

· 基础研究 ·

丰富康复训练对脑缺血大鼠行为功能表现的影响*

江 城¹ 廖维靖^{1,2} 杨万同¹ 蒙兰青¹ 周 琴¹ 胡晓琴¹ 程明高¹

摘要 目的:研究丰富康复训练能否促进大鼠脑缺血再灌注后行为功能表现的改善。**方法:**雄性 Wistar 大鼠 77 只, 体重 160—200g, 随机分为缺血丰富训练组(Ischemia+Enriched, IE 组, n=36), 缺血对照组(Ischemia+Standard, IS 组, n=8), 假手术丰富训练组(Sham+Enriched, SE 组, n=21)和假手术对照组(Sham+Standard, SS 组, n=12), 使用线栓模型造成右侧大脑中动脉阻断(MCAO)并再灌注, 丰富训练组自术后 2d 至 28d 群居于丰富环境笼并按步骤给予跑笼、转棒及杂技训练, 记录杂技时间, 对照组则独居标准环境笼, 不予任何训练。再灌注 1d、7d、14d、21d 和 28d 分别进行各项行为功能测试。**结果:**杂技运动时间日益缩短, 14d 以前 IE 组显著性劣于 SE 组($P<0.05$), 14d 以后无显著性差异; 训练前, 缺血组间和假手术组间 Bederson 神经功能评分和感觉运动评分无显著性差异($P>0.05$), 缺血组则显著性劣于假手术对照组($P<0.05$), 训练后, 28d 时 Bederson 评分 IE 组显著性优于 IS 组($P<0.05$), 感觉运动评分中仅 21d 时斜笼测试 IE 组显著性优于 IS 组($P<0.05$); 肢体放置测试和足失误测试中 IE 组与 IS 组间始终无显著性差异($P>0.05$), 但 IE 组恢复趋势优于 IS 组, 缺血组仍显著性劣于假手术对照组($P<0.05$)。**结论:**丰富康复训练可促进脑缺血大鼠行为功能表现的改善。

关键词 脑缺血; 丰富康复训练; 行为表现; 大鼠

中图分类号: R493, R741 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1242(2006)-03-0210-05

The effects of enriched rehabilitative training on the behavioral outcome after reperfusion of the ischemic brain injury in rats/JIANG Cheng, LIAO Weijing, YANG Wantong, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2006, 21(3): 210—214

Abstract Objective: To study the effects of enriched rehabilitative training on the functional recovery. **Method:** Seventy-seven male Wistar rats with average body weight of 160—200g were randomly divided into a Ischemia+Enriched group (IE, n=36), a Ischemia+Standard group (IS, n=8), a Sham+Enriched group (SE, n=21) and a Sham+Standard group (SS, n=12). The model of the middle cerebral artery occlusion (MCAO) in rats was performed with the suture occlusion for two hours. The enriched groups lived together in the enriched-environment cages and were given running wheel, rota-rod and acrobatic training from 2d to 28d. The standard groups lived alone without any training. Some behavioral function tests were used to observe the functional recovery among groups at 1d, 7d, 14d, 21d and 28d after ischemia reperfusion respectively. **Result:** The acrobatic performance time reduced gradually. IE's performance was significantly worse than SE's ($P<0.05$) before 14d, but no difference after 14d. Bederson evaluation in IE was better than IS till 28d ($P<0.05$). Only tilted-cage-top test in global neurological scores had significant difference between IE and IS at 21d. There was no significant difference between IE and IS in limb-placement test and footfault test ($P>0.05$), though IE was still better. **Conclusion:** The enriched rehabilitative training can improve functional behavioral outcome after ischemic brain injury.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, Zhongnan Hospital, Wuhan University, Wuhan, 430071

Key words brain ischemia; enriched rehabilitative training; behavioral outcome; rats

脑血管意外是一类发病率、死亡率和致残率都很高的疾病, 在中国, 脑血管意外的致残率在众多疾病中居于首位。随着脑血管疾病的患病群体逐渐年轻化, 要更好的促进脑血管意外患者的恢复, 减少残疾和残障, 提高生存质量, 尽早回归社会已显得越来越重要。有研究表明^[1-2], 康复治疗对缺血性脑梗死的患者在改善感觉、运动及行为能力方面已获得明显的疗效。本研究旨在观察丰富康复训练对脑缺血大鼠行为功能表现的影响。

1 材料与方法

1.1 实验动物模型的制备与分组

选用雄性 Wistar 大鼠 77 只, 体重 160—200g,

* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(30370357)

1 武汉大学中南医院康复医学科, 武汉大学医学院脑血管病研究中心, 武汉市, 430071

2 通讯作者: 廖维靖(武汉大学中南医院康复医学科, 武汉大学医学院脑血管病研究中心, 武汉市, 430071)

作者简介: 江城, 女, 硕士在读

收稿日期: 2006-01-24

清洁级, 购自湖北省实验动物研究中心 (合格证号 SCXK(鄂)2003-0005)。所有大鼠随机分为 4 组: 缺血丰富训练组 (Ischemia+Enriched, IE 组, $n=36$), 缺血对照组 (Ischemia+Standard, IS 组, $n=8$), 假手术丰富训练组 (Sham+Enriched, SE 组, $n=21$), 假手术对照组 (Sham+Standard, SS 组, $n=12$)。参照廖维靖等^[9]改良大鼠线栓造模法制备局灶性大脑中动脉阻断模型 (middle cerebral artery occlusion, MCAO), 假手术组线栓插入深度 1.0cm, 余操作一致。尼龙线由上海申丁实业有限公司生产, 直径约 0.15mm。实验前, 用电烙铁加热线栓头端使之成为光滑球形, 线栓长 4.2cm。术中以白炽灯维持动物体温。

术后 24h 采用 Bederson 标准^[4]初步评分并进行筛选。0 分: 未见行为缺陷; 1 分: 前肢屈曲 (提尾悬空实验阳性); 2 分: 侧推抵抗力下降 (侧向推力实验阳性), 伴前肢屈曲, 无转圈行为; 3 分: 同 2 分行为, 伴自发性旋转。选择评分为 1—3 分的大鼠纳入本研究。

1.2 丰富康复训练

1.2.1 实验前预处理: 造模前 7 天所有大鼠给予预备性群居标准群居笼 (即普通大鼠饲养笼), 3—4 只/笼, 并从造模前 4 天起预训练, 包括跑笼训练 (10min/d, 5r/min) 和杂技训练 (2 次/天)。

1.2.2 丰富康复训练: 丰富康复训练包括丰富环境和运动训练。术后 2d 到 28d, IE 和 SE 组大鼠始终处于丰富环境笼, 而 IS 和 SS 组大鼠则处于标准独居笼 (即普通小鼠饲养笼)。术后 2d 起, 丰富训练组按如下要求完成各项运动训练。

1.2.2.1 丰富环境: 采用自行制作的丰富环境笼^[5-7]。金属网笼 (820mm×610mm×450mm) 内部距地面 150mm 处固定两块水平板, 宽 70mm, 一块靠笼壁固定, 另一块依角固定。另有一块升降板可上下调节高度。笼中还有: 1 个绳链、1 个秋千、一些物品 (不同形状、材料积木)、1 个塑料管隧道、一些不同颜色的玻璃球、一个高低杠、一个推棒。更换: 1 次/周, 做清洁并用新形状、颜色、材料的物品替换旧的物品, 重摆物品的位置, 改变升降板距底面的高度。

1.2.2.2 运动训练: 简单运动方式: 自制滚筒式网状训练器 (running wheel): 设备见文献描述^[7-8], 以 5r/min 转动。术后 2d 起到 2w, 10min/d, 5d/w。

复杂运动方式: 包括转棒和杂技训练。转棒 (rota-rod)^[9]: 长 150cm, 直径 4.5cm 木棒一根, 两端悬挂, 手动以 5r/min 顺、逆时针交替转动。术后 2d 开始, 10min/d, 5 天/周; 杂技任务训练 (acrobatic task)^[10]: 要求大鼠按顺序走过独木 (直径 2.7cm)、绳

(直径 2cm)、梯 (间距 5cm)、重金属铰链 (扣环 2.7cm×4.3cm)、系列障碍 (高 13cm—21cm)、双杠 (直径 1.1cm)、网格平台 (85cm×11cm, 平台上依次有面积 6.25cm²、8.4cm²、12.25cm² 的小洞)、一条缝隙, 最后回到小笼。术后 2d 到 4d 在实验者的帮助下让大鼠适应此训练过程, 然后改为 4 次/天 (5—14d), 到 2 次/天 (15—28d)。

1.3 定期功能评估与测试

1.3.1 体重变化监测: 所有大鼠自造模日起, 每日测量体重, 掌握体重变化, 了解恢复状况, 并给予不同剂量生理盐水的补液 (5—8ml/d)。

1.3.2 神经功能评分

神经功能评分^[4,11]包括 Bederson 神经功能评分及感觉运动功能评分, 于术后 1d、1w、2w、3w、4w 测试, 1 天/周, 3 次/天。Bederson 神经功能评分同前述; 感觉运动功能评分则包括以下六项: 自发运动 (spontaneous motility): 将大鼠置于术前居住笼 (熟悉环境), 期望可自发移动和探索, 1 分为 10s 内开始运动, 0 分为无运动; 翻正反射 (righting reflex): 将大鼠仰卧放置, 1 分为立即翻转恢复正常姿势, 0 分为无法翻转恢复正常姿势; 水平杆测试 (horizontal bar test): 将大鼠双前肢置于距地面 30cm 高的水平杆上, 正下方有海绵垫, 期望抓握并悬掉 3s, 1 分为顺利抓握, 保持 3s, 0 分为无法抓握, 掉下; 抓握测试 (grasping reflex): 将一小根木棒置于大鼠前肢下, 1 分为双前肢同时抓握木棒, 0 分为未能同时抓握; 斜笼测试 (tilted cage top): 将大鼠放置于 45° 倾斜的笼顶 (平衡能力), 1 分为保持不动, 0 分为无法保持平衡, 向顶部边缘移动; 放置反应 (placing reaction): 将大鼠置于平台, 一侧身体靠近边缘, 轻轻按顺序将肢体拉下平台, 1 分为迅速重新恢复肢体放置, 0 分为无法恢复肢体放置。

1.3.3 肢体放置测试: 对大鼠进行以下 6 项测试^[5,12], 评分: 0 分为无放置, 1 分为不完全或迟疑 (>2s) 放置, 2 分为迅速正确放置。将 6 项测试结果总和即为肢体放置测试结果, 于术后 1w、2w、3w、4w 进行, 1 天/周, 3 次/天。具体内容如下: 测试 1, 轻握大鼠, 缓慢向桌面放低至 10cm, 正常表现双前肢外伸扑向桌面; 测试 2, 轻握大鼠, 双前肢接触桌缘, 托下颌使鼠头上抬 45°, 正常表现双前肢仍保持接触桌缘; 测试 3, 轻握大鼠, 正对桌缘, 正常表现双前肢伸到桌上; 测试 4, 轻握大鼠, 以侧面移向桌缘, 正常表现一侧前、后肢伸向桌面; 测试 5, 大鼠放在桌边, 从后向桌缘轻推, 正常表现大鼠紧抓桌缘; 测试 6, 大鼠放在桌边, 从侧面向桌缘轻推, 正常表现大鼠紧抓桌缘。

因测试4和测试6均有前、后肢得分,所以该测试满分16分。

1.3.4 足失误测试:足失误测试^[10]设备同杂技训练,为网格平台(33cm×30cm,平台上依次有面积6.25cm²、8.4cm²、12.25cm²的小洞),将大鼠放在平台上2min,让其走过平台,记录跌倒次数。于术后1w、2w、3w、4w进行,1天/周,3次/天。

1.3.5 杂技训练表现:杂技训练^[10]时,5—28d每天记录完成杂技任务的时间,加以比较用于反映该表现。

1.4 图像和统计学分析

所有数据按数据特点用SPSS11.0统计软件分别进行统计学分析,体重和Bederson神经功能评分采用多因素方差分析,感觉运动功能评分采用 χ^2 检验,肢体放置和足失误测试采用Kruskal-Wallis和Mann-Whitney非参检验,杂技训练时间采用 t 检验。 $P<0.05$ 为具有统计学显著性差异。

2 结果

2.1 体重监测

各组大鼠术前体重无显著性差异($F=1.575, P>0.05$),术后各组体重均在一段时间下降后逐渐恢复并超过最初水平。IE及IS组约在6d恢复到术前体重,SE组则在4d,SS组2d即恢复术前水平(图1)。整体上SE组体重上升最显著,SS组则最平稳,差异有显著性($F=10.848, P<0.05$);IE组与IS组上升趋势无显著性差异,但前者仍稍快于后者。提示早期静止制动更有利于体重恢复,而就生理状况的长期恢复而言,丰富康复训练仍起到促进作用。

2.2 神经功能评分

2.2.1 Bederson神经功能评分:术后1d评分,缺血组间及假手术组间无显著性差异($P>0.05, P>0.05$),缺血组显著性劣于假手术组($P<0.05$);随后7d、14d和21d,IE组不断恢复,IS则恢复不明显(图2);直至28d,虽然缺血组仍显著性劣于假手术组($P<0.05$),但IE组的恢复已显著性优于IS组($P<0.05$)。提示丰富康复训练在较长一段时间内可体现出对缺血后神经功能恢复的有益影响。

2.2.2 感觉运动功能评分:感觉运动功能缺失总体均不断恢复(表1)。IE组与IS组仅在斜笼测试21d时出现前者显著性优于后者($P<0.05$),但是从整体变化趋势分析,到28d时丰富康复训练的大鼠各项表现均优于对照,仍体现了丰富康复训练的有利作用。另外,水平杆、抓握、斜笼和放置测试的结果显示,大鼠在恢复过程中出现不同程度的症状反复。缺血组在21d时,其水平杆、抓握和斜笼测试缺失突然

表1 不同时间感觉运动评分缺失 (%)

评测时间	自发运动	翻正反射	水平杆	抓握	斜笼	放置
第1天						
IE组	2.33	0.00	39.53	30.23	86.05	18.60
IS组	10.00	0.00	60.00	30.00	90.00	30.00
SE组	9.52	0.00	28.57	0.00	100.00	0.00
SS组	0.00	0.00	16.67	8.33	66.67	0.00
第7天						
IE组	2.78	0.00	33.33	22.22	83.33	2.78
IS组	0.00	0.00	37.50	12.50	87.50	12.50
SE组	0.00	0.00	19.05	0.00	85.71	0.00
SS组	0.00	0.00	16.67	8.33	58.33	0.00
第14天						
IE组	3.33	0.00	20.00	6.67	56.67	0.00
IS组	0.00	0.00	0.00	28.57	71.43	14.29
SE组	0.00	0.00	33.33	0.00	55.56	0.00
SS组	0.00	0.00	33.33	0.00	55.56	0.00
第21天						
IE组	10.00	0.00	40.00	15.00	40.00 ^①	0.00
IS组	0.00	0.00	40.00	20.00	100.00	0.00
SE组	0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00
SS组	0.00	0.00	25.00	0.00	25.00	0.00
第28天						
IE组	0.00	0.00	9.09	9.09	36.36	0.00
IS组	0.00	0.00	33.33	33.33	100.00	33.33
SE组	0.00	0.00	0.00	0.00	12.50	0.00
SS组	0.00	0.00	33.33	0.00	66.67	0.00

①IE组与IS组比较 $P<0.05$

加重,IS组还持续到28d;假手术组在水平杆和斜笼测试缺失上也有类似变化。该原因尚无法确定,尤其是假手术组,但考虑缺血组有迟发性脑损伤的可能,而假手术组可能存在废用性改变致使肌力等下降。

2.3 肢体放置测试

总体上各组均无明显恢复趋势。具体分析发现2w内各组得分有所好转,21d时IE、IS和SS组得分突然下降,至28d时IS组仍继续下降,余各组亦仅回复到早期水平(图3)。该变化与感觉运动评分中所得相似,亦考虑出现迟发性脑损伤的可能,但此测试中21d时SE组显著性优于SS组($P<0.05$)及28d时IE优于IS组,显示丰富康复训练可能对迟发性脑损伤具有某种保护机制,而且虽然缺血损伤以及随后严重继发性损伤使丰富康复训练对大鼠触觉/本体感觉性运动功能的恢复作用未得显著体现,但从恢复趋势观察,丰富康复训练的长期作用(>1个月)仍值得期待。

2.4 足失误测试

足失误测试总体均有显著性恢复($\chi^2=44.989, P<0.01$)。IE组与IS组间始终无显著性差异,但IE组恢复快于IS组,且最终表现优于IS组(图4),而SE组则始终显著性优于SS组($P<0.05$),提示丰富康复训练对大鼠整合运动能力的恢复有促进作用。另外,早期(2w内)观察到SS组足失误最多,显著性

高于 IS 及 SE 组 ($P < 0.01$), 考虑该测试中存在大鼠的主观因素。实验中我们观察到, 大鼠对该项目存在一个学习过程, 因此 2w 内的表现差异很大, 独居未训练大鼠强烈的好奇心理使之运动更多, 失误随之偏高, 而缺血组大鼠因运动能力有损, 其失误偏低亦有运动少的因素。

2.5 杂技训练表现

早期 (2w 内) 两组完成时间有显著性差异 ($P < 0.05$), SE 组所需要时间始终短于 IE 组, 2w 后即无显著性差异, 整体上运动时间均不断缩短 (图 5), 提示丰富康复训练对学习记忆功能以及综合运动能力的恢复有促进, 作用累积于 2w 后得以见效。此与前述足失误测试中涉及学习的时间相一致。

图 1 10 日内体重变化图

图 2 Bederson 神经功能评分

图 3 肢体放置测试得分

图 4 足失误测试结果

图 5 杂技训练时间

3 讨论

长期以来, 综合运用各种康复手段治疗疾病是康复医学理论的一个重要指导思想。在脑缺血动物实验方面, 研究者们同样综合使用运动训练、丰富环境 (含社交) 和药物辅助等方法观察疗效。本研究给予的丰富康复训练即综合了丰富环境 (含社交)、简单运动训练和复杂运动训练, 训练从术后 2d 开始, 持续 1 个月, 结果 Bederson 神经功能评分、感觉运动功能评分斜笼测试及杂技训练表现显示 IE 组有显著性恢复 ($P < 0.05$); 其他测试在 1 个月内虽然未显著性体现 IE 组的恢复, 但整体比较各测试变化趋势, IE 组的恢复仍是优于 IS 组。综上提示丰富康复训练对脑缺血大鼠的康复有促进作用。

本研究对体重变化的监测显示了丰富康复训练在大鼠生理条件方面的影响, 就长期进程而言具有促进生长的作用。虽然体重变化并不能作为缺血性脑损伤恢复的一项充分性指标, 但生理状况的变化对恢复进程的评价仍有一定意义。

在感觉运动功能评分及肢体放置测试中, 我们

观察到症状反复的现象, 而且在缺血组与假手术组均有出现。该现象可能如前述为迟发性脑损伤所致, 或是具有废用性改变。有研究指出迟发性神经元死亡的原因可能是局灶性损伤, 如脑水肿、细胞肿胀和脑内压升高, 也可能是兴奋性氨基酸的过度释放^[13]。虽然本研究中该现象产生的原因尚不清楚, 但我们的观察提示丰富康复训练对迟发性脑损伤还是具有一定的保护作用的。从另一方面考虑, 这里也体现出测试的自身特性。该两项测试分别体现大鼠一般感觉运动功能和触觉/本体感觉性运动功能的恢复, 而足失误测试及杂技运动表现则体现大鼠运动能力的恢复。显然, 运动能力这一粗大的表现未能体现出损伤的加重, 这些除了说明运动能力可存在较好较稳定的恢复外, 还提示有关测试敏感性的问题, 即精确反映脑损伤所带来的各方面表现缺失及恢复状况的能力。在感觉运动评分中, 自发运动及翻正反射显然不具有良好的敏感性, 其余四项中, 我们又观察到水平杆和抓握测试在假手术组的表现与缺血组相近, 这与 Modo 等^[10]的结果相一致, 即考虑抓握力与平衡能

力可能更多受到手术操作(动脉阻断)的影响。另外,足失误测试中大鼠主动性运动增加/减少都会影响到测试结果。因此,就目前而言,开发更准确良好的测试方法对康复过程的评估非常重要。

足失误测试及杂技训练表现中 IE 组都有良好恢复,该两项测试均体现大鼠的学习记忆功能,具有一定整合性。

4 结论

丰富康复训练可促进脑缺血大鼠行为功能表现的改善,但本研究中,丰富康复训练在 1 个月内仅有利于部分行为功能表现的显著改善。长期以来,在实验动物模型的研究中,各种康复治疗于缺血性脑损伤的动物脑内可产生一系列病理、生理、解剖和功能的变化,如突触发生,树突分支生长(dendritic arborization),星形胶质细胞增生,血管生成,脑功能重建等等,其中可塑性改变在脑缺血后的恢复进程中起到重要作用。显然,1 个月内脑组织结构上重塑性的改变未能全面促进功能表现的恢复,因此我们考虑宜延长康复时间(>1 个月),进一步观察长期作用效果和相应的组织学基础。另外,该研究观察到的行为表现症状反复的现象类似卒中病患恢复期治疗过程中的“停滞平台期”,有必要进一步查明原因;而且康复介入时间和疗效评价手段的敏感性问题都非常重要,将是指导临床工作尚需不断研究的内容。

参考文献

- [1] Ernst EA review of stroke rehabilitation and physiotherapy[J]. Stroke, 1990, 21(7): 1081—1085.
- [2] Feiel KM, Nudo RJ. Recovery of motor function after focal cortical injury in primates: com-pensatory movement patterns used during rehabilitation training [J]. Somatosens Mot Res, 1998, 15

- (3): 173—189.
- [3] 廖维靖, 刘淑红, 范明, 等. 线栓阻断大鼠脑中动脉制作缺血性脑损伤模型的改良[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2002, 24(6): 345—349.
- [4] Bederson JB, Pitts LH, Tsuji M, et al. Rat middle cerebral artery occlusion: evaluation of the model and development of a neurologic examination[J]. Stroke, 1986, 17(3): 472—476.
- [5] Ohlsson AL, Johansson BB. Environment influences functional outcome of cerebral infarction in rats [J]. Stroke, 1995, 26(4): 644—649.
- [6] Bennett EL, Diamond MC, Krech D, et al. Chemical and anatomical plasticity brain[J]. Science, 1964,146: 610—619.
- [7] Johansson BB, Ohlsson AL. Environment, social interaction, and physical activity as determinants of functional outcome after cerebral infarction in the rats [J]. Exp Neurol, 1996,139 (2): 322—327.
- [8] 蒙兰青, 廖维靖, 杨万同, 等. 运动训练对小鼠脑缺血再灌注后功能恢复及 VEGF 表达的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(3): 197—199.
- [9] Ding Y, Li J, Lai Q, et al. Motor balance and coordination training enhances functional outcome in rat with transient middle cerebral artery occlusion[J]. Neurosci, 2004, 123(3): 667—674.
- [10] Jones TA, Chu CJ, Grande LA, et al. Motor skills training enhances lesion-induced structural plasticity in the motor cortex of adult rats [J]. J Neurosci, 1999, 19 (22): 10153—10163.
- [11] Modo M, Stroemer RP, Tang E, et al. Neurological sequelae and long-term behavioural assessment of rats with transient middle cerebral artery occlusion [J]. J Neurosci Meth, 2000, 104(1): 99—109.
- [12] De Ryck M, Van Reempts J, Duytschaever H, et al. Neocortical localization of tactile/proprioceptive limb placing reactions in the rat[J]. Brain Res, 1992, 573(1): 44—60.
- [13] Wang W, Redecker C, Bidmon HJ, et al. Delayed neuronal death and damage of GDNF family receptors in CA1 following focal cerebral ischemia[J]. Brain Res, 2004,1023(1): 92—101.

第三版《腰椎间盘突出症的非手术治疗》出版

由山东大学齐鲁医院岳寿伟教授主编的《腰椎间盘突出症的非手术治疗》第三版日前已由山东科学技术出版社出版发行,本书自 1998 年 6 月第一版,2001 年 6 月第二版发行以来,累计印刷 6 次,受到国内同行的广泛关注,深受读者的欢迎,此次发行的第三版除保留了第一、二版的特色外,还在每一章的起始部增加了“导读”部分,目的在于方便读者尽快了解本章的核心内容,节约宝贵时间。本书共 20 章,系统介绍了腰椎间盘的应用解剖、生物力学、腰痛的病理生理、临床诊断、电生理检查及各种非手术治疗方法。特别对腰椎牵引进行了较详细的介绍,关节松动术和 McKenzie 力学治疗方法也列入了有关章节。第三版系 16 开本,50 万字,定价 35 元。需要者可到当地新华书店购买。也可与岳寿伟教授联系。地址:济南市文化西路 107 号,山东大学齐鲁医院康复科,电话:0531-82169362; E-mail:shouweiy@sdu.edu.cn