

早期帕金森病患者起步异常定量分析

侯玮佳 于洋 吴璠 王玥 朱志中 巫嘉陵

【摘要】 目的 探讨早期帕金森病患者迈步起始阶段和行走过程中的步态特征。方法 选择 2020 年 7 月至 2021 年 6 月天津市环湖医院收治的 20 例早期帕金森病患者以及性别、年龄、体重指数、受教育程度相匹配的 22 例认知功能和运动功能正常对照者,采用步态分析仪记录 7 米站立行走测验中迈步起始阶段参数,包括预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度、侧向最大加速度和首步执行期首步延时、首步摆动角度,以及行走过程中参数,包括步速、步长;绘制受试者工作特征(ROC)曲线,评价步态参数对早期帕金森病的诊断价值。结果 早期帕金森病患者预期性姿势调整期持续时间长于对照者($Z = -4.853, P = 0.000$),前后向最大加速度小于对照者($Z = -5.253, P = 0.000$);预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度及二者联合预测早期帕金森病的曲线下面积分别为 0.947(95%CI: 0.885 ~ 1.000, $P = 0.000$)、0.974(95%CI: 0.936 ~ 1.000, $P = 0.000$)、0.974(95%CI: 0.936 ~ 1.000, $P = 0.000$),灵敏度和特异度为 95% 和 77.30%、85% 和 95.50%、90% 和 90.10%, Youden 指数为 0.723、0.805、0.801, 截断值为 0.440 s、0.445 m/s²、0.540。结论 早期帕金森病患者迈步起始阶段预期性姿势调整期在疾病早期即出现异常,相关步态参数具有较高的敏感性和特异性,可辅助临床医师对疾病进行早期筛查。

【关键词】 帕金森病; 步态分析; ROC 曲线

Quantitative analysis of gait abnormality prior to step initiation in early Parkinson's disease

HOU Wei-jia¹, YU Yang², WU Fan², WANG Yue², ZHU Zhi-zhong², WU Jia-ling³

¹Grade 2019, Clinical College of Neurology, Neurosurgery and Neurorehabilitation, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China

²Department of Rehabilitation, ³Department of Neurology, Tianjin Huanhu Hospital, Tianjin 300350, China

Corresponding author: WU Jia-ling (Email: wywj2009@hotmail.com)

【Abstract】 Objective To explore the gait characteristics prior to the step initiation in patients with early Parkinson's disease (PD). **Methods** A total of 20 patients diagnosed with early PD admitted to Tianjin Huanhu Hospital from July 2020 to June 2021, and 22 normal controls with normal cognitive and motor function matched by gender, age, body mass index (BMI) and education were included. The gait characters in the initial step stage [anticipatory postural adjustments (APAs) duration, forward APAs peak, lateral APAs peak] and the first step period (first step duration, first step swing angle), as well as the gait characters in the walking stage (step speed and stride length) during the 7 m Stand and Walk Test (7MSAW) were recorded by gait analyzer. Receiver operating characteristic (ROC) curve was plotted to evaluate the value of gait characteristics in diagnosis of early PD. **Results** The APAs duration in early PD group was longer than that in control group ($Z = -4.853, P = 0.000$), and the forward APAs peak was lower than that in control group ($Z = -5.253, P = 0.000$). The cut-off value of APAs duration was 0.440 s, the area under the curve (AUC) was 0.947 (95%CI: 0.885-1.000, $P = 0.000$), the sensitivity was 95%, the specificity was 77.30%, and the Youden index was 0.723. The cut-off value of forward APAs peak was 0.445 m/s², the AUC was 0.974 (95%CI: 0.936-1.000, $P = 0.000$), the sensitivity was 85%, the specificity was 95.50%, and the Youden index was 0.805. The cut-off value of the combination was 0.540, the AUC was 0.974 (95%CI: 0.936-1.000, $P = 0.000$), the sensitivity was 90%, the specificity was 90.10%, and the

doi: 10.3969/j.issn.1672-6731.2023.07.011

基金项目:天津市卫生健康科研基金资助项目(项目编号:TJWJ2022MS033)

作者单位:300070 天津医科大学神经内外科及神经康复临床学院 2019 级(侯玮佳);300350 天津市环湖医院康复医学科(于洋、吴璠、王玥、朱志中),神经内科(巫嘉陵)

通讯作者:巫嘉陵, Email: wywj2009@hotmail.com

Youden index was 0.801. **Conclusions** The APAs in the initial step stage is abnormal in patients with early PD, the related parameters have high sensitivity and specificity, which can assist clinicians in early screening of diseases.

【Key words】 Parkinson disease; Gait analysis; ROC curve

This study was supported by Tianjin Health Research Foundation (No. TJWJ2022MS033).

Conflicts of interest: none declared

帕金森病(PD)是好发于中老年的神经系统变性疾病,其运动症状主要表现为静止性震颤、运动迟缓、肌强直^[1]。步态障碍作为帕金森病进展过程中神经系统损伤的外在表现^[2],已证实可发生于疾病早期甚至前驱期,如迈步起始阶段起步异常^[3]。迈步起始阶段是躯体从内部打破自身平衡状态的过程,可分为预期性姿势调整(APAs)期和首步执行期^[4]。预期性姿势调整期作为迈步前姿势准备阶段,由躯体内部为主动迈步提供重心向前或向侧的原动力^[5],但不易察觉且难以量化,因此仅采用国际运动障碍协会(MDS)统一帕金森病评价量表第三部分(UPDRS III)进行步态评价时,常忽视该阶段。本研究以天津市环湖医院近 2 年诊断与治疗的 20 例早期帕金森病患者为研究对象,采用步态分析仪对其迈步起始阶段和行走过程中的步态参数进行分析,以迈步起始阶段预期性姿势调整期为突破点,探寻可量化且更敏感的步态异常识别指标。

对象与方法

一、研究对象

1. 帕金森病组 选择 2020 年 7 月至 2021 年 6 月在天津市环湖医院神经内科住院治疗或至帕金森病联合门诊就诊的原发性帕金森病患者,均符合 2015 年国际运动障碍协会制定的帕金森病临床诊断标准中临床确定的(definite)帕金森病^[6],改良 Hoehn-Yahr 分期 1~3 级, MDS-UPDRS III 步态评分 0~1 分;排除继发性帕金森病、帕金森叠加综合征,曾接受脑深部电刺激术(DBS),既往有药物滥用史及合并其他神经系统疾病、精神疾病、重要脏器功能衰竭、严重基础疾病,以及无法配合完成步态测试的患者。共 20 例,男性 11 例,女性 9 例;年龄 50~70 岁,平均(65.95±6.58)岁;体重指数(BMI) 20.70~29.41 kg/m²,平均(26.15±2.15) kg/m²;受教育程度 3~16 年,中位值 11(9,14)年;病程 3~5 年,平均(3.75±0.61)年;抗帕金森病药物治疗时间 1.00~3.50 年,平均(2.31±0.88)年; MDS-UPDRS III 评分

11~32 分,平均(25.25±5.20)分;改良 Hoehn-Yahr 分期 1~3 级,中位值 2(2,2)级;左旋多巴日等效剂量(LEDD) 375~750 mg,平均(571.50±176.25) mg。

2. 正常对照组(对照组) 同期在患者家属中招募性别、年龄相匹配的认知功能和运动功能正常的健康志愿者作为对照,无神经系统疾病或精神疾病史,头部 MRI 检查无异常。共 22 例,男性 11 例,女性 11 例;年龄 50~70 岁,平均(64.00±7.73)岁; BMI 21.77~30.19 kg/m²,平均(26.51±2.28) kg/m²;受教育程度 3~17 年,中位值 9(5,12)年。

两组受试者一般资料比较,差异无统计学意义(均 $P > 0.05$,表 1),均衡可比。本研究经天津市环湖医院道德伦理委员会审核批准[审批号:(津环)伦审第(2019-56)号],所有患者及其家属均对测试项目知情并签署知情同意书。

二、研究方法

1. 步态测试 帕金森病患者于拟多巴胺类药物停药 ≥ 12 h 或多巴胺受体激动药停药 ≥ 72 h 后^[7],与对照者均行 7 米站立行走测验(7MSAW)^[8],采用 OPAL 可穿戴传感器(美国 APDM 公司)和 MobilityLab 软件(<https://apdm.com/wearable-sensors/>)。传感器分别佩戴于胸骨剑突、L₅、双侧手腕和足背;要求受试者以舒适的姿势站立,首次听到计时声响起,静止站立 30 s,再次听到计时声响起,以最舒适的步态自然行走 7 m,越过地面标记线后转身 180°返回初始位置,传感器自动记录迈步起始阶段参数,包括预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度、侧向最大加速度和首步执行期首步延时、首步摆动角度,以及行走过程中步态参数,包括步速、步长。

2. 统计分析方法 采用 SPSS 27.0 统计软件进行数据处理与分析。计数资料以相对数构成比(%)或率(%)表示,采用 χ^2 检验。正态性检验采用 Shapiro-Wilk 检验,呈正态分布的计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,采用两独立样本的 t 检验;呈非正态分布的计量资料以中位数和四分位数间距[M

表 1 帕金森病组与对照组受试者一般资料的比较

Table 1. Comparison of general data between PD group and control group

观察指标	对照组 (n = 22)	帕金森病组 (n = 20)	统计量值	P 值
性别[例(%)]			0.105	0.746
男性	11(50.00)	11(55.00)		
女性	11(50.00)	9(45.00)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	64.00 \pm 7.73	65.95 \pm 6.58	0.875	0.387
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	26.51 \pm 2.28	26.15 \pm 2.15	-0.517	0.608
受教育程度 [M(P_{25} , P_{75}), 年]	9.00 (5.00, 12.00)	11.00 (9.00, 14.00)	-0.725	0.468

χ^2 test for comparison of sex, Mann-Whitney *U* test for comparison of education, and two-independent-sample *t* test for comparison of others, 性别的比较行 χ^2 检验, 受教育程度的比较行 Mann-Whitney *U* 检验, 其余指标的比较行两独立样本的 *t* 检验。BMI, body mass index, 体重指数

(P_{25} , P_{75})表示, 采用 Mann-Whitney *U* 检验。以早期帕金森病为因变量, 迈步起始阶段和行走过程中步态参数为自变量, 绘制受试者工作特征(ROC)曲线并计算曲线下面积(AUC)、灵敏度、特异度和截断值, 评价各项步态参数对早期帕金森病的预测效能。以 $P \leq 0.05$ 为差异具有统计学意义。

结 果

步态测试显示, 帕金森病组患者预期性姿势调整期持续时间长于对照组($P = 0.000$), 前后向最大加速度小于对照组($P = 0.000$), 其余各项参数组间差异无统计学意义(均 $P > 0.05$, 表 2)。

以预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度及二者联合作为早期帕金森病的预测指标绘制 ROC 曲线, 结果显示, 预期性姿势调整期持续时间预测帕金森病的曲线下面积为 0.947(95%CI: 0.885 ~ 1.000, $P = 0.000$), 灵敏度为 95%、特异度为 77.30%, Youden 指数为 0.723, 截断值为 0.440 s; 前后向最大加速度的曲线下面积为 0.974(95%CI: 0.936 ~ 1.000, $P = 0.000$), 灵敏度为 85%、特异度为 95.50%, Youden 指数为 0.805, 截断值为 0.445 m/s²; 二者联合的曲线下面积为 0.974(95%CI: 0.936 ~ 1.000, $P = 0.000$), 灵敏度为 90%、特异度为 90.10%, Youden 指数为 0.801, 截断值为 0.540, 且联合指标与单一指标对早期帕金森病的预测效能接近(图 1)。

讨 论

帕金森病是以中脑黑质多巴胺能神经元进行

性退行性变为主要病理改变的神经系统变性疾病, 进展缓慢, 可出现多系统受累。黑质纹状体通路是锥体外系的组成部分, 其主要作用是乙酰胆碱能神经元共同调节肌紧张及共济运动, 参与调控基底神经节运动输出的直接通路, 后者损伤可出现皮质运动中兴奋性降低, 导致运动迟缓、肌强直等运动障碍^[9]。步态异常作为帕金森病患者常见运动障碍, 早期表现为步幅、步宽减小, 步速减慢, 随着疾病进展至中晚期, 出现慌张步态和冻结步态^[10]。近年来, 随着可穿戴设备等智能化步态分析系统的临床推广, 有研究发现, 步态异常可能早在帕金森病前驱期即已出现^[3], 因此步态控制具有作为帕金森病前驱期标志物的巨大潜力^[11]。

迈步起始阶段包括两个重要过程^[12]: 一个是通过超直接通路将神经冲动从运动皮质传递至丘脑底核(STN), 经脑干至脊髓的下行通路介导, 通过调节肌张力产生预期性姿势调整的步态自动化过程; 另一个是产生于颞顶叶联合皮质, 通过认知控制, 经大脑皮质调控首步执行的步行自主运动过程。Wu 等^[13]发现, 早期帕金森病的步态异常主要表现为步行自主运动异常, 如摆臂减少、步态变异性增加^[14]。由于步行自主运动需纹状体参与, 而帕金森病正是一种黑质纹状体去神经支配综合征, 该脑区多巴胺能神经元丢失首先影响与预期性姿势调整相关的辅助运动区(SMA), 随后方影响主动运动区和迈步相关其他脑区^[15]。本研究采用步态分析仪定量分析迈步起始阶段和行走过程中步态参数, 发现早期帕金森病患者预期性姿势调整期持续时间延长, 即迈步准备期延长; 预期性姿势调整幅度(前后向最大加速度)减小, 即初始动能减少, 推进力不足, 与既往研究结果相一致^[16-17]。中枢和外周因素均可在其中发挥作用, 中枢因素方面, 步态启动依赖于皮质下结构, 尤其是中脑、丘脑底核、小脑运动区和包括辅助运动区在内的额叶区域, 若帕金森病患者额叶抑制受损, 则预期性姿势调整期肌纤维募集数量、舒缩幅度和持续时间均出现异常^[12]; 外周因素方面, 由于帕金森病患者长期处于低动力状态, 肌容积降低, 协同收缩异常, 导致步态启动时通常表现出肌肉激活时间滞后、力量不足等问题^[18]。

本研究虽然发现帕金森病患者预期性姿势调整幅度减小, 但与 Mancini 等^[17]的研究结果不同, 本研究预期性姿势调整幅度减小主要表现为前后向幅度下降, 而非侧向幅度减小, 主要与本研究所纳

表 2 帕金森病组与对照组受试者迈步起始阶段和行走过程中各项步态参数的比较

Table 2. Comparison of gait characters in the initial step stage and walking stage between PD group and control group

组别	例数	APAs 期 [$M(P_{25}, P_{75})$]			首步执行期 ($\bar{x} \pm s$)		行走过程中 ($\bar{x} \pm s$)	
		持续时间 (s)	前后向最大加速度 (m/s^2)	侧向最大加速度 (m/s^2)	首步延时 (s)	首步摆动角度 ($^\circ$)	步速 (m)	步长 (m/s)
对照组	22	0.39(0.31, 0.43)	0.62(0.54, 0.73)	0.34(0.30, 0.37)	0.49 ± 0.08	35.16 ± 9.64	1.23 ± 0.09	1.49 ± 0.09
帕金森组	20	0.61(0.53, 0.76)	0.31(0.23, 0.38)	0.32(0.23, 0.37)	0.55 ± 0.11	33.76 ± 19.71	1.19 ± 0.10	1.47 ± 0.10
Z 或 t 值		-4.953	-5.253	-1.022	1.906	-0.504	-1.194	0.772
P 值		0.000	0.000	0.307	0.064	0.616	0.240	0.445

Mann-Whitney *U* test for comparison of APAs duration, forward APAs peak, lateral APAs peak, and two-independent-sample *t* test for comparison of others, 预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度和侧向最大加速度的比较行 Mann-Whitney *U* 检验, 其余指标的比较行两独立样本的 *t* 检验。APAs, anticipatory postural adjustments, 预期性姿势调整

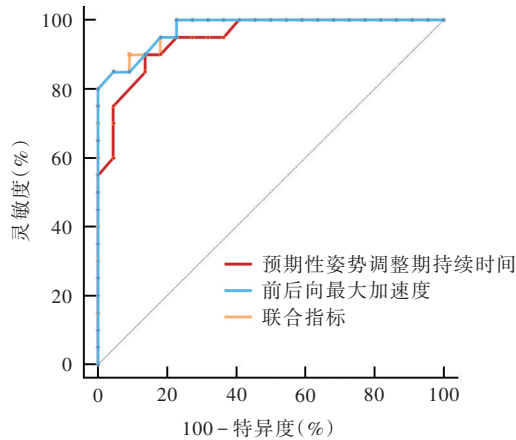


图 1 预期性姿势调整期持续时间、前后向最大加速度及二者联合预测早期帕金森病的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve of APAs duration, forward APAs peak, and the combination of both to predict the diagnosis of early PD.

入患者病程较短,尚处于疾病早期有关。帕金森病患者疾病早期通常为维持姿势稳定而代偿性增加足间距离,直至疾病进展期才为减小身体摆动而逐渐转换为窄基底站立或行走^[19]。本研究在未规定起始步宽的情况下,患者以较宽的足间距站立,增大身体侧向摆动,即增加侧向最大加速度,代偿性缩小与健康老年人差异。此外,帕金森病患者出现肌强直时,机体对肌肉协同模式的调节功能下降,且负责调控踝关节的远端小肌肉群较负责调控髋关节运动的大肌肉群更易僵硬,精细动作较粗大运动更易受损,因此早期帕金森病患者在疾病进展尚未累及躯体中轴时,踝关节调节功能异常早于髋关节,即依靠胫骨前肌、腓肠肌等协调收缩控制的前后向最大加速度较依靠髋外展肌群控制的侧向最大加速度更加敏感。有文献报道,帕金森病患者感觉-运动纹状体受损后,原本步态自动化过程在疾病早期转变为有注意力参与的步行自主运动过程,行走过程中的步速和步幅由自动化控制转变为前额叶执行功能代偿控制^[20-21]。静息态和任务态 fMRI 研究显示,早期帕金森病患者进行行走想象任务

时,前额叶活动增强^[22],因此当帕金森病患者存在早期皮质代偿作用时,其行走过程中的步速和步幅均趋近于正常人群,即早期异常并不明显,这其中也包括首步速度与幅度,即首步延时和首步摆动范围^[17],提示临床医师在进行步态分析时,除关注行走过程外,还应结合数字化测评工具以评估主动迈步前的细小姿势调整。

本研究以帕金森病患者迈步起始阶段预期性姿势调整期为突破点,寻找到可量化且更敏感的步态异常指标。检索近 5 年文献发现,中国知网中国知识基础设施工程(CNKI)、万方医学数据库等国内数据库关于此方面的研究鲜见;而美国国立医学图书馆生物医学文献数据库(PubMed)、Web of Science 等国外数据库中此类研究层出不穷。早期研究者主要采用平衡步态分析仪、足底压力分析仪及肌电图检测仪等仪器观察并定量分析帕金森病患者迈步起始阶段预期性姿势调整期参数,近年研究逐渐借助神经影像学 and 智能传感技术探究帕金森病患者起步异常的脑功能学改变,de Lima-Pardini 等^[12]采用事件相关 fMRI 分析帕金森病患者

迈步起始阶段预期性姿势调整期脑血流量变化,发现存在起步冻结的患者可能存在岛叶代偿;Moreira-Neto 等^[23]同样采用 fMRI 技术监测帕金森病患者中脑运动区 (MLR) 脑血流量变化,提出迈步起始阶段预期性姿势调整、转身冻结和双任务成本 (DTC) 具有相似的神经基础,即激活脑区相同;Lencioni 等^[24]通过力学平台和智能传感装置证实帕金森病患者迈步起始阶段预期性姿势调整期参数与 UPDRS 量表具有较好的一致性。

综上所述,早期帕金森病患者迈步起始阶段即出现异常,提示临床医师应考虑早期帕金森病的可能,及早行帕金森病相关检测。然而,本研究为单中心横断面研究,样本量较小,且对照组均来自患者家属,可能存在选择偏倚,后续尚待扩大样本量,借助更多评估手段以纳入更多行为学指标进一步分析,为帕金森病的早期筛查和早期康复提供理论指导^[25]。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] Tang HY, Liao XL, Zhang R, Li GH, Xu PY. Progress in diagnosis and treatment of gait disorder in Parkinson's disease [J]. Zhongguo Lin Chuang Xin Yi Xue, 2022, 15:1101-1106. [汤宏茵, 廖香连, 张芮, 李桂花, 徐评议. 帕金森病步态障碍的诊断与治疗研究进展[J]. 中国临床新医学, 2022, 15:1101-1106.]
- [2] Cao H. Auxiliary diagnosis system for Parkinson's disease based on gait analysis [D]. Ji'nan: Shandong University, 2022. [曹涵. 基于步态分析的帕金森疾病辅助诊断系统[D]. 济南: 山东大学, 2022.]
- [3] Mirelman A, Bonato P, Camicioli R, Ellis TD, Giladi N, Hamilton JL, Hass CJ, Hausdorff JM, Pelosin E, Almeida QJ. Gait impairments in Parkinson's disease [J]. Lancet Neurol, 2019, 18:697-708.
- [4] Feng Q, Ren J. Anticipatory posture adjustment in balance and motion control [J]. Zhongguo Yun Dong Yi Xue Za Zhi, 2017, 36:1017-1025. [冯祺, 任杰. 平衡与动作控制中的预期性姿势调节[J]. 中国运动医学杂志, 2017, 36:1017-1025.]
- [5] Piscitelli D, Falaki A, Cerri CG, Latash ML. Anticipatory synergy adjustments and anticipatory postural adjustments: effects of predictability of perturbation direction [J]. Gait & Posture, 2016, 49:S3-S4.
- [6] Postuma RB, Berg D, Stern M, Poewe W, Olanow CW, Oertel W, Obeso J, Marek K, Litvan I, Lang AE, Halliday G, Goetz CG, Gasser T, Dubois B, Chan P, Bloem BR, Adler CH, Deuschl G. MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease [J]. Mov Disord, 2015, 30:1591-601.
- [7] Martinez - Mendez R, Toshiyo M, Tamura T. Detection of anticipatory postural adjustments prior to gait initiation using inertial wearable sensors [J]. J Neuroeng Rehabil, 2011, 8:17.
- [8] Shah VV, McNames J, Mancini M, Carlson-Kuhta P, Spain RI, Nutt JG, El-Gohary M, Curtze C, Horak FB. Laboratory versus daily life gait characteristics in patients with multiple sclerosis, Parkinson's disease, and matched controls [J]. J Neuroeng Rehabil, 2020, 17:159.
- [9] Chinese Parkinson's Disease Deep Brain Stimulation Therapy Expert Group. Expert Group on Deep Brain Electrical Stimulation Therapy for Parkinson's Disease in China [J]. Zhonghua Shen Jing Ke Za Zhi, 2012, 45:541-543. [中国帕金森病脑深部电刺激疗法专家组. 中国帕金森病脑深部电刺激疗法专家共识[J]. 中华神经科杂志, 2012, 45:541-543.]
- [10] Wu Z, Zhong M, Jiang X, Zhang L. Gait analysis of patients with different stages Parkinson's disease [J]. Lin Chuang Shen Jing Bing Xue Za Zhi, 2021, 34:169-172. [吴壮, 仲敏, 蒋旭, 张丽. 不同临床分期帕金森病患者的步态分析[J]. 临床神经病学杂志, 2021, 34:169-172.]
- [11] Heinzel S, Roeben B, Ben - Shlomo Y, Lerche S, Alves G, Barone P, Behnke S, Berendse HW, Bloem BR, Burn D, Dodel R, Grosset DG, Hu M, Kasten M, Krüger R, Moccia M, Mollenhauer B, Oertel W, Suenkel U, Walter U, Wirdefeldt K, Liepelt-Scarfone I, Maetzler W, Berg D. Prodromal markers in Parkinson's disease: limitations in longitudinal studies and lessons learned [J]. Front Aging Neurosci, 2016, 8:147.
- [12] de Lima-Pardini AC, Coelho DB, Nucci MP, Boffino CC, Batista AX, de Azevedo Neto RM, Silva-Batista C, Barbosa ER, Cohen RG, Horak FB, Teixeira LA, Amaro E Jr. Brain networks associated with anticipatory postural adjustments in Parkinson's disease patients with freezing of gait [J]. Neuroimage Clin, 2020, 28:102461.
- [13] Wu T, Hallett M, Chan P. Motor automaticity in Parkinson's disease [J]. Neurobiol Dis, 2015, 82:226-234.
- [14] Liu P, Yu N, Yang Y, Yu Y, Sun X, Yu H, Han J, Wu J. Quantitative assessment of gait characteristics in patients with Parkinson's disease using 2D video [J]. Parkinsonism Relat Disord, 2022, 101:49-56.
- [15] Chen Y, Xie YJ, Gao Q. Advance in neural regulation networks of anticipatory postural adjustments [J]. Zhongguo Kang Fu Li Lun Yu Shi Jian, 2020, 26:568-571. [陈意, 谢运娟, 高强. 预期性姿势调节的神经调控网络研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2020, 26:568-571.]
- [16] Cohen RG, Nutt JG, Horak FB. Recovery from multiple APAs delays gait initiation in Parkinson's disease [J]. Front Hum Neuro Sci, 2017, 11:60.
- [17] Mancini M, Zampieri C, Carlson-Kuhta P, Chiari L, Horak FB. Anticipatory postural adjustments prior to step initiation are hypometric in untreated Parkinson's disease: an accelerometer-based approach [J]. Eur J Neurol, 2009, 16:1028-1034.
- [18] Zhang Y. Quantitative analysis of gait characteristics in patients with early Parkinson's disease [D]. Urumqi: Xinjiang Medical University, 2022. [张杨. 早期帕金森病患者步态特征定量分析的相关研究[D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2022.]
- [19] Palmisano C, Brandt G, Vissani M, Pozzi NG, Canessa A, Brumberg J, Marotta G, Volkmann J, Mazzoni A, Pezzoli G, Frigo CA, Isaias IU. Gait initiation in Parkinson's disease: impact of dopamine depletion and initial stance condition [J]. Front Bioeng Biotechnol, 2020, 8:137.
- [20] Zhang XY, LU JW, WANG Y, Shu ZL, Wang J, Cheng YY, Zhu ZZ, Yu Y, Yu NB, Han JD, Wu JL. Study on gait automaticity in patients with Parkinson's disease under dual - task paradigm [J]. Zhongguo Xian Dai Sheng Jing Ji Bing Za Zhi, 2022, 22:898-902. [张鑫源, 卢杰威, 王岳, 舒智林, 王金, 程元元, 朱志中, 于洋, 于宁波, 韩建达, 巫嘉陵. 双任务范式下帕金森病患者步态自动性研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22:898-902.]
- [21] Fang YT, Huang YQ, Yu X, Liu YW. Application progress of dual-task conditions in the early screening of Parkinson's onset [J]. Zhongguo Liao Yang Yi Xue, 2023, 32:591-594. [房依婷,

- 黄雨琦, 于幸, 刘悦文. 双任务范式在帕金森发病早期筛查中的应用进展[J]. 中国疗养医学, 2023, 32:591-594.]
- [22] Liu TS, Tang J, Wang PQ, Song JH. A rs - fMRI study of Parkinson's disease patients with freezing of gait[J]. Zu Zhong Yu Shen Jing Ji Bing, 2023, 30:26-32.[刘泰松, 唐洁, 王普清, 宋金辉. 帕金森病伴冻结步态患者的静息态磁共振研究[J]. 卒中与神经疾病, 2023, 30:26-32.]
- [23] Moreira-Neto A, Ugrinowitsch C, Coelho DB, de Lima-Pardini AC, Barbosa ER, Teixeira LA, Amaro E Jr, Horak FB, Mancini M, Nucci MP, Silva-Batista C. Freezing of gait, gait initiation, and gait automaticity share a similar neural substrate in Parkinson's disease[J]. Hum Mov Sci, 2022, 86:103018.
- [24] Lencioni T, Meloni M, Bowman T, Marzegán A, Caronni A, Carpinella I, Castagna A, Gower V, Ferrarin M, Pelosin E. Events detection of anticipatory postural adjustments through a wearable accelerometer sensor is comparable to that measured by the force platform in subjects with Parkinson's disease[J]. Sensors (Basel), 2022, 22:2668.
- [25] Di RQ, Yue GJ, Ye L, Li XD. Rehabilitation management of posture and gait in patients with Parkinson's disease[J]. Yi Yao Lun Tan Za Zhi, 2023, 44:72-75.[底瑞青, 岳高杰, 叶琳, 李星丹. 帕金森病患者姿势步态的康复管理[J]. 医药论坛杂志, 2023, 44:72-75.]

(收稿日期:2023-06-12)

(本文编辑:柏钰)

· 小词典 ·

中英文对照名词词汇(二)

- 丘脑底核 subthalamic nucleus(STN)
- 球囊闭塞试验 Balloon Occlusion Test(BOT)
- 曲线下面积 area under the curve(AUC)
- 全面性强直-阵挛发作
generalized tonic-clonic seizure(GTCS)
- 全切除 gross total resection(GTR)
- 神经节细胞层 ganglion cell layer(GCL)
- 生长激素 growth hormone(GH)
- 生长抑素 somatostatin(SST)
- 视网膜神经纤维层 retinal nerve fiber layer(RNFL)
- 受试者工作特征曲线
receiver operating characteristic curve(ROC 曲线)
- 双侧岩下窦采血
bilateral inferior petrosal sinus sampling(BIPSS)
- 双任务成本 dual-task cost(DTC)
- 糖化血红蛋白 glycosylated hemoglobin(HbA1c)
- T₂*-梯度回波序列 T₂*-gradient echo sequence(T₂*-GRE)
- 体重指数 body mass index(BMI)
- 统一帕金森病评价量表第三部分
Unified Parkinson's Disease Rating Scale III (UPDRS III)
- 头颅指数 cephalic index(CI)
- ¹⁸F-脱氧葡萄糖 ¹⁸F-fluoro-2-deoxy-D-glucose(¹⁸F-FDG)
- 微管相关蛋白 microtubule-associated protein(MAP)
- 微血管功能障碍 microvascular dysfunction(MVD)
- 未折叠蛋白反应 unfolded protein response(UPR)
- B 细胞淋巴瘤/白血病-2 B-cell lymphoma/leukemia-2(Bcl-2)
- 先天性全身脂肪营养不良基因 2
Berardinelli-Seip congenital lipodystrophy 2(BSCL2)
- 选择性 5-羟色胺再摄取抑制剂
selective 5-serotonin reuptake inhibitor(SSRI)
- 血管性血友病因子 von Willebrand factor(vWF)
- 胰岛素样生长因子-1 insulin-like growth factor-1(IGF-1)
- 遗传性痉挛性截瘫 hereditary spastic paraplegia(HSP)
- 抑郁自评量表 Self-Rating Depression Scale(SDS)
- 吲哚菁绿荧光血管造影术
indocyanine green angiography(ICGA)
- Glasgow 预后分级 Glasgow Outcome Scale(GOS)
- 预期性姿势调整 anticipatory postural adjustments(APAs)
- 远端型遗传性运动神经病
distal hereditary motor neuropathy(dHMN)
- 运动辅助区 supplementary motor area(SMA)
- 增强子结合蛋白同源蛋白
enhancer binding protein homologous protein(CHOP)
- 中国知识基础设施工程
China National Knowledge Infrastructure(CNKI)
- 中脑运动区 mesencephalic locomotor region(MLR)
- 最大宽度点 point of maximum width(PMW)
- 最大密度投影 maximum intensity projection(MIP)