

不同运动训练强度对不完全性 SCI 患者痉挛程度和 BDNF 浓度的影响

张佳丽^{1,2}, 索吕^{1,2}, 李向哲³, 殷嘉俊⁴, 吴勤峰³, 王红星⁵, 王彤⁶

【摘要】 目的:观察不同运动强度对不完全性脊髓损伤(SCI)患者下肢痉挛程度和血清脑源性神经营养因子(BDNF)表达的影响。**方法:**60例不完全性SCI患者,随机分成A、B、C3组,每组各20例。A组为常规康复治疗对照组;B组为低运动强度训练组;在常规康复治疗的基础之上,加用MOTOmed智能运动训练仪对下肢进行低强度运动训练;C组为高运动强度训练组;在常规康复治疗的基础之上,加用MOTOmed智能运动训练仪对下肢进行高强度运动训练。在治疗前和治疗4周后,对痉挛程度采用改良Ashworth痉挛评分法(MAS)和改良Tardieu量表(MTS)进行评定。采用Elisa法检测对患者治疗前后血清中BDNF浓度进行分析。并对运动训练强度、痉挛改善程度与血清BDNF浓度增长率进行相关性分析。**结果:**A、B、C3组患者AMS和MTS在治疗后较治疗前均降低($P<0.05$);治疗后C组患者AMS和MTS明显低于A组($P<0.05$)。治疗后,B、C组血清BDNF浓度较治疗前增加($P<0.05$);C组较A组和B组血清BDNF浓度明显增高($P<0.05$)。MAS和MTS降低等级数与血清BDNF浓度增长率之间均存在正相关性。**结论:**运动训练,尤其是高强度运动训练,有助于改善不完全性SCI患者下肢的痉挛状态,增加血清中BDNF的含量,且运动训练强度、痉挛改善程度与血清BDNF含量增长率之间存在正相关性。

【关键词】 脊髓损伤;痉挛状态;运动训练;脑源性神经营养因子

【中图分类号】 R49;R681 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.02.003

Effects of different intensities of exercises on spasticity and concentration of serum brain-derived neurotrophic factor in patients with incomplete spinal cord injury Zhang Jiali, Sou Lv, Li Xiangzhe, et al. The School of Rehabilitation Medicine, Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China

【Abstract】 Objective: To observe the effects of different exercise intensities on the levels of lower limb spasticity and the expression of serum brain-derived neurotrophic factor (BDNF) in patients with incomplete spinal cord injury (SCI). **Methods:** A total of 60 patients with incomplete SCI were randomly divided into 3 groups with 20 cases each. Group A was defined as a control group that was treated with conventional rehabilitation. Group B received low-intensity exercise training to the lower limbs of patients using MOTOmed intelligent training based on the conventional rehabilitation. Group C was given high-intensity training to the lower limbs of patients using MOTOmed intelligent training based on conventional rehabilitation. Spasticity of the lower limbs was assessed by Modified Ashworth Scale (MAS) and Modified Tardieu Scale (MTS) at pre-intervention and the end of 4 weeks' therapeutic exercises when the concentration of BDNF in the serum was meanwhile tested and analyzed by ELISA. We also conducted correlation analysis among the intensity of exercise, the decrease of spasticity and the growth rate of serum BDNF concentrations. **Results:** The spasticity level of the lower limbs (AMS and MTS scores) in all three groups decreased after treatment as compared with that before treatment ($P<0.05$). After intervention, spasticity level (AMS and MTS scores) in group C was significantly lower than that in group A ($P<0.05$). Serum concentrations of BDNF in groups A and B after 4 weeks of treatment were increased as compared with those before treatment ($P<0.05$). The serum BDNF concentration after treatment in group C was significantly higher than that in groups A and B ($P<0.05$). There was a positive correlation between exercise intensity, the decrease of spasticity (MAS and MTS scores) and the increased rate of serum BDNF concentrations. **Conclusions:** Performing exercise, especially in

high-intensity mode, could improve the spasticity of the lower limbs in patients with incomplete SCI. The content of serum BDNF can also be increased. Moreover, there is a positive correlation between the intensity of exercise, the decrease of spasticity and the increased rate of serum BDNF concentrations.

【Key words】 spinal cord injury; spasticity; exercise training; brain-derived neurotrophic factor

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81672258);江苏省自然科学基金项目(BK20191182)

收稿日期:2021-08-22

作者单位:1.南京医科大学,南京210029;2.无锡市同仁康复医院,江苏无锡214151;3.南京医科大学附属苏州科技城医院,江苏苏州215153;4.无锡市精神卫生中心中心实验室,江苏无锡214151;5.东南大学附属中大医院,南京210000;6.南京医科大学第一附属医院,南京210029

作者简介:张佳丽(1987-),女,硕士研究生,主治医师,主要从事神经康复脊髓损伤方面的研究

通讯作者:王彤, wangtong60621@163.com

在我国,脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)的年发病率约为 68/100 万左右,且以 40 岁以下的青壮年为主,其发病率、致残率呈上升趋势^[1-2]。在 SCI 后,有 70% 的患者会出现不同程度的肢体痉挛^[3]。SCI 后严重的肢体痉挛可对机体造成诸多负面影响,如限制运动功能、导致姿势异常和关节挛缩、引起肌肉骨骼系统疼痛、压疮、感染等,严重影响患者的康复预后和生活质量^[3-4]。因此,SCI 后痉挛的预防与处理已成为康复治疗中的重要部分。目前临床上用于治疗 SCI 后痉挛的方法包括:口服解痉药、化学神经溶解、肉毒毒素肌肉注射、鞘内给药、手术干预、物理因子治疗、手法牵伸、运动疗法等^[5-6]。运动疗法是 SCI 康复治疗的重要措施之一,其不仅能调控神经系统重塑,促进运动功能恢复,还可调节中枢神经系统的兴奋性,改善 SCI 后的痉挛状态和神经病理性疼痛^[7-8]。我们的前期基础研究已证实,运动对缓解 SCI 大鼠肢体痉挛有效,其作用机制可能与脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)合成增加相关^[9]。有研究发现^[10],高强度运动训练可增加 SCI 患者血清 BDNF 的浓度,可能与肢体痉挛的缓解存在相关性。但不同强度的运动训练对改善 SCI 患者肢体痉挛的疗效及其作用机制的研究较少。因此,本研究旨在前期研究的基础上进一步探讨不同运动训练强度对不完全性 SCI 患者下肢痉挛状态及血清 BDNF 浓度的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2019 年 4 月~2021 年 4 月在无锡市同仁康复医院住院康复治疗的 60 例不完全性 SCI 患者进行观察,本研究经南京医科大学第一附属医院伦理委员会批准(伦理批件编号:2017-SR-332,临床试验注册号:ChiCTR1800016653)。纳入标准:①年龄 18~65 岁;②经 MRI/CT 确诊,神经损伤平面 C4-L2;③美国 SCI 协会损伤分级(ASIA 分级)B 级、C 级和 D 级^[11-12],且为外伤性 SCI;④病程 2~12 个月,存在不同程度的痉挛(改良 Ashworth 量表:I~III 级,改良 Tardieu 量表:1~5 级);⑤未使用抗痉挛药,或服用该药物种类、剂量稳定 1 月以上;⑥认知正常,

能够签署知情同意书。排除标准:排除未临床愈合的腰椎及下肢骨折、严重心肺功能受损、脑神经功能异常等限制 Motomed 踩车训练的患者;排除妊娠等特殊生理情况的患者。剔除标准:因个人原因主动要求退出者;入组期间出现严重并发症/合并症不能继续参与者;不能耐受相关康复治疗者;其他不可抗拒因素退出者。按患者首次住院次序随机分成 A、B、C 3 组,每组 20 例:A 组为常规康复治疗组;B 组为低强度运动训练组;C 组为高强度运动训练组。研究过程中因各种原因共脱组 8 例,其中 A 组脱组 2 例,B 组脱组 2 例,C 组脱组 4 例,占总样本量的 13.33%。所有患者训练过程中未出现不耐受、疼痛、损伤及心肺系统问题。3 组间患者的年龄、性别、病程、损伤部位、ASIA 分级经统计学分析差异无统计学意义。见表 1。

1.2 方法 ①A 组:进行常规康复治疗,物理治疗每天 60min,包括抗痉挛体位的摆放,患肢各关节被动运动,翻身训练,搭桥,坐起训练,坐、立位平衡训练,坐到站训练,步行训练等。痉挛肌牵伸抗痉挛 20min;神经肌肉促通技术抗痉挛 20min;低频电刺激拮抗肌 20min。作业治疗每天 30min,根据患者实际功能情况进行日常生活活动能力训练、手工操作、文娱方面的训练。以上治疗每天 1 次(总治疗时间 2.5h),每周 5 d,连续 4 周。②B 组:在完成常规康复治疗的基础之上,加用 MOTomed 智能运动训练仪(MOTomed viva2,德国 RECK 公司)对 SCI 患者进行下肢辅助运动训练。MOTomed 智能运动训练的运动强度为 Borg 自觉劳累分级量表(Borg's Perceived Exertion Scale, BPE)评分为 8~10 分,运动训练时间 30min,每天 1 次,每周 5 d,连续 4 周。③C 组:在完成常规康复治疗的基础之上,加用 MOTomed 智能运动训练仪对 SCI 患者进行下肢辅助运动训练。MOTomed 智能运动训练的运动强度根据 BPE 评分为 14~15 分,运动训练时间 30min,每天 1 次,每周 5 d,连续 4 周。

1.3 评定标准 ①痉挛程度评定:本研究基于前人研究选用踝跖屈肌小腿三头肌作为下肢痉挛评估目标肌肉^[13],分别于治疗前和治疗后进行,双侧评估,选择痉挛程度最高侧进行记录。采用改良 Ashworth 量表(modified Ashworth Scale, MAS)^[14],对患者踝跖屈肌

表 1 3 组患者一般资料比较

组别	例	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	性别(%)		损伤部位(例)			ASIA 分级(例)		
				男	女	C	T	L	B	C	D
A 组	18	5.17 $\pm$ 2.81	49.06 $\pm$ 14.17	83.3	16.7	6	8	4	2	12	4
B 组	18	4.00 $\pm$ 2.64	46.67 $\pm$ 15.82	83.3	16.7	6	8	4	3	9	6
C 组	16	6.38 $\pm$ 4.18	37.50 $\pm$ 14.07	75.0	25.0	4	9	3	8	3	5

小腿三头肌痉挛程度进行评定。采用改良 Tardieu 量表(modified Tardieu Scale, MTS)^[14], 对患者踝跖屈肌小腿三头肌痉挛程度进行评估。用最快速度(V3)被动踝背伸活动, 至出现“卡住点”, 记录角度, 同时记录肌肉反应特性(X)评级。②血液指标测定: 所有受试患者分别在接受治疗前和完成末次训练后采集清晨空腹静脉血并离心保存, 具体操作根据购买的 Elisa 试剂盒说明书进行: 采用真空抗凝采血管采集外周静脉血 5ml, 室温静置 30min。首次离心 15 min(4℃, 1000 r/min), 离心完毕后将血清分装于冻存管中, 每管不少于 1ml, -80℃超低温保存备用。测定前解冻至室温, 再次离心 15 min(25℃, 1000 r/min), 之后将血清分装于 EP 管中, 每管不少于 0.5ml。采用 Elisa 法(DR-200Be 酶标仪, 无锡华卫德朗)对所有入组患者治疗前后的血清 BDNF 浓度进行分析(Hman BDNF Elisa Kit 96T, 武汉华美生物工程有限公司)。

1.4 统计学方法 所有数据均采用 SPSS 20.0 软件进行统计学分析。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组内均数比较采用配对样本 *t* 检验, 组间均数比较采用单因素方差分析, 计数资料采用 Fisher 精确概率法进行分析。等级资料(ASIA 分级、MAS 和 MTS)采用 Mann-Whitney 秩和检验进行治疗前后分析, 采用 Kruskal-Wallis 秩和检验进行组间分析, 如差异具有统计学意义再进行两两比较。运动训练强度、痉挛改善程度与 BDNF 浓度增长率之间的相关性采用 Spearman 相关系数进行分析。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 不同运动强度对 3 组患者治疗前后踝跖屈肌痉挛程度的影响 治疗前, 3 组患者的踝跖屈肌 MAS 及 MTS 差异无统计学意义。与治疗前相比, 3 组患者治疗后踝跖屈肌 MAS 及 MTS 均降低(均 $P < 0.05$)。治疗后 3 组患者 MAS 及 MTS 组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。两两比较显示, MAS: B 组和 C 组均较 A 组降低($P < 0.05$), C 组和 B 组比较差异无统计学意义; MTS: C 组较 A 组降低($P < 0.05$), C 组与 B 组比较、A 组和 B 组比较差异均无统计学意义。见表 2、3。

表 2 3 组患者治疗前后下肢 MAS 评定比较 级, 例

组别	例	治疗前						治疗后						Z	P
		0级	I级	II级	III级	IV级		0级	I级	II级	III级	IV级			
A组	18	0	1	5	9	3	0	1	2	9	6	0	0	-2.26	0.024
B组	18	0	1	4	10	3	0	3	8	5	2	0	0	-4.03	0.000
C组	16	0	1	4	7	4	0	3	6	6	1	0	0	-3.83	0.000
χ^2					0.151							8.878			
P					0.927							0.012			

表 3 3 组患者下肢 MTS 评定治疗前后比较 级, 例

组别	例	治疗前						治疗后						Z	P
		0级	I级	II级	III级	IV级	V级	0级	I级	II级	III级	IV级	V级		
A组	18	0	1	5	6	6	0	1	2	9	4	2	0	-2.107	0.035
B组	18	0	1	4	7	6	0	3	5	8	2	0	0	-3.871	0.000
C组	16	0	1	4	4	7	0	3	6	6	1	0	0	-3.877	0.000
χ^2					0.188							7.824			
P					0.91							0.02			

2.2 不同运动强度对 3 组患者治疗前后血清 BDNF 浓度的影响 3 组患者治疗前血清 BDNF 浓度差异无统计学差异。A 组患者治疗前后血清 BDNF 浓度差异无统计学差异, B 组和 C 组患者治疗后血清 BDNF 浓度较治疗前增加($P < 0.05$)。3 组患者治疗后组间血清 BDNF 浓度差异具有统计学意义($P < 0.05$)。治疗后两两比较显示, B 组和 A 组血清 BDNF 浓度差异无统计学意义, C 组较 A 组和 B 组相比, 血清 BDNF 浓度明显增高($P < 0.05$)。治疗前后 BDNF 浓度差值对比显示, C 组明显高于 A 组和 B 组($P < 0.05$), A 组和 B 组直接对比差异无统计学意义。见表 4。

表 4 3 组患者治疗前后血清 BDNF 含量比较

ng/ml, $\bar{x} \pm s$						
组别	例	治疗前	治疗后	治疗前后的差值	t	P
A组	18	13.31±1.97	14.05±2.79	0.74±2.45	-1.28	0.218
B组	18	13.15±1.95	14.35±2.96	1.21±2.21	-2.32	0.033
C组	16	12.92±1.95	16.64±2.72	3.72±2.72	-5.48	0.000
F		0.173	4.163	7.120		
P		0.841	0.021	0.002		

2.3 SCI 患者训练强度、痉挛改善程度与血清 BDNF 浓度增长率之间的相关性分析 SCI 患者运动训练强度与血清 BDNF 浓度增长率之间存在正相关性($P < 0.05$)。患者运动训练后踝跖屈肌 MAS 和 MTS 降低等级数与血清 BDNF 浓度增长率之间存在正相关性($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 SCI 后不同训练强度、痉挛改善程度与血清 BDNF 浓度增长率之间的相关性

项目	BDNF 增长率	
	相关系数	P 值
运动训练强度	0.414	0.002
MAS 降低级数	0.458	0.001
MTS 降低级数	0.561	0.000

3 讨论

目前的观点认为^[3, 15-16], SCI 后痉挛是由于脊髓上抑制神经通路兴奋性的改变和运动神经元兴奋性的增强引起的。目前的临床和基础研究均显示^[7, 9, 17-19], 运动训练可不同程度改善 SCI 后的痉挛状态, 调节脊髓神经元的兴奋性, 促进运动功能恢复。方露等^[20]的综述认为, 不完全性 SCI 患者在平板训练、被动踩车训练、自行车训练等运动训练后, 运动功能得到改善的同时, 其痉挛也有所减轻。但针对不同

强度运动训练对 SCI 患者痉挛的影响目前尚未见报道。

本研究结果显示,常规康复治疗、低或高强度运动训练均可改善 SCI 患者下肢的痉挛状态,并且高强度运动训练可更明显地改善 SCI 患者的痉挛程度。柳尧花等^[21]的研究发现,为期 4 周的 MOTomed 训练可明显改善 SCI 患者下肢的肌痉挛。无负载或中度负载强度的下肢踩车训练可以改善多发性硬化患者或正常人小腿三头肌 H 反射的 Hmax/Mmax 比值^[22-23]。其机制可能与下肢踩车训练对小腿三头肌的重复牵伸和反复运动有关。此外,在 SCI 患者的康复治疗中增加减重平板步行^[24]、水中步行^[25]、外骨骼辅助下步行训练^[26]等多种不同形式的运动训练,均可有效改善 SCI 后下肢运动功能和痉挛程度。但关于改善 SCI 患者痉挛的最佳运动方式尚需进一步研究。

本研究还发现,运动训练,尤其是高强度运动训练,可增加 SCI 患者血清中 BDNF 的含量,且运动训练强度与血清 BDNF 浓度增长率之间存在正相关性。Leech 等^[10]的研究发现,运动训练不仅可以增加外周血 BDNF 的表达,并且运动强度与 SCI 患者血清 BDNF 浓度呈正相关性。与本研究结果基本一致。并且该研究作者还认为,运动强度与血清 BDNF 含量之间的相关性可能提示,在神经损伤后,血清 BDNF 含量可作为康复治疗促进神经重塑的外周血指标。

BDNF 是机体重要的神经营养因子之一,在神经细胞存活、神经环路调控、神经可塑性等方面发挥重要作用^[27]。运动训练是 SCI 后的功能性康复治疗方之一,其能通过多层面机制增强脊髓内感觉-运动神经环路的活性、促进神经重塑和功能恢复,还可通过调节脊髓内的神经递质平衡,缓解 SCI 后的痉挛状态和神经病理性疼痛^[7, 28]。上述作用机制可能与运动诱导的 BDNF 合成增加并促进神经系统功能重组有关。

Naro 等^[29]的综述认为,非药物治疗(运动疗法、作业疗法和物理因子治疗等)可不同程度改善痉挛状态,并且应根据患者的个体化情况进行多学科协作治疗,以更有效地改善痉挛。因此,结合本研究结果,应将运动疗法等康复治疗贯穿于 SCI 患者的康复策略中,有助于 SCI 患者的功能康复,减少并发症。综上所述,运动训练,尤其是高强度运动训练,可能有助于改善不完全性 SCI 患者下肢的痉挛状态,增加血清中 BDNF 的含量,且运动训练强度、痉挛改善程度与血清 BDNF 含量增长率之间存在正相关性。本研究结果提示,高强度运动训练可作为不完全性 SCI 患者下肢痉挛治疗的辅助方案。本研究仍存在不足,常规康复治疗组患者总的康复治疗时间较低强度运动训练组和高

强度运动训练组少,可能会造成一定结果偏倚。后续可增加患者样本量、开展多中心研究,可对不同运动方式、运动时间、运动频次等运动处方的要素在改善不完全性 SCI 患者痉挛状态的疗效进行进一步观察研究,探索在提高肌力、改善运动功能的同时,改善痉挛状态甚至减少痉挛产生的更科学的运动处方。

【参考文献】

- [1] 燕铁斌,黄晓琳. 康复医学[M]. 北京:人民卫生出版社,2020:158-159.
- [2] 刘俊,高峰,李建军. 创伤性脊髓损伤患者的流行病学及住院费用影响因素研究[J]. 中国康复,2020,35(3):139-142.
- [3] Tiina R, Ellen Merete H, Marit GN. Spasticity following spinal cord injury[J]. Tidsskr Nor Laegeforen,2012,132(8):970-973.
- [4] Field-Fote EC, Furbish CL, Tripp NE, et al. Characterizing the Experience of Spasticity after Spinal Cord Injury: A National Survey Project of the Spinal Cord Injury Model Systems Centers[J]. Arch Phys Med Rehabil,2021,17 (21)369-375.
- [5] Ong B, Wilson JR, Henzel MK. Management of the Patient with Chronic Spinal Cord Injury[J]. Med Clin North Am,2020,104 (2):263-278.
- [6] Sezer N, Akkus S, Ugurlu FG. Chronic complications of spinal cord injury[J]. World J Orthop,2015,6(1):24-33.
- [7] Bilchak JN, Caron G, Cote MP. Exercise-Induced Plasticity in Signaling Pathways Involved in Motor Recovery after Spinal Cord Injury[J]. Int J Mol Sci,2021,22(9):4858-4866.
- [8] Scivoletto G, Miscusi M, Forcato S, et al. The Rehabilitation of Spinal Cord Injury Patients in Europe[J]. Acta Neurochir Suppl,2017,124(3):203-210.
- [9] 丁洁,李向哲,方露,等. 阻断 BDNF-TrkB 信号通路后运动训练对脊髓损伤后大鼠痉挛状态及脊髓内 GAD65 表达的影响[J]. 中国康复医学杂志,2019,34(5):501-507.
- [10] Leech KA, Hornby TG. High-Intensity Locomotor Exercise Increases Brain-Derived Neurotrophic Factor in Individuals with Incomplete Spinal Cord Injury[J]. J Neurotrauma,2017,34(6):1240-1248.
- [11] 康海琼,周红俊,刘根林,等. 脊髓损伤神经学分类国际标准检查表 2019 版最新修订及解读[J]. 中国康复理论与实践,2019,25 (8):983-985.
- [12] 王一吉,周红俊,李建军,等. 脊髓损伤神经学分类国际标准检查表最新修订及解读[J]. 中国康复理论与实践,2015,21(8):879-882.
- [13] In T, Jung K, Lee MG, et al. Whole-body vibration improves ankle spasticity, balance, and walking ability in individuals with incomplete cervical spinal cord injury[J]. NeuroRehabil,2018,42 (4):491-497.
- [14] 中华医学会. 临床技术操作规范·物理医学与康复学分册[M]. 北京:人民军医出版社,2012:25-27.
- [15] Lin J, Chay W. Special Considerations in Assessing and Treating Spasticity in Spinal Cord Injury[J]. Phys Med Rehabil Clin N Am,2018,29(3):445-453.
- [16] Roy R, Edgerton VR. Neurobiological perspective of spasticity as

- occurs after a spinal cord injury[J]. *Exp Neurol*, 2012,235(1):116-122.
- [17] Beverungen H, Klaszky SC, Klaszky M, et al. Rehabilitation Decreases Spasticity by Restoring Chloride Homeostasis through the Brain-Derived Neurotrophic Factor-KCC2 Pathway after Spinal Cord Injury[J]. *J Neurotrauma*, 2020,37(6):846-859.
- [18] Baunsgaard CB, Nissen UV, Brust AK, et al. Exoskeleton gait training after spinal cord injury: An exploratory study on secondary health conditions[J]. *J Rehabil Med*, 2018,50(9):806-813.
- [19] Tashiro S, Shinozaki M, Mukaino M, et al. BDNF Induced by Treadmill Training Contributes to the Suppression of Spasticity and Allodynia After Spinal Cord Injury via Upregulation of KCC2[J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2015,29(7):677-685.
- [20] 方露,谢财忠,王红星,等. 脊髓损伤后痉挛的机制及其治疗研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2020,35(1):112-118.
- [21] 柳尧花,王丽华,王玉英,等. MOTomed 运动训练对脊髓损伤后肌痉挛的治疗作用[J]. *海军医学杂志*, 2013,34(6):377-379.
- [22] Sosnoff JJ, Motl RW. Effect of acute unloaded arm versus leg cycling exercise on the soleus H-reflex in adults with multiple sclerosis[J]. *Neurosci Lett*, 2010,479(3):307-311.
- [23] Motl RW, Snook EM, Hinkle ML, et al. Effect of acute leg cycling on the soleus H-reflex and modified Ashworth scale scores in individuals with multiple sclerosis[J]. *Neurosci Lett*, 2006,406(3):289-292.
- [24] Adams MM, Hicks AL. Comparison of the effects of body-weight-supported treadmill training and tilt-table standing on spasticity in individuals with chronic spinal cord injury[J]. *J Spinal Cord Med*, 2011,34(5):488-494.
- [25] 吴琼,丛芳,周红俊,等. 水中平板步行训练在脊髓损伤患者康复中的应用[J]. *中国康复理论与实践*, 2010,16(3):216-218.
- [26] Baunsgaard CB, Nissen UV, Brust AK, et al. Exoskeleton gait training after spinal cord injury: An exploratory study on secondary health conditions[J]. *J Rehabil Med*, 2018,50(9):806-813.
- [27] Grau JW, Huang Y. Metaplasticity within the spinal cord: Evidence brain-derived neurotrophic factor (BDNF), tumor necrosis factor (TNF), and alterations in GABA function (ionic plasticity) modulate pain and the capacity to learn[J]. *Neurobiol Learn Mem*, 2018,154(2):121-135.
- [28] Tweedy SM, Beckman EM, Geraghty TJ, et al. Exercise and sports science Australia (ESSA) position statement on exercise and spinal cord injury[J]. *J Sci Med Sport*, 2017,20(2):108-115.
- [29] Naro A, Leo A, Russo M, et al. Breakthroughs in the spasticity management: Are non-pharmacological treatments the future[J]. *J Clin Neurosci*, 2017,39(1):16-27.

• 外刊拾粹 •

干细胞治疗慢性椎间盘退行性疾病所致的疼痛

许多研究表明,椎间盘源性腰痛是慢性腰痛最常见的原因。对于保守治疗无效的慢性腰痛患者而言,除手术干预外几乎没有其他选择。本研究旨在探究椎间盘单次注射间充质前体细胞(MPCs)治疗慢性腰痛的安全性和有效性。受试者为患有中度椎间盘退行性疾病,腰痛持续6个月及以上且保守治疗无效的成年患者。将受试者随机分为600万MPCs和透明质酸组、1800万MPCs和透明质酸组、透明质酸载体对照或生理盐水组。所有药物直接注射进入髓核。在治疗前和治疗36个月后分别对受试者进行临床和影像学评估,包括腰痛视觉模拟评分(VAS)、Oswestry功能障碍指数(ODI)、SF-36以及工作效率和活动指数。在100名受试者中,治疗36个月后治疗组VAS评分改善程度优于生理盐水组($P<0.05$)。在ODI评分方面,与生理盐水组相比,治疗36个月后1800万MPCs组改善程度明显更高($P=0.017$)。有三次不良事件导致停药,但与研究药物和注射程序无关。结论:本项针对椎间盘退行性变导致慢性腰痛患者的研究发现,异基因间充质干细胞可能有助于改善其疼痛和功能障碍程度。(申文洁译)

Amirdelfan K, et al. Allogeneic Mesenchymal Precursor Cells Treatment for Chronic Low Back Pain Associated with Degenerative Disc Disease: A Prospective Randomized, Placebo-Controlled 36 Month Study of Safety and Efficacy. *Spine J*. 2021, 21(2): 212-230.

中文翻译 由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由山东大学齐鲁医院 岳寿伟教授主译编