平相移异常	垂直增益增高	垂直增益降低	垂直相移异常	非对称性异常
PPPD 组	47	4[a]	2[b]	26	1	0	3	0
外周性眩晕组	51	2[a]	25	28	1	2	4	7[c]
中枢性眩晕组	43	26	4[b]	28	4	0	5	4[c]
χ^2		50.6	34.38	0.64	Fisher	Fisher	Fisher	Fisher
P		<0.001	<0.001	0.726	0.246	0.330	0.698	0.018

a:$P<0.01$,与中枢性眩晕组比较;b:$P<0.01$,与外周性眩晕组比较;c:$P<0.05$,与 PPPD 组比较

表3 3组患者 VAT 增益异常与相移异常关系比较(例)

组别	n	水平增益异常合并水平相移异常	垂直增益异常合并垂直相移异常	单纯水平相移异常	单纯垂直相移异常
PPPD 组	47	1	1	25	2
外周性眩晕组	51	21[a]	2	7[a]	2
中枢性眩晕组	43	20[a]	2	8[a]	3
χ^2		26.63	Fisher	21.65	Fisher
P		<0.001	0.863	<0.001	0.794

a:$P<0.01$,与 PPPD 组比较

本研究发现中枢性眩晕以水平增益增高为主要表现,外周性眩晕以水平增益降低为主要表现,而 PPPD 没有出现相应的定位指标。VAT 检测的是 VOR 直接通路,由三级神经元构成,属于初级反射弧,类似于腱反射的反射弧。当前庭外周结构受损,初级反射通路不完整,造成 VOR 反射减弱,增益降低[14];当前庭中枢结构异常,对前庭核的抑制作用减弱,则会造成 VOR 反射亢进,出现增益增高[15]。PPPD 没有结构性异常,因此增益通常表现为正常。非对称性异常具有定侧作用[16],本研究中 PPPD 患者没有出现非对称性异常,说明 PPPD 患者双侧 VOR 反应强度一致,这也显著区别于外周性眩晕组和中枢性眩晕组。

本研究中 PPPD 组以单纯水平相移异常为主要表现,外周性眩晕组和中枢性眩晕组单纯水平相移异常分别仅 7 例和 8 例,而 PPPD 组单纯水平相移异常有 25 例,与其他两组差异有统计学意义。外周性眩晕组和中枢性眩晕组均以水平增益异常合并水平相移异常为主,与 PPPD 组有显著差异。结构性前庭功能障碍增益异常通常和相移异常同时出现,外周性眩晕表现为增益降低合并相移异常,中枢性眩晕则表现为增益增高合并相移异常[17-19]。单纯的相移异常提示有前庭功能障碍,但没有明显的结构性损害或损害程度很轻。VAT 检测的增益指标可用于鉴别外周和中枢性损害,因此,增益是很多研究的主要分析指标,但鲜有研究分析单纯相移异常的意义。正常情况下 VOR 眼动总是略滞后于头动,但超出正常范围就表示眼动明显延迟,VAT 表现为相移异常。有研究发现 PPPD 患者多感觉前庭处理和空间认知相关区域的脑结构功能和连接性降低,而视觉处理区域的功能和连接性增加[20-21]。LI 等[5]则发现 PPPD 患者神经网络功能连接发生改变,前庭-视觉机制受损后通过补偿策略来维持平衡,多种感觉的整合以及姿势和运动的调节主要由视觉信息驱动。这些因素导致 PPPD 患者更依赖视觉信息的输入,而不是躯体感觉信息的输入[22],VAT 检测的是头动诱发眼动,因此,PPPD 患者的眼速波可能出现延迟。

本研究还发现 PPPD 患者的病程与水平相移异常成正相关,也就是病程越长,越容易出现相移异常。PPPD 是前庭系统的慢性功能紊乱,可继发于多种结构性前庭疾病,也可由心理因素所诱发[23],且与患者焦虑的人格特质密切相关[24]。当应急事件发生后,机体会产生相应的适应反应,如对头部和躯体的控制更加谨慎,以减少对头晕/眩晕的触发。如果患者有明显的焦虑人格,患者会处于高度敏感的状态,可能会使这种高风险姿势控制策略持续存在,使姿势和眼动控制延迟恢复[25-26],迁延的病程又加重了患者的焦虑,症状由间断出现发展到持续存在,如不给予正确的干预,患者的病程往往会持续几年甚至几十年。病程越长,大脑功能紊乱的程度越重,越容易出现相移异常。

目前,PPPD 的诊断缺乏客观依据,VAT 作为前庭功能检测频域方法的代表,可以有效分析频率和振幅信息,灵敏地发现前庭功能异常。PPPD 以单纯水平相移异常为主要表现可显著区别于外周性眩晕以及中枢性眩晕,再结合患者病史可有助于 PPPD 的正确诊断。

参考文献:

[1] STAAB J P, ECKHARDT-HENN A, HORII A, *et al*. Diagnostic criteria for persistent postural-perceptual dizziness (PPPD): Consensus document of the committee for the Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society[J]. J Vestib Res, 2017, 27(4): 191-208. DOI: 10.3233/VES-170622.

[2] SAIED M, VASARHELYI C C, MAMOI S, *et al*. Diagnostics and treatment of functional dizziness in accordance with the new ICD-11 criteria[J]. Ugeskr Laeger, 2019, 181(46): V04190245.

[3] KIM H J, LEE J O, CHOI J Y, *et al*. Etiologic distribution of dizziness and Vertigo in a referral-based dizziness clinic in South Korea[J]. J Neurol, 2020, 267(8): 2252-2259. DOI: 10.1007/s00415-020-09831-2.

[4] ADAMEC I, JUREN M S, KRBOT S M, *et al*. Persistent postural-perceptual dizziness: Clinical and neurophysiological study[J]. J Clin Neurosci, 2020, 72: 26-30. DOI: 10.1016/j.jocn.2020.01.043.

[5] LI K Z, SI L H, CUI B, *et al*. Altered intra- and inter-network functional connectivity in patients with persistent postural-perceptual dizziness[J]. Neuroimage Clin, 2020, 26: 102216. DOI: 10.1016/j.nicl.2020.102216.

[6] HSIEH L C, LIN T M, CHANG Y M, *et al*. Clinical applications of correlational vestibular autorotation test[J]. Acta Otolaryngol, 2015, 135(6): 549-556. DOI: 10.3109/00016489.2014.999874.

[7] VON BREVERN M, BERTHOLON P, BRANDT T, *et al*. Benign paroxysmal positional vertigo: Diagnostic criteria[J]. J Vestib Res, 2015, 25(3/4): 105-117. DOI: 10.3233/VES-150553.

[8] STRUPP M, LOPEZ-ESCAMEZ J A, KIM J S, *et al*. Vestibular paroxysmia: Diagnostic criteria[J]. J Vestib Res, 2016, 26(5/6): 409-415. DOI: 10.3233/VES-160589.

[9] 中国医师协会神经内科分会眩晕专业委员会. 前庭神经炎诊治多学科专家共识[J]. 中华老年医学杂志, 2020, 39(9): 985-994. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2020.09.001.
Professional Committee on Vertigo Division of Neurology of Chinese Medical Doctor Association. Multidisciplinary experts consensus on vestibular neuritis[J]. Chin J Geriatr, 2020,

39(9):985-994. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2020.09.001.

[10] 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志编辑委员会. 梅尼埃病诊断和治疗指南(2017)[J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2017, 52(3):167-172. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2017.03.002.
Editorial Board of Chinese Journal of Otorhinolaryngology Head and neck surgery. Guideline of diagnosis and treatment of Meniere disease (2017)[J]. Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surgery, 2017, 52(3):167-172. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2017.03.002

[11] 中华医学会神经病学分会. 眩晕诊治多学科专家共识[J]. 中华神经科杂志, 2017, 50(11):805-812. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.11.002.
Neurology Branch of Chinese Medical Association. Multidisciplinary expert consensus on the diagnosis and treatment of vertigo[J]. Chin J Neurol, 2017, 50(11):805-812. DOI:10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2017.11.002.

[12] 田军茹. 眩晕诊治[M]. 北京:人民卫生出版社, 2015:95-97.
TIAN R J. Diagnosis and treatment of vertigo[M]. Beijing: *People's* Medical Publishing House, 2015:95-97.

[13] YAGI C, MORITA Y, KITAZAWA M, *et al*. A validated questionnaire to assess the severity of persistent postural-perceptual dizziness (PPPD): the Niigata PPPD questionnaire (NPQ)[J]. Otol Neurotol, 2019, 40(7):e747-e752. DOI:10.1097/MAO.0000000000002325.

[14] GÖKGÖZ M C, SATAR B, HIDIR Y, *et al*. Recognizing decompensated Meniere's disease using high frequency rotational test[J]. J Int Adv Otol, 2020, 16(2):165-170. DOI:10.5152/iao.2019.6502.

[15] 王巍, Yogun Thungavelu, 陈太生, 等. 前庭性偏头痛患者前庭自旋转实验的特点及临床意义[J]. 中华耳鼻喉头颈外科杂志, 2018, 53(12):909-913. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2018.12.007.
WANG W, YOGUN T, CHEN T S, *et al*. The characteristics and clinical significance of vestibular autorotation test in patients with vestibular migraine[J]. Chin J Otorhinolaryngol Head Neck Surg, 2018, 53(12):909-913. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-0860.2018.12.007.

[16] 严小艳, 王凯, 韩玉梁. 前庭自旋转实验非对称性异常对眩晕性疾病临床诊断意义分析[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(9):827-830. DOI:10.3969/j.issn.1673-5765.2017.09.013.
YAN X Y, WANG K, HAN Y L. Clinical significance analysis of asymmetry from vestibular autorotation test in vestibular diseases[J]. Chin J Stroke, 2017, 12(9):827-830. DOI:10.3969/j.issn.1673-5765.2017.09.013.

[17] CHEN T S, SONG W, LU H H. Comparative study of vestibular autorotation test and caloric test for patients with peripheral vestibular disorders[J]. J Clin Otorhinolaryngol, 2006, 20(16):724-727.

[18] 赵东, 姜子刚. 单侧前庭神经炎急性期患者高频率规管功能测试结果分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2021, 35(4):289-292. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.04.001.
ZHAO D, JIANG Z G. Analysis of high frequency semicircular canal function test in patients with unilateral vestibular neuronitis in the acute phase[J]. J Clin Otorhinolaryngol Head Neck Surg, 2021, 35(4):289-292. DOI:10.13201/j.issn.2096-7993.2021.04.001.

[19] 徐开旭, 陈太生, 王巍巍, 等. 前庭性偏头痛患者前庭眼反射特征分析[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2017, 31(14):1074-1077. DOI:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.14.005.
XU K X, CHEN T S, WANG W, *et al*. The characteristic of vestibular ocular reflex in patients with vestibular migraine[J]. J Clin Otorhinolaryngol Heacd Neck Surg, 2017, 31(14):1074-1077. DOI:10.13201/j.issn.1001-1781.2017.14.005.

[20] IM J J, NA S, JEONG H, *et al*. A review of neuroimaging studies in persistent postural-perceptual dizziness (PPPD)[J]. Nucl Med Mol Imaging, 2021, 55(2):53-60. DOI:10.1007/s13139-020-00675-2.

[21] LEE J O, LEE E S, KIM J S, *et al*. Altered brain function in persistent postural perceptual dizziness: a study on resting state functional connectivity[J]. Hum Brain Mapp, 2018, 39(8):3340-3353. DOI:10.1002/hbm.24080.

[22] YAN Z H, CUI L P, YU T X, *et al*. Analysis of the characteristics of persistent postural-perceptual dizziness: a clinical-based study in China[J]. Int J Audiol, 2017, 56(1):33-37. DOI:10.1080/14992027.2016.1211763.

[23] STAAB J P. Persistent postural-perceptual dizziness[J]. Semin Neurol, 2020, 40(1):130-137. DOI:10.1055/s-0039-3402736.

[24] POPKIROV S, STAAB J P, STONE J. Persistent postural-perceptual dizziness (PPPD): a common, characteristic and treatable cause of chronic dizziness[J]. Pract Neurol, 2018, 18(1):5-13. DOI:10.1136/practneurol-2017-001809.

[25] LUBETZKY A V, AHARONI M M H, ARIE L, *et al*. People with persistent postural-perceptual dizziness demonstrate altered postural strategies in complex visual and cognitive environments[J]. J Vestib Res, 2021. DOI:10.3233/VES-201552.

[26] TRINIDADE A, HARMAN P, STONE J, *et al*. Assessment of potential risk factors for the development of persistent postural-perceptual dizziness: a case-control pilot study[J]. Front Neurol, 2020, 11:601883. DOI:10.3389/fneur.2020.601883.

(**收稿**:2020-05-16;**修回**:2021-06-01)

(编辑 吴培红)