

·综述·

向心和离心运动在偏瘫患者功能康复中干预效应及作用机制的比较研究进展*

董徽徽¹ 朱欢² 马春伟³ 荣积峰^{1,4} 胡公伟¹ 李桦¹

偏瘫是脑卒中患者最常见的后遗症,其通常会导致肌肉力量减弱、平衡功能下降、体重转移不对称、步态障碍和步态异常,并常伴有痉挛^[1-3]。除肌力和功能改变外,大部分的脑卒中患者显示出了认知功能障碍^[4-6],这严重影响了患者的日常生活活动,并增加患者的依赖性。研究表明其功能下降与偏瘫侧肢体主动肌的神经肌肉激活减少有关,且肌肉力量的降低可超过50%^[7]。而肌肉力量与步态表现有关,脑卒中患者的肌肉无力可能导致身体活动减少,相应可以观察到步态功能的变化,尤其是平衡能力和步行速度的降低^[8]。因此脑卒中患者进行力量训练可提高其神经肌肉适应性,进而提高肌肉在各种收缩模式和速度范围内的自主收缩力,并改善患者活动受限和步行能力^[9-10]。除改善肢体功能外,力量训练还可促进不同认知域的活动,认知功能与肌肉力量和肌肉质量具有相关关系,有助于保持和增强肌肉力量和肌肉质量的抗阻训练可能会触发有益的神经理论生物学过程,并且对于包括保护大脑和认知功能在内的健康衰老至关重要,因此定期进行抗阻力量训练,可积极改善认知功能和生存质量^[11-13]。综上可知增强神经肌肉的激活及恢复肌肉力量是脑卒中患者康复的重要条件。

根据肌肉收缩时其肌纤维长度被延长或缩短的不同,肌肉收缩可被分成向心收缩和离心收缩两种模式。但这两种训练模式对肌肉有不同的运动单元激活方式^[14]、神经适应性^[15]和交叉效应^[16]等,且国内关于此两种方法对脑卒中患者功能康复效果的比较报道较少。基于此,本文通过文献资料法总结向心和离心运动在偏瘫患者功能康复中的干预效应及作用机制,为相关研究提供更多的理论支撑。

1 向心和离心肌肉收缩的特点

向心收缩和离心收缩对肌肉施加了不同的刺激,会产生不同的神经肌肉工作模式,因此肌肉会产生不同的适应。相比向心运动,离心运动表现出的特性有^[17]:①由于肌动蛋白-肌球蛋白横桥分离率低,离心收缩产生更大的肌肉张力。②

离心收缩产生较大的肌肉张力所需能耗少。通常,在向心收缩期间利用三磷酸腺苷(ATP)分子进行横桥分离;然而,在离心收缩期间,由于肌纤维的拉伸,横桥被强制分离,导致ATP消耗较少。③产生交叉效应。这意味着如果对健侧肢体进行离心运动训练,则在患侧肢体上也可以看到训练效果,因此交叉效应对偏瘫侧肢体的康复具有重要意义。④脑卒中患者离心运动后具有更强的保持离心收缩的能力,这也提示了离心运动的持续性效果更好。

2 向心和离心运动在偏瘫患者肢体康复训练中的干预效应

2.1 两者对神经适应性的影响

Clark等^[18]研究表明,脑卒中患者患侧肢体经过5周的离心抗阻训练比向心抗阻训练在偏瘫腿股直肌和股内侧肌的神经肌肉激活方面取得了更大的改善($P<0.005$);同时,离心运动的交叉效应也提高了患者未训练的健侧肢体神经肌肉的激活水平,这证明了脑卒中患者在离心抗阻运动后表现出比向心运动更强大的神经适应性,这可能会给患者的日常功能活动带来更明显的益处。Clos等^[19]认为神经网络的重复激活可以内源性塑造神经可塑性,这种机制也可能发生在离心运动之后;与向心运动相比,离心运动期间引起的皮质电位具有更大的幅度,并且持续时间更长,因此离心运动可以通过与神经康复相关的方式来塑造神经可塑性。综上,离心运动特有的神经适应性可能会使其成为一种理想的训练和康复方法。

2.2 两者对肌力的影响

研究表明离心抗阻运动特有的交叉效应可以使患者患侧肢体肌肉力量增加的同时,健侧肢体的肌肉力量增加幅度也比较高,而在向心抗阻运动中未有明显改变^[20-22]。Lim等^[17]以30例慢性脑卒中患者为试验对象,将其分为2组,研究6周离心训练和向心训练对患者下肢肌肉厚度、肌力和延迟性肌肉酸痛的影响,结果发现两组的股直肌、股外侧肌和比目鱼肌的肌肉厚度均显著增厚,且离心组股直肌和股外侧

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.04.023

*基金项目:上海市卫生健康委员会科研项目(202040023);上海市第一康复医院院级项目(YK-LC-2019-008)

1 上海市第一康复医院康复治疗中心,上海市,200082; 2 湖北民族大学体育学院; 3 上海体育学院运动科学学院; 4 通讯作者
第一作者简介:董徽徽,女,初级治疗师; 收稿日期:2021-05-19

肌在收缩期间的肌肉增厚幅度显著高于向心组。离心组肌肉酸痛在训练后的第一周达到峰值,此后逐渐减轻;相比之下,向心组肌肉酸痛在训练后的第二周达到峰值,然后逐渐下降,且离心组的每周肌肉酸痛值均低于向心训练组。此外,两组的膝伸肌和踝跖屈肌力均显著提高,且离心组提高更多。Clark等^[18]以33例脑卒中患者为试验对象,将其分为离心抗阻训练组和向心抗阻训练组,两组均经过5周的训练干预后,发现离心训练组偏瘫侧腿力量获得了最大的增长($P<0.0001$);离心运动的交叉效应也增强了未经训练的健侧腿的力量(增加了12%—14%, $P=0.006$),而向心运动组未有明显改变;但停止力量训练,两组均进行3周的步态训练后的测试结果显示离心训练组中偏瘫侧腿肌肉的肌电信号又大部分都丧失了,因此当力量训练和步态训练干预完成后,向心训练组和离心训练组之间主动肌激活的净变化是相当的,这也说明了离心训练的短期效果可能比向心训练好,但其长期效果还需进一步探索。

2.3 两者对平衡和步行能力的影响

Clark等^[18]的研究认为与向心抗阻训练相比,离心抗阻训练是诱导中枢神经适应性更有效的训练模式,这种运动方式更有可能提高脑卒中患者的步行速度。Rodrigo等^[20]的研究显示脑卒中患者经过8周的离心飞轮抗阻训练可以使患者肢体肌肉力量增加,且不会加重痉挛,对脑卒中患者的功能表现也有提高作用,其中平衡功能评分提高了7%($P=0.004$),站起-走(time up and go,TUG)测试时间减少了17%($P=0.018$),30s内从坐到站的次数提高了17%($P=0.024$)。随后在2016年,Rodrigo等^[21]再以32例卒中患者为受试对象,进行了持续12周的试验,探讨离心飞轮抗阻训练对骨骼肌大小、功能以及认知能力的影响,结果发现试验组berg量表评分增加了8.9%,对照组仅增加了3.6%;试验组TUG测试时间减少了10.6%,对照组TUG测试时间无显著改变。Engardt等^[22]将20例脑卒中患者分为2组,分别进行6周的离心运动和向心运动,试验后发现脑卒中患者从坐到站立的过程中体重在双腿中分布的对称性在离心组中有所改善,这有利于平衡能力的提高;但在向心组无明显改变。综上可知向心和离心运动对偏瘫患者的平衡和步行能力都有改善作用,但离心运动的改善作用可能更明显。

2.4 两者对痉挛状态的影响

Engardt等^[22]认为脑卒中患者股四头肌向心训练后拮抗肌肌电图信号增强,由训练引起的主动肌激活作用的增加将部分被拮抗肌的激活所抵消;相比之下,股四头肌做离心训练时被牵伸拉长不会激活拮抗肌,且与主动肌协同作用,这些差异可能是导致离心运动产生更好康复效果的原因之一。Sdka等^[23]认为利用biodex等速肌力测试系统对亚急性期脑卒中患者的踝关节进行3周的向心离心模式的肌力训

练,可以提高患者胫前肌肌力的同时也可缓解腓肠肌痉挛状态,从而改善踝关节运动功能。吴小平等^[24]以64例上肢各关节均呈痉挛状态的患者为受试对象,将其分为离心训练组和对照组,离心训练组在常规训练的基础上增加徒手离心训练,治疗3个月,在治疗前后评定受试者的上肢Ashworth和Fugl-Meyer功能积分,结果发现离心训练能改善上肢运动功能的同时也具有降低痉挛状态的效果,因此认为离心性抗阻收缩的肌力训练也可适用于脑损伤高痉挛状态的上肢功能康复,而改变肌肉的初长度和改善神经肌肉的控制是降低痉挛状态的原因之一。

2.5 两者对认知功能的影响

Kwon YH等^[25]认为离心和向心运动对认知需求的水平不同,可导致完全不同的皮质活动模式。Kan B等^[26]的研究认为离心运动期间比向心运动期间的认知负荷大,但离心和向心运动后对注意力和警惕性的影响却没有很大变化。Rodrigo等^[21]以32例卒中患者为受试对象,进行了持续12周的试验,探讨离心超载负荷对骨骼肌大小、功能以及认知能力的影响,其试验结果表明离心超载飞轮抗阻运动可使脑卒中患者的双任务表现、工作记忆功能和口语流利性得到增强,同时也提高了注意力和信息处理的速度,但对照组无显著改变。认知功能的恢复对肢体功能和日常独立功能也有促进作用^[27]。但离心运动和向心运动对认知功能的影响不同,关于两者对脑卒中患者认知功能的干预效果报道较少,因此这也是相关领域中今后需要探索的一个方向。

综上所述,离心运动的效果与常规向心运动方式相似,这两种方法对偏瘫患者的功能康复都有改善作用,但离心训练的改善作用更明显,且离心训练具有更多的优势。史姗姗等^[28]综述了离心运动在心脏疾病、慢阻肺、运动损伤、老年人肌肉减少症、前交叉韧带损伤修复及部分糖尿病和癌症患者的康复训练中都有很好的应用前景,而在神经系统疾病康复中存在矛盾的结果。本小节肯定了离心运动对偏瘫患者具有更好的康复作用,对前人的论述进行了补充,也为后续临床应用中的研究提供了更多的理论支撑。

3 向心和离心肌肉收缩的可能作用机制

3.1 两者在肌肉形态适应性方面有所不同

离心运动比向心运动对肌纤维膜的牵拉更为强烈,虽然肌膜可以承受一定范围内的牵拉,但是长时间大强度离心运动所引起的肌纤维膜结构的破坏是造成延迟性肌肉酸痛(delayed-onset muscle soreness,DOMS)的主要原因之一,常在离心运动而不是向心运动过后发现DOMS^[29-30]。DOMS因可以触发肌肉生长,从而具有重要的作用^[31]。相比向心抗阻运动,离心抗阻运动可能导致更大的肌肉肥大性反应^[30]。另外,通过超声技术可以发现离心与向心收缩之间不同的结

构适应性,离心运动导致肌束长度显著增加,而向心运动促进肌肉羽状角的更大变化,这可能分别反映了肌节在连续排列或并列排列上的不同^[32-33],因此导致肌肉不同形态结构适应性。Narici等^[34]也认为骨骼肌能够通过遵循不同的重塑模式来响应不同的机械刺激,从而为在结构重组中添加新的肌节材料做出不同的反应。而结构的变化会影响肌肉的功能特性,并对损伤预防产生显著影响,进而可能会影响康复治疗的效果^[35]。

3.2 两者在神经适应性方面有所不同

与向心收缩相比,离心收缩期间用于运动准备和执行的皮质活动更多,皮质激活更早发生,且具有较高的振幅和较大的激活区域。神经影像学证据表明^[36],在离心收缩期间的皮质信号更大,脑区激活更广泛的特点可能与离心运动复杂性更高、皮质需求更大以及执行不同的运动策略有关^[37]。且离心收缩后皮质内抑制和皮质内促进持续时间更长。降低皮质内抑制可提高皮质可塑性,提高运动技能学习能力^[38]。Cash等^[39]的研究也认为运动皮质内抑制减小有利于功能康复,这提示离心运动使皮质内抑制减小的作用将在神经康复中可能会有更重要意义。总之离心运动过程中,皮质兴奋性增加,皮质内抑制减少,脊髓兴奋性降低^[40]。以上这些特点表明离心运动与神经可塑性、运动再学习之间的联系可能更紧密,更适合应用在偏瘫患者康复训练中。

3.3 两者在能量消耗方面有所不同

就能量消耗而言,离心运动和向心运动之间存在根本差异。与向心运动相比,离心运动的特点是代谢要求较低,即在输出相同功的情况下所需的肌肉活动较少。Peñailillo等^[41]发现在输出相同总功的情况下,与向心骑行相比,离心骑行的能量消耗成本较低,主要原因是每个扭矩输出的肌肉激活水平较低。此外,与向心运动相比,离心运动还可增加和延长运动后静息状态下能量的消耗。在一项关于健康女性的研究中发现,急性离心运动(膝关节做五组15次最大自主收缩)后48h,静息状态下能量消耗显著增加了12%左右,但在相同功率下进行向心运动后静息状态能量消耗变化幅度比较小^[42]。离心运动在减少脂肪量方面也很有效,通过增加运动后的静息能量消耗来改善血脂水平,因此离心运动对于患有慢性病的人(如超重和肥胖的人)来说也是一种潜在的有效的锻炼方式^[43-44]。

3.4 两者在代谢反应方面有所不同

在代谢反应中,此两种收缩方式存在明显不同,Paschalis等^[42]认为8周的离心运动可以显著改变代谢底物的含量,其可将运动后的脂肪氧化增加13%,长期地进行离心运动锻炼可能会改善胰岛素抵抗。Julian等^[43]也认为急性和慢性离心运动均比向心运动更大程度地改善了血脂水平,尽管由于肌肉损伤,在急性离心运动后胰岛素抵抗可能会出现短暂的

增加,但慢性离心运动仍会降低胰岛素抵抗。刘阳等^[45]的研究表明在相同摄氧量下,离心运动对过氧化物酶体增殖物激活受体 γ 辅激活因子1 α (PPAR γ coactivator 1-alpha, PGC-1 α)的激活作用比向心运动更显著,PGC-1 α 是细胞内重要的能量调节因子,可调节脂肪酸氧化、糖异生、组织产热、线粒体合成等过程;除此之外,虽然离心运动和向心运动均可提高鸢尾素(Irisin)和肌联素(C1q tumornecrosis factor-related rotein 15, CTRP15)浓度,但离心运动可在运动后更长时间内促进两脂代谢肌肉因子的高分泌,因此离心运动对血脂、血压和安静心率的改善效果比向心运动更好。

3.5 两者在分子层面有所不同

有研究显示骨骼肌肥大是新的收缩物质增加的结果,该物质受到不同分子机制的调节,其中涉及肌肉蛋白质合成的翻译增强^[46]。Heinemeier^[47]在大鼠实验中发现,与向心运动相比,离心运动后肌生成抑制素的mRNA下降最多,同时机械生长因子、转化生长因子 β -1的增加更大(一种胶原蛋白表达的标志物);两组的结缔组织生长因子没有显著改变,但结缔组织生长因子mRNA在离心运动有适度增加。在离心运动导致的肌肉损伤修复过程中以及随后的肥大适应过程中,肌肉通过卫星细胞介导的机制起着至关重要的作用,卫星细胞是位于基底层和骨骼肌纤维的肌膜之间的干细胞,骨骼肌损伤后,卫星细胞被激活、增殖、分化并最终与现有纤维融合,从而导致肌肉纤维大小增加^[48]。研究表明与单次向心抗阻运动相比,单次离心抗阻运动后观察到的卫星细胞活性更高,其含量在离心运动后可增加27%,向心运动后无显著改变^[49-50]。这些数据表明离心运动可以在肌肉损伤修复期间调节卫星细胞的活动,进而影响肌纤维的大小。同时也表明了细胞外基质相关的重塑机制不同可能是解释两种收缩方式差异性的关键因素之一。

4 离心运动在偏瘫患者康复训练中应用的相关建议

目前相关研究中并没有统一标准的离心运动方案。但综合前人的研究,在偏瘫患者的日常训练中,中等负荷离心运动可能是最大化顺应性的方案,因为它会诱导不超过患者心肺功能的有效刺激,且在多种慢性病和重症患者中,中等负荷离心运动的耐受性良好^[51]。迄今为止,已有各种各样的技术和设备,例如上肢和下肢测力计、下坡行走的跑步机以及提供楼梯下降功能的测力计或使用特殊的电动离心自行车测力计等,可以实现持续中等负荷的离心锻炼^[52]。但是,需要注意的是不习惯的离心运动会引起肌肉损伤和延迟性疼痛,而避免这些不利影响的最有用的预防方法是重复训练^[53]。即便如此,我们发现离心运动在偏瘫患者临床康复中应用的相关报道依然很少,尤其在相关领域的临床研究更是匮乏。这可能与相关设备、技术及费用有关,也可能与

试验操作难有关。

5 小结

与传统的向心运动相比,离心运动被认为会导致肌肉损伤,使其在临床运动处方中一直被忽略。近十年,越来越多的专家开始从分子层面研究离心运动的益处和作用,这种运动方式才引起了人们越来越多的兴趣,特别是考虑到肌肉质量改善带来的与健康相关的好处使其成为一种很有潜力的训练方法。

本文首先是回顾离心运动可能会提高偏瘫患者的肌力、神经适应性、平衡和步行能力、认知功能及降低肌痉挛状态的相关证据,并在可能的情况下,将其与向心运动干预的作用进行比较,证明了离心运动的优越性。其次是提供一些前人关于离心运动比向心运动可能会导致更高的肌肉肥大反应、更大的皮质兴奋性、更低的能量消耗、更多的脂代谢及更强的肌肉蛋白质合成翻译过程和更高的卫星细胞活性的相关生理机制的研究和见解,这些机制研究有助于让读者理解离心运动对人体影响的积极作用。第三部分是提供一些抽象的关于离心运动在偏瘫患者康复训练中应用的相关建议,这部分也是相关研究中最缺的一部分。

当前相关临床研究中仍存在很多不足,从时间上看,临床应用中相关研究的文献报道时间跨度比较大,说明了此领域的研究比较少,国内关于临床中的应用研究就更少,考虑相关原因,可能是技术不足、设备费用高和偏瘫患者的依从性低导致试验操作难等有关。从研究内容上看,临床应用中均表明了离心运动比向心运动在肌力、平衡、步行功能、认知功能、肌痉挛状态等方面的改善均比较大,且都是集中在腿部的训练,在上肢的应用比较少。其中关于对肌痉挛状态和认知功能影响的相关文献报道就更少,考虑相关原因,虽然从理论上说离心运动可能有降低肌痉挛状态的作用,但对肌痉挛状态的患者进行无论是徒手或是器械离心训练都难使患者处于放松状态,其次偏瘫患者在运动时所消耗的能量本就比正常人高得多,这也可能增加了他们完成试验的难度。而关于在偏瘫患者认知中的研究报道较少可能与复杂的大脑结构和神经网络有关。另外,由于日常生活的很多功能是需要患者同时具备较好的肌肉向心收缩和离心收缩能力的,比如上楼时股四头肌做向心收缩,下楼梯时股四头肌做离心收缩,因此在临床治疗中也很难有效区别离心与向心训练,这对相关研究中试验方法的制定也是一种挑战。这些原因均可能导致了离心运动在偏瘫患者康复中应用的相关报道较少有关。总之,本文为离心运动可能比向心运动更适合偏瘫患者的康复提供了部分理论依据,为相关临床应用的研究提供了更多的切入点,但理论到实践仍要更多的研究来证明。

参考文献

- [1] Balaban B, Tok F. Gait disturbances in patients with stroke [J]. *PMR*, 2014, 6(7):635—642.
- [2] Szopa A, Domagalska-Szopa M, Lasek-Bal A, et al. The link between weight shift asymmetry and gait disturbances in chronic hemiparetic stroke patients[J]. *Clin Interv Aging*, 2017, 12:2055—2062.
- [3] 张晶晶,李艳. 卒中后偏瘫步态特点及康复策略[J]. *中国老年学杂志*, 2019, 39(5):1044—1047.
- [4] Jaillard A, Naegele B, Trabucco-Miguel S, et al. Hidden dysfunctioning in subacute stroke[J]. *Stroke*, 2009, 40(7):2473—2479.
- [5] 邱晓雪,陈红霞,李世文,等. 卒中后认知障碍的危险因素分析[J]. *中国卒中杂志*, 2021, 16(3):272—277.
- [6] Farokhi-Sisakht F, Farhoudi M, Sadigh-Eteghad S, et al. Cognitive rehabilitation improves ischemic stroke-induced cognitive impairment: role of growth factors[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2019, 28(10):104299.
- [7] Bohannon Richard W. Knee extension strength and body weight determine sit-to-stand independence after stroke[J]. *Physiother Theory Pract*, 2007, 23(5):291—297.
- [8] Wist S, Clivaz J, Sattelmayer M. Muscle strengthening for hemiparesis after stroke: a meta-analysis[J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2016, 59(2):114—124.
- [9] Barrué-Belou Simon, Amarantini D, Marque P, et al. Neural adaptations to submaximal isokinetic eccentric strength training[J]. *Eur J of Appl Physiol*, 2016, 116(5):1021—1030.
- [10] Ain QU, Imran M, Bashir A, et al. Progressive resistance training improving gait performance and mobility in acute and chronic stroke patients[J]. *J Pak Med Assoc*, 2021, 71(1(A)):140—142.
- [11] Herold F, Törpel A, Schega L, et al. Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements: a systematic review[J]. *Eur Rev Aging Phys Act*, 2019, 16:10.
- [12] Smolarek Ade C, Ferreira LH, Mascarenhas LP, et al. The effects of strength training on cognitive performance in elderly women[J]. *Clin Interv Aging*, 2016, 11:749—754.
- [13] Veldema J, Jansen P. Resistance training in stroke rehabilitation: systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Rehabil*, 2020, 34(9):1173—1197.
- [14] Semmler JG. Motor unit activity after eccentric exercise and muscle damage in humans[J]. *Acta Physiol*, 2014, 210(4):754—767.
- [15] Garnier YM, Paizis C, Lepers R. Corticospinal changes induced by fatiguing eccentric versus concentric exercise[J]. *Eur J Sport Sci*, 2019, 19(2):166—176.
- [16] Abdel-Aziem AA, Soliman ES, Abdelraouf OR. Isokinetic peak torque and flexibility changes of the hamstring muscles after eccentric training: Trained versus untrained subjects[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2018, 52(4):308—314.
- [17] Lim SY, Lee WH. Effect of two types of muscle contraction training on muscle thickness, strength, and delayed onset of muscle soreness in persons with chronic stroke[J].

- Phys Ther Rehabil Sci, 2018, 7 (4): 154—163.
- [18] Clark DJ, Patten C. Eccentric versus concentric resistance training to enhance neuromuscular activation and walking speed following stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2013, 27(4):335—344.
- [19] Clos P, Lepers R, Garnier YM. Locomotor activities as a way of inducing neuroplasticity: insights from conventional approaches and perspectives on eccentric exercises[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2021, 121(3):697—706.
- [20] Fernandez-Gonzalo R, Nissemark C, Åslund Birgitta, et al. Chronic stroke patients show early and robust improvements in muscle and functional performance in response to eccentric-overload flywheel resistance training: a pilot study [J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2014, 11(1):1—10.
- [21] Fernandez-Gonzalo R, Fernandez-Gonzalo S, Turon M, et al. Muscle, functional and cognitive adaptations after flywheel resistance training in stroke patients: a pilot randomized controlled trial[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2016, 13(1): 37.
- [22] Engardt M, Knutsson E, Jonsson M, et al. Dynamic muscle strength training in stroke patients; effects on knee extension torque, electromyographic activity, and motor function[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1995, 76(5):419—425.
- [23] Sdka Büyükvural Sen, Demir S, Ekiz T, et al. Effects of the bilateral isokinetic strengthening training on functional parameters, gait, and the quality of life in patients with stroke[J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8(9):16871—16879.
- [24] 吴小平. 离心性收缩在高痉挛状态上肢功能训练中的作用[J]. *中国康复医学杂志*, 2002, 17(5):296—297.
- [25] Kwon YH, Park JW. Different cortical activation patterns during voluntary eccentric and concentric muscle contractions: an fMRI study[J]. *Neuro Rehabilitation*, 2011, 29(3): 253—259.
- [26] Kan B, Speelman C, Nosaka K. Cognitive demand of eccentric versus concentric cycling and its effects on post-exercise attention and vigilance[J]. *Eur J Appl Physiol*, 2019, 119(7):1599—1610.
- [27] 陈小云,陈书园,李娟. 认知训练对脑卒中患者肢体功能和日常独立功能恢复的影响[J]. *中国心理卫生杂志*, 2020, 34(4): 299—304.
- [28] 史姗姗,庞伟. 离心运动训练在康复治疗中的应用进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2018, 24(2): 173—178.
- [29] Mackey AL, Brandstetter S, Schjerling P, et al. Sequenced response of extracellular matrix deadhesion and fibrotic regulators after muscle damage is involved in protection against future injury in human skeletal muscle[J]. *FASEB*, 2011, 25(6):1943—1959.
- [30] Franchi MV, Reeves ND, Narici MV. Skeletal muscle remodeling in response to eccentric vs. concentric loading: morphological, molecular, and metabolic adaptations[J]. *Front Physiol*, 2017, 8:447.
- [31] Sonkodi B, Berkes I, Koltai E. Have we looked in the wrong direction for more than 100 years? Delayed onset muscle soreness is, in fact, neural microdamage rather than muscle damage[J]. *Antioxidants*, 2020, 9(3):212.
- [32] Franchi MV, Atherton PJ, Reeves ND, et al. Architectural, functional, and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle[J]. *Acta Physiol (Oxf)*, 2014, 210(3): 642—654.
- [33] Franchi MV, Wilkinson DJ, Quinlan JI, et al. Early structural remodeling and deuterium oxide-derived protein metabolic responses to eccentric and concentric loading in human skeletal muscle[J]. *Physiol Rep*, 2015, 3(11): e12593—e12593.
- [34] Narici M, Franchi M, Maganaris C. Muscle structural assembly and functional consequences[J]. *J Exp Biol*, 2016, 219(Pt 2): 276—284.
- [35] Timmins RG, Shield AJ, Williams MD, et al. Architectural adaptations of muscle to training and injury: a narrative review outlining the contributions by fascicle length, pennation angle and muscle thickness[J]. *Br J Sports Med*, 2016, 50(23): 1467—1472.
- [36] Perrey S. Brain activation associated with eccentric movement: a narrative review of the literature[J]. *Eur J Sport Sci*, 2018, 18(1): 75—82.
- [37] Latella C, Goodwill AM, Muthalib M, et al. Effects of eccentric versus concentric contractions of the biceps brachii on intracortical inhibition and facilitation[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2019, 29(3): 369—379.
- [38] Kolasinski J, Hinson EL, Divanbeighi Zand AP, et al. The dynamics of cortical GABA in human motor learning [J]. *J Physiol*, 2019, 597(1): 271—282.
- [39] Cash RF, Murakami T, Chen R, et al. Augmenting plasticity induction in human motor cortex by disinhibition stimulation[J]. *Cereb Cortex*, 2016, 26(1): 58—69.
- [40] 黄信萍,李鑫,刘师宇,等. 离心运动神经控制的研究进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2021, 27(1):97—101.
- [41] Peñailillo L, Blazevich AJ, Nosaka K. Factors contributing to lower metabolic demand of eccentric compared with concentric cycling[J]. *J Appl Physiol*, 2017, 123(4):884—893.
- [42] Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, et al. A weekly bout of eccentric exercise is sufficient to induce health-promoting effects[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43(1): 64—73.
- [43] Julian V, Thivel D, Costes F, et al. Eccentric training improves body composition by inducing mechanical and metabolic adaptations: a promising approach for overweight and obese individuals[J]. *Front Physiol*, 2018, 9:1013.
- [44] Julian V, Thivel D, Miguët M, et al. Eccentric cycling is more efficient in reducing fat mass than concentric cycling in adolescents with obesity[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2019, 29(1): 4—15.
- [45] 刘阳,何玉秀,梅家顺. 相同摄氧量下向心运动和离心运动对脂代谢肌肉因子激活作用的对比研究[J]. *中国运动医学杂志*, 2018, 37(12):1024—1031.
- [46] Hoppeler H. Moderate load eccentric exercise; a distinct novel training modality[J]. *Front Physiol*, 2016, 7:483.
- [47] Heinemeier KM, Olesen JL, Haddad F, et al. Expression of collagen and related growth factors in rat tendon and skeletal muscle in response to specific contraction types[J]. *J Physiol*, 2007, 582(Pt 3): 1303—1316.
- [48] 刘晓光,陈佩杰,郑莉芳,等. 离心跑台运动对小鼠骨骼肌炎性

- 因子、肌再生因子及血管再生因子表达的影响[J].中国康复医学杂志,2017,32(11):1220—1226.
- [49] Hyldahl RD, Olson T, Welling T, et al. Satellite cell activity is differentially affected by contraction mode in human muscle following a work-matched bout of exercise[J]. Front Physiol, 2014, 5:485.
- [50] 许智勇,殷鑫,黄强年,等.离心运动的特征和急性反应[J].中国组织工程研究,2018,22(16):2607—2612.
- [51] Mitchell WK, Taivassalo T, Narici MV, et al. Eccentric exercise and the critically ill patient[J]. Front Physiol, 2017, 8:120.
- [52] Rakobowchuk M, Isacco L, Ritter O, et al. Muscle oxygenation responses to low-intensity steady rate concentric and eccentric cycling[J]. Int J Sports Med, 2018, 39(3):173—180.
- [53] Hody S, Croisier JL, Bury T, et al. Eccentric muscle contractions: risks and benefits[J]. Front Physiol, 2019, 10:536.

·综述·

Williams综合征儿童的认知语言特点及康复启示*

王 艺^{1,2} 陈卓铭^{1,3}

Williams综合征(Williams syndrome, WS)是一种遗传性精神发育迟滞性疾病,主要与染色体7q11.23位点上包含至少26—28个基因的微缺失相关^[1],其主要特征为:心血管异常、特殊面容、婴儿期一过性高钙血症、认知和语言发展不均衡及智力低下等缺陷^[2]。流行病学研究显示,活产婴儿中该病的发病率约为1/7500—1/10000^[3],无性别种族差异^[4]。

Bellugi等^[5]在20世纪80年代对WS患者研究发现他们的语言能力远远强于认知能力,为“语言独立于认知”这一观点提供了证据,就此掀起学术界对这一罕见病的认知语言特点的关注。WS儿童常常由于其表达性语言相对较好和过分友好的性格,而使人们忽略其在智力上的缺陷,随着年龄的增长,这两个领域的发展将与其他领域的发展越来越不同步,从而产生许多情绪行为问题^[6—8]。国内对于WS患儿的研究多为遗传学个案研究^[9—10],较少关注认知语言表现。本文将对国外关于WS儿童的认知和语言发展特点的研究进行综述,以期提高我国临床医生、康复治疗师、教师和家长等群体对该类患儿的认知语言特点的认识,采取更有针对性的康复干预措施。

1 Williams综合征儿童认知发展特点

1.1 注意

注意是个体进行认知加工的重要基础,通常包括简单的注意定向和持续性注意以及较为复杂的选择性注意和分配性注意^[11]。WS儿童的注意问题是家长和教师报告的最常见问题^[12]。在注意的定向方面,3—48个月的WS儿童就表现

出对面孔的密集注视^[13],并且对积极面孔有显著的注意偏向^[14—15]。将注意从一个位置解离重新定向至另一个位置上也存在困难^[16]。

与典型发育儿童(typically developing, TD)对比,WS儿童在选择性注意存在明显的缺陷^[17]。而与发育障碍儿童比较的研究中则存在不一致的结果,有研究表明相较于实足年龄或智龄匹配的唐氏综合征(down syndrome, DS)儿童和脆性X综合征儿童,WS患儿更容易混淆目标和干扰因素^[16,18]。与之相反的是,有研究报告,5—15岁WS儿童在视觉搜索任务上的表现与发育年龄和认知能力匹配的DS儿童没有明显不同^[19]。

在持续性注意方面,Breckenridge等^[19]发现WS儿童在听觉持续注意任务上的表现明显差于发育年龄和认知能力匹配的DS儿童,但两组儿童在视觉持续注意任务和双重持续注意任务上的表现没有显著差异。然而,在另一研究中类似的听觉持续注意任务上,WS组的表现与DS组的匹配组没有显著差异,并且WS组在视觉持续性注意任务上的表现明显好于DS组^[20]。

上述研究表明,WS儿童在发展早期就存在注意定向和解离的困难,在选择性注意和持续性注意方面也存在明显缺陷,但与发育障碍儿童比较的不同研究中存在差异,这些发现的差异可能是由于不同疾病的发展轨迹不同、不同任务和小样本量造成的。

1.2 视觉空间能力

视觉空间能力是指运用视觉认知对视觉环境、物体特

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.04.024

*基金项目:广东省重点领域研发计划项目(2019B030335001)

1 暨南大学附属第一医院,广东省广州市,510630; 2 暨南大学管理学院; 3 通讯作者

第一作者简介:王艺,女,硕士研究生; 收稿日期:2021-06-18