

· 临床研究 ·

颈椎后前向松动和牵引松动产生椎间运动的研究

陈勇 黄晓琳 张靖慧 郑光 柯小芹

【摘要】目的 通过影像学研究颈椎后前向松动和牵引的同时行后前向松动产生的椎间运动,并对比分析。**方法** 选取正常受试者 12 例,其中男 6 例,女 6 例;年龄 18~25 岁,平均年龄 (22.9 ± 4.7) 岁;平均身高为 (1.64 ± 0.07) m;平均体重 (54.7 ± 7.6) kg。12 例受试者均接受单纯的后前向关节松动(单纯松动术)和牵引的同时行后前向松动(牵引松动术),于每种治疗方法开始前及治疗结束后(治疗后)行 X 线片采集,采用四张静态颈椎侧位片,收集前椎间隙、后椎间隙、后关节突关节间隙的轴向位移及椎体前后位移,每次治疗前、后的变化率,以及运动节段矢状面的旋转和移动变化率。**结果** 治疗后,单纯松动术在 $C_2 \sim C_7$ 矢状面旋转角度变化之和均显著高于牵引松动术($P < 0.05$);单纯松动术在 C_5 节段前椎间隙以及 $C_2 \sim C_7$ 前椎间隙之和均显著高于牵引松动术($P < 0.05$),而牵引松动术后椎间隙以及 $C_2 \sim C_7$ 后关节突间隙均显著高于单纯松动术($P < 0.05$),单纯松动术和牵引松动术椎体的前、后位移,2 组间差异无统计学意义($P > 0.05$),单纯松动术 $C_5 \sim C_2$ 椎体与基线相比产生向后位移,牵引松动术 $C_5 \sim C_2$ 椎体与基线相比产生向后位移,而 C_6 产生向前位移。**结论** 单纯松动术可明显增加 $C_3 \sim C_7$ 脊柱的前凸,减小后椎间隙和后关节突间隙,而牵引松动术可改变其椎间运动。

【关键词】 单纯松动术; 牵引松动术; X 线分析; 椎间运动

Comparison of the cervical intervertebral movements produced by posteroanterior cervical mobilization and posteroanterior cervical mobilization during cervical traction CHEN Yong, HUANG Xiao-lin, ZHANG Jing-hui, ZHENG Guang, KE Xiao-qin. Department of Rehabilitation Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China
Corresponding author: HUANG Xiao-lin, Email: xiaolinh2006@yahoo.com.cn

【Abstract】Objective To compare the cervical intervertebral movements produced by posteroanterior cervical mobilization and posteroanterior cervical mobilization combined with cervical traction by using the radiographic measurement. **Methods** The study recruited 12 normal volunteers (6 men, 6 women), aged 18 to 25 years (22.9 ± 4.7 years), heighted (164 ± 7) cm and weighed (54.7 ± 7.6) kg. All the subjects were administered with posteroanterior cervical mobilization followed by posteroanterior cervical mobilization while having cervical traction, or vice versa, with an interval of 2 days in between. The X-ray films were collected before and after the treatment, using 4 static cervical lateral views. The axial displacement of posterior and anterior intervertebral separation (IVS), and the shear displacement of vertebral body as well as the rotation and displacement rate of the motion segments in the sagittal plane before and after the treatment were measured on the radiographic images and compared. **Results** It was shown that the posteroanterior cervical mobilization produced greater $C_2 \sim C_7$ rotation range of motion in the sagittal plane, as compared to that by the posteroanterior mobilization while having cervical traction ($P < 0.05$). The posteroanterior mobilization produced a significantly greater increase of anterior IVS of the C_5 segment and the summation of $C_2 \sim C_7$ posterior IVS than those by posteroanterior mobilization while having cervical traction ($P < 0.05$). However, the posterior IVS and the posterior zygapophysial joints separation of $C_2 \sim C_7$ produced by the posteroanterior mobilization during traction were more prominent ($P < 0.05$). There was no statistical difference between anteroposterior displacements of the vertebral body produced by the two interventions. Comparing with the baseline, the posteroanterior mobilization caused posterior movement of the vertebral bodies of C_5 to C_2 , while the posteroanterior cervical mobilization during traction produced posterior movement of C_5 to C_2 vertebral bodies and anterior movement of C_6 body. **Conclusion** The cervical posteroanterior mobilization significantly increased the lordosis from C_3 to C_7 , and reduced

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.012.017

基金项目:华中科技大学自主创新基金交叉学科项目(J2009003)

作者单位:430030 武汉,华中科技大学同济医学院附属同济医院康复医学科

通信作者:黄晓琳,Email: xiaolinh2006@yahoo.com.cn

posterior IVS and zygapophysial joints separation. However, the posteroanterior mobilization during traction changed the intervertebral movements.

【Key words】 Posteroanterior mobilization; Posteroanterior mobilization during traction; X-ray image; Intervertebral movements

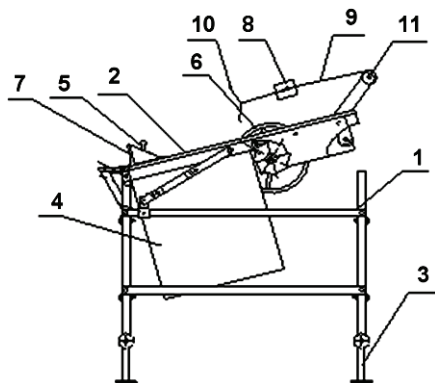
颈椎病是临床常见的疾病之一,据调查,每 6 个月约有 54% 的人出现过颈痛^[1],且颈痛的发生率呈上升趋势^[2]。最近的临床报道中,指导颈痛患者选择的治疗方式有颈椎松动手法和颈椎牵引^[3]。牵引和后前向(postero-anterior, PA)松动治疗均可利用力学因素对颈椎各结构产生相应的力学效果,但是在牵引的同时结合松动手法治疗颈椎病尚鲜见报道。有研究表明,坐位颈椎牵引的同时行正骨手法,能调整颈椎的机械性紊乱,解除神经根和血管的受压以及肌肉痉挛,缓解疼痛,改善关节活动度,恢复颈椎曲度^[4]。

牵引的同时行后前向松动与单纯的牵引或手法治疗不同。有研究表明,腰椎松动技术可应用影像技术可靠、准确地测量出椎间运动^[5-7],还有研究发现,X 线对于脊椎位移的分析有很高的可靠性,并指出脊柱矢状面的结构与疼痛、变性、功能和神经肌肉骨骼系统的发展有关^[8]。因此,本研究是通过影像学手段比较牵引的同时行颈椎后前向松动与单纯的颈椎后前向松动的力学效果,收集椎间运动的信息。

材料和方法

一、仪器

1. 多功能颈椎康复治疗仪^[9]:自制加载仪器一台,主要由机架、颈椎关节松动装置、牵引装置、微电脑控制台和驱动器等组成,图 1 是该颈椎牵引松动仪器结构图,图 2 是该仪器的操作示意图。该仪器固定到床头,颈椎牵引可以根据要求调整角度,受试者在床上仰卧位可接受颈椎牵引和颈椎后前向松动的负荷。



注:1 为主支撑架,2 为治疗平板,3 为伸缩脚架,4 为机箱,5 为松动机械手指,6 为牵引手轮,7 为肩托,8 为弹簧秤,9 为牵引绳,10 为枕颌牵引带挂钩,11 为滑轮

图 1 多功能颈椎康复治疗仪仪器结构图



图 2 多功能颈椎康复治疗仪示意图

2. X 线影像仪:美国 GE 通用电气公司产 DR 型直接数字探测器(规格为 35 cm × 43 cm)配备非晶硅直接数字影像探测器和滤线器,用来减少不必要的辐射和减少散射线对 X 线图像的影响,X 线直接探测器在检查床的一侧。X 线球管使用的是美国 GE 通用电气公司产固定式 X 线机 Definium 6000 型,该 X 线球管垂直于 X 线数字探测器,避免产生脊柱扭曲的影像。

二、一般资料

选取正常受试者 12 例,男、女各 6 例;年龄 18 ~ 25 岁,平均年龄(22.9 ± 4.7)岁;平均身高为(1.64 ± 0.07)m;平均体重(54.7 ± 7.6)kg。受试者均无颈椎病病史和颈部外伤或手术史,排除有任何影像学异常或在一年以内遭受过重大辐射者,受试者均签署知情同意书。

受试者 12 例均接受单纯的后前向关节松动或持续牵引的同时行后前向关节松动 2 种治疗方案,2 种治疗方案间歇 1 ~ 2 d,每位受试者接受单纯的后前向关节松动和持续牵引的同时行后前向关节松动的顺序随机,并采用静态 X 线采集四张颈椎侧位片。

单纯的后前向关节松动(单纯松动术):受试者取仰卧位,保持放松,先采集治疗前 X 线图片作为对照,机械手指作用于 C₅,作用力范围 10 ~ 30 N,频率 0.5 Hz,治疗时间 30 s,连续行 2 组关节松动术,可设定治疗仪机械手指在第 2 组后前向关节松动最后 1 次作用力时停止振动,并保持这一作用力,同时采用 X 线进行静态采集。

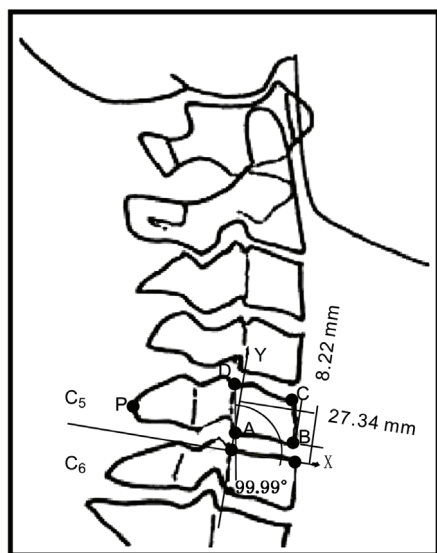
持续牵引的同时行后前向关节松动(牵引松动术):受试者取仰卧位,保持放松,先采集治疗前 X 线图片作为对照,牵引角度 0°,作用力 50 N,持续时间 15 min,在牵引同时每 5 min 行 1 组关节松动,机械手指作用于 C₅,关节松动时间为 30 s,连续治疗 2 组,作

用力范围 10 ~ 30 N, 频率 0.5 Hz, 同时采用 X 线进行静态采集。

三、数据收集

影像学处理: 主要收集前椎间隙(B 点 Y 值)、后椎间隙(A 点 Y 值)、后关节突关节间隙的轴向位移(PA 点在坐标系 Y 值)及椎体前后位移(P、A、B 点 X 值) 每次治疗前、后的变化率、运动节段矢状面的旋转和移动变化率。

第一步(图 3): 由 2 位医师分别采用 CorelDRAW X4.0 版软件对所有 X 片图片画图, 每张图片用时 2 h, 在 $C_2 \sim C_7$ 椎体边端标记 A、B、C、D 四个顶点, 棘突顶点标记为 P 点, 以 D 点为中心, CD 连线为 X 轴, 作坐标系。取每一个椎体 A、B、P 点在下一个椎体的坐标系内的象限值。取椎体 AD 连线与下一个椎体坐标系的 X 轴所形成的右侧夹角为该节段矢状面的旋转度数。



注: A、B、C、D 点为 $C_2 \sim C_7$ 椎体边端顶点, P 点为棘突顶点, 以 D 点为中心, CD 连线为 X 轴建立坐标系, Y 轴为过 D 点的 X 轴的垂线

图 3 X 线片分析示意图

第二步: 由 2 位医师同时运用 2 台电脑分别对同一个受试者在单纯松动术和牵引松动术治疗前和治疗后的图片进行取点, 每张图片用时 1.5 h, 重复第一步制图。

第三步: 取值为每张射线照片上标记的数值重复追踪 3 次, 最终每个受试者有 3 套数据, 在影像学测量中允许有误差存在, 但取测量数据的平均值可以减少误差。以上三次最后均值为准值, 取 P、A、B 点在下一个椎体坐标系内的象限值和每一个节段矢状面的旋转值, 将 2 种治疗方法治疗前、后的差值进行对比。

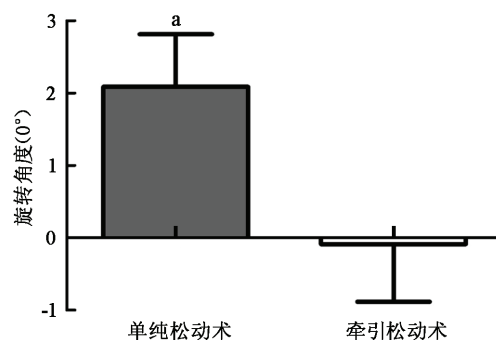
四、统计学分析

所得数据采用 GraphPad Prism 5.0 版统计学软件进行数据分析, 2 组计量数据配对对比 t 检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、单纯松动术和牵引松动术矢状面旋转角度变化的比较

单纯松动术和牵引松动术在 $C_2 \sim C_7$ 矢状面旋转角度变化之和比较, 单纯松动术均显著高于牵引松动术($P < 0.05$), 详见图 4; 图 5 所示, 在 $C_2 \sim C_7$ 各个节段除了 $C_{4,5}$ 单纯松动术和牵引松动术矢状面旋转角度相同, 单纯松动术各节段矢状面旋转角度变化均大于牵引松动术, 单纯松动术与基线相比在 $C_{3,4} \sim C_{6,7}$ 矢状面旋转角度都明显增加, 而 $C_{2,3}$ 角度变小。牵引松动术以 $C_{4,5}$ 节段角度明显增加, 该节段前凸明显, $C_{5,6}$ 、 $C_{6,7}$ 节段角度稍增加, 而 $C_{2,3}$ 、 $C_{3,4}$ 角度变小。



注: 与牵引松动术比较, $^a P < 0.05$

图 4 单纯松动术和牵引松动术矢状面旋转角度变化之和比较

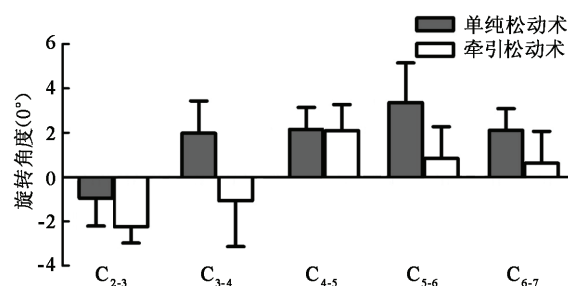
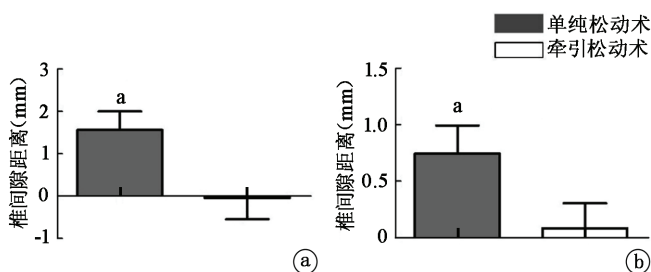


图 5 单纯松动术和牵引松动术在 $C_2 \sim C_7$ 各个节段矢状面旋转角度变化

二、单纯松动术和牵引松动术时前、后椎间隙和后关节突间隙比较

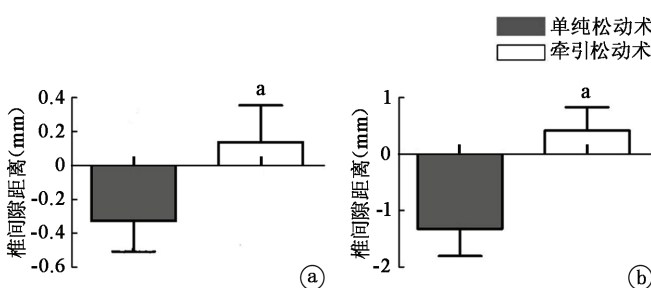
单纯松动术在 C_5 节段前椎间隙以及 $C_2 \sim C_7$ 前椎间隙之和均显著高于牵引松动术($P < 0.05$), 而牵引松动术后椎间隙和 $C_2 \sim C_7$ 后关节突间隙均明显高于单纯松动术($P < 0.05$)。单纯松动术各节段后关节突间隙比牵引松动术明显减小, 尤以 C_5 最为显著, 差异

有统计学意义($P < 0.05$)。单纯松动术 C_2 后椎间隙和后关节突间隙稍增加,其它节段均减小,而牵引松动术 C_2 、 C_3 后椎间隙和后关节突间隙明显增加, C_4 、 C_5 、 C_6 稍减小,详见图 6~9。



注:a 为 C_5 节段前椎间隙,b 为 $C_2 \sim C_7$ 前椎间隙之和,与牵引松动术比较, $^a P < 0.05$

图 6 单纯松动术和牵引松动术前椎间隙比较



注:a 为 $C_2 \sim C_7$ 后椎间隙之和,b 为 $C_2 \sim C_7$ 后关节突间隙之和,与单纯松动术比较, $^a P < 0.05$

图 7 单纯松动术与牵引松动术后椎间隙和后关节突间隙比较

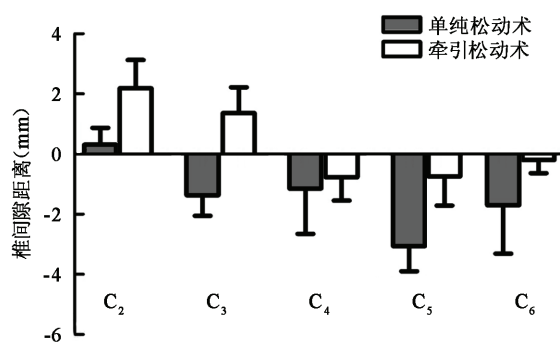


图 8 单纯松动术与牵引松动术在 $C_2 \sim C_7$ 各节段后关节突间隙变化

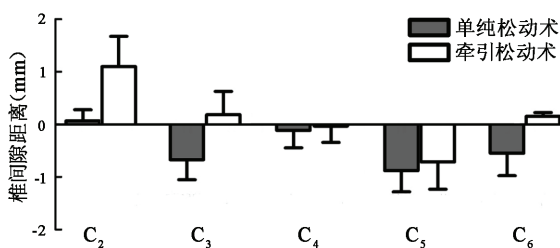


图 9 单纯松动术与牵引松动术在 $C_2 \sim C_7$ 各节段后椎间隙变化

三、单纯松动术和牵引松动术前、后位移比较

单纯松动术和牵引松动术椎体存在矢状面旋转,两端 P、B 点不能准确反映前后位移,而中间 A 点受矢状面旋转影响较小,A 点 X 值准确反映椎体的前后位移,如图 10 所示,单纯松动术与牵引松动术比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),单纯松动术颈椎前凸增加,形成伸展,与基线相比椎体由 $C_2 \sim C_5$ 产生向后位移。牵引松动术形成由 C_3 至 C_6 前凸增加,与基线相比 $C_2 \sim C_5$ 椎体向后位移,而 C_6 向前移动。

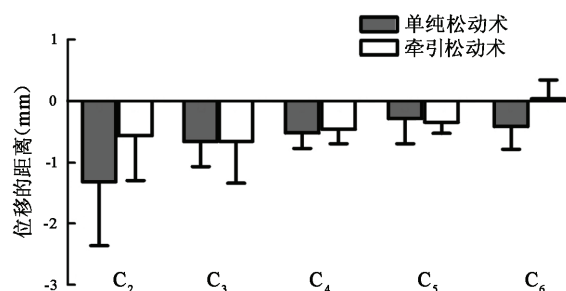


图 10 单纯松动术和牵引松动术在 $C_2 \sim C_7$ 各节段前、后位移变化比较

讨 论

本研究通过多功能颈椎康复治疗仪对颈椎实施后前向松动和牵引同步治疗,采用影像学 X 线分析颈椎椎间运动的变化,发现牵引的同时行后前向松动对颈椎各结构产生相应的力学效果,且与单纯的牵引或手法治疗不同。临床医师或治疗师可以感觉到一个椎体在相邻椎体上滑行,但研究表明椎间运动不能依靠徒手检查有效地评估^[10-11],即使在少量可靠的评估方法中,研究人员也是应用各种仪器来测量椎间关节运动^[12]。同时,线性有限元模型也被应用于预估颈椎活动中椎体和棘突的位移^[13],但椎间关节运动通过模型机械特征所获得的数据仍然存在疑惑,所以有限元模型并没有准确预测椎体运动节段的椎间运动^[14-15]。研究中利用影像学测量技术测量椎间运动是非常可靠的。为了将影像学误差降至最小,采用了一些预防措施,包括仔细重复追踪,椎体影像的数值化,X 线暗盒的刚性固定,X 线管的垂直放置以及计算椎间运动的平均值。

本研究表明,后前向松动可明显增加 $C_3 \sim C_7$ 脊柱的前凸,在松动中观察到后前向的位移很大程度上是通过颈部运动节段的伸展产生的,除了 $C_{2,3}$ 以外,在矢状面旋转角度和前后位移变化中体现出来。由于 C_5 后前向松动的作用力向上,会使 C_5 两端受重力影响产生向下作用力,但在头部和胸椎的支持点又产生向上反作用力,导致 $C_{2,3}$ 屈曲,而由于 X 线光束直接对准中

段颈椎区域,胸椎图像有点模糊不清,所以 $C_7 \sim L_1$ 无法统计是否屈曲,这与 Raymond^[16] 提到腰椎的后前向松动出现三处屈曲并不相同,但通过本实验证明, C_5 后前向松动不仅仅是一个椎体在相邻的椎体上产生向前的滑动,而是会引出一个复杂的运动模式。

颈椎伸展运动会使 C_3 、 C_4 棘突向足端运动, C_6 、 C_7 棘突向头端运动,导致颈椎两端相互接近,因此纵向长度减少,使后椎间隙和后关节突间隙明显减小。脊神经根位于椎椎的后面部分,通过椎间孔从椎管穿出,如果后椎间隙变窄,将挤压椎间孔,压迫到脊神经根,引起神经根放射性疼痛表现,所以椎后间隙的增宽对于椎间孔面积的扩大很有必要。据报道,椎间隙变窄 1 mm,椎间孔的面积将减少 20% ~ 30%^[17],而牵引能使椎间隙增大。Krause 等^[18] 的研究指出,牵引可以通过增加椎间孔的直径来减轻放射性疼痛,且由于临床上多采取仰卧位牵引,消除了头部的重力作用,更能有效确保颈椎牵引的功效^[17,19]。

牵引松动术改变了松动所产生的颈椎椎间运动,图 5 和图 10 显示 $C_2 \sim C_3$ 、 $C_3 \sim C_4$ 矢状面角度与基线相比并没有增加,而 $C_{4,5}$ 节段明显凸出, C_6 节段向前位移,分析是受纵向牵引力影响,图 8、9 显示牵引松动术都比单纯松动术明显增加后椎间隙以及后关节突间隙,这与中立位牵引作用相符合^[20]。因此,牵引松动术针对性比较明显,即松动可使特定的颈椎节段产生前凸和后前向水平位移,又可防止后椎间隙和后关节突间隙减小。尽管本实验的样本量较少,以及牵引力与临床上不完全相符,但观察到的结果与能够推论的牵引和松动机械效果是十分一致的,这给临床康复治疗提供了一定指导意义,但还需经临床进一步研究。此外,本实验对牵引和松动产生的椎间运动采用了静态收集,这是因为椎间运动的动态测量需要运用 X 线透视或 CT 扫描技术,实验者需要接受大剂量的辐射,且动态技术测量与静态的影像学测量相比准确性欠佳,所以,牵引和松动产生小幅度的椎间运动并不能通过动态测量准确地表现出来。

参 考 文 献

- [1] Cote P, Cassidy JD, Carroll LJ, et al. The annual incidence and course of neck pain in the general population: a population-based cohort study. *Pain*, 2004, 112: 267-273.
- [2] Nygren A, Berglund A, von Koch M. Neck-and-shoulder pain, an increasing problem. Strategies for using insurance material to follow trends. *Scand J Rehabil Med Suppl*, 1995, 32: 107-112.
- [3] Raney NH, Petersen EJ, Smith TA, et al. Development of a clinical prediction rule to identify patients with neck pain likely to benefit from cervical traction and exercise. *Eur Spine J*, 2009, 18: 382-391.
- [4] 陶泉, 陆延仁, 张宏等. 牵引下正骨手法矫正颈椎曲度反张的临床研究. *中华物理医学与康复杂志*, 2006, 28: 273-275.
- [5] Dvorak J, Panjabi MM, Chang DG, et al. Functional radiographic diagnosis of the lumbar spine. Flexion-extension and lateral bending. *Spine*, 1991, 16: 562-571.
- [6] Dvorak J, Panjabi MM, Novotny JE, et al. Clinical validation of functional flexion-extension roentgenograms. *Spine*, 1991, 16: 943-950.
- [7] Panjabi M, Chang D, Dvorak J. An analysis of errors in kinematic parameters associated with in vivo functional radiographs. *Spine*, 1992, 17: 200-205.
- [8] Harrison DE, Harrison DD, Troyanovich SJ. Reliability of spinal displacement analysis of plain X-rays: a review of commonly accepted facts and fallacies with implications for chiropractic education and technique. *J Manip Physiol Ther*, 1998, 21: 252-266.
- [9] 张靖慧 黄晓琳 黄剑, 等. 多功能颈椎康复治疗仪的研制及初步临床应用. *中国康复*, 2012, 27: 387-389.
- [10] Maher C, Adams R. Reliability of pain and stiffness assessments in clinical manual lumbar spine examination. *Phys Ther*, 1994, 74: 801-811.
- [11] Phillips DR, Twomey LT. A comparison of manual diagnosis with a diagnosis established by a uni-level lumbar spinal block procedure. *Man Ther*, 1996, 74: 82-87.
- [12] Watson MJ, Burnett M, Dickens W. Experiment in recording passive spinal movement. *Physiotherapy*, 1989, 75: 747-749.
- [13] Lee M, Kelly DW, Steven GP. A model of spine, ribcage and pelvic responses to a specific lumbar manipulative force in relaxed subjects. *J Biomech*, 1995, 28: 1403-1408.
- [14] Markolf KL. Deformation of the thoracolumbar intervertebral joints in response to external loads. *J Bone Joint Surg*, 1972, 54: 511-533.
- [15] Lin HS, Liu YK, Adams KH. Mechanical response of the lumbar intervertebral joint under physiological (complex) loading. *J Bone Joint Surg*, 1978, 60: 41-55.
- [16] Lee R, Evans G. An in vivo study of the intervertebral movements produced by posteroanterior mobilization. *Clin Biomech*, 1997, 6: 400-408.
- [17] Chung CT, Tsai SW, Chen CG, et al. Comparison of the intervertebral disc spaces between axial and anterior lean cervical traction. *Eur Spine J*, 2009, 18: 1669-1676.
- [18] Krause M, Refshauge KM, Dessen M, et al. Lumbar spine traction: evaluation of effects and recommended application for treatment. *Man Ther*, 2000, 5: 72-81.
- [19] Akinbo SR, Noronha CC, Oke DA, et al. Effect of cervical traction on cardiovascular and selected ECG variables of cervical spondylosis patients using various weights. *Niger Postgrad Med J*, 2006, 13: 81-88.
- [20] Vaughn HT, Having KM, Rogers JL. Radiographic analysis of intervertebral separation with a 0 degrees and 30 degrees rope angle using the Saunders cervical traction device. *Spine*, 2006, 31: 39-43.

(修回日期: 2012-09-17)

(本文编辑: 阮仕衡)