

帕金森病姿势控制的研究进展*

马玲玲¹ 姚新苗¹ 王 健² 徐守宇^{1,3,4}

帕金森病(Parkinson's disease, PD)是中老年人常见的神经系统变性疾病,以静止性震颤、动作迟缓、肌强直、姿势障碍等症状为主要临床特点。姿势控制能力的下降使帕金森病患者身体摇摆增加、姿势不稳、协调能力下降,其中姿势不稳是一个高度致残的症状并随着帕金森病的进展变得越来越严重^[1],已被确定为跌倒的独立危险因素之一^[2-3]。帕金森病患者跌倒的风险是一般健康人群的2倍,约64%的帕金森病患者有跌倒的风险^[4]。跌倒可带来一系列严重的后果如髋部骨折、脑部损伤等,因惧怕跌倒使帕金森病患者的活动受到严重限制从而严重影响了帕金森病患者的生存质量。国内帕金森病姿势控制的研究较少,且姿势控制在临床康复治疗上的重视程度不够高,现将对帕金森病中姿势控制的病理机制、影响因素、临床评估方式及康复治疗做一综述。

1 帕金森病姿势控制的病理机制

姿势控制指的是控制身体在空间位置以达到稳定性和方向性的目的。姿势方向性定义为保持身体节段间和身体与任务环境间适当关系的能力。姿势稳定性也称为平衡,是控制身体中心与支撑面关系的能力。控制身体在空间位置的能力体现了肌肉骨骼和神经系统间复杂的相互作用,这就成为“姿势控制系统”。帕金森病姿势控制的参与影响了姿势控制的两个主要组成部分,即方向性和稳定性。对姿势稳定控制起主要作用的是前馈控制和反馈控制,而在姿势方向控制起主要作用的可能是本体感觉。一直以来关于姿势稳定机制的研究较多,而对姿势方向控制的研究较少且并没有形成共识,以下主要从姿势稳定及方向两个方面来阐述帕金森病姿势控制的病理机制。

姿势控制中对维持身体平衡和姿势的稳定起到保护作用主要有两个基本控制策略,分别是前馈控制和反馈控制^[5]。前馈控制是指为保持运动时的稳定,对具有潜在不稳定的自主运动产生的预期的姿势反应,以预期姿势调整(anticipatory postural adjustments, APA)^[6]为具体表现之一。反馈控制指

的是对外界干扰引起的感觉反馈(视觉、前庭觉、躯体感觉)的反应所产生的姿势控制,以自动姿势反应(automatic postural reactions APR)^[6]为具体表现之一。而这两种姿势控制机制在帕金森病中发生了改变。在帕金森病的早期阶段,患者在执行坐站任务时会出现一些夸张的准备动作,而在帕金森病的中期往往有APA的下降^[7],这个更常见于帕金森病患者的姿势不稳。自发运动通常伴随着之前的一个姿势调整,目的主要是为了保护运动所产生的不平衡。Lee等^[8]在帕金森病患者执行一个侧腿抬高任务中分析APA,他们发现在严重帕金森病患者中,压力中心初始位移的振幅显著降低,且在此区间打乱了运动调整的相对时间。作者认为这种APA的异常表现导致了帕金森病的姿势不稳。Carpenter等^[9]认为APR在帕金森病中也有受损,如早期反应性躯干运动的明显减少使躯干向着姿势受干扰方向跌倒。帕金森病的姿势不稳与姿势反射障碍有关,这在疾病的中晚期表现更明显^[10]。此外,Latash等^[11]认为帕金森病患者变异的肌肉激活模式可能与动作准备和开始时姿势反射障碍有关而与运动迟缓无关。姿势反射显示激活的异常模式,表现为代表姿势不稳定的中潜伏期牵张反射被扩大,而代表姿势稳定的长潜伏期牵张反射是正常或减少的。而且,在疾病的晚期,长潜伏期反射的神经支配序列被逆转。值得注意的是在执行姿势任务时这些反射对姿势的变化适应不良,例如帕金森病患者在力干扰平台上踝关节突然从向后到脚尖向上旋转的变化时帕金森病踝关节姿势不稳定的姿势反应抑制能力受损^[12],和对站立宽度的变化做出反应时表现出肌肉激活缩放不足以及对地面反作用力方向的修正受损^[13]。从上述中可知姿势不稳是由APA和APR受损及姿势反射障碍引起,从而使帕金森病患者姿势控制能力下降,这为以后寻找改善姿势控制能力的康复治疗方法提供研究方向。

很早之前,Amblard等^[14]就提出了双姿势控制系统的存在,其中一部分涉及身体定向,另一部分是身体的稳定,这两个姿势系统不是独立运作而是相互作用的。从前面论述中

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.03.028

*基金项目:浙江省自然科学基金项目(LY12H17003);浙江省中医药(中西医结合)重点学科建设计划(2012-XK-A17);国家中医药管理局重点学科建设经费资助项目(国中医药人教发[2012]32号)

1 浙江中医药大学附属第三医院康复医学科,杭州,310005; 2 浙江大学体育科学研究所; 3 日本顺天堂大学医学部; 4 通讯作者
作者简介:马玲玲,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-08-11

我们可以看到姿势稳定的控制机制已被广泛研究,相比之下,到目前为止虽然有临床发现和实验研究提供证据表明帕金森病的垂直方向控制有受损^[15],但仍然很少有研究来探讨帕金森病的姿势方向控制机制。帕金森病在肩和骨盆再次定位的协调上存在特定的障碍,其中最主要的障碍就是从头部开始协调身体节段的定位控制能力下降和从脚开始肩膀活动时骨盆定位控制的能力提高^[16]。也有研究认为帕金森病姿势方向控制障碍的病理机制包括本体感觉处理和集成障碍,Vaugoyeau等^[17]对帕金森病患者和受试者进行缓慢的振动模式测试,结果显示本体感觉障碍是姿势定向障碍的一个重要因素。尽管有这些实验和临床证据,在帕金森病的姿势方向障碍上的研究太少,仍然需要我们进一步去研究。

2 帕金森病姿势控制的相关影响因素

帕金森病姿势控制既与疾病本身的因素相关也受疾病外在因素的影响。首先,年龄就是影响帕金森病姿势控制的因素之一。Romero等^[18]认为帕金森病患者姿势不稳可能与衰老有关,而其他帕金森症状与疾病的内在有关。随着年龄的增长,老年人视力、视觉分辨率、视觉空间感及视敏度下降,且比年轻人更依赖视觉^[19],故视觉的供求不平衡可导致老年人姿势控制能力减弱,而帕金森病一般认为是老年人的一种疾病,因此,受年龄及疾病双重影响在老年人中发现的许多异常姿势控制在帕金森病中被放大。其次,认知也是影响帕金森病姿势控制的因素之一。Zawadka-Kunikowska等^[20]研究发现与无中枢神经系统损害的中老年人相比,帕金森病患者在执行控制操作时认知过程存在显著延迟。

3 帕金森病姿势控制的评估

有研究者认为与相同年龄的健康对照者比较,当站立表面受到干扰时帕金森病患者安静站立的横向位置显示姿势较小的稳定性且有较大的摆动^[21],而帕金森病患者需用几个缓慢的步伐来恢复平衡^[22]并表现出过度的拮抗作用^[9]。与健康老年人相比,帕金森病患者对不同的干扰和站立环境还存在适应障碍,所以对姿势控制的评估主要是对姿势不稳及平衡的评估,这两者是帕金森病的四大主征之一。目前帕金森病的治疗不能阻止其病程的进展,药物治疗效果欠佳。合理评价帕金森病患者的姿势不稳和平衡障碍,是早期对帕金森病患者采取康复治疗干预的前提,这利于帕金森病患者运动功能的恢复,预防跌倒提高其生存质量。评估姿势控制有主观的临床评估量表及客观的技术仪器来评估,两种评估手段各有其优点,现对评估方法做一些介绍。

由于姿势控制机制比较复杂,在临床上我们需要经常评估姿势控制而临床评估量表比简单的测试或生物力学测量能更直观的描述病情。此外,临床评估量表评估姿势稳定上

更偏向于功能的评定也更接近于现实生活。统一帕金森病评定量表(UPDRS)是目前被广泛采用来评定帕金森病各功能的量表,分值越高帕金森病症状越重,它的主要优点是对帕金森病有一个详细和准确的评估。Richards等^[23]研究认为UPDRS运动检查具有满意的评价信度。Qutubuddin等^[24]用Berg量表(BBS)来评估38例诊断为帕金森病的受试者在站立或步行时的平衡功能,并与统一帕金森病评定量表(UPDRS)的运动评分相比较,认为BBS在帕金森病平衡的评估中可以作为一种筛查工具和评估工具,也可以作为跌倒风险及是否需康复治疗的一种筛选工具。但也有研究认为BBS有一定的局限性,如对反应性姿势控制评估的缺乏(如对干扰的应对)、低反应性和上限效应(即轻度障碍不敏感)^[25-27]。Franchignoni等^[28]介绍了14项Mini-Balance Evaluation Systems Test(Mini-BES Test),是Horak等^[29]提出的the Balance Evaluation Systems Test的一个较短的版本。该量表可信度高^[30]且包含了对动态姿势控制的评估^[28]。但是该量表测量的项目涵盖了大范围的平衡功能,可能无法发现平衡功能之间的细小差异。Schlenstedt等^[31]比较了富尔顿高级评定量表(FAB)与Berg平衡量表及Mini-BES Test量表对帕金森病患者姿势控制的评估,认为FAB评估帕金森病患者姿势控制是一个可靠并有效的工具。与Berg平衡量表相比,FAB有最小的上限效应。与Berg平衡量表及Mini-BES Test量表比较,FAB量表比较简短且评估花费时间较少,且能发现平衡功能和治疗效果的细微差异。

目前,在临床上评估姿势控制的最常见的方式是使用上述临床评估量表,这些评估量表评估花费时间少成本低、评估时易于掌握且利于重复评估,但受临床医生评估的主观感受、对轻度障碍测量不敏感及可靠性差等限制。这些局限性是临床医生和研究者想要监测病情进展、确定干预疗效或治疗轻度平衡障碍时所严重关注的^[29],所以临床医生需要一个实用的、对轻度障碍敏感且客观的方法来评估姿势控制。Błaszczyk等^[32]用分析摇摆比来评估帕金森病患者的姿势控制。对55例帕金森病患者和55例与之年龄匹配的健康志愿者分别在睁眼和闭眼的静态站立姿势下记录脚压力中心信号来评估摇摆比率,认为力板姿势描记术中摇摆比作为一个单一的可靠测量措施可以更好的定量评估姿势稳定性障碍。但力板姿势描记术需要特定的安装装置,这个装置相当大且昂贵,在临床应用中可能不太实用,Mancini等^[33]开发了一个较轻便及低成本的可穿戴加速度计替代力板来测量姿势控制,并分别用压力中心和加速度计测试来比较未治疗的帕金森病患者和健康对照组之间的摇摆差异,认为这个摇摆测试仪器是测试帕金森病患者姿势控制最敏感、最可靠、最有效的方法。同时,它还提供了分析在线摇摆的机会,不仅对静态姿势可以评估也可对动态姿势进行评估。还有Cau-

dron等^[34]用视觉生物反馈对帕金森病姿势控制进行评价,它可实时可视帕金森病患者姿势控制两个构成部分(方向和稳定)的改变,对姿势垂直方向障碍、平衡控制障碍和辅助感觉暗示三者之间的联系提供了有利的证据。近年来表面肌电图(sEMG)评测技术已开始广泛用于临床,可用于评价神经肌肉骨骼性疾病和运动控制障碍性疾病的肌肉状态和运动功能,并具有良好的评测信度和效度。吕文等^[35]观察帕金森病患者与健康志愿者肱二头肌等张收缩时肌电信号差异,分析帕金森病患者sEMG线性及非线性指标,发现在肱二头肌等张收缩过程中,多巴胺减少导致运动单位运动控制策略出现改变,为帕金森病患者的早期诊断及评估提供参考资料。那么我们也可以运用sEMG来评估帕金森病姿势控制,而这方面的研究尚欠缺,今后研究方向可以集中在发展成熟可靠的sEMG信号分析方法,探寻帕金森病姿势控制sEMG评测的评测信度和效度。

4 帕金森病姿势控制的康复治疗

越来越多的证据表明,康复治疗可以提高帕金森病患者的姿势的稳定性和平衡性,从而改善帕金森病患者的姿势控制能力减少跌倒的风险,这些康复治疗方法有平衡训练、外部模拟训练、监督下跑步机训练、对外部干扰的应对训练、运动策略训练、太极拳及舞蹈训练等方法。但还没有证据证明这些训练方法的治疗效果,以下主要对近几年的康复训练方法治疗效果做一介绍。

Smania等^[36]对64例帕金森病姿势不稳患者进行随机对照试验的结果表明,平衡训练能提高帕金森病患者的姿势稳定性并利于更好的姿势控制。有研究表明带或不带机器人辅助跑步机训练可能有易于提高帕金森病患者的平衡^[37],那么机器人辅助训练是否可以提高帕金森病患者的姿势稳定性,Picelli等^[38]通过对34例帕金森病患者的随机对照试验表明机器人辅助步态训练可以改善中晚期帕金森病患者的姿势不稳定性。而后来Picelli等^[39]通过一个单盲随机对照试验的研究结果表明在改善轻度至中度帕金森病患者的姿势不稳中,机器人辅助步态训练并不优于平衡训练。近来也有研究认为太极拳能够改善帕金森病患者的姿势控制,Li等^[40]对帕金森病患者随机分成太极拳组、抗阻训练组及伸展活动组,比较三组训练后改善帕金森病患者姿势稳定性的情况。研究结果显示,太极拳组在临床上显著改善了帕金森病患者的姿势稳定性并且改善幅度明显优于其他两组。而且,这一试验也表明太极拳能减少帕金森病患者跌倒的风险。Hubble等^[41]对45例帕金森病患者进行躯干肌肉训练的随机对照试验,研究结果表明低强度的和循序渐进的躯干肌肉训练可以提供一种非侵入性的改善帕金森病患者姿势稳定的有效手段。Caudron等^[34]研究发现视觉生物反馈在平衡控制中可

以减少跌倒的发生,开发的可穿戴式生物反馈装置可以帮助帕金森病患者姿势障碍的功能康复,这也是我们以后研究的一个方向。

在疾病的早期阶段,帕金森病症状通常使用抗帕金森病药物来治疗,然而随着疾病的进展这些药物在改善帕金森病症状上不是一直有效的,往往会有药物的不良反应如多巴胺诱发的运动障碍或运动功能的波动,这些都可能增加帕金森病患者跌倒的风险。因此,我们需要发展有效且实用的康复治疗方法,结合药物治疗及外科手术最大程度改善帕金森病患者的姿势控制能力,减少跌倒的风险,从而提高患者的生存质量。

5 小结

综上所述,姿势控制的病理机制主要是APA异常、APR下降、姿势反射障碍及本体感觉障碍,这些因素导致帕金森病患者姿势不稳和姿势定向障碍。关于帕金森病姿势控制的评估临床医生应用最多的是量表评估,上文我们描述了各种评估量表及其优缺点,为我们选择量表评估提供了理论依据。因量表评估受主观影响较大不能客观描述患者姿势不稳,所以上文还介绍了几种客观评估方法。但其较少应用于临床,在未来的研究中我们需要去挖掘一种简便且有效的适于临床应用的客观评估方法。近年来sEMG在临床康复中的运用越来越成熟,且sEMG可用于帕金森病的早期诊断,那么在未来的研究中我们可发展成熟可靠的sEMG信号分析方法,探寻帕金森病姿势控制sEMG评测的评测信度和效度。上文我们对帕金森病姿势控制的病理机制、影响因素、临床评估方法及康复治疗方法做出了描述,但是帕金森病姿势控制的具体病理机制仍未完全阐明,其评估方法和康复治疗方法的有效性也需要大规模的临床试验来验证,且鉴于该病的高致残性,在这些方面进行进一步的研究显得尤为必要。

参考文献

- [1] Kim SD, Allen NE, Canning CG, et al. Postural instability in patients with Parkinson's disease[J]. CNS Drugs, 2013,27(2): 97—112.
- [2] Paul SS, Allen NE, Sherrington C, et al. Risk factors for frequent falls in people with Parkinson's disease[J]. J Parkinsons Dis, 2014,4(4):169—182.
- [3] Kerr GK, Worringham CJ, Cole MH, et al. Predictors of future falls in Parkinson disease[J]. Neurology, 2010,75(2):116—124.
- [4] Allen NE, Schwarzel AK, Canning CG. Recurrent falls in Parkinson's disease: A systematic review[J]. Parkinsons disease, 2013,2013:906274.
- [5] McGill SM, Grenier S, Kavcic N, et al. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2003,13(4):353—359.
- [6] Massion J. Postural control systems in developmental perspective[J]. Neurosci and Biobehav Reviews, 1998,22(4):465—

- 472.
- [7] Bleuse S, Cassim F, Blatt JL, et al. Anticipatory postural adjustments associated with arm movement in Parkinson's disease: a biomechanical analysis[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2008, 79(8): 881—887.
- [8] Lee RG, Tonolli I, Viallet F, et al. Preparatory postural adjustments in parkinsonian patients with postural instability [J]. *Canad J Neurol Sci*, 1995, 22(2): 126—135.
- [9] Carpenter MG, Allum JH, Honegger F, et al. Postural abnormalities to multidirectional stance perturbations in Parkinson's disease[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2004, 75(9): 1245—1254.
- [10] Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2008, 79(4): 368—376.
- [11] Latash ML, Aruin AS, Neyman I, et al. Anticipatory postural adjustments during self inflicted and predictable perturbations in Parkinson's disease[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 1995, 58(3): 326—334.
- [12] Chong RK, Jones CL, Horak FB. Postural set for balance control is normal in Alzheimer's but not in Parkinson's disease[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1999, 54(3): M129—135.
- [13] Horak FB, Dimitrova D, Nutt JG. Direction-specific postural instability in subjects with Parkinson's disease[J]. *Exp Neurol*, 2005, 193(2): 504—521.
- [14] Amblard B, Cremieux J, Marchand AR, et al. Lateral orientation and stabilization of human stance: static versus dynamic visual cues[J]. *Exp Brain Res*, 1985, 61(1): 21—37.
- [15] Vaugoyeau M, Hakam H, Azulay JP. Proprioceptive impairment and postural orientation control in Parkinson's disease [J]. *Human Movement Science*, 2011, 30: 405—414.
- [16] Vaugoyeau M, Viallet F, Aurenty R, et al. Axial rotation in Parkinson's disease[J]. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 2006, 77(7): 815—821.
- [17] Vaugoyeau M, Viel S, Assaiante C, et al. Impaired vertical postural control and proprioceptive integration deficits in Parkinson's disease[J]. *Neuroscience*, 2007, 146(2): 852—863.
- [18] Romero DH, Stelmach GE. Changes in postural control with aging and Parkinson's disease[J]. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 2003, 22(2): 27—31.
- [19] 张玉, 陈蔚. 老年跌倒研究概况与进展[J]. *中国老年学杂志*, 2008, 28(9): 929—931.
- [20] Zawadka-Kunikowska M, Zalewski P, Klawe JJ, et al. Age-related changes in cognitive function and postural control in Parkinson's disease[J]. *Aging: Clinical and Experimental Research*, 2014, 26(5): 505—515.
- [21] Menant JC, Latt MD, Menz HB, et al. Postural sway approaches center of mass stability limits in Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*, 2011, 26(4): 637—643.
- [22] Lee PY, Gadareh K, Naushahi MJ, et al. Protective stepping response in Parkinsonian patients and the effect of vibrotactile feedback[J]. *Mov Disord*, 2013, 28(4): 482—489.
- [23] Richards M, Marder K, Cote L, et al. Interrater reliability of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale motor examination[J]. *Mov Disord*, 1994, 9(1): 89—91.
- [24] Qutubuddin AA, Pegg PO, Cifu DX, et al. Validating the Berg Balance Scale for patients with Parkinson's disease: a key to rehabilitation evaluation[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005, 86(4): 789—792.
- [25] Godi M, Franchignoni F, Caligari M, et al. Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BES Test and Berg Balance Scale in patients with balance disorders[J]. *Phys Ther*, 2013, 93(2): 158—167.
- [26] Pardasany PK, Latham NK, Jette AM, et al. Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults[J]. *Phys Ther*, 2012, 92(3): 388—397.
- [27] King LA, Priest KC, Salarian A, et al. Comparing the Mini-BES Test with the Berg Balance Scale to evaluate balance disorders in Parkinson's disease[J]. *Parkinsons Dis*, 2012, 2012: 375—419.
- [28] Franchignoni F, Horak F, Godi M, et al. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BES Test[J]. *J Rehabil Med*, 2010, 42(4): 323—331.
- [29] Horak FB, Wrisley DM, Frank J. The Balance Evaluation Systems Test (BES Test) to differentiate balance deficits[J]. *Phys Ther*, 2009, 89: 484—498.
- [30] Leddy AL, Crowner BE, Earhart GM. Utility of the Mini-BES Test, BES Test, and BES Test sections for balance assessments in individuals with Parkinson disease[J]. *J Neurol Phys Ther*, 2011, 35(5): 90—97.
- [31] Schlenstedt C, Brombacher S, Hartwigsen G, et al. Comparing the Fullerton Advanced Balance Scale with the Mini-BES Test and Berg Balance Scale to assess postural control in patients with Parkinson disease[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2015, 96(2): 218—225.
- [32] Błaszczyk JW, Orawiec R. Assessment of postural control in patients with Parkinson's disease: sway ratio analysis[J]. *Human Movement Science*, 2011, 30(2): 396—404.
- [33] Mancini M, Salarian A, Carlson-Kuhta P, et al. iSway: a sensitive, valid and reliable measure of postural control[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2012, 9: 59.
- [34] Caudron S, Guerraz M, Eusebio A, et al. Evaluation of a visual biofeedback on the postural control in Parkinson's disease [J]. *Neurophysiologie Clinique*, 2014, 44(1): 77—86.
- [35] 吕文, 李文玉, 袁立伟, 等. 帕金森病患者肱二头肌等张收缩时表面肌电信号特征分析[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2015, 37(6): 464—466.
- [36] Smania N, Corato E, Tinazzi M, et al. Effect of balance training on postural instability in patients with idiopathic Parkinson's disease[J]. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2010, 24(9): 826—834.
- [37] Lo AC, Chang VC, Gianfrancesco MA, et al. Reduction of freezing of gait in Parkinson's disease by repetitive robot-assisted treadmill training: a pilot study[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2010, 7(1): 51.
- [38] Picelli A, Melotti C, Origano F, et al. Does robotic gait training improve balance in Parkinson's disease? A randomized controlled trial[J]. *Parkinsonism Relat Disord*, 2012, 18(8): 990—993.
- [39] Picelli A, Melotti C, Origano F, et al. Robot-assisted gait training is not superior to balance training for improving postural instability in patients with mild to moderate Parkinson's disease: a single-blind randomized controlled trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2015, 29(4): 339—347.
- [40] Li F, Harmer P, Fitzgerald K, et al. Tai Chi and postural stability in patients with Parkinson's disease[J]. *New England Journal of Medicine*, 2012, 366(6): 511—519.
- [41] Hubble RP, Naughton GA, Silburn PA, et al. Trunk muscle exercises as a means of improving postural stability in people with Parkinson's disease: a protocol for a randomised controlled trial[J]. *BMJ Open*, 2014, 4(12): 6—95.