

可穿戴设备在帕金森病患者围手术期运动功能检测中的应用*

季稳¹, 黄宽明², 陈家冲², 邹重九², 田晓娇², 张相华²

(1. 锦州医科大学湖北医药学院附属十堰市太和医院研究生联合培养基地 脑血管疾病诊疗中心, 湖北 十堰 442000; 2. 湖北医药学院附属十堰市太和医院 脑血管疾病诊疗中心, 湖北 十堰 442000)

摘要: **目的** 探索可穿戴设备在帕金森患者围手术期中运动功能检测的作用。**方法** 对2020年12月1日至2022年12月31日在十堰市太和医院接受脑深部电刺激(DBS)手术的17例患者进行回顾性研究,采用GraphPad Prism 9统计学软件对患者运动数据进行统计学分析,对患者手术前后运动检测的各数据进行 t 检验,手术前后运动检测的数据中各项指标与手术前后的帕金森病评定量表第Ⅲ部分(UPDRS-Ⅲ)评分采用Pearson相关系数进行线性回归分析。**结果** 17例帕金森病(PD)患者UPDRS-Ⅲ评分由术前的(40.88±7.98)分降低为术后的(22.65±3.84)分($P<0.001$),步长由术前的(32.25±6.25)cm增长为术后的(51.88±7.38)cm($P<0.001$);5m往返实验时间由术前的(17.14±3.61)s缩短为术后的(9.68±1.68)s($P<0.001$);转圈实验时间由术前的(35.00±7.69)s缩短为术后的(16.60±2.48)s($P<0.001$)。患者术前UPDRS-Ⅲ评分与步长呈负相关($r=-0.8843$, $P<0.001$)、5m往返实验时间呈正相关($r=0.8678$, $P<0.001$)、转圈实验时间呈正相关($r=0.9080$, $P<0.001$);术后UPDRS-Ⅲ评分与步长呈负相关($r=-0.9168$, $P<0.001$)、5m往返实验时间呈正相关($r=0.8695$, $P<0.001$)、转圈实验时间呈正相关($r=0.8744$, $P<0.001$)。**结论** 可穿戴设备对PD患者进行运动功能检测的数据与患者UPDRS-Ⅲ评分具有较高一致性及强相关性,可以将可穿戴设备作为UPDRS-Ⅲ评分量表的补充项目,在PD患者围手术期对其进行更加精确、客观及定量的运动功能检测。

关键词: 帕金森病; 脑深部电刺激; 可穿戴设备; 统一帕金森病评定量表

中图分类号: R651

Application of wearable devices in perioperative motor function detection in patients with Parkinson's disease*

Ji Wen¹, Huang Kuanming², Chen Jiachong², Zou Chongjiu², Tian Xiaojiao², Zhang Xianghua²

(1. Cerebrovascular Disease Treatment Center, Taihe Hospital, Jinzhou Medical University Union Training Base, Shiyan, Hubei 442000, China; 2. Cerebrovascular Disease Treatment Center, Taihe Hospital Affiliated to Hubei Medical University, Shiyan 442000, China)

Abstract: **[Objective]** To explore the role of wearable devices in the perioperative detection of motor function in Parkinson's disease (PD). **[Methods]** A retrospective study was conducted on 17 patients who underwent deep brain stimulation implantation in Taihe Hospital from December 1, 2020 to December 31, 2022, and the GraphPad Prism 9 statistical software was used to statistically analyze the patient's exercise data, and the data of the patient's preoperative and postoperative motion detection were t -tested. The indicators in the data of pre- and postoperative motion detection and the UPDRS-III score before and after surgery were analyzed by linear regression analysis using Pearson's correlation coefficient. **[Results]** The UPDRS-III score of patients decreased from preoperative 40.88±7.98 points to postoperative 22.65±3.84 points, the difference was statistically significant ($P<0.001$), and the step length increased from preoperative 32.25±6.25 cm to postoperative 51.88±7.38 cm, the difference between the two was statistically significant ($P<0.001$). The 5 m round-trip experimental time decreased from preoperative 17.14±3.61 s to postoperative 9.68±1.68 s, the difference was statistically significant ($P<0.001$), and the rotation experiment time was reduced from preoperative 35.00±7.69 s to postoperative 16.60±2.48 s, the difference was statistically significant ($P<0.001$). The preoperative

收稿日期: 2023-10-13

* 基金项目: 十堰市科学技术研究与开发项目计划(2021K69)

[通信作者] 张相华, E-mail: 583359746@qq.com

UPDRS-III score of 17 PD patients was consistent and correlated with step length ($r=-0.8843, P<0.001$), 5 m round-trip experimental time ($r=0.8678, P<0.001$), and rotation experimental time ($r=0.9080, P<0.001$), and postoperative UPDRS-III score was consistent and correlated with step length ($r=-0.9168, P<0.001$) and 5 m round-trip experimental time ($r=0.8695, P<0.001$) and the experimental time of rotation ($r=0.8744, P<0.001$). **【Conclusion】** The data of wearable devices for motor function detection in PD patients have a consistent and strong correlation with the UPDRS-III score, and wearable devices can be used as a supplementary item to the UPDRS-III, and the motor function detection of PD patients in the perioperative period is more accurate, objective and quantitative.

Keywords: Parkinson's disease; deep brain stimulation; wearable devices; Unified Parkinson's Disease Rating Scale

帕金森病 (Parkinson's disease, PD) 是中老年人常见的神经退行性疾病。其临床表现主要包括静止性震颤、运动迟缓、肌强直和姿势步态障碍^[1]。药物治疗是 PD 最主要的治疗手段, 外科手术治疗是药物治疗的一种有效补充方案^[2]。目前大量研究表明, 脑深部电刺激 (deep brain stimulation, DBS) 对于 PD 有着良好的疗效, 该治疗方法尤其适用于中晚期 PD 及口服药物欠佳的患者^[3]。相关研究表明, 大约三分之一实施 DBS 手术的患者术后疗效不佳可能归因于缺乏良好的围手术期评估, 这些研究结果强调了进一步完善并加强 DBS 手术围手术期评估的重要性及必要性^[4]。目前, 可穿戴设备在医学中已经被应用于评估患者的运动功能^[5], 但其还没有被确定为 PD 患者 DBS 手术围手术期评估程序的标准工具。本研究旨在验证可穿戴设备作为 PD 患者 DBS 手术围手术期运动功能检测的标准工具的应用效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2020 年 12 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日在十堰市太和医院接受 DBS 手术的 17 例 PD 患者。所有进行手术的 PD 患者均按照 PD 神经外科治疗和移植核心评价方案 (Core Assessment Program for Surgical Interventional Therapies in Parkinson's Disease, CAPSIT-PD) 进行筛选和选择。其中男 9 例, 女 8 例; 年龄 (66.47 ± 9.04) 岁; 身高 (163.24 ± 7.74) cm; 术前统一帕金森病评定量表 (Unified Parkinson's Disease Rating Scale, UPDRS) 第 III 部分 (UPDRS-III) 评分 (40.88 ± 7.98) 分。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准: ①原发性 PD; ②对左旋多巴制剂治疗有效; ③药物疗效减退或出现症状波动及开关现象; ④因副作用不能耐受药物治疗。

排除标准: 有出血倾向或存在其他不能耐受立体定向手术的严重内科疾病。

1.3 仪器与设备

睿评 MATRIX 可穿戴运动及步态量化评估系统 (湖南臻络医疗科技有限公司) 是一款通过可穿戴传感器实时监测人体活动的产品。通过放置于胸、腰、左右手腕、左右大腿、左右小腿及左右脚共十个数据节点的传感器设备采集人体运动过程的可对患者的步长、步伐速度、躯干的倾斜角度、运动时间动力学参数, 进而评估患者步态、姿势平衡性、手臂摆动、全身动作协调性等。

1.4 实验方法

所有行 DBS 手术的 PD 患者分别在手术前与手术后均进行运动功能评估, 在进行运动评估前需停止服用所有抗 PD 药物达到 24 h。由一位有运动障碍评估经验的神经科医生使用 UPDRS-III 量表对患者进行病情评估, 完成评分后让患者回病房休息 30 min, 在患者休息调整好后, 再次利用睿评系统对患者进行运动功能检测, 并采集相关运动数据进行统计分析。在完成所有方式的运动功能评估后, 患者在全身麻醉下行丘脑底核 (subthalamic nucleus, STN) -DBS 手术, 术后仍继续口服药物进行抗 PD 对症治疗。术后 4 周来院进行双侧颅内电刺激器开机与程控, 并嘱患者在调控前 24 h 停止服用抗 PD 药物, 并在开机程控后, 再次按术前方案进行运动功能评估。

使用睿评系统对患者进行运动评估方法如下: 受试者需要完成 5 m 往返实验和转圈试验。5 m 往返实验: 患者静坐在椅子上, 待“开始”指令发出后, 起立, 沿直线自由行走, 至 5 m 标线处, 转身, 继续行走至椅子处, 坐下。转圈实验: 患者站在 $0.7 \text{ m} \times 0.7 \text{ m}$ 的正方形内, 待“开始”指令发出后, 患者向左原地转两圈, 静止 10 s, 再向右原地转两圈。见图 1、图 2。

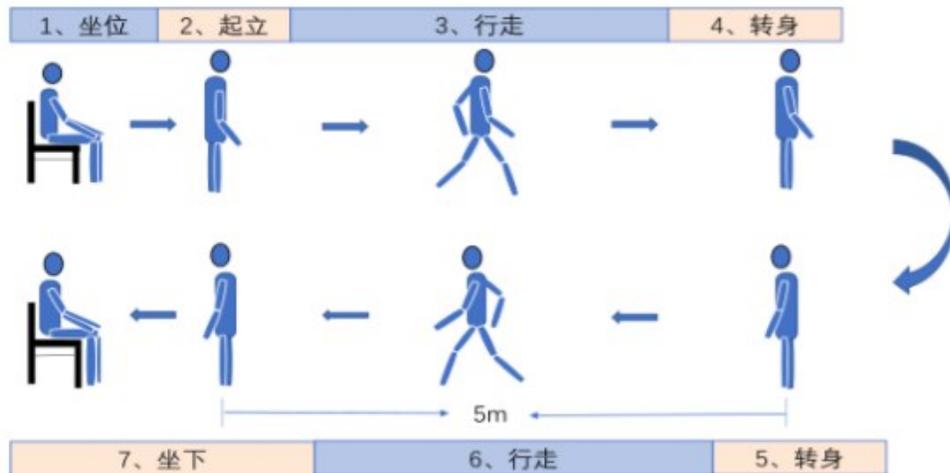


图 1 5 m 往返实验

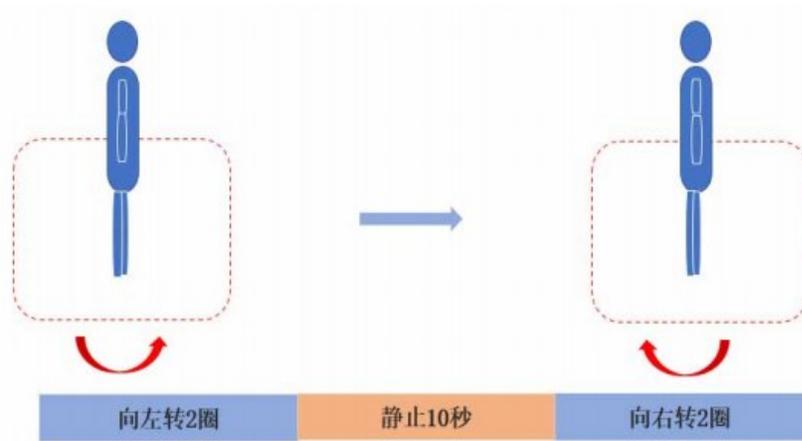


图 2 转圈实验

1.5 统计学方法

采用 GraphPad Prism 9 统计学软件进行统计学检验分析。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 行 t 检验; 采用 Pearson 相关系数进行线性回归分析。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者手术前后运动数据及 UPDRS-III 评分比较

患者 UPDRS-III 评分由术前的 (40.88 ± 7.98) 分降低为术后的 (22.65 ± 3.84) 分, 比较差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 见图 3。患者步长由术前的 (32.25 ± 6.25) cm 增长为术后的 (51.88 ± 7.38) cm, 比较差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 见图 4。5 m 往返实验时间由术前的 (17.14 ± 3.61) s 缩短为术后的 (9.68 ± 1.68) s, 比较差异有统计学意义

($P < 0.001$), 见图 5。转圈实验时间由术前的 (35.00 ± 7.69) s 缩短为术后的 (16.60 ± 2.48) s, 比较差异有统计学意义 ($P < 0.001$), 见图 6。

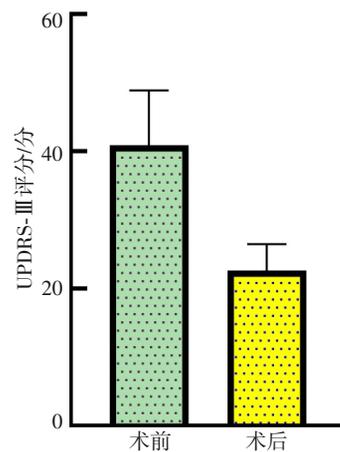


图 3 患者手术前后 UPDRS-III 评分比较

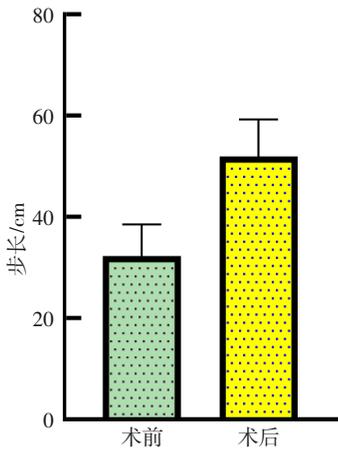


图 4 患者手术前后患者步长比较

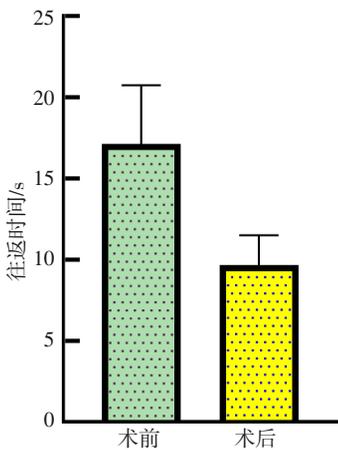


图 5 患者手术前后 5 m 往返实验时间比较

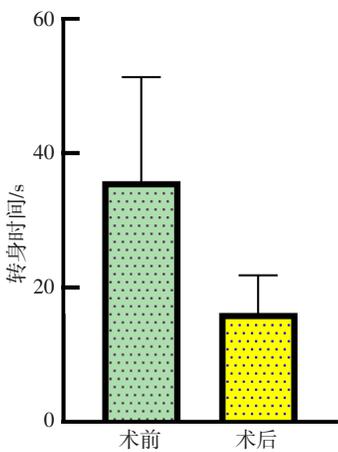


图 6 患者手术前后转圈实验时间比较

2.2 患者手术前后各项运动检测数据与 UPDRS-III 评分的相关性分析

患者术前步长与对应的 UPDRS-III 评分呈负相关 ($r=-0.8843$, $P<0.001$), 术前 5 m 往返实验时间与对应的 UPDRS-III 评分呈正相关 ($r=0.8678$, $P<0.001$); 术前转圈实验时间与对应的 UPDRS-III

评分呈正相关 ($r=0.9080$, $P<0.001$)。见表 1。

术后患者步长与对应的 UPDRS-III 评分呈负相关 ($r=-0.9168$, $P<0.001$), 术后 5 m 往返实验时间与对应的 UPDRS-III 评分呈正相关 ($r=0.8695$, $P<0.001$); 术后转圈实验时间与对应的 UPDRS-III 评分呈正相关 ($r=0.8744$, $P<0.001$)。见表 2。

表 1 术前各项运动检测数据与 UPDRS-III 评分的相关性分析

指标	UPDRS-III 评分	
	r	P
步长	-0.8843	<0.001
往返实验时间	0.8678	<0.001
转圈实验时间	0.9080	<0.001

表 2 术后各项运动检测数据与 UPDRS-III 评分的相关性分析

指标	UPDRS-III 评分	
	r	P
步长	-0.9168	<0.001
往返实验时间	0.8695	<0.001
转圈实验时间	0.8744	<0.001

3 讨论

实施 STN-DBS 手术不仅需经过严格的术前评估, 术后也需长期程控管理。迄今为止, 临床上 PD 患者围手术期的评估方式仍然是依靠医生检查、UPDRS-III 评分等量表进行运动功能评估^[6]。本研究使用了可穿戴设备来进行患者围手术期的运动功能检测, 应用了一种更客观的检测方法。通过对可穿戴设备收集到的患者运动数据进行统计学分析, 进一步证明了可穿戴设备可对 PD 患者围手术期特定症状的改善进行定量与精确评估。

运动迟缓几乎可见于所有帕金森患者中, 该症状的出现已成为帕金森患者临床诊断标准之一, 这也是导致帕金森患者无法正常生活的原因之一^[7]。在本研究中, 患者手术前后的步长比较差异有统计学意义 ($P<0.001$), 这表明 STN-DBS 手术对患者小碎步及慌张步态具有明显的改善效果。患者手术前后往返实验时间比较差异有统计学意义 ($P<0.001$), 表明患者在接受双侧 STN-DBS 手术后, 行走速度有了明显提升, 运动迟缓的临床症状有了显著改善。转圈实验体现了患者的运动协调功能, 其手术前后的转圈时间比较差异有统计学意义 ($P<0.001$), 表明了 STN-DBS 手术对患

者的运动协调功能及肌强直有改善作用。在本研究中,通过对 UPDRS-III 评分与各项运动检测数据进行相关性分析,发现患者术前 UPDRS-III 评分与可穿戴设备测得患者的步长呈负相关 ($r=-0.8843$, $P<0.001$)、5 m 往返实验步行时间呈正相关 ($r=0.8678$, $P<0.001$)、转圈实验时间呈正相关 ($r=0.9080$, $P<0.001$),都具有高度的一致性 & 线性相关性;术后 UPDRS-III 评分与患者步长呈负相关 ($r=-0.9168$, $P<0.001$)、5 m 往返实验步行时间呈正相关 ($r=0.8695$, $P<0.001$)、转圈实验时间呈正相关 ($r=0.8744$, $P<0.001$),也具有良好的一致性 & 线性相关性。上述研究结果表明可穿戴设备具有与 UPDRS-III 评分较为一致的评估效果,可以作为 PD 患者围手术期一种客观的运动评估方法。

虽然笔者对于患者运动步长、5 m 往返实验时间、转圈时间这 3 项指标进行了研究,但是仍不能全面评估患者的运动功能^[8]。国外文献中有研究者在时域和频域两个面对患者的运动功能进行了更为全面的分析^[9],并在时域分析方面提出峰-峰速度值、均方根速度值等指标;在频域分析方面提出相位相关速度、陀螺仪信号功率谱密度等指标^[10],随着研究的深入,更多特异且敏感的指标测量将会被引入,这使得我们对 PD 患者的运动功能的描述将更加精确^[11]。

综上所述,可穿戴设备可作为 PD 患者进行 STN-DBS 手术围手术期运动功能的一种评估方式,它与目前临床上使用的 UPDRS-III 评分量表有较高的一致性,将其作为 PD 患者在围手术期运动功能检测的一种方式,可在术后发现轻微的运动功能异常,有利于及时对患者进行电极程序调节与控制;而且该设备可排除较多的人为因素,消除不

同检测者主观差异造成的影响,有利于医生对患者病情的纵向观察和对疾病进展的评价,对患者的病情及治疗效果评估具有较好的客观性与准确性。

参 考 文 献

- [1] 卢瑞瑞,李晓晖,陈文武,等. 可穿戴设备在帕金森病冻结步态领域的临床应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(10): 947-949.
- [2] 徐海峰. 帕金森病患者行盐酸苯海索联合吡贝地尔治疗的有效性和安全性分析[J]. 临床研究, 2022, 30(12): 27-30.
- [3] 刘金龙,李继平,张宇清. 脑深部电刺激术治疗帕金森病冻结步态研究进展[J]. 中国神经精神疾病杂志, 2022, 48(12): 759-764.
- [4] 程轶峰,冯珂珂,陈蕾,等. 脑深部电刺激术治疗帕金森病非运动症状临床研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2022, 22(4): 283-290.
- [5] 张新凯,高萌,徐岩,等. 可穿戴设备定量评估帕金森病伴冻结步态患者的美多巴负荷试验[J]. 临床内科杂志, 2022, 39(9): 606-609.
- [6] PREGELJC D, TEODORESCU-PERIJOC D, VIANELLO R, et al. How Important Is the Use of Cocaine and Amphetamines in the Development of Parkinson Disease? A Computational Study[J]. Neurotox Res, 2020, 37(3): 724-731.
- [7] 马煜皓. 基于可穿戴设备的冻结步态辅助系统研究[D]. 厦门: 厦门理工学院, 2021.
- [8] SHERRON MA, STEVENSON SA, BROWNER NM, et al. Targeted rhythmic auditory cueing during treadmill and overground gait for individuals with parkinson disease: a case series[J]. J Neurol Phys Ther, 2020, 44(4): 268-274.
- [9] SLOMSKI A. Palliative care benefits patients with parkinson disease[J]. JAMA, 2020, 323(16): 1543.
- [10] 卢雯,陈湘玉. 可穿戴设备在骨科康复中的应用与进展[J]. 中国医疗设备, 2023, 38(3): 160-165.
- [11] 任璐. 基于可穿戴设备和分类算法对帕金森病运动症状进行自动客观评分[D]. 太原: 山西医科大学, 2020.

(张咏 编辑)