运动训练治疗大鼠脊髓损伤的 Meta 分析

黄志翾[1],饶 莹[1],曾 茜[1],周旭旭[2],林晓莹[2],梁 楠[3],张 晓[3] (成都医学院:1. 2010 级临床本科;2. 2011 级临床本科;3. 实验技术中心,四川 成都 610500)

[摘 要] **目的** 采用 Meta 分析评价运动训练对脊髓损伤大鼠的康复疗效。**方法** 计算机检索 PubMed(~2013),中国期刊全文数据库(CNKI,1989 ~2013)、万方数据知识服务平台、维普中文科技期刊全文数据库(VIP,1989 ~2013),全面收集有关脊髓损伤大鼠运动训练的相关文献。按照 Jadad 量表评价纳入研究文献质量,提取有效数据。采用 RevMan 5.0 软件进行 Meta 分析。**结果** 共检索国内外文献 287 篇,经过排查,纳入文献 11 篇。BBB 评分 Meta 分析结果显示:运动训练组的恢复情况明显优于不训练组,BBB 评分[加权均数差(WMD) = 1.87,95% *CI*(1.50,2.33),$Z = 10.02$,$P < 0.00$],2 组比较差异显著。**结论** 对脊髓损伤的大鼠进行康复训练有助于大鼠运动功能的恢复。

[关键词] 运动训练;脊髓损伤;Meta 分析

[中图分类号] R744;R493 [文献标识码] A [文章编号] 1672-5042(2014)02-0152-05

Effect of rehabilitation training on rat with spinal cord injuries: a Meta-analysis

HUANG Zhi-xuan, RAO Ying, ZENG Xi, ZHOU Xu-xu, LIN Xiao-ying, LIANG Nan, ZHANG Xiao (Department of Experimental Technology, Chengdu Medical College, Chengdu Sichuan 601500, China)

Abstract: Objective To evaluate the effect of rehabilitation training on rats with spinal cord injuries by Meta-analysis. **Methods** Articles were searched from PubMed(~2013), CNKI(1989 ~2013), WanFang Data(~2013), VIP(1989 ~2013), quality of included article was assessed with Jadad scale, and available data was analyzed with RevMan 5.0 software. **Results** 287 related articles were identified, but only 11 eligible articles were included. The Meta-analysis of BBB score indicated that the rehabilitation training groups were better than control groups. The BBB score[weighted mean difference(WMD) = 1.87, 95% *CI*(1.50, 2.33), $Z = 10.02$, $P < 0.01$]. There was significant diffence between two groups. **Conclusion** Rehabilitation training can improve the recover of hindlimb function.

Keywords: rehabilitation training; spinal cord injuries; Meta-analysis

脊髓损伤(spinal cord injury,SCI)是一种严重的致残性伤害,常导致损伤平面下感觉、运动、自主神经的功能障碍和多种并发症的发生。它不仅严重影响患者的生活质量,而且给家庭和社会增加了极大的负担。运动训练是促进脊髓损伤后功能恢复的重要措施,动物运动实验是研究运动锻炼对脊髓损伤治疗效果的好方法。研究中对于模型的制作需要根据实际研究情况。就脊髓节段相同的情况下模型可以分为钝挫伤模型和横断伤模型,钝挫伤又分为完全损伤和不完全损伤,或者是轻、中、重 3 种程度,损伤程度一般用 gcm 来近似表示。0 ~ 100 gcm 为轻度;100 ~ 200 gcm 为中度;200 gcm 以上为重度损伤。横断模型又可分为全横断和半横断。BBB 评分标准是美国 Ohio 大学研究人员于 1995 年正式提出的一种新的神经功能评定法——BBB 评分法。BBB 评分标准将大鼠后肢运动分为 22 个等级。后肢全瘫为 0 分,完全正常为 21 分。本文利用 BBB 评分法评价分析运动训练对脊髓损伤大鼠的康复疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

1.1.1 选取标准 研究类型为随机对照实验,语言仅限于中文和英文。研究对象为清洁级成年 SD 大鼠,脊髓损伤 Allen's 模型,半横断模型,全横断模型。干预措施为训练组运用减重平板训练,水中训练,转笼训练,步行训练。对照组采用假手术模型。损伤后运动功能评价采用 BBB 评分量表。

1.1.2 排除标准 主要有:①不是随机对照实验;②不是以大鼠为研究对象;③不是脊髓损模型;④训练不是干预;⑤综述;⑥运动功能没有 BBB 评分;⑦数据没有给出具体数值;⑧没有第 28 天的数据。

1.2 文献检索方法

参考 Cochrane 协作网工作手册的要求,制定出针对不同数据库,采取不同的检索策略。选用的检索数据库有 PubMed(~2013),中国期刊全文数据库(CNKI,1989 ~2013)、万方数据知识服务平台、维普中文科技期刊全文数据库(VIP,1989 ~2013)。中文检索词为:"脊髓损伤"、"训练"、"大鼠"。英文检

doi:10.11659/jjssx.1672-5042.201402017

[基金项目] 四川省教学质量工程大学生创新实验 201203

[通讯作者] 张 晓,教授,E-mail:zhangxiao1985007@yahoo.com.cn

[收稿日期] 2013-10-21 [修回日期] 2013-11-12

索式为:"Spinal Cord Injuries"[MeSH Major Topic]) AND rehabilitation training) AND rat。

1.3 资料提取

资料提取和输入由评价者独立完成,排除明显不符合标准的研究,对可能符合纳入标准的文献进行全文的阅读,以确定是否符合纳入标准。文献资料的提取采用自制表格收集,各资料项目包括:作者,发表年份,性别,实验组对照组数量,损伤类型,损伤节段,训练方式,开始时间,持续时间,评分标准,实验组对照组评分,是否盲法,是否随机,Jadad 评分(见表 1)。原始数据输入 RevMan 5.0 进行结果分析。

1.4 文献质量评价

纳入文献的质量评分标准采用 Jadad 等制定的量表进行评价,根据随机、盲法、退出与失访将文献研究质量从低到高分为 0~5 分。1~2 分为低质量研究,3~5 分为高质量研究。在本研究中退出与失访不做考虑。

1.4.1 随机分组序列的产生方法 具体方法为:①2 分,通过计算机产生的随机序列或随机数表产生的序列;②1 分,试验提到随机分配,但产生随机序列的方法未予交待;③0 分,半随机或准随机试验。

表 1 纳入研究基线特征及 Jadad 评分

研究者	发表年份	性别	n(T/C)	损伤类型	损伤节段	训练方式	开始时间	持续时间
1 丁晓晶	2011	雌性	30,6/12	不完全	T_8	减重平板 6	第 8 天	14 d,28 d
			6			游泳 6		
			6			转笼 6		
2 叶超群	2010	雌性	24,12/12	25 gcm	T_9	步行	第 8 天	14 d,28 d
3 蔡艳华	2011	雌性	30,15/15	25 gcm	T_{10}	步行	第 8 天	14 d,28 d
4 徐冬晨	2010	雄性	40,20/20	不完全	T_{10}	减重平板		14 d,28 d
5 李 丽	2011	雌性	48,24/24	右半横断	T_{11}	旋转平台步行	第 3 天	5 d/w
6 李惠兰	2012	雌性	24,12/12	全横断	T_{10}	减重步行	第 4 天	15 d,30 d
7 孟 巍	2012	雄性	60,6/6	全横断		减重步行	第 3 天	14 d
8 周治来	2011		20,10/10	不完全	T_{10}	滚筒	第 2~3 天	14 d,28 d
						跑台	第 2~3 天	14 d,28 d
9 林海燕	2010	雄性	16,8/8	50 gcm	T_{10}	水疗	第 8 天	14 d,28 d
			8	50 gcm	T_{10}	减重步行	第 8 天	14 d,28 d
			8	50 gcm	T_{10}	水中平板	第 8 天	14 d,28 d
10 柴湘婷	2012	雌性	12,6/6	不完全	T_9	减重平板	第 8 天	14 d,28 d
11 卢节平	2009	雄性	20,10/10	40 gcm	T_{10}	减重平板	第 8 天	14 d,28 d

研究者	训练时间	28 d 实验	28 d 对照	是否随机	是否盲法	Jadad 评分
丁晓晶	5 d/w,10 min×3/d	16.6±2.5	12.8±0.7	是	否	2
		16.6±1.9		是	否	2
		13.5±0.8		是	否	2
叶超群	5 d/w,15~30 min/d	10.00±0.91	9.14±0.48	是	否	2
蔡艳华	5 d/w,20~30 min/d	11.89±2.23	8.2±2.78	是	是	4
徐冬晨	不明	17.35±2.28	14.12±1.51	是	否	2
李 丽	5 d/w,30 min/d	15.25±1.14	8.17±1.53	是	否	2
李惠兰	5 d/w,30 min/d	3.38±0.50	1.00±0.63	是	是	4
孟 巍	5 d/w,30 min/d	no	no	是	否	2
周治来	5 d/w,30 min/d	10.2±0.59	8.5±0.47			
	5 d/w,10 min×3/d	10.2±0.59	8.5±0.47			
林海燕	6 d/w,30 min/d	9.88±2.17	7.00±2.27	是	否	2
	6 d/w,30 min/d	11.00±3.42	7.00±2.27	是	否	2
	6 d/w,30 min/d	12.88±3.29	7.00±2.27	是	否	2
柴湘婷	5 d/w,100 min×2/d	17.67±1.80	12.94±1.67	是	否	2
卢节平	2×5 min/d,14 d	16.4±1.7	14.0±1.2	是	是	4

1.4.2 双盲法 其标准为:①2 分,描述了实施双盲的具体方法并且被认为是恰当的;②1 分,试验仅提及采用双盲法;③0 分,试验提及采用双盲,但方法不恰当。

1.5 统计学分析

统计分析采用 Cochrane 协作网提供的 RevMan 5.0 进行 Meta 分析。各项研究结果的异质性采用 χ^2 检验,显著水平 $\alpha=0.05$;用 I^2 评估异质性的大小,$I^2<25\%$ 时异质性较小,$25\%<I^2<50\%$ 则为中等异质性,$I^2>50\%$ 则存在高度异质性。对于计量资料合并结果以合并值加权均数差(weighted mean difference,WMD)表示,结果用 95% 可信区间(confidence interval,*CI*)表示。若研究间不存在异质性,选取固定效应模型(fixed effect model)进行合并统计量分析;若研究间存在异质性,需先通过敏感性分析或分层分析对异质性的原因进行分析处理,剔除不满足要求的文献,使待合并的资料达到同质后再用固定效应模型分析,若经上述处理后无法解决异质性,而各研究具有同质性,则采用随机效应模型(random effect model)合并统计量进行分析。根据入选研究的数量决定是否采用漏斗图分析可能的发表偏倚,如无发表偏倚整个图形应该是一个对称倒置的漏斗形,如存在发表偏倚时散点图的图形分布可能是不对称或歪斜的。

2 结果

2.1 Meta 分析结果

文献检索结果:按上述检索策略,共检索国内外文献 287 篇,经过排除标准筛选出 11 篇文献,11 篇文献全部采用随机分组,其中 3 篇采用盲法评分[1-11]。总共纳入 118 只 SD 大鼠第 28 天的 BBB 评分数据。11 篇文献全部报道对脊髓损伤的 SD 大鼠进行运动训练。对 11 篇进行合并分析(图 1,表 2),共纳入大鼠 118 只,其中训练组 56 只,对照组 62 只。11 项研究中有显著异质性差异($\chi^2=22.80$,$P=0.002$,$I^2=69\%$),故需采用分层分析。在再次排除全横断和半横断模型,将不完全损伤模型分为减重训练组、水中训练组、转笼训练组和步行训练组后再次进行 meta 分析。

2.2 减重训练组 Meta 分析

在本组中再次排除周治来等报道的复合训练,有 5 项符合要求(图 2,表 3)。共纳入大鼠 70 只,其中实验组 35 只,对照组 35 只。研究结果没有显著异质性($\chi^2=3.31$,$P=0.51$,$I^2=0\%$),漏斗图较对称分布。训练组较对照组有较好的效果 $P<0.01$,运动功能恢复显著。

2.3 水中训练组 Meta 分析

在本组训练中,有 2 项符合要求(图 3,表 4),但林海燕等报道的水中训练有 2 种不同方式,按不同项纳入。共纳入大鼠 44 只,其中实验组 22 只,对照组 22 只。合并效应有统计学差异($P<0.01$),但结果有中异质性($\chi^2=2.82$,$P=0.24$,$I^2=29\%$),漏斗图不对称分布。

2.4 步行训练 Meta 分析

在本组训练中,有 2 项符合要求(表 5),共纳入大鼠 22 只,其中实验组 11 只,对照组 11 只。研究结果异质性较大($\chi^2=265$,$P=0.09$,$I^2=66\%$)。合并结果与无效线相交($P>0.05$),提示步行训练方式对脊髓损伤大鼠治疗作用可能不明显。

2.5 转笼训练 Meta 分析

在本组训练中,有 3 项符合要求(表 6),共纳入大鼠 56 只,其中实验组 28 只,对照组 28 只。研究结果异质性非常显著($\chi^2=7.20$,$P<0.01$,$I^2=98\%$),合并效应 $Z=2.00$($P=0.05$),没有统计学差异,表明转笼训练对脊髓损伤可能没有效果。

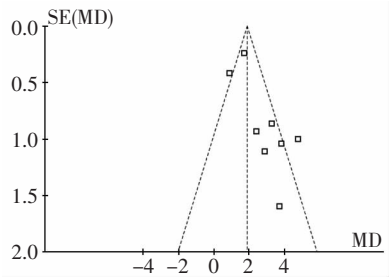


图 1 运动训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分漏斗图

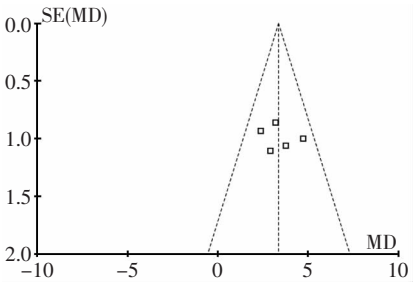


图 2 减重训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分漏斗图

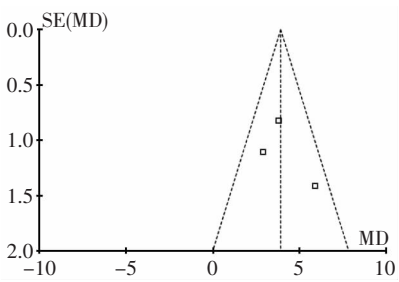


图 3 水中训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分漏斗图

3 讨论

脊髓损伤是一种常见的中枢神经系统损伤,主要出现在车祸、坠落摔伤等意外伤害中。损伤所致的后果严重影响着患者的生活质量。在对 SCI 的实验室研究中人们常用大鼠制作损伤模型,然后运用 BBB 评价体系描述运动功能恢复情况。近年来对于脊髓损伤的运动训练的研究较多,主要有减重平板训练、水中训练、滚筒训练和步行训练,但是各种训练对于 SCI 的治疗效果如何还需进一步分析评价。

对 11 篇文献按固定效应模型合并进行分析后发

表 2 运动训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分 Meta 分析结果

Study or Subgroup	Experimental Mean	SD	Total	Control Mean	SD	Total	Weight	Mean Difference IV, Fixed, 95% CI
ChaoQun Ye 2010	10	0.91	6	9.14	0.48	6	19.6%	0.86 [0.04, 1.68]
LaiZhi Zhou 2011	10.2	0.59	10	8.5	0.47	10	60.9%	1.70 [1.23, 2.17]
HuiLan Li 2012	3.38	0.5	6	1	0.63	6	0.0%	2.38 [1.74, 3.02]
JiePin Lu 2009	16.4	1.7	5	14	1.2	5	4.0%	2.40 [0.58, 4.22]
HaiYan Lin 2011	9.88	2.17	8	7	2.27	8	2.8%	2.88 [0.70, 5.06]
Wei Meng 2012	6.5	0.84	6	3.3	0.52	6	0.0%	3.20 [2.41, 3.99]
DongChen Xu 2010	17.35	2.28	10	14.12	1.51	10	4.6%	3.23 [1.54, 4.92]
YanHua Cai 2011	11.89	2.23	5	8.2	2.78	5	1.4%	3.69 [0.57, 6.81]
XiaoJin Ding 2011	16.6	2.5	6	12.8	0.7	12	3.2%	3.80 [1.76, 5.84]
Xiang Ting Chai 2012	17.67	1.8	6	12.94	1.67	6	3.4%	4.73 [2.77, 6.69]
Li Li 2011	15.25	1.14	12	8.17	1.53	12	0.0%	7.08 [6.00, 8.16]
Total (95% CI)			**56**			**62**	**100.0%**	**1.87 [1.50, 2.23]**

Heterogeneity: Chi² = 22.80, df = 7 (P = 0.002); I² = 69%
Test for overall effect: Z = 10.02 (P < 0.00001)

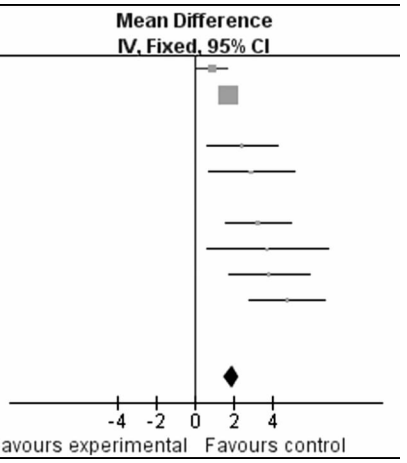


表 3 减重训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分 Meta 分析结果

Study or Subgroup	Experimental Mean	SD	Total	Control Mean	SD	Total	Weight	Mean Difference IV, Fixed, 95% CI
DongChen Xu 2010	17.35	2.28	10	14.12	1.51	10	25.8%	3.23 [1.54, 4.92]
HaiYan Lin 2011	9.88	2.17	8	7	2.27	8	15.6%	2.88 [0.70, 5.06]
JiePin Lu 2009	16.4	1.7	5	14	1.2	5	22.3%	2.40 [0.58, 4.22]
LaiZhi Zhou 2011	10.2	0.59	10	8.5	0.47	10	0.0%	1.70 [1.23, 2.17]
Xiang Ting Chai 2012	17.67	1.8	6	12.94	1.67	6	19.2%	4.73 [2.77, 6.69]
XiaoJin Ding 2011	16.6	2.5	6	12.8	0.7	6	17.2%	3.80 [1.72, 5.88]
Total (95% CI)			**35**			**35**	**100.0%**	**3.38 [2.52, 4.24]**

Heterogeneity: Chi² = 3.31, df = 4 (P = 0.51); I² = 0%
Test for overall effect: Z = 7.69 (P < 0.00001)

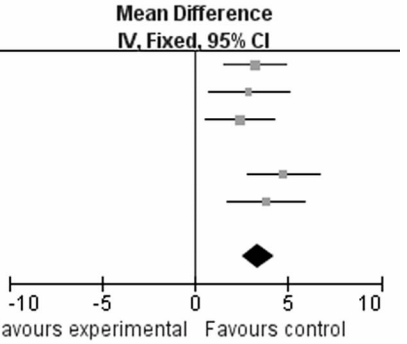


表 4 水中训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分 Meta 分析结果

Study or Subgroup	Experimental Mean	SD	Total	Control Mean	SD	Total	Weight	Mean Difference IV, Fixed, 95% CI
HaiYan Lin 2011	9.88	2.17	8	7	2.27	8	29.2%	2.88 [0.70, 5.06]
HaiYan Lin 2011	12.88	3.29	8	7	2.27	8	18.0%	5.88 [3.11, 8.65]
XiaoJin Ding 2011	16.6	1.9	6	12.8	0.7	6	52.7%	3.80 [2.18, 5.42]
Total (95% CI)			**22**			**22**	**100.0%**	**3.91 [2.73, 5.08]**

Heterogeneity: Chi² = 2.82, df = 2 (P = 0.24); I² = 29%
Test for overall effect: Z = 6.51 (P < 0.00001)

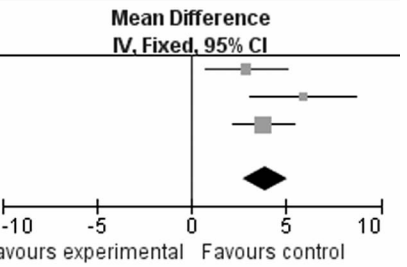


表 5 步行训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分 Meta 分析结果

Study or Subgroup	Favours experimental Mean	SD	Total	Control Mean	SD	Total	Weight	Mean Difference IV, Random, 95% CI
ChaoQun Ye 2010	10	0.91	6	9.14	0.48	6	64.8%	0.86 [0.04, 1.68]
YanHua Cai 2011	11.89	2.23	5	8.2	2.78	5	35.2%	3.69 [0.57, 6.81]
Total (95% CI)			**11**			**11**	**100.0%**	**1.86 [-0.79, 4.51]**

Heterogeneity: Tau² = 2.65; Chi² = 2.95, df = 1 (P = 0.09); I² = 66%
Test for overall effect: Z = 1.37 (P = 0.17)

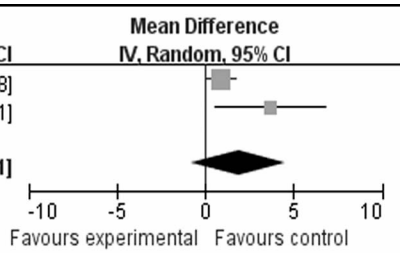
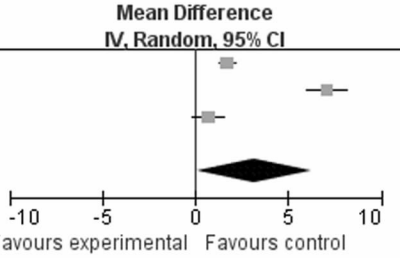


表 6 转笼训练治疗大鼠脊髓损伤后第 28 天 BBB 评分 Meta 分析结果

Study or Subgroup	Experimental Mean	SD	Total	Control Mean	SD	Total	Weight	Mean Difference IV, Random, 95% CI
LaiZhi Zhou 2011	10.2	0.59	10	8.5	0.47	10	33.9%	1.70 [1.23, 2.17]
Li Li 2011	15.25	1.14	12	8.17	1.53	12	32.8%	7.08 [6.00, 8.16]
XiaoJin Ding 2011	13.5	0.8	6	12.8	0.7	6	33.3%	0.70 [-0.15, 1.55]
Total (95% CI)			**28**			**28**	**100.0%**	**3.13 [0.06, 6.21]**

Heterogeneity: Tau² = 7.20; Chi² = 94.82, df = 2 (P < 0.00001); I² = 98%
Test for overall effect: Z = 2.00 (P = 0.05)



现虽然总效应检验具有统计学意义,但是异质性显著,所以还需要进行分层分析。研究人员在制备脊髓损伤模型时的各项条件都会影响到评分的异质性,大鼠年龄体质量的选择,造模的方法,损伤后的护理,训练的方式,损伤后训练的开始时间,每天的训练时间,评分人员的主观性以及是否采用盲法评分等,都会影响到 BBB 评分的结果。本研究中主要把质量的控制放在脊髓损伤的造模方法和运动训练的方法上。分为减重平板训练、水中训练、转笼训练和步行训练 4 个亚组再次进行分析。在结果中发现,对于不完全损伤的模型,减重训练和水中训练能取得相对于对照组有较好的效果,功能有明显的恢复。但是转笼训练、步行训练却不理想。出现这种结果的原因可能是减重训练和水中训练的共同点都是减轻了自身重力对训练的影响,减轻了训练负担,这样有利于运动功能的恢复。水中训练虽然具有统计学差异,但是也存在着中等强度的异质性,原因是丁晓晶等[1,9]的造模方法,虽同为不完全损伤,但林海燕等[9]的模型损伤程度为 50 gcm,所采取的训练方式为游泳和水中平板步行 2 种不同方式,这就增加了评分结果的异质性。而步行训练组中,蔡艳华等人和叶超群等人的动物模型同为 25gcm 的不完全损伤,但是蔡艳华等[3]采用了盲法评分,这就体现出了评分人员的主观性对评分结果的影响。转笼训练组中丁晓晶等[1,8]的模型都为不完全损伤,但丁晓晶等[1]的实验是从损伤后第 8 天开始训练,而周治来等[8]的实验则从第 2 ~ 3 天时开始训练。损伤后的大鼠需要一个术后恢复期,这个时间的差异也造成了评分的差异[12]。

运动训练对治疗脊髓损伤是有积极意义的,在众多的运动训练的研究中研究者们都推出了许多的训练方法,但训练方法的效果还有待进一步研究。本文研究发现训练中运用减重步行的训练方式能取得较好的训练效果,并且本研究中发现是否采用盲法对脊髓损伤大鼠的 BBB 评分会产生不可忽略的影响。这对临床运用运动训练治疗脊髓损伤患者和脊髓损伤的基础研究具重要有参考价值。本文对脊髓损伤运动训练的 Meta 分析所纳入的文献多为中低质量的文献,且纳入文献数量偏少,研究范围还较局限。对于脊髓损伤的运动训练的研究最有利的证据还是来自临床的 RCT 实验,因此进一步展开运动训练治疗脊髓损伤的研究还需根据《国际功能、残疾和健康分类》(Inter-national Classification of Functioning, Disability and Health, ICF) 检查表,明确新的检索策略和选择标准,全面广泛地检索国内外有关文献,并对其进行严格的评价,也需要开展更为严谨、全面的临床随机对照实验,为运动训练治疗脊髓损伤提供更具参考价值的依据。

[参考文献]

[1] 丁晓晶,王 瑾,王红星,等. 不同训练方式对脊髓损伤大鼠运动功能及神经肌肉形态学的影响[J]. 中华物理学与康复杂志,2011,33(10):725 - 730.

[2] 叶超群,孙天胜,蔡艳华,等. 步行训练对不完全性脊髓损伤大鼠损伤部位周围组织可塑性的影响[J]. 中华物理学与康复杂志,2010,32(9):645 - 648.

[3] 蔡艳华. 步行训练对脊髓损伤大鼠神经功能恢复的影响及 5-HT 在其中的作用[D]. 首都体育学院,2010.

[4] 徐冬晨,王红星,王 彤. 大鼠部分重量支撑平板训练新模型在不完全性脊髓损伤运动功能改善中的应用[J]. 中国康复医学杂志,2010,25(8):721 - 724.

[5] 李 丽,周 霞,杨 军,等. 电针联合康复训练对脊髓损伤大鼠脑源性神经营养因子及其受体酪氨酸激酶 B 表达的影响[J]. 中华物理学与康复杂志,2011,33(12):885 - 890.

[6] 李惠兰,刘兰群,卢虎英,等. 减重步行训练和督脉电针对脊髓损伤大鼠神经营养因子及生长相关蛋白-43 表达的影响[J]. 中国康复理论与实践,2012,18(10):930 - 933

[7] 孟 巍,邢艳丽,刘 帅. 减重步行训练结合针刺治疗对脊髓损伤大鼠运动功能及 Cdh1 mRNA 表达的影响[J]. 中国康复医学杂志,2012,27(7):635 - 638.

[8] 周治来,陈银海,闵少雄. 康复训练对脊髓损伤大鼠外源性移植的骨髓源性神经干细胞的影响[J]. 实用医学杂志,2011,27(17):3103 - 3106.

[9] 林海燕,屠文展,陶涛涛,等. 水中平板步行训练对脊髓损伤大鼠运动功能及 BDNF、NT-3 表达的影响[J]. 中华物理医学与康复杂志,2010,32(12):887 - 891.

[10] 柴湘婷,王 红,陈文红,等. 运动训练对大鼠损伤远端脊髓超微结构及脑源性神经营养因子表达的影响[J]. 中国康复医学杂志,2012,27(8):728 - 731.

[11] 卢虎英,徐基民,刘兰群,等. 督脉电针结合减重步行训练对脊髓损伤大鼠运动功能和脑源性神经营养因子的影响[J]. 中国康复医学杂志,2013,28(6):553 - 557.

[12] 林扬元,王 玮. 大鼠脊髓横断伤后护理对生存质量及功能评分的影响[J]. 局解手术学杂志,2006,15(6):361 - 362.

(编辑:周小林)