

# 脊柱云纹照相技术的临床应用

郭伟<sup>1</sup>, 赵平<sup>1</sup>, 周卫<sup>2</sup>

(1.空军总医院中西医结合正骨科,北京 100036;2.中国中医科学院望京医院脊柱一科)

**【摘要】** 本文从基于云纹图的人体三维图像分析、脊柱健康普查、脊柱矫形手术的设计及保守治疗腰腿痛的疗效评价等方面,就云纹脊柱照相技术的临床应用进行综述,未来有望通过这项技术衡量脊柱的功能,实现中医脊柱“望诊”的客观化。

**【关键词】** 脊柱; 等高云纹法; 腰腿痛; 综述文献

**Clinical application of spinal moiré photography** GUO Wei\*, ZHAO Ping, ZHOU Wei. \*TCM Manipulative Orthopaedics Department, General Hospital of Airforce, Beijing 100036, China

**ABSTRACT** To review the clinical application of moiré photograph in 3-D image analysis, spinal health screening, spinal orthomorphia design, curative effect evaluation of conservative treatment in backleg pain. The technique would objectify inspection of traditional Chinese medicine and to measure spinal function in the future.

**Key words** Spine; Moiré topography; Lumbago-leg pain; Review literature

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2008, 21(3):237-239 www.zggszz.com

云纹照相技术通过两光栅的重叠相互干涉可以产生代表物体表面形状的等高线波纹,投影在体表的光栅随体表形状不同而变形<sup>[1]</sup>。这项技术可以用于脊柱变形引发的背部表面不对称性的测量,进而定量分析脊柱的侧凸和旋转角度。目前,云纹脊柱照相技术已经有了比较深入的发展,尤其体现在脊柱矫形手术疗效评价、中西医结合手法治疗腰椎间盘突出症疗效评价和健康普查等方面。本文仅就云纹脊柱照相技术的临床应用和目前国内外的研究情况做一综述。

## 1 研究现状和临床应用

**1.1 躯干背部正常云纹图及测量形式** 脊柱正常波纹像为双侧臀部对称,双肩对称等高,双腰凹对称。从 C<sub>7</sub> 棘突至臀沟上缘画一直线作为基准线,左右波纹对称,如有 1 个以上的波纹间距差即为阳性,表示双侧有 5 mm 以上的高度差,畸形越严重则高度差越大<sup>[2]</sup>。

Huysmans 等<sup>[3]</sup>通过背部表面等高线的方法重建背部表面 3D 图形,并重建脊柱 3D 走向,通过此技术可以应用于各种姿势的背部等高线测量,实现生物数据的直接测量和重建,定位解剖标志的矢量坐标。

钱齐荣等<sup>[4]</sup>利用基于云纹图的计算机三维图像分析系统,对青年男性新鲜髌髌关节标本进行分析,证实计算机辅助图像分析的方法具有操作简单,测量迅速、全面、准确,结果显示形象、直观的特点,可随时获得测量范围内任意点的相对高度,在一定程度上优于传统的解剖测量方法。

**1.2 脊柱健康普查** 由于云纹图技术简便易行,是非侵入的方法,能减少 X 线的照射量,得到了广泛的应用。美国进行脊

柱侧弯普查已经近 50 年,22 个州立法在学校中进行普查,但缺乏统一的标准<sup>[5]</sup>,各种检查方法也各有许多缺陷,国内外很多学者用云纹图照相法普查脊柱侧弯并与传统方法对比。

Bone 等<sup>[6]</sup>在对 1980 年到 1993 年反复接受 X 线照射随访检查的脊柱侧弯患者的研究中认为,大剂量照射导致提高白血病、乳癌、遗传缺陷的患病概率分别为 0.8%,2.1%,3.0%。Leroux 等<sup>[7]</sup>在对 127 例脊柱侧弯患者测量研究中认为,云纹图法对患者是非侵入的方法,可长期反复应用,减少 X 线剂量的过多摄入。

金贤为等<sup>[8]</sup>将 407 例男性飞行员进行云纹图照相,按机种、年龄、飞行时间分组。统计表明:①不同机种之间,飞行员云纹图阳性率无显著差异,但结合问卷调查,高空飞行环境、机械震动、载荷大小、加速度冲击等因素与脊背形态的形成有关,因而与飞行人员脊背云纹图阳性率有关。②不同年龄飞行人员脊背云纹图阳性率差异显著,31~40 岁年龄段阳性率最高。③飞行时间越长,云纹图阳性率越高,因此认为由于脊背形态不对称,势必影响到人体对冲击加速度过载的耐限水平,对飞行员很不利,所以建议将云纹图照相作为常规体检项目。另外,背部等高线图能够发现脊柱侧弯,因此该法可用于选拔飞行员。

**1.3 脊柱矫形手术的设计及术后疗效评价和随访** Masso 等<sup>[9]</sup>对 31 例 IS 患者分别在脊柱后路融合术前和术后 13 个月,用 X 线照相法和体表地形光电子测量法评估后,认为此法对于脊柱侧弯患者是很有优势的非侵入评估方式。英国的 Oxborrow<sup>[10]</sup>使用 Quantec 系统将 T<sub>1</sub>、T<sub>12</sub> 标记后,患者站位或坐位,通过计算机对患者背部云纹的扫描,重建背部表面曲线平面和重建脊柱三维坐标,可以提供任何平面的图像,包括任

何水平的横切面和矢状面图像,只需 0.02 s 照一张,而 X 线照相更易受站位姿势和运动的影响,和其他普通方法比 Quantec 系统减少了姿势摆位引起的可变性,而且在体位变动时能进行连续快速的摄像。传统的 X 线摄像测得的 Cobb 角始终是二维的,不能量化脊柱变形,因为一个很大扭转可能只引起很小的横向侧弯,所以 Cobb 角就很小,手术往往可以纠正 Cobb 角,而对肋骨胸廓变形纠正很小,造成术后矫形效果不佳,而体表地形图可以产生真实的背部表面外形和重建三维脊柱。

**1.4 保守治疗腰腿痛的诊断和疗效评价** Korovessis 等<sup>[11]</sup>应用云纹图法与 X 线测量法在 3 441 名 9~15 岁学生的调查中,寻找腰背痛与脊柱侧弯、驼背、书包重量、脊柱曲线、体育运动间的相关性。研究认为青少年腰背痛和脊柱侧弯、驼背以及学生的年龄、体重、身高无显著相关性,而与书包重量、性别和运动有显著相关性。

腰椎间盘突出症中医称之为“腰腿痛”,或“腰痛连膝”等,现代中西医结合的研究对腰椎间盘突出症有了新的认识,提出腰椎间盘突出症患者的脊柱力学失衡是脊柱变形失稳的重要原因,腰椎间盘突出症的病程发展和躯干的形态变化有着重要联系。冯伟等<sup>[12]</sup>利用投影式云纹诊断仪对腰椎退变性脊柱炎患者进行中西医结合手法治疗前后疗效的辅助判断,评价脊柱侧凸和旋转度,认为治疗前患者腰部云纹图均为不对称图形,治疗后腰部云纹图恢复成对称或大致对称图形,腰椎间盘突出症患者腰椎旋转侧弯消失或基本消失,椎旁肌对称。椎旁肌应力点损伤患者腰椎旁肌团块状痉挛变软变小,下腰曲线恢复或基本恢复。

## 2 目前存在的主要问题

**2.1 脊柱形态与功能量化评价系统尚未建立** 腰椎间盘突出症造成的腰腿痛是常见病和多发病,往往伴发脊柱侧弯,甚至造成脊柱严重变形。冯天有<sup>[13]</sup>创立的“脊柱内外平衡学说”进一步说明腰椎间盘突出症患者的脊柱力学失衡是脊柱变形失稳的重要原因。在大量临床研究发现,腰椎间盘突出症的病程发展和躯干的形态变化有着重要联系,但是对于人体背部形态学变形的望诊只停留在粗略的肉眼对背部观察。手法治疗对于体型和脊柱侧弯改善的效果没有很好的评价方法, X 线只能对脊柱侧弯角进行二维测量,对于旋转角及肋骨变形的评价很不准确。云纹照相技术通过两光栅的重叠相互干涉可以产生代表物体表面形状的等高线波纹,这些波纹投影在体表,随体表形状不同而变形,从而构建出人体背部地形图,它可以用于脊柱变形引发的背部表面不对称性的测量,进而定量分析脊柱的侧凸和旋转角度,实现了人体背部形态及脊柱非侵入性的数字化和直观再现,可以测量背部不对称、脊柱变形,减少了随访造成的多次 X 线摄片对人体的辐射损伤,还能提供现有 MRI、CT、X 线不能提供的运动状态下人体背部 3D 图形和数据,从而进行脊柱疾病辅助诊断和功能评价,探索腰椎间盘突出症患者人体背部形态变化规律,并为制定治疗计划和治疗效果评估提供客观化,有望成为脊柱保守治疗疗效观察的重要指标之一。但目前国内外尚无专门应用于该领域的硬件和软件系统。

建议通过人体背部表面地形图三维重建系统,可以建立

脊柱功能评价系统,量化脊柱及相关力学系统的三维变形程度,评价脊柱功能,为制定治疗计划和评估治疗效果提供客观化依据,解决脊柱侧弯患者脊柱功能的客观评价等问题。

**2.2 脊柱侧弯普查制度尚未建立** 学者们强调对青少年进行普查,通过对脊柱侧凸的早期发现、及时防治,减少畸形对青少年身心健康造成严重损害。Stickler<sup>[14]</sup>主张把脊柱侧凸作为年度体检内容。美国进行脊柱侧弯普查已经近 50 年,22 个州立法在学校中进行普查,而在中国青少年脊柱侧弯普查只在北京、上海等很少的几个大城市进行,应大力推广全国性青少年脊柱侧弯普查和随访体系,并立法保证普查的执行,提高国民身体素质。

**2.3 在体脊柱生物力学** 目前对于在体脊柱变化的三维重建及量化测量,国内外的报道很少,多数只停留在尸体部分脊柱阶段的力学研究,把脊柱作为刚体或孤立的系统来测量,而忽略软组织对它的影响。但脊柱力学系统是由脊柱及外周软组织共同构成的内外平衡体系,一旦离体研究,就很难客观地评价和再现脊柱在活体的运动功能,而利用非侵入性的人体背部表面地形图和脊柱三维重建进行在体脊柱功能测定是一个突破口。

**2.4 脊柱动态变化的三维重建及量化测量** 脊柱动态变化的三维重建及量化测量的研究,国内外尚无相关报道,应建立动态实时测量系统,评价脊柱运动功能状态。

**2.5 有关腰腿痛的研究** 云纹图有关腰腿痛的研究国内外的报道很少,它可以给予患者脊柱结构和功能很客观的评价,对于临床诊断、疗效评价都有极大价值,应尽快建立标准,推广到临床应用。

**2.6 飞行员选拔和体检标准的修改** 由于脊背形态不对称,势必影响到人体对冲击加速度过载的耐限水平,对飞行员很不利,尤其是高性能战斗机和载人航天技术的发展,使量化评价飞行员脊柱形态和功能越来越重要,旧的体检标准和研究方法急需改变,为了完善我国飞行员选拔和体检标准,建议将云纹图照相作为选拔飞行员和常规体检项目。

**2.7 对人体生长发育规律研究的问题** 对不同年龄群体或个体进行人体测量,对所测量的数据进行分析 and 统计,并绘出生长曲线和生长速率曲线,可以有助于找到人体脊柱生长发育的规律,对人体脊柱生长模型的建立对脊柱相关疾病的预防和流行病学调查很重要,而目前国内外尚无相关报道。

## 3 人体表面地形图测量技术未来的发展趋势

虽然各种测量方法经过多年的发展取得了一些进步,但是只有近年来出现了低成本的计算机、光电器件和三维重建软件,这些技术才取得了较大的突破,但与其他很多领域相比还远远不够。笔者认为人体表面地形图测量技术下一步的发展趋势主要体现在以下几个方面。

**3.1 脊柱功能动态评价** 无论对于中医还是西医,腰腿痛患者的脊柱功能的客观评价是一个尚未解决的世界性难题,其病程发展和脊柱的形态和功能变化有着重要联系。传统的望诊主要依赖患者的主观感觉和医生的经验,现在利用投影轮廓测量与图像(云纹图)的诊断系统,在运动状态下间隔 0.02 s 连续拍摄人体背部 3D 图形,形成腰椎曲线连续动态的轨迹图,并给予计算机分析和虚拟重建,进一步测量腰椎运动状态

下功能变化(如左右侧屈位),客观量化躯干体表形态和脊柱动态运动功能。

**3.2 望诊客观化** “四诊客观化”是近年来中西医结合研究的热点,以往望诊只停留在粗略的肉眼对背部观察,受到光线、观察角度、医生的经验和仔细程度的影响,就像传统中医的脉诊和舌诊等诊断方法一样,由于不能客观化地表达为具体指标,其推广和应用受到了很大限制,这既容易引起争议,也很难进行科学性观察和研究,对于人体背部形态学变形的望诊只停留在粗略的肉眼对背部观察,另一方面纯西医的影像学指标并不能准确地表达病情的严重程度,X线只能对脊柱侧弯角进行二维测量,对于旋转角及肋骨变形的评价很不准确,对于CT、MR检出的无症状腰椎间盘突出者的报道也很多,这造成了很大的争议,也是中西医对于腰突症诊断和治疗观念冲突的焦点。而在疗效评价方面,损伤与退变性脊柱疾病手法治疗疗效和脊柱运动功能的评价也缺少客观化标准,尤其是手法治疗对于体型和脊柱侧弯改善的效果没有很好的评价方法,而云纹图法辅助测量能测出背部每一点的值,对背部变形程度可以兼顾直观和量化。开发人体背部表面地形图的动态测量功能,实现在体脊柱功能动态测量,为脊柱功能的客观评价提供量化依据,实现了人体背部形态及脊柱非侵入性的数字化和直观再现,从而把“手摸心会”做到量化和客观化。

**3.3 中西医结合手法治疗腰椎间盘突出症的疗效评价** 冯伟等<sup>[12]</sup>利用投影式云纹诊断仪对患者进行辅助诊断和手法疗效评价,认为云纹图能有效评价手法治疗前后患者体形变化,并进行了一系列的探索。在大量临床研究中发现,损伤与退变性脊柱疾病的病程发展和躯干的形态变化有着重要联系,但手法治疗对患者体形的改变和脊柱运动功能的评价缺少客观化标准。而投影轮廓测量与图像(云纹图)诊断系统,通过测量手法治疗前后人体背部表面地形图的高差、旋转角、Cobb角,可以量化脊柱及相关力学系统的三维变形程度,评价脊柱运动功能,并给予计算机分析和虚拟重建,为评估治疗效果提供客观化依据,从而确立损伤与退变性脊柱疾病的手法治疗的疗效评价系统。

**3.4 结合脊柱CT三维重建及MRI成像技术** 合成更可靠、更直观的人体三维“透视”形态,以提高系统的性能,拓展应用深度和广度,使该项技术能应用于虚拟手术、虚拟人体教学等各方面。

**3.5 结合生物力学技术** 为实现在体脊柱生物力学测量,提供直观的数字化的方法。实现人体数据库的建立:目前在美国有“SIZE USA”,在英国有“SIZE UK”的大规模人体测量活动。其目的一方面是为了获得最新的人体数据,建立本国国民人体体型数据库;另一方面也是因为我国的人体医学测量标准陈旧滞后,不能适应现代医学变化的需要,通过人体表面地形

图测量活动可以获得人体特征数据,有助于修订我国的人体医学测量标准等一系列的相关标准。

综上所述,随着云纹照相技术数字化的发展,对人体背部和脊柱形貌特征的量化在脊柱相关疾病的临床医学和基础研究方面都得到了广泛的应用。但是有关脊柱运动功能和腰腿痛方面的研究尚在起步中,而通过望诊客观化,将中西医结合起来,运用科学的方法来评价中医临床疗效,从而把“手摸心会”做到量化和客观化,发扬中医临床优势,弥补中医基础医学的不足,真正做到发展中医、沟通中西医,达到中西医优势互补,还有很长的路要走,这将是未来国内外研究的发展方向。

#### 参考文献

- 1 张宪忠,张楠,王强. 影像云纹法在医学中的应用. 黑龙江大学自然科学学报,2001,18(1):61-63.
- 2 刘雅丽,黄晓琳. 儿童青少年脊柱侧弯的筛选方法. 中国康复,2002,17(1):46-47.
- 3 Huysmans T, Haex B, Van Audekercke R, et al. Three-dimensional mathematical reconstruction of the spinal shape, based on active contours. J Biomech, 2004, 37(11): 1793-1798.
- 4 钱齐荣,贾连顺,高建新. 骶髂关节面形态的测量及其生物力学意义. 临床骨科杂志,2002,5(1):1-5.
- 5 Bunnell WP. Selective screening for scoliosis. Clin Orthop Relat Res, 2005, 434: 40-45.
- 6 Bone CM, Hsieh GH. The risk of carcinogenesis from radiographs to pediatric orthopaedic patients. J Pediatr Orthop, 2000, 20(2): 251-254.
- 7 Leroux MA, Zabjek K, Simard G, et al. A noninvasive anthropometric technique for measuring kyphosis and lordosis: an application for idiopathic scoliosis. Spine, 2000, 25(13): 1689-1694.
- 8 金贤为,张荣健,马嵘嵘,等. 407例飞行员脊背云纹图分析. 中华临床医药,2003,4(2):67-68.
- 9 Masso PD, Gorton GE 3rd. Quantifying changes in standing body segment alignment following spinal instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis using an optoelectronic measurement system. Spine, 2000, 25(4): 457-462.
- 10 Oxborrow NJ. Assessing the child with scoliosis: the role of surface topography. Arch Dis Child, 2000, 83(5): 453-455.
- 11 Korovessis P, Koureas G, Papazisis Z. Correlation between backpack weight and way of carrying, sagittal and frontal spinal curvatures, athletic activity, and dorsal and low back pain in schoolchildren and adolescents. J Spinal Disord Tech, 2004, 17(1): 33-40.
- 12 冯伟,冯天有,邓晶晶. 严重腰椎退变性脊柱炎腰旁肌应力点损伤症的临床研究. 空军总医院学报,2001,17(3):40-44.
- 13 冯天有. 中西医结合治疗软组织损伤的临床研究. 北京: 科学技术出版社,2002. 101.
- 14 Stickler GB. Are yearly physical examinations in adolescents necessary? J Am Board Fam Pract, 2000, 13(3): 172-177.

(收稿日期:2007-07-26 本文编辑:王玉蔓)