

MRI 在肌萎缩侧索硬化应用的研究进展

余杭, 卢祖能

武汉大学人民医院神经内科, 湖北 武汉 430060

摘要: 肌萎缩侧索硬化 (ALS) 是罕见的进行性神经系统变性疾病, 上、下运动神经元同时受累是其主要病理特征, 目前其诊断主要依靠肌电图及临床评估等, 但均有局限性和主观性。近年来 MRI 在 ALS 中的应用受到研究者的关注, 众多研究表明, MRI 对 ALS 的早期诊断及病情评估均有一定帮助, MRI 有可能在将来成为 ALS 诊断和治疗的重要辅助手段。

关键词: 肌萎缩侧索硬化; 磁共振成像; 生物标志物; 扩散张量成像

中图分类号: R744.8

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2020.03.024

Research progress in the application of MRI in amyotrophic lateral sclerosis

YU Hang, LU Zu-Neng. Department of Neurology, Renmin Hospital of Wuhan University, Wuhan 430060, Hubei, China

Corresponding author: LU Zu-Neng, Email: lzn0207@163.com

Abstract: Amyotrophic lateral sclerosis (ALS) is a rare progressive neurodegenerative disease characterized by simultaneous involvement of upper and lower motor neurons. At present, its diagnosis mainly depends on electromyography and clinical evaluation, but both of them have limitations and subjectivity. In recent years, the application of magnetic resonance imaging (MRI) in ALS has attracted the attention of researchers. Many studies have shown that MRI can be helpful for the early diagnosis and condition evaluation of ALS. MRI may become an important auxiliary means for the diagnosis and treatment of ALS in the future.

Key words: amyotrophic lateral sclerosis; magnetic resonance imaging; biomarker; diffusion tensor imaging

肌萎缩侧索硬化 (amyotrophic lateral sclerosis, ALS) 是一种罕见进行性神经系统变性疾病, 以上、下运动神经元同时受累, 即大脑皮质及脊髓运动神经元失活为主要特征^[1]。运动功能受损是 ALS 的主要临床症状, 也是目前关注的重点。同时, 近年来一系列临床观察研究以及基础研究发现, 认知及情感障碍也是 ALS 的伴随症状^[2]。根据世界神经病学联盟 El Escorial 和 Airlie House 诊断标准以及我国指南, 磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 均作为 ALS 排除性诊断而存在^[3-5]。MRI 是神经疾病诊断中常用的技术之一, 近些年来 MRI 在诊断 ALS 及评估其进展的价值逐渐得到重视, 本文将就其在 ALS 中的应用进行综述。

1 ALS 概述

ALS 是运动神经元病 (motor neuron disease, MND) 最常见的类型之一, 两者概念时常混用, 国

外称 Charcot 病或 Lou Gehrig 病。在我国, 发病率约为 1.5/10 万, 患病率为 4/10 万 ~ 6/10 万; 发病年龄平均 55 岁, 平均存活时间为 3.5 年, 50% 患者平均存活期为 2.5 年, 20% 患者平均存活期为 5 年, 10% 患者平均存活率为 10 年^[6]。ALS 病理特点为大脑运动皮质的萎缩、脊髓运动神经元的死亡和弥漫性星形胶质细胞增生以及小胶质细胞浸润、皮质脊髓束和皮质延髓束的硬化、舌下神经及脊髓腹侧神经根的变细萎缩^[2]。ALS 的首发症状为四肢无力者约占 70%, 首发症状为球部受累者约占 20%, 首发症状为呼吸肌受累者约为 6%^[7]。

颇令人遗憾的是, 目前没有药物被证实可有效改善 ALS 症状, 仅有利鲁唑被证实可延缓疾病进展^[8], 近期依达拉奉对延缓 ALS 疾病进展的作用颇受关注^[9-10]。

目前 ALS 的诊断及进展评估主要依靠临床电

收稿日期: 2020-01-10; 修回日期: 2020-04-09

作者简介: 余杭 (1996-), 男, 住院医师, 研究生在读, 主要从事神经肌肉病, 周围神经病的研究。

通信作者: 卢祖能 (1964-), 男, 主任医师, 硕士, 博士生导师, 主要从事周围神经病和肌肉疾病及其肌电图应用、急性脑血管疾病等的研究。
Email: lzn0207@163.com。

生理、ALS 功能评定量表 (ALS functional rating scale, ALSFRS) 及经颅电刺激 (transcranial magnetic stimulation, TMS) 等,但各种手段均有其不足。MRI 作为一种无创性检查,无论是客观性、适用性及直观性都较高,是临床神经病学常用的技术之一,可将 MRI 技术引入到 ALS 的诊断及进展评估中。

2 MRI 在 ALS 中枢神经的应用

2.1 灰质

ALS 的重要病理特征之一即是运动皮质的萎缩。通常,较好地分析灰质体积、厚度可以基于高分辨率三维 T1WI 技术。基于体素的形态测量学方法 (voxel-based morphometry, VBM) 是常用的体积测量方法。Albuquerque 等^[11] 的研究表明,相比于正常人,ALS 患者右额中回、左额下回、左额中回以及两侧中央前回体积均有所减少,且纵向的比较表明上述区域体积随病程进展而继续减少,然而这种减少与临床评分并无较明显的相关性。另一项纵向研究同样观察到 ALS 患者 6 个月后随访时的右侧中央前回、左侧中央后回和右侧丘脑的灰质体积明显低于基线^[12]。Adachi 等^[13] 的研究显示 ALS 患者的运动皮质相对于正常人可在常规 T2 序列及 SWI 序列上显示出明显降低,且此种改变在 SWI 序列更为明显,运动皮质低信号的原因极有可能是铁蛋白的沉积,而铁蛋白是在一些神经退行性疾病中发现的一种特殊形式的铁。目前灰质的影像学异常表现的病理及病理生理学原因尚不明确,仍需进一步研究予以解释。近期 Grapperon 等^[14] 基于 ²³Na 磁共振技术的研究,纳入了 27 个 ALS 患者与 30 名正常人,采用 WBM 绘图分析全脑总钠浓度分布,结果显示,ALS 患者双侧中央前回、皮质脊髓束和胼胝体钠离子浓度较正常人更高。以上研究表明 MRI 能够很好地检测到灰质体积的萎缩及性质的改变,可作为评估疾病进展的一个指标,但仍需更多研究来进一步证明其应用价值。

2.2 白质

皮质脊髓束硬化是 ALS 的重要病理特征,其在常规 MRI 上的表现为 T2WI 序列皮质脊髓束信号增高,在冠状位图像尤其显著,表现为从半卵圆中心至脑干层面双侧皮质脊髓束走行区高信号;在横轴位图像则为双侧对称的皮质脊髓束走行区圆形高信号。多项基于功能磁共振技术的研究^[15-18] 显示,ALS 患者中白质的各向异性分数 (fractional anisotropy, FA) 相比正常人群明显降低,降低主要发

生在胼胝体体部和膝部、内囊后肢。除了与运动皮质相关的白质区域外,ALS 患者其他白质的受累近期也受到了重视。近期,一项基于尸体标本组织分析的研究显示,ALS 患者海马区域穿质通路的白质与对照组相比,扩散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI) 方法显示肌萎缩性侧索硬化症 (ALS) 穿孔路径的 FA 降低,平均弥散率 (mean diffusivity, MD) 升高,髓磷脂密度降低,且与 FA 存在相关关系^[19]。这些改变可能与 ALS 的非运动症状有关,ALS 早已被证实并非为纯粹的运动功能受损疾病,同时还存在如认知功能减退、淡漠等症状^[20]。白质的影像学改变对 ALS 的诊断具有重要提示作用,但需进一步研究阐明其与临床、病理及病理生理之间联系。

2.3 脊髓

ALS 患者脊髓的萎缩近期得到了关注,因为前角细胞的死亡和脊髓侧索白质的进行性丢失、脊髓萎缩可能是 ALS 的一个特征。Olney 等^[21] 的研究表明,使用相敏反转恢复 (PSIR) 技术测量脊髓截面积,观察到在颈髓水平,ALS 患者脊髓的总截面积、灰质截面积、白质截面积较正常人均有明显降低,但是在仅存在球部症状的患者中,这种降低并不明显。脊髓运动神经元的死亡和胶质细胞的浸润,不仅仅会引起脊髓形态学的改变,其生理生化性质也相应改变。一项动物实验显示,在使用功能磁共振技术对小鼠脊髓进行扫描,可以发现 FA 值显著降低,随时间的延长,这种改变更大,且定量荧光显微镜观察到小鼠的轴突面积及轴突密度均有降低^[22]。Rasoanandrianina 等^[23] 采用功能 MRI 技术,对 ALS 患者脊髓信号改变进行了分析,结果显示,对比正常人,ALS 患者脊髓中皮质脊髓束、白质及灰质 FA 值均有显著下降,并且 FA 值的下降与 ALSFRS-R 评分下降存在明显的相关性。脊髓的改变可能与铁蛋白的沉积有关系,但是随着病程的进展,出现明显的萎缩后,铁蛋白的沉积却消失了,这意味着更多的基础及临床研究需要进行以进一步阐明在 ALS 整个病程进展中,脊髓形态学及生理生化性质的改变。

3 MRI 在 ALS 周围神经及肌肉的应用

3.1 周围神经

延髓及脊髓运动神经元的死亡会导致所发出的运动神经的变性,这种变性可通过临床电生理技术检测到,但有其局限性。周围神经超声技术同样

可以观察到周围神经的改变,研究表明,超声可观察到周围神经横截面积变小,且神经大小随着 ALS 的进展而下降,然而其敏感性和特异性并不高,并无适合评估疾病进展的指标,其意义更多在于和其他疾病的鉴别^[24]。相比之下 MRI 则具有无创性、直观性的优点。通过常规 MRI,可以发现周围神经形态学改变并不明显,但是 T2 信号却有显著的增高,与腕管综合征 (carpal tunnel syndrome, CTS) 的表现类似,这可能因为巨噬细胞浸润神经及神经轻度水肿所致的轴突持续变性有关^[25-26]。Simon 等^[27]的研究利用 DTI 技术对共计 40 名 ALS 患者进行了纵向对比,同时与 13 名正常人做横向对比,结果显示 ALS 患者胫神经及腓总神经 FA 值降低明显,且同 ALSFRS-R 评分存在明显的相关性。周围神经 MRI 对 ALS 诊断的特异性不高,但对鉴别诊断有一定意义。

3.2 肌肉

Polak 等^[28]于 1988 年第一次使用 MRI 技术观察小鼠肌肉的失神经改变,其重要结论是失神经早期的肌肉相比正常肌肉,T1 及 T2 信号均有明显增高,这种改变与细胞内液和细胞外液的改变有关。运动神经元的变性死亡导致周围神经的改变后,进而导致肌肉出现失神经改变,从而出现肌肉萎缩。在 1998 年,Bryan 等^[29]首次将肌肉 MRI 应用到 ALS 病人中,该研究对 11 个患者进行了两次间隔 4 个月的 MRI 数据采集以及复合肌肉动作电位 (compound muscle action potential, CMAP) 波幅测定,同时与 8 个正常人的数据进行横向对比。结果显示,T1 信号并无明显改变,而 T2 信号则有显著升高,且 T2 信号的升高与 CMAP 波幅的下降有较强的相关性,同时随病程进展而进行性增高。这一发现在后来的研究中得到了证实。2017 年,Jenkins 等^[30]进行了一项前瞻性、纵向、观察性、临床电生理和放射学队列研究,包括 29 个 ALS 患者和 22 个正常人,对他们进行了全身的肌肉 MRI 扫描以及电生理数据采集、临床评分,结果发现除舌肌外,所有肌群 T2 信号均有进行性增高,且与电生理数据改变和临床评分改变有较强的相关性。肌肉 MRI 技术在 ALS 中应用的相关研究尚缺乏,仍需大量研究予以分析。

3.3 与其他疾病的鉴别

MRI 在各指南中均作为 ALS 与其他疾病鉴别的手段,与其他引起肌肉萎缩或无力的疾病,如神

经根神经丛病、脊髓空洞症、平山病、多发性硬化等相鉴别。近期的研究表明,肌肉 MRI 和周围神经 MRI 可以更好的将 ALS 与较罕见的疾病相区别。Klickovic 等^[31]利用 T1 加权和反转恢复时间成像 (short tauinversion recovery, STIR) 技术对 21 个 ALS 患者和 21 个脊髓延髓肌肉萎缩症 (spinal bulbar muscular atrophy, SBMA) 患者进行分析,结果显示,SBMA 患者肌肉脂肪浸润较严重,但萎缩并不明显,ALS 患者肌肉萎缩较严重,而脂肪浸润不明显。与多灶性运动神经病 (multifocal motor neuropathy, MMN) 相鉴别,Kronlage 等^[32]利用 MRI 技术对 22 个 ALS 患者及 8 个 MMN 患者进行了周围神经和肌肉成像,结果发现 ALS 患者并未见肌肉失神经表现明显而神经束表现为 T2 信号增高,MMN 患者神经根肿胀明显。MRI 的对 ALS 的鉴别具有一定价值,但仍需要临床研究予以支持。

4 小结

目前,寻找适用性、有效性较高的指标去诊断 ALS、评估 ALS 的病情进展及评估临床药物实验的疗效是极其有必要的。虽然目前有临床电生理及 ALSFRS-R 评分去评估病情进展,但均有其局限性及不确定性^[33-35]。随着 MRI 技术的发展,尤其是功能 MRI 技术的出现,越来越多的研究者开展相关研究,并取得了相关结果^[14, 36-39]。但是囿于 ALS 发病率低,目前缺乏大样本、多中心及纵向的研究^[40],未来仍需要大量的有价值研究来建立完备的、更加统一的影像学生物标志物数据库,并与 ALS 的病理及病理生理过程结合,为 ALS 的临床诊断、治疗提供更多可靠的信息。

参 考 文 献

- [1] Brown RH, Al-Chalabi A. Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. N Engl J Med, 2017, 377(2): 162-172.
- [2] van Es MA, Hardiman O, Chio A, et al. Amyotrophic lateral sclerosis [J]. Lancet, 2017, 390(10107): 2084-2098.
- [3] Brooks BR. El Escorial World Federation of Neurology criteria for the diagnosis of amyotrophic lateral sclerosis. Subcommittee on Motor Neuron Diseases/Amyotrophic Lateral Sclerosis of the World Federation of Neurology Research Group on Neuromuscular Diseases and the El Escorial "Clinical limits of amyotrophic lateral sclerosis" workshop contributors [J]. J Neurol Sci, 1994, 124(Suppl): 96-107.
- [4] Brooks BR, Miller RG, Swash M, et al. El Escorial revisited: revised criteria for the diagnosis of amyotrophic lateral

- sclerosis [J]. *Amyotroph Lateral Scler Other Motor Neuron Disord*, 2000, 1 (5): 293-299.
- [5] 中华医学会神经病学分会肌电图与临床神经电生理学组, 中华医学会神经病学分会神经肌肉病学组. 中国肌萎缩侧索硬化诊断和治疗指南 [J]. *中华神经科杂志*, 2012, 45 (7): 531-533.
- [6] 李晓光, 刘明生, 崔丽英. 肌萎缩侧索硬化的临床分型、分期及病情评估 [J]. *协和医学杂志*, 2018, 9 (1): 69-74.
- [7] Raymond J, Oskarsson B, Mehta P, et al. Clinical characteristics of a large cohort of US participants enrolled in the National Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) Registry, 2010-2015 [J]. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*, 2019, 20 (5-6): 413-420.
- [8] 黄旭升, 崔芳. 肌萎缩侧索硬化的治疗 [J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52 (11): 952-956.
- [9] Jaiswal MK. Riluzole and edaravone: A tale of two amyotrophic lateral sclerosis drugs [J]. *Med Res Rev*, 2019, 39 (2): 733-748.
- [10] Jackson C, Heiman-Patterson T, Kittrell P, et al. Radicava (edaravone) for amyotrophic lateral sclerosis: US experience at 1 year after launch [J]. *Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener*, 2019, 20 (7-8): 605-610.
- [11] de Albuquerque M, Branco LM, Rezende TJ, et al. Longitudinal evaluation of cerebral and spinal cord damage in Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. *Neuroimage Clin*, 2017, 14: 269-276.
- [12] Shen DC, Xu YY, Hou B, et al. Monitoring Value of Multimodal Magnetic Resonance Imaging in Disease Progression of Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Prospective Observational Study [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2018, 131 (24): 2904-2909.
- [13] Adachi Y, Sato N, Saito Y, et al. Usefulness of SWI for the Detection of Iron in the Motor Cortex in Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. *J Neuroimaging*, 2015, 25 (3): 443-451.
- [14] Grapperon AM, Ridley B, Verschuere A, et al. Quantitative Brain Sodium MRI Depicts Corticospinal Impairment in Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. *Radiology*, 2019, 292 (2): 422-428.
- [15] Keil C, Prell T, Peschel T, et al. Longitudinal diffusion tensor imaging in amyotrophic lateral sclerosis [J]. *BMC Neurosci*, 2012, 13: 141.
- [16] Cardenas-Blanco A, Machts J, Acosta-Cabronero J, et al. Structural and diffusion imaging versus clinical assessment to monitor amyotrophic lateral sclerosis [J]. *Neuroimage Clin*, 2016, 11: 408-414.
- [17] Crespi C, Cerami C, Dodich A, et al. Microstructural white matter correlates of emotion recognition impairment in Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. *Cortex*, 2014, 53: 1-8.
- [18] Kassubek J, Muller HP, Del TK, et al. Diffusion tensor imaging analysis of sequential spreading of disease in amyotrophic lateral sclerosis confirms patterns of TDP-43 pathology [J]. *Brain*, 2014, 137 (Pt 6): 1733-1740.
- [19] Mollink J, Hiemstra M, Miller K L, et al. White matter changes in the perforant path area in patients with amyotrophic lateral sclerosis [J]. *Neuropathol Appl Neurobiol*, 2019, 45 (6): 570-585.
- [20] Femiano C, Trojsi F, Caiazzo G, et al. Apathy Is Correlated with Widespread Diffusion Tensor Imaging (DTI) Impairment in Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. *Behav Neurol*, 2018, 2018: 2635202.
- [21] Olney NT, Bischof A, Rosen H, et al. Measurement of spinal cord atrophy using phase sensitive inversion recovery (PSIR) imaging in motor neuron disease [J]. *PLoS One*, 2018, 13 (11): e208255.
- [22] Gatto RG, Amin MY, Deyoung D, et al. Ultra-High Field Diffusion MRI Reveals Early Axonal Pathology in Spinal Cord of ALS mice [J]. *Transl Neurodegener*, 2018, 7: 20.
- [23] Rasoanandrianina H, Grapperon AM, Taso M, et al. Region-specific impairment of the cervical spinal cord (SC) in amyotrophic lateral sclerosis: A preliminary study using SC templates and quantitative MRI (diffusion tensor imaging/inhomogeneous magnetization transfer) [J]. *NMR Biomed*, 2017, 30 (12). [Epub 2017 Sep 19].
- [24] Hobson-Webb LD, Simmons Z. Ultrasound in the diagnosis and monitoring of amyotrophic lateral sclerosis: A review [J]. *Muscle Nerve*, 2019, 60 (2): 114-123.
- [25] Staff NP, Amrami KK, Howe BM. Magnetic resonance imaging abnormalities of peripheral nerve and muscle are common in amyotrophic lateral sclerosis and share features with multifocal motor neuropathy [J]. *Muscle Nerve*, 2015, 52 (1): 137-139.
- [26] Jongbloed BA, Haakma W, Goedee HS, et al. Comparative study of peripheral nerve MRI and ultrasound in multifocal motor neuropathy and amyotrophic lateral sclerosis [J]. *Muscle Nerve*, 2016, 54 (6): 1133-1135.
- [27] Simon NG, Lagopoulos J, Paling S, et al. Peripheral nerve diffusion tensor imaging as a measure of disease progression in ALS [J]. *J Neurol*, 2017, 264 (5): 882-890.
- [28] Polak JF, Jolesz FA, Adams DF. Magnetic resonance imaging of skeletal muscle. Prolongation of T1 and T2 subsequent to denervation [J]. *Invest Radiol*, 1988, 23 (5): 365-369.
- [29] Bryan WW, Reisch JS, McDonald G, et al. Magnetic resonance imaging of muscle in amyotrophic lateral sclerosis [J]. *Neurology*, 1998, 51 (1): 110-113.
- [30] Jenkins TM, Alix J, David C, et al. Imaging muscle as a

- potential biomarker of denervation in motor neuron disease [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2018, 89(3): 248-255.
- [31] Klickovic U, Zampedri L, Sinclair C, et al. Skeletal muscle MRI differentiates SBMA and ALS and correlates with disease severity [J]. Neurology, 2019, 93(9): e895-e907.
- [32] Kronlage M, Knop KC, Schwarz D, et al. Amyotrophic Lateral Sclerosis versus Multifocal Motor Neuropathy: Utility of MR Neurography [J]. Radiology, 2019, 292(1): 149-156.
- [33] Grolez G, Moreau C, Danel-Brunaud V, et al. The value of magnetic resonance imaging as a biomarker for amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review [J]. BMC Neurol, 2016, 16(1): 155.
- [34] Filippi M, Agosta F, Grosskreutz J, et al. Progress towards a neuroimaging biomarker for amyotrophic lateral sclerosis [J]. Lancet Neurol, 2015, 14(8): 786-788.
- [35] Turner MR, Kiernan MC, Leigh PN, et al. Biomarkers in amyotrophic lateral sclerosis [J]. Lancet Neurol, 2009, 8(1): 94-109.
- [36] Wirth AM, Johannesen S, Khomenko A, et al. Value of fluid-attenuated inversion recovery MRI data analyzed by the lesion segmentation toolbox in amyotrophic lateral sclerosis [J]. J Magn Reson Imaging, 2019, 50(2): 552-559.
- [37] Johns S, Ishaque A, Khan M, et al. Quantifying changes on susceptibility weighted images in amyotrophic lateral sclerosis using MRI texture analysis [J]. Amyotroph Lateral Scler Frontotemporal Degener, 2019, 20(5-6): 396-403.
- [38] Donatelli G, Caldarazzo I E, Costagli M, et al. MRI cortical feature of bulbar impairment in patients with amyotrophic lateral sclerosis [J]. Neuroimage Clin, 2019, 24: 101934.
- [39] Kassubek J, Pagani M. Imaging in amyotrophic lateral sclerosis: MRI and PET [J]. Curr Opin Neurol, 2019, 32(5): 740-746.
- [40] Gerevini S, Agosta F, Riva N, et al. MR Imaging of Brachial Plexus and Limb-Girdle Muscles in Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis [J]. Radiology, 2016, 279(2): 553-561.

脊髓性肌阵挛临床研究进展

林傲, 何怡婧, 靳令经

同济大学附属同济医院神经内科, 上海 200065

摘要: 脊髓性肌阵挛是一种相对罕见的肌阵挛类型, 可由各种原发或继发脊髓病变导致, 其表现复杂、鉴别困难、难以治疗。根据起源及传播方式不同, 主要分为脊髓固有性肌阵挛及脊髓节段性肌阵挛两种类型, 系统比较二者临床表现、病因、发病机制、诊断及治疗等特征将为临床实践提供指导, 该文就相关临床研究进展进行综述。

关键词: 脊髓性肌阵挛; 脊髓固有性肌阵挛; 脊髓节段性肌阵挛

中图分类号: R744

DOI: 10.16636/j.cnki.jinn.2020.03.025

Progress in clinical research on spinal myoclonus

LIN Ao, HE Yi-Jing, JIN Ling-Jing. Department of Neurology, Tongji Hospital Affiliated to Tongji University, Shanghai 200065, China
Corresponding author: JIN Ling-Jing, Email: lingjingjin@163.com

Abstract: Spinal myoclonus is a relatively rare type of myoclonus, which can be caused by various primary or secondary spinal cord lesions. It has complex manifestations and is difficult to identify and treat. According to the origin and mode of transmission, it is mainly divided into propriospinal myoclonus and spinal segmental myoclonus. A systematic comparison of the clinical manifestations, etiology, pathogenesis, diagnosis, and treatment between the two will provide guidance for clinical practice. This article reviews the pro-

基金项目: 上海市卫生系统优秀人才培养计划(2017BR029)

收稿日期: 2020-02-27; **修回日期:** 2020-05-11

作者简介: 林傲(1996-), 女, 医学学士, 主要从事运动障碍性疾病的研究。何怡婧(1993-), 女, 医学学士, 主要从事运动障碍病的相关研究。

通信作者: 靳令经(1975-), 男, 主任医师, 医学博士, 主要从事运动障碍性疾病的临床及基础研究。Email: lingjingjin@163.com。