

远程医疗在帕金森患者中的应用研究进展

汪明娟¹, 占婷婷^{2*}

¹安徽中医药大学护理学院, 安徽 合肥

²安徽中医药大学第一附属医院脑病三科, 安徽 合肥

收稿日期: 2023年4月17日; 录用日期: 2023年5月9日; 发布日期: 2023年5月19日

摘要

总结远程医疗在帕金森病人运动症状、非运动症状和相关高级治疗中的应用研究现状以及远程医疗在帕金森病的应用形式, 并根据远程医疗目前所面临的挑战提出建议, 为今后远程医疗在帕金森病中的应用研究提供借鉴与参考。

关键词

远程医疗, 帕金森病, 护理, 综述

Research Advances in the Use of Telemedicine in Parkinson's Patients

Mingjuan Wang¹, Tingting Zhan^{2*}

¹School of Nursing, Anhui University of Chinese Medicine, Hefei Anhui

²Department of Encephalopathy III, First Affiliated Hospital of Anhui University of Chinese Medicine, Hefei Anhui

Received: Apr. 17th, 2023; accepted: May 9th, 2023; published: May 19th, 2023

Abstract

Summarize the current state of research on the application of telemedicine to motor symptoms, non-motor symptoms and related advanced treatments for patients with Parkinson's disease and the forms of telemedicine application in Parkinson's disease. Recommendations based on the current challenges of telemedicine are put forward to inform future research on the use of telemedicine in Parkinson's disease.

*通讯作者。

Keywords

Telemedicine, Parkinson's Disease, Care, Review

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

帕金森病(PD)是好发于老年人群中日益严重的神经退行性疾病[1]。其主要的运动症状包括震颤、僵硬、运动迟缓/运动障碍和姿势不稳,也包括认知问题、精神障碍、失眠等非运动症状[2]。2019年全球约有851万名帕金森病患者,中国占33.37% [3]。受老龄化因素的驱动,有研究者推测到2030年中国帕金森病患者可能会达到490万人;到2040年,全球帕金森患者达到1200多万[4]。

传统的医疗实践并不总是为运动障碍的病人提供最有效或最方便的护理方式。远程医疗利用信息和通信技术(ICTs)对医疗数据传输、整合,通过远距离传送生物信号、图像、视频信息,从而实现向远程患者提供医疗服务、检测医疗信息、传播医学知识等目标[5]。远程医疗利用 ICTs 克服地理障碍,增加医疗服务的可及性,可以帮助农村和缺乏医疗服务地区的 PD 患者获得专业护理,研究其可行性为81%~100%,并且纵向研究也显示了其持续3年的高可行性[6]。一项涉及2500多名帕金森患者的大型研究[7]中,超过40%的患者在新冠封锁期间症状恶化,随着远程医疗的应用,减少了对PD患者延迟诊断、延误治疗,并改善PD和其他运动障碍患者的生活质量[8]。一项全国性的在线调查[9],781名帕金森病患者中有76%的人表示对远程医疗很感兴趣,29%的人表示有过远程医疗经验;与就诊专家取得联系(62%)、方便(60%)和节省时间(59%)是远程医疗的首要优势。

2. 远程医疗的研究现状

2.1. 远程医疗在帕金森运动症状的应用研究现状

上肢障碍在帕金森病(PD)患者中非常普遍,并且会限制他们参与日常生活活动。使用互联网应用程序对上肢运动症状进行远程评估,可能是解决日益增长的疾病进展监测需求的一种选择。CABRERA 等人进行的一项关于21名PD患者通过计算机实时视频评估上肢功和面对面评估一致性水平的研究结果显示,远程评估(功能、运动速度、震颤和运动范围)和面对面评估之间有很高的相互可靠性[10]。步骤量化是描述患有某些功能障碍疾病个体的活动能力和功能状态的好方法,DE等利用mHealth设备评估帕金森患者步数,并将估计值与标准测量值进行比较,发现两者有中度至高度的相关性,得出可以通过设备来刺激帕金森患者增加步数和身体活动[11]。相关研究表明[12]约63%的PD患者患有步态冻结(FOG),多见于帕金森病程中晚期。常出现在患者起步或转弯时,呈阵发性发作,持续时间通常约为几秒钟;在极少数情况下,在几分钟甚至更长时间PD患者不能产生任何有效的前进步伐[13]。FOG随着帕金森病进展逐渐加重,导致跌倒、独立性下降和生活质量降低[12]。AMINI等[14]使用Kinect v2控制激光视觉提示系统以改善帕金森病患者步态冻结时的移动性,从而预防PD患者跌倒。八段锦气功(BDJ)计划已被证明在改善PD患者身体状况和降低跌倒发生率方面有效[15]。CARVALHO等[16]探索PD患者通过远程康复平台提供的BDJ计划的依从性、可行性、可接受性和潜在疗效,结果表明研究期间PD患者没有不良事件或重大的技术问题,依从性好,患者满意较高;并且有效地改善步行能力(步态速度、平衡)和生活质量。

2.2. 远程医疗在帕金森非运动症状的应用研究现状

超过 89% 的帕金森患者在患病期间存在低动能构音障碍和吞咽障碍[17], 其会导致 PD 患者信心下降、社会退缩、孤立无援、日常生活中的沟通参与度低, 生活质量较差[18]。CONSTANTINESCU 等[19]通过视频会议系统对帕金森病低动能构音障碍患者的语言和声音进行在线评估, 与面对面评估结果相比, 在所有语音和口型参数、发音精确度和对话中的语音清晰度的吻合度为 80%。焦虑和抑郁是帕金森病(PD)的常见神经精神并发症, 大约 20% 到 30% 的 PD 患者会出现抑郁症状, 20% 到 52% 的患者会出现明显的焦虑症状, 其会导致生活质量下降, 功能状态和认知功能变差[20]。DOBKIN 等[21]进行基于电话的认知行为治疗(T-CBT)是否比常规治疗(TAU)更能缓解帕金森抑郁症状的随机对照试验, 结果显示 T-CBT 的帕金森患者抑郁症、焦虑症和生活质量方面的表现都优于 TAU。KRAEPELIEN 等[22]基于互联网的认知行为疗法(ICBT)的研究表明 PD 患者的焦虑、抑郁和失眠症状明显降低。

2.3. 远程医疗在帕金森病相关高级治疗的应用研究现状

经颅直流电刺激(TDCS)是一种非侵入性的脑部刺激方式, 通过头皮上的表面电极应用低振幅的直流电, 其便携性、可接受性和用户友好的界面使其对远程医疗实践具有高度吸引力。RIGGS 等研究者进行远程监督 TDCS 的研究[23], 向每位实验参与者配置个人家用 TDCS 设备套件(包括一个预编程的 Soterix Mini-CT 设备, 一个带有电极蒙太奇的头带和预湿的海绵电极), 还为参与者提供了预先配置好的笔记本电脑, 以确保认知训练刺激的同质化呈现, 并与研究技术人员进行视频会议[24]。研究结果显示远程监督 TDCS 中没有出现不良事件, 患者和护理人员满意度很高[24], 对该设备的可接受性也比较高[25]。

脑深部电刺激术(DBS)是治疗晚期帕金森病和其他运动障碍疾病的一种成熟的治疗方法, 植入 DBS 的患者需要终身管理该医疗设备, 通过多次调整刺激参数来调控神经活动[26]。频繁到专门的 DBS 中心面对面会诊以优化治疗给 PD 患者的时间、精力和费用都带来了额外的负担[27], 各种因素正在催化远程医疗的应用。DBS 远程编程系统是一个同步系统, 临床医生远程对居家 PD 患者进行治疗性 DBS 参数(如电压、脉宽、刺激频率)调整、临床检查、电池检查和技术故障排除, 既减轻患者的时间、精力等负担, 也增加了患者的满意度[28]。JITKRITSADAKUL 及其同事[29]利用安大略省远程医疗网络, 监督 PD 患者或其护理人员使用 PC 机调整 DBS 参数, 并证明这种方法可以减少亲自就诊的负担和费用。

LCIG 是一种稳定的左旋多巴-卡比多巴凝胶悬浮液, 通过经皮内窥镜胃造口术与十二指肠/空肠延长管(PEG-J)的便携式泵进入十二指肠, 持续输送给晚期 PD 患者[30]。传统的 LCIG 是在住院期间进行的, 启动 LCIG 治疗时的个体剂量滴定取决于日常的身体活动、情绪状态和压力水平, 患者回家后可能需要进一步调整 LCIG 的剂量。若在家里启动和滴定 LCIG 治疗可能对患者有益, 更方便, 缩短了调整剂量的总体时间, 并减少了医疗资源的使用(从而减少了成本)[31]。WILLOWS 等[31]报告说, 远程医疗辅助的左旋多巴肠溶胶(LCIG)在家滴定的资源效率高, 技术上可行, 医生和患者的接受度和满意度都比较高。

LSVT-BIG®是一种强化的振幅导向的运动疗法, 以提高 PD 患者功能运动的速度和振幅[32]; 这种疗法同时也需要持续的注意力和认知参与[33]。一项应用远程访问的 LSVT-BIG 康复计划[34]改善了 PD 患者的生活质量、日常生活的非运动和运动体验以及运动检查。

3. 远程医疗在帕金森病中的应用形式

3.1. 智能手机及其应用程序

智能手机包括内置的语音记录器、加速计和触摸屏, 可以远程捕捉行为信号。内置的陀螺仪和加速度计可以连续跟踪用户在做家务时的运动波动, 内置的麦克风可以持续监测用户的睡眠状况, 因而被用

来客观地衡量 PD 的严重症状[35]。一项利用智能手机评估 PD 患者的语音、姿势、步态、手指敲击和响应时间的研究[36]表明通过智能手机应用程序测量 PD 症状是可行的, 智能手机具有作为诊断支持工具的潜在价值。BOUCA 等[37]调查 mKinetikos 应用程序的数据与临床评估之间的相关性, 结果显示在使用应用程序的 7 个月, PD 患者的满意度和依从性都很高; 该应用程序也被证明在现实生活中连续客观地测量病人的健康和功能活动具有良好的技术可行性。

3.2. 可穿戴传感器

可穿戴设备可对患者存在的潜在问题实时监测, 从关键的跌倒到健康并发症, 使早期和快速医疗行动成为可能, 并且佩戴这些可穿戴设备使 PD 患者在独立完成任务时更有信心[38]。HAN 等[39]开发一个安装在小腿外侧脚踝的可穿戴传感器(基于 InvenSense MPU-6050 芯片, 包括一个 3D 加速度计和 3D 陀螺仪, 尺寸为 $25 \times 40 \times 15$ mm, 重量为 100 g, 采样率为 100 Hz)自动评估 UPDRS 中的步态任务, 其评分与神经病学家评价一致。基于一双配备了三维加速度计的压力传感器鞋垫检测冻结步态[40], 其测量结果有高敏感性(96%)和特异性(94%), 并且患者的接受度高。Personal Kineti Graph [41]使用一个连接在手腕上的小型传感器系统来评估 PD 患者的运动波动、震颤和运动障碍的状况, 从而进行长期监测。MOON 等[42]研究表明, 一个可穿戴的小型电化学指尖设备可以从汗液中检测出左旋多巴浓度, 并且结果可靠。

3.3. 视频会议

运动障碍疾病的大部分检查都是可视化的, 因而特别适合通过视频会议进行远程医疗。基于远程视频对早期未治疗的帕金森病患者进行的 III 期临床试验[43], 其结果是可行的, 其花费的时间约为亲自去医院的四分之一, 减轻了参与者的负担。基于视频的心理治疗对缓解 PD 患者焦虑和抑郁的可行性得到了证实。有研究发现基于视频的访问深受 PD 患者的欢迎, 总体满意度很高(94%~97%), 7% 的患者表示对 PD 专家的视频访问感兴趣[44]。

3.4. 数字治疗平台

一个数字治疗平台(MedRhythms Inc.)被设计用来改善行走结果, 它将一种成熟的、以证据为基础的干预措施数字化, 称为节奏听觉刺激(RAS)。RAS 是一种用于康复的方法[45], 其通过应用外部听觉线索(例如节拍器的节拍)来促进夹带或使动作与节拍同步。“PD PAL”人工智能数字治疗平台[46]为 PD 患者管理提供了一个集中的枢纽, 通过整合来自身体活动、睡眠、饮食习惯、运动(如步态)和非运动(如情绪)症状的数据与药物摄入的关系, 提供个性化的数字干预。

3.5. 虚拟现实技术

虚拟现实技术可以促进患者的视觉、听觉和触觉输入, 同时模拟运动和认知过程[47]。鉴于帕金森病的渐进性, 通过长期康复优化 PD 患者功能能力, 从而保持独立自主和生活质量是必要的。然而, 传统康复模式往往被认为是枯燥的, 患者很难坚持长期康复。虚拟现实与康复相结合使活动变得有趣、有动力和互动, 从而提高了坚持训练的可能性[48]。LI 等人研究[47]得出在基于虚拟现实的康复训练后, 帕金森病患者的平衡能力、生活质量、日常生活活动和抑郁症状都有明显的改善。根据 LEI 等研究的结果[48], 发现 VR 康复训练不仅可以达到与传统康复训练相同的效果, 而且对 PD 患者的步态和平衡有更好的表现。一项基于家庭的虚拟现实(VR)平衡训练[49]也证明可以减少帕金森病(PD)患者的姿势不稳定。

4. 不足

- ① 互联网接入问题: 由于数字鸿沟的存在, 美国 50~59 岁的人使用智能手机的比例为 86%, 但 70

岁以上的人则降至 62%，只有 59% 的 ≥65 岁的人有家庭宽带接入[8]。据联合国相关报告[6]，全世界有 54.8% 的家庭与互联网相连，有些家庭的网速只有 256 kbps；而 37 亿人仍然没有联网，其中大部分居于发展中国家；互联网接入差异的决定因素包括社会经济因素和农村与城市的居住情况，即使在城市地区，收入较低的人的接入率也会降低。② 隐私和数据保密问题：由于许多国家移动医疗系统缺乏相关的医疗政策、战略和标准指南，会导致患者数据泄露造成身份盗窃、窃听和第三方攻击等问题[50]。攻击者可能会破坏用户、应用程序和服务器之间的信息流，对健康监测系统造成很大的负面影响。③ 医保报销问题：报销类型和数量上的差异可能是由于各国各州的政策法律造成。2020 年，MDS 远程医疗研究小组对来自 40 个国家的成员进行了调查[6]，大约 2/3 的国家在某些情况下有选择性医保报销，而 1/3 的国家报告没有报销选择。④ 政策限制问题：一些国家要求临床医生必须与病人居住地相同的州才能获得远程医疗许可证，这可能会阻碍提供跨州或跨省的远程医疗护理；甚至在少数国家，比如韩国实施远程医疗是非法的[6]。⑤ 有限的技术检查：对于帕金森病僵直、反射、眼球运动、音调、和姿势稳定性等微妙特征，不能通过远程会诊进行精确评估[43]。⑥ 病人的自身因素：病人灵活性下降、年龄增加以及言语和听力障碍，都会影响设备控制；此外，认知能力下降是大多数 PD 患者存在的突出的非运动症状，可能是实施 PD 远程护理的一个主要障碍；来自不同民族的 PD 患者在获得医疗服务方面的差异需要考虑到民族背景[6]。⑦ 医生和患者的接受性：尽管大部分医生对远程医疗持积极态度，但他们对其了解有限，远程医疗非常考验医生的经验、知识水平[51]。MURPHY 等人[52]的发现，不良的诊断和管理更有可能来自于远程医疗，许多情况仍需要医生亲自评估，并且远程体格检查对于紧急状况可能不现实。

5. 建议

鉴于上述远程医疗所面临的挑战，提出以下建议，以便远程医疗更好的应用于帕金森病：① 国家政策需要改变，以弥合数字鸿沟，同时也需要地方基层的努力，以覆盖那些最能受益的帕金森患者[46]。优化包含远程医疗的跨学科护理模式来创建更健全的医疗系统，开发远程管理和启动设备辅助治疗的新方法，以及开发鼓励患者自我管理技能和提供社会支持的临床项目。② 隐私和数据保密问题解决方案包括数据和程序加密、用户认证、使用防火墙和访问控制安全模型等[50]。使用数据和程序加密被证明可以减少隐私问题，如窃听、身份盗窃和链接性攻击。政策制定者和卫生工作者共同合作，在全球范围内持续更新远程医疗指南和监管政策。③ 提高非专业人士对远程医疗应用及其益处的认识，使医院的医务人员更容易获得远程医疗知识和培训，并通过媒体报道和培训项目在所有偏远和欠发达地区普及远程医疗。为医务人员在其系统中采用远程医疗提供奖励，将提高他们的满意度、利用率和继续使用这一先进的临床实践的意愿[51]。

6. 小结

尽管远程医疗存在相当大的挑战，但它克服地理障碍，增加 PD 患者获得医疗服务的机会，也为改善和重组 PD 患者的护理提供了若干机会。PD 患者可以通过智能手机及其应用程序、可穿戴传感器、虚拟技术等途径进行远程评估、远程监测、远程康复，远程医疗，节省 PD 患者的成本和时间，提高患者和医生的满意度，缓解 PD 患者的运动症状、非运动症状，同时改善 PD 患者的生活质量。

参考文献

- [1] Tolosa, E., Garrido, A., Scholz, S.W., et al. (2021) Challenges in the Diagnosis of Parkinson's Disease. *The Lancet Neurology*, **20**, 385-397. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00030-2](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00030-2)
- [2] Balestrino, R. and Schapira, A.H.V. (2020) Parkinson Disease. *European Journal of Neurology*, **27**, 27-42. <https://doi.org/10.1111/ene.14108>

- [3] 陈芝君, 马建, 唐娜, 等. 中国帕金森病疾病负担变化趋势分析及预测[J]. 中国慢性病预防与控制, 2022, 30(9): 649-654.
- [4] Dorsey, E.R., Sherer, T., Okun, M.S., *et al.* (2018) The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. *Journal of Parkinson's Disease*, **8**, S3-S8. <https://doi.org/10.3233/JPD-181474>
- [5] 迟蕾, 宿萌, 张森. 5G 在医疗行业的应用现状及思考[J]. 中国医院管理, 2022, 42(12): 64-68.
- [6] Shalash, A., Spindler, M. and Cubo, E. (2021) Global Perspective on Telemedicine for Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **11**, S11-S18. <https://doi.org/10.3233/JPD-202411>
- [7] Podlewska, A.M. and Van Wamelen, D.J. (2022) Parkinson's Disease and Covid-19: The Effect and Use of Telemedicine. *International Review of Neurobiology*, **165**, 263-281. <https://doi.org/10.1016/bs.irm.2022.04.002>
- [8] Larson, D.N., Schneider, R.B., Simuni, T. (2021) A New Era: The Growth of Video-Based Visits for Remote Management of Persons with Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **11**, S27-S34. <https://doi.org/10.3233/JPD-202381>
- [9] Spear, K.L., Auinger, P., Simone, R., *et al.* (2019) Patient Views on Telemedicine for Parkinson Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **9**, 401-404. <https://doi.org/10.3233/JPD-181557>
- [10] Cabrera-Martos, I., Ortiz-Rubio, A., Torres-Sanchez, I., López-López, L., Rodríguez-Torres, J., *et al.* (2019) Agreement between Face-to-Face and Tele-Assessment of Upper Limb Functioning in Patients with Parkinson Disease. *PM R*, **11**, 590-596. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12001>
- [11] De Carvalho Lana, R., Ribeiro de Paula, A., Souza Silva, A.F., *et al.* (2021) Validity of mHealth Devices for Counting Steps in Individuals with Parkinson's Disease. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, **28**, 496-501. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.06.018>
- [12] How, D., Wagner, H. and Brach, M. (2022) Using Motor Imagery to Access Alternative Attentional Strategies When Navigating Environmental Boundaries to Prevent Freezing of Gait—A Perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, **16**, e750612. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.750612>
- [13] 李学慧, 胡月, 洪音, 等. 帕金森病患者冻结步态影响因素分析[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2022, 24(10): 1076-1079.
- [14] Amini, A. and Banitsas, K. (2019) Using Kinect v2 to Control a Laser Visual Cue System to Improve the Mobility during Freezing of Gait in Parkinson's Disease. *Journal of Healthcare Engineering*, **2019**, e3845462. <https://doi.org/10.1155/2019/3845462>
- [15] Lai, J., Cai, Y., Yang, L., *et al.* (2022) Effects of Baduanjin Exercise on Motor Function, Balance and Gait in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMJ Open*, **12**, e067280. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-067280>
- [16] Carvalho, L.P., Decary, S., Beaulieu-Boire, I., *et al.* (2021) Baduanjin Qigong Intervention by Telerehabilitation (TeleParkinson): A Proof-of-Concept Study in Parkinson's Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **18**, Article No. 6990. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136990>
- [17] Swales, M., Theodoros, D., Hill, A.J., *et al.* (2021) Communication and Swallowing Changes, Everyday Impacts and Access to Speech-Language Pathology Services for People with Parkinson's Disease: An Australian Survey. *International Journal of Speech-Language Pathology*, **23**, 70-82. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1739332>
- [18] Munoz-Viguera, N., Prados-Roman, E., Valenza, M.C., *et al.* (2021) Speech and Language Therapy Treatment on Hypokinetic Dysarthria in Parkinson Disease: Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Rehabilitation*, **35**, 639-655. <https://doi.org/10.1177/0269215520976267>
- [19] Constantinescu, G., Theodoros, D., Russell, T., *et al.* (2010) Assessing Disordered Speech and Voice in Parkinson's Disease: A Telerehabilitation Application. *The International Journal of Language & Communication Disorders*, **45**, 630-644. <https://doi.org/10.3109/13682820903470569>
- [20] Ray, S. and Agarwal, P. (2020) Depression and Anxiety in Parkinson Disease. *Clinics in Geriatric Medicine*, **36**, 93-104. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2019.09.012>
- [21] Dobkin, R.D., Mann, S.L., Gara, M.A., *et al.* (2020) Telephone-Based Cognitive Behavioral Therapy for Depression in Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurology*, **94**, e1764-e1773. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000009292>
- [22] Kraepelin, M., Schibbye, R., Mansson, K., *et al.* (2020) Individually Tailored Internet-Based Cognitive-Behavioral Therapy for Daily Functioning in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Parkinson's Disease*, **10**, 653-664. <https://doi.org/10.3233/JPD-191894>
- [23] Shaw, M., Pilloni, G. and Charvet, L. (2020) Delivering Transcranial Direct Current Stimulation Away from Clinic: Remotely Supervised tDCS. *Military Medicine*, **185**, 319-325. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz348>

- [24] Riggs, A., Patel, V., Paneri, B., *et al.* (2018) At-Home Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) with Telehealth Support for Symptom Control in Chronically-Ill Patients with Multiple Symptoms. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, **12**, Article No. 93. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00093>
- [25] Kasschau, M., Reisner, J., Sherman, K., *et al.* (2016) Transcranial Direct Current Stimulation Is Feasible for Remotely Supervised Home Delivery in Multiple Sclerosis. *Neuromodulation*, **19**, 824-831. <https://doi.org/10.1111/ner.12430>
- [26] Rammo, R., Gostkowski, M., Rasmussen, P.A., *et al.* (2021) The Need for Digital Health Solutions in Deep Brain Stimulation for Parkinson's Disease in the Time of COVID-19 and Beyond. *Neuromodulation*, **24**, 331-336. <https://doi.org/10.1111/ner.13307>
- [27] Esper, C.D., Merola, A., Himes, L., *et al.* (2022) Necessity and Feasibility of Remote Tele-Programming of Deep Brain Stimulation Systems in Parkinson's Disease. *Parkinsonism & Related Disorders*, **96**, 38-42. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2022.01.017>
- [28] Zhang, C., Zhu, K., Lin, Z., *et al.* (2021) Utility of Deep Brain Stimulation Telemedicine for Patients with Movement Disorders during the COVID-19 Outbreak in China. *Neuromodulation*, **24**, 337-342. <https://doi.org/10.1111/ner.13274>
- [29] Jitkrisadakul, O., Rajalingam, R., Toenjes, C., *et al.* (2018) Tele-Health for Patients with Deep Brain Stimulation: The Experience of the Ontario Telemedicine Network. *Movement Disorders*, **33**, 491-492. <https://doi.org/10.1002/mds.27230>
- [30] Freire-Alvarez, E., Kurca, E., Lopez Manzanares, L., *et al.* (2021) Levodopa-Carbidopa Intestinal Gel Reduces Dyskinesia in Parkinson's Disease in a Randomized Trial. *Movement Disorders*, **36**, 2615-2623. <https://doi.org/10.1002/mds.28703>
- [31] Willows, T., Dizdar, N., Nyholm, D., *et al.* (2017) Initiation of Levodopa-Carbidopa Intestinal Gel Infusion Using Telemedicine (Video Communication System) Facilitates Efficient and Well-Accepted Home Titration in Patients with Advanced Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **7**, 719-728. <https://doi.org/10.3233/JPD-161048>
- [32] Flood, M.W., O'callaghan, B.P.F., Diamond, P., *et al.* (2020) Quantitative Clinical Assessment of Motor Function during and Following LSVT-BIG(R) Therapy. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **17**, Article No. 92. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00729-8>
- [33] Schaible, F., Maier, F., Buchwitz, T.M., *et al.* (2021) Effects of Lee Silverman Voice Treatment BIG and Conventional Physiotherapy on Non-Motor and Motor Symptoms in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Study Comparing Three Exercise Models. *Therapeutic Advances in Neurological Disorders*, **14**, 644-648. <https://doi.org/10.1177/1756286420986744>
- [34] Ekmekyapar Firat, Y., Turgay, T., Sogan, S.S., *et al.* (2023) Effects of LSVT-BIG via Telerehabilitation on Non-Motor and Motor Symptoms and Quality of Life in Parkinson's Disease. *Acta Neurologica Belgica*, **123**, 207-214. <https://doi.org/10.1007/s13760-022-02104-x>
- [35] Little, M.A. (2021) Smartphones for Remote Symptom Monitoring of Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **11**, S49-S53. <https://doi.org/10.3233/JPD-202453>
- [36] Arora, S., Venkataraman, V., Zhan, A., *et al.* (2015) Detecting and Monitoring the Symptoms of Parkinson's Disease Using Smartphones: A Pilot Study. *Parkinsonism & Related Disorders*, **21**, 650-653. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2015.02.026>
- [37] Bouca-Machado, R., Pona-Ferreira, F., Leitao, M., *et al.* (2021) Feasibility of a Mobile-Based System for Unsupervised Monitoring in Parkinson's Disease. *Sensors (Basel)*, **21**, Article No. 4972. <https://doi.org/10.3390/s21154972>
- [38] Kekade, S., Hsieh, C.H., Islam, M.M., *et al.* (2018) The Usefulness and Actual Use of Wearable Devices among the Elderly Population. *The Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **153**, 137-159. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2017.10.008>
- [39] Han, Y., Liu, X., Zhang, N., *et al.* (2023) Automatic Assessments of Parkinsonian Gait with Wearable Sensors for Human Assistive Systems. *Sensors (Basel)*, **23**, Article No. 2104. <https://doi.org/10.3390/s23042104>
- [40] Marcante, A., Di Marco, R., Gentile, G., *et al.* (2020) Foot Pressure Wearable Sensors for Freezing of Gait Detection in Parkinson's Disease. *Sensors (Basel)*, **21**, Article No. 128. <https://doi.org/10.3390/s21010128>
- [41] Pahwa, R., Isaacson, S.H., Torres-Russotto, D., *et al.* (2018) Role of the Personal KinetiGraph in the Routine Clinical Assessment of Parkinson's Disease: Recommendations from an Expert Panel. *Expert Review of Neurotherapeutics*, **18**, 669-680. <https://doi.org/10.1080/14737175.2018.1503948>
- [42] Asci, F., Vivacqua, G., Zampogna, A., *et al.* (2022) Wearable Electrochemical Sensors in Parkinson's Disease. *Sensors (Basel)*, **22**, Article No. 951. <https://doi.org/10.3390/s22030951>
- [43] Tarolli, C.G., andrzejewski, K., Zimmerman, G.A., *et al.* (2020) Feasibility, Reliability, and Value of Remote Video-Based Trial Visits in Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, **10**, 1779-1786. <https://doi.org/10.3233/JPD-202163>

-
- [44] Dorsey, E.R., Bloem, B.R. and Okun, M.S. (2020) A New Day: The Role of Telemedicine in Reshaping Care for Persons with Movement Disorders. *Movement Disorders*, **35**, 1897-1902. <https://doi.org/10.1002/mds.28296>
- [45] Ghai, S., Ghai, I., Schmitz, G., et al. (2018) Effect of Rhythmic Auditory Cueing on Parkinsonian Gait: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Scientific Reports*, **8**, Article No. 506. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16232-5>
- [46] Ellis, T.D. and Earhart, G.M. (2021) Digital Therapeutics in Parkinson's Disease: Practical Applications and Future Potential. *Journal of Parkinson's Disease*, **11**, S95-S101. <https://doi.org/10.3233/JPD-202407>
- [47] Li, R., Zhang, Y., Jiang, Y., et al. (2021) Rehabilitation Training Based on Virtual Reality for Patients with Parkinson's Disease in Improving Balance, Quality of Life, Activities of Daily Living, and Depressive Symptoms: A Systematic Review and Meta-Regression Analysis. *Clinical Rehabilitation*, **35**, 1089-1102. <https://doi.org/10.1177/0269215521995179>
- [48] Lei, C., Sunzi, K., Dai, F., et al. (2019) Effects of Virtual Reality Rehabilitation Training on Gait and Balance in Patients with Parkinson's Disease: A Systematic Review. *PLOS ONE*, **14**, e0224819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>
- [49] Gandolfi, M., Geroïn, C., Dimitrova, E., et al. (2017) Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial. *BioMed Research International*, **2017**, e7962826. <https://doi.org/10.1155/2017/7962826>
- [50] Katusiime, J. and Pinkwart, N. (2019) A Review of Privacy and Usability Issues in Mobile Health Systems: Role of External Factors. *Health Informatics Journals*, **25**, 935-950. <https://doi.org/10.1177/1460458217733121>
- [51] Bashir, M.S., Lalithabai, D.S., Alotaiby, S., et al. (2023) Health Care Professionals' Knowledge and Attitudes toward Telemedicine. *Frontiers in Public Health*, **11**, e957681. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.957681>
- [52] Murphy, E.P., Fenelon, C., Murphy, R.P., et al. (2020) Are Virtual Fracture Clinics during the COVID-19 Pandemic a Potential Alternative for Delivering Fracture Care? A Systematic Review. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **478**, 2610-2621. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000001388>