

多功能颈椎康复治疗仪的研制及初步临床应用

张靖慧^a, 黄晓琳^a, 黄剑^b, 霍卫光^b

【摘要】 目的:研制一种在仰卧位颈椎牵引下进行棘突后向前关节松动术的多功能颈椎康复治疗仪,并探索不同牵引力对关节松动的影响。方法:治疗仪设计采用机电一体化结构,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。5年内无颈椎病病史的健康志愿者30例,给予治疗仪仰卧中立位持续牵引下关节松动,牵引力分别为0、3、5和7kg时,治疗仪针对C₅棘突行后向前关节松动,作用力幅度为10~30N,频率为1Hz,记录实时作用力并测量机械手指在颈椎上的最大位移。结果:实时记录的最大和最小平均作用力分别为(27.52±0.58)N和(4.57±0.52)N,组内相关系数(ICC)均>0.99。不同牵引力时机械手指针对C₅棘突关节松动的平均最大位移差异无统计学意义。结论:本文研制的新型多功能颈椎康复治疗仪实现了在仰卧位颈椎牵引下进行安全稳定的中央后向前关节松动,为颈椎病治疗提供了新的工具。

【关键词】 颈椎病;关节松动;牵引

【中图分类号】 R49;R681.55 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2012.05.028

Manufacturing of multifunctional device for cervical rehabilitation and pilot clinical study ZHANG Jing-hui, HUANG Xiao-lin, HUANG Jian, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To develop a new device combining central posteroanterior spinal mobilization with cervical traction, and to estimate the effect of traction forces on spinal mobilization. Methods: The device was designed as mechanical and electrical integration structure, including traction and mobilization systems. Thirty asymptomatic volunteers lied on the device with the indenter focused on the 5th cervical spinous process. Central mobilizations (10–30 N, 1Hz) were applied with different traction forces (0, 3, 5, 7kg). Realtime mobilization forces and displacements were recorded during treatment. Results: Mean realtime peak and minimum forces (SEM) were (27.52±0.58) N and (4.57±0.52) N respectively. Intraclass correlation coefficients (ICC) of forces were more than 0.99. The mean maximum displacements of indenter had no significant difference in various traction forces. Conclusion: The new device can provide consistent and safe central posteroanterior spinal mobilization in combination with traction.

【Key words】 cervical spondylosis; mobilization; traction

颈椎病是一种常见多发病,近年来有年轻化趋势,已成为社会问题。关节松动手法是治疗颈椎病的有效方法之一^[1],且在适当牵引下行手法治疗可解除颈椎病的骨性压迫和刺激,使患者的症状得到明显改善或痊愈^[2-4]。本文旨在研制一种在仰卧位颈椎牵引下进行棘突后向前关节松动术的多功能颈椎康复治疗仪,并且对治疗仪在不同牵引状态下关节松动所产生的位

移进行比较。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2011年11月~2011年12月我院康复科医护人员作为志愿受试者30例,男13例,女17例;年龄24~35岁,平均(29.15±5.20)岁,5年内无颈椎病史,颈椎X片示颈椎曲度、椎间隙、椎间关节等未见明显异常,均签署知情同意书。

1.2 方法 ①自行研制多功能颈椎治疗仪(实用新型专利号:ZL2009 2 0084685.7):采用机电一体化结构,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。关节松动装置,包括横向和纵向2个丝杆螺母驱动系统。纵向驱动系统在微电脑控

基金项目:华中科技大学自主创新基金交叉学科项目(J2009003)

收稿日期:2012-07-03

作者单位:华中科技大学 a. 同济医学院附属同济医院康复医学科,武汉 430030; b. 控制科学与工程系,武汉 430074

作者简介:张靖慧(1983-),女,博士,主要从事神经康复及康复工程方面的研究。

通讯作者:黄晓琳,教授,主任医师,博士生导师。

制下使机械手指上下活动,实现关节松动治疗;纵向驱动系统安装在横向驱动系统上,可使机械手指沿颈椎纵轴移动至特定治疗节段。患者仰卧在治疗床上,使头颈部置于治疗仪水平面板,治疗师协助患者将 C₂ 棘突位于机械手指上方。选择颈椎治疗节段、关节松动作用力以及频率后,启动关节松动装置,机器自动实现设定状态的中央后向关节松动治疗。牵引装置,包括枕颌牵引带、砝码和角度调节滑块。操作前首先将机架两侧的角度调节滑块沿导向滑轴移动并固定,以调节机架水平面板及连于其上的关节松动装置的角度。患者佩戴枕颌带后,使用特定重量的砝码以实现持续牵引。微电脑控制系统,操作者在 PC 机上输入治疗参数,电动机控制器接受信号后,利用基于位置控制和力模糊控制的混合控制系统,控制横向和纵向两个驱动系统,实现可针对特定颈段的关节松动治疗。在进行关节松动时机械手指对颈椎的压力可通过压力传感器采集得到,还可经放大器、单片机和软件处理后,在 PC 机上实时显示。见图 1,2。②牵引下关节松动位移测量:受试者仰卧中立位,用治疗仪持续牵引及关节松动。牵引力分别为 0、3、5 和 7kg 时,治疗仪针对 C₅ 棘突行关节松动,作用力幅度为 10~30N,频率 1Hz,每组松动 10 次,各牵引作用下分别松动 2 次,共 8 次,治疗次序随机进行,组间间隔 1min。机械手指作用在颈椎上的位移通过安装于治疗仪上的角度传感器测量系统得到,角度传感器线性精度为 $\pm 0.1\%$,测量系统重复性组内相关系数(intraclass correlation coefficient, ICC)为 0.98(95% CI 0.87~0.99),每次测试前进行校正,使其精确度达到 99.9%。

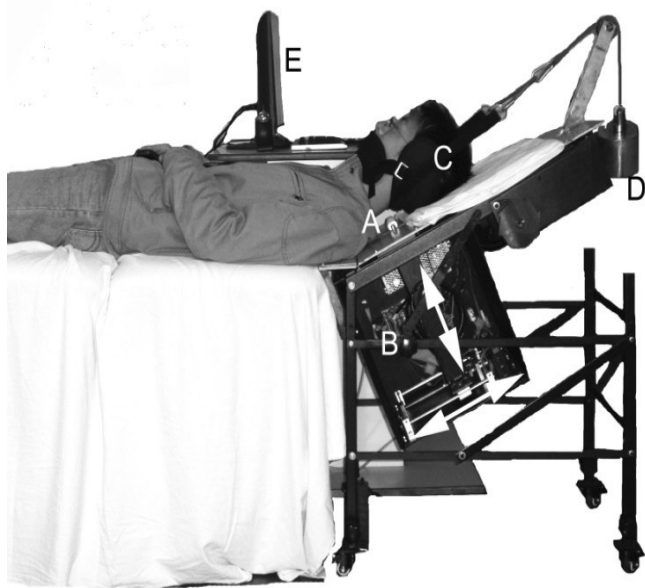


图1 多功能颈椎康复治疗仪整体结构正视图 A. 机械手指, B. 牵引角度调节滑块, C. 枕颌带, D. 砝码, E. 关节松动微机控制系统。箭头分别显示关节松动装置纵向与横向驱动系统。

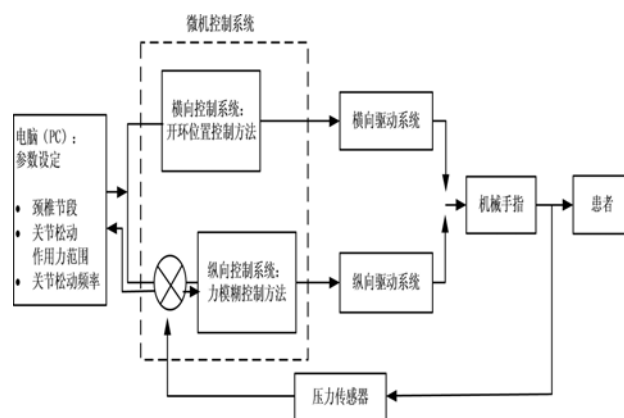


图2 关节松动控制原理图

1.3 评定标准 ①计算治疗仪关节松动的最大、最小平均作用力和最大平均位移^[5]及标准误(SEM);比较不同牵引力时的最大位移。②对关节松动作用力进行重复测量信度的 ICC(2,1)分析。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 11.0 统计学软件进行分析,对关节松动作用力进行重复测量信度的 ICC(2,1)分析;通过单项方差分析比较不同牵引力时的最大位移。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

设定关节松动的作用力范围为 10~30N 时,实时记录的最大、最小平均作用力和 ICC(95%CI)分别为 $(27.52 \pm 0.58)\text{N}$ 、 $(4.57 \pm 0.52)\text{N}$ 和 $0.999(0.997 \sim 1)$ 、 $0.997(0.990 \sim 1)$ 。牵引重量分别为 0、3、5 和 7kg 时,机械手指针对 C₅ 棘突关节松动的平均最大位移为 $(21.30 \pm 1.36)\text{mm}$ 、 $(19.26 \pm 1.39)\text{mm}$ 、 $(19.74 \pm 1.32)\text{mm}$ 和 $(17.49 \pm 1.52)\text{mm}$,差异无统计学意义。

3 讨论

生物力学异常改变是颈椎病发病的基础^[6],早期颈椎病仅以单纯性颈椎曲度异常为主要表现,可不伴有骨质增生、椎间隙变窄、钙化、椎间孔变形等改变^[7],基于颈椎病的发病机制,早期维持、恢复正常生理曲度和动力学平衡是治疗颈椎病的关键。关节松动与牵引是被广泛应用于颈椎病治疗且能有效改善颈椎生物力学平衡的康复治疗方法。关节松动技术适用于除脊髓型以外的任何类型颈椎病,治疗青少年型颈椎病可有效改善颈椎生理曲度,恢复颈椎动力及静力平衡^[8];治疗老年性颈椎病可缓解症状,维持现有活动范围,延缓病情发展,起到一定保健效果。中医正骨手法提出在颈椎牵引状态下,脊柱周围肌肉、韧带得以牵伸,颈椎间隙和椎间孔相对增大,可牵开被嵌顿的小关节滑膜,减少椎间盘内压,同时给予正骨手法可调整错位关节

和椎体的滑脱及曲度异常,能有效缓解颈椎病症状,改善颈椎曲度^[3-4]。Mulligan^[2]和 Maitland^[9]均提出当单纯关节松动引起患者不适感时,可在适当牵引状态下施予关节松动,能有效缓解颈痛症状。中西手法经验均提示在牵引状态下行关节松动是治疗预防颈椎病的有效手段,因此本文研制一种联合牵引与关节松动的新型颈椎治疗仪。

治疗仪牵引为重物悬挂、枕颌带式持续牵引,角度和重量均可准确调节。关节松动装置通过微机控制实现机械手指精确平移至特定颈椎节段,并根据施加于颈椎上的实时作用力反馈智能控制机械手指上下活动实现中央后向前关节松动治疗。由于纵向驱动采用丝杆螺母机构,实时作用力与设定值的误差和设定的作用力范围、频率相关,本文结果及预实验的多种组合测试结果均显示机械手指实时作用力与设定值误差小于5N。在颈椎关节松动作用力研究中发现^[10],不同治疗师针对同一个受试者行同一级别关节松动时,作用力差异可达15N,因此机械手指实时作用力与设置值的误差在可接受范围。本研究对一种新型多功能颈椎康复治疗仪进行初步探讨,稳定性检测中发现机械手指实时作用力的 ICC 均大于0.99,提示治疗仪关节松动在设定的条件下作用力差异很小,具有很高的稳定性,为颈椎病标准化治疗提供可能。

Maitland^[9]将关节松动操作手法分为4个等级,其中2级是治疗师在患者关节活动允许的活动范围能,大范围、节律性来回松动关节,但不接触关节活动起始和终末端,可用于缓解颈椎疼痛或保持颈椎活动范围,为治疗保健的常用剂量。另外由于本研究对象为无颈椎病症状人群,为不引起因松动作用力过大而产生的不适感,因此初步临床试验则采用2级关节松动。根据文献和资深治疗师体验,设定作用力范围为10~30N,治疗频率为1Hz^[10]。

仰卧位牵引治疗剂量为3~15kg^[11],初始治疗时较低剂量的牵引可缓解疼痛引起的颈肌保护性痉挛^[12],且 Mulligan 在手法牵引下结合关节松动^[2],其牵引力同样较低。因此本文研究低剂量牵引对关节松动的影响,采用0、3、5和7kg。结果表明较低剂量的中立位牵引虽然可使脊柱周围肌肉、韧带得以牵伸^[11],但体外测量机械手指对C₅行后前向关节松动

所产生的位移未见明显变化,提示需进一步通过影像学等手段探索牵引下关节松动的生物力学特性,为优化颈椎病治疗方案提供新的理论依据。

【参考文献】

- [1] Hurwitz EL, Carragee EJ, Velde G, et al. Treatment of neck pain; noninvasive interventions; results of the Bone and Joint Decade 2000-2010 Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders[J]. Spine, 2008, 33(4 Suppl): 123-152.
- [2] Mulligan BR. Manual therapy: "NAGS", "SNAGS", "MWMS", etc[M]. Taiwan: Ho-Chi Plane View Services Ltd, 2006, 17-18.
- [3] 陆延仁, 张宏, 徐睿, 等. 牵引下正骨手法矫正颈椎曲度反张的临床研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 28(4): 273-275.
- [4] 沈彤, 龙层花. 牵引下正骨推拿法治疗神经根型颈椎病[J]. 按摩与导引, 2002, 18(1): 28-37.
- [5] Snodgrass SJ, Rivett DA, Robertson VJ. Manual forces applied during posterior-to-anterior spinal mobilization: A review of the evidence[J]. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 2006, 29(4): 316-329.
- [6] Galbusera F, Bellini CM, Raimondi MT, et al. Cervical spine biomechanics following implantation of a disc prosthesis[J]. Med Eng Phys, 2008, 30(9): 1127-1133.
- [7] 常蜀英, 常有进, 王积昌, 等. 不同年龄症状性颈椎曲度异常患者临床表现与X线特征的相关分析[J]. 中国实用内科杂志, 2002, 22(7): 418-419.
- [8] 曾海辉, 燕铁斌. 关节松动手法治疗颈椎病临床疗效对照研究[J]. 中国康复医学杂志, 1997, 12(5): 216-218.
- [9] Maitland G. Vertebral manipulation[M]. 4th ed. Michigan: Butterworths, 1977, 82-118.
- [10] Snodgrass SJ, Rivett DA, Robertson VJ, et al. Forces applied to the cervical spine during posteroanterior mobilization[J]. J Manipulative Physiol Ther, 2009, 32(1): 72-83.
- [11] Liu J, Ebraheim NA, Sanford CG, et al. Quantitative changes in the cervical neural foramen resulting from axial traction; in vivo imaging study[J]. Spine J, 2008, 18(4): 619-623.
- [12] Kaltenborn FM, Su JQ, Zhang ML, et al. The spine: basic evaluation and mobilization techniques[M]. Taiwan: Ho-Chi Book Publishing Co, 2000, 15-29.