

右手持拍男性乒乓球运动员脊柱形态特征的研究

陈思蕙, 王泽平, 李拖晓, 陈必成, 顾慧亚*, 裘琴儿

(宁波大学 体育学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 旨在研究比较右手持拍男性乒乓球运动员与普通男性大学生的脊柱形态差异. 利用 DIERS 光学三维脊柱分析仪各测量了 40 名男性大学生的脊柱参数. 研究发现右手持拍男性乒乓球运动员的骨盆倾斜距离、脊柱冠状面偏移距离、躯干倾角、脊柱偏移距离、脊柱矢状面偏移距离以及脊柱矢状面偏移角度与普通男性大学生相关指标表现出显著性差异($P<0.05$); 右手持拍男性乒乓球运动员胸曲后凸角和腰曲前凸角均值低于普通男性大学生, 但无显著性差异($P>0.05$). 结果表明, 乒乓球运动员的脊柱形态产生一定程度的变化可能与其长时间进行单侧的大强度训练有关.

关键词: 右手持拍; 男性乒乓球运动员; 姿势; 脊柱

中图分类号: G804.21

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2020) 01-0116-05

脊柱是人体的中轴骨骼, 具有负重、减震、保护和运动等功能. 但是不良生活习惯、工作姿势、运动方式都可能造成脊柱变形, 某些特殊技术要求的运动, 使得脊柱两边的肌肉受力不均, 负荷过大, 也会出现这种现状. 其中乒乓球是典型的技术型运动项目, 乒乓球运动员的职业生涯一般开始于 6~7 岁^[1], 每天训练 6~7 h, 在冬夏集训时间更久强度更大. 乒乓球运动员进行长期的反复、大强度、单侧发力的训练^[2], 极易导致脊柱形态侧弯. 脊柱结构改变不仅影响运动员的日常生活, 而且限制着运动员的技术水准的发挥, 甚至会因此过早结束运动生涯. 目前国内关于脊柱的研究大多集中在临床医学的治疗领域, 对乒乓球运动员脊柱形态的防治研究并不多, 极少数的资料也只是关于青少年运动员的身体姿态的调查研究.

1 研究对象和研究方法

1.1 研究对象

研究对象为宁波大学乒乓球队右手持拍的男性乒乓球运动员, 共有 40 人, 他们都是国家一级、二级运动员, 最短的专业训练时间是 9 a, 最长有

15 a. 对照组是随机抽取年龄相仿的 40 名宁波大学普通男性大学生, 习惯手皆为右手, 没有任何专业体育训练经历, 身体健康, 无运动受伤现象. 研究对象基本情况见表 1.

表 1 研究对象基本情况表

分类	人数/个	体重/kg	身高/cm
①	40	70.32±8.65	172.77±6.79
②	40	72.35±14.47	172.72±9.89
分类	年龄/岁	BMI/(kg·m ⁻²)	运动年限/a
①	19.73±1.50	21.67±1.87	11.65±2.17
②	20.55±2.00	22.03±2.69	0

注: ①为右手持拍男性乒乓球运动员, ②为普通男性大学生, 下表同.

1.2 研究方法

1.2.1 测量仪器

测试采用德国 DIERS 光学三维脊柱分析仪. 整套仪器由光栅投影仪、光栅摄像、脊柱形态测试分析软件、集成台架、数据连接线组成.

1.2.2 测量原理

德国 DIERS 光学三维脊柱分析仪基于数字相移条纹投影技术, 以莫尔条纹原理为基础, 采用正弦光栅投影和相移技术, 通过对脊柱后部的外部

收稿日期: 2019-04-18.

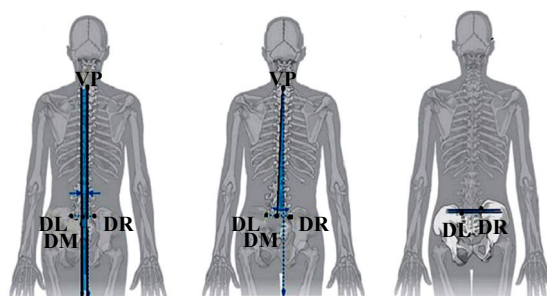
宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 宁波市横向课题(HS2019000006).

第一作者: 陈思蕙(1995-), 女, 江西上饶人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 健康体适能. E-mail: chensihye@163.com

*通信作者: 顾慧亚(1979-), 女, 浙江宁海人, 讲师, 主要研究方向: 体育教育学. E-mail: guhuiya@nbu.edu.cn

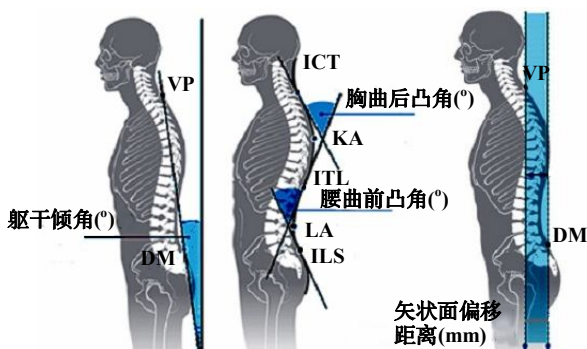
轮廓进行配准, 用 CCD 摄像机将变形条纹拍摄下来, 利用计算机相位场提取信息, 经系统标定, 坐标变换得到物体表面的三维数据, 从而实现对脊柱无创、准确的评估. 利用重建的高分辨率表面和解剖学及病理学知识模型可自动探测解剖学标志、椎骨位置. 重建的三维脊柱模型可以显示出被检测脊柱和骨盆的完整形状和位置, 为临床诊断提供重要的测量数据. 形态测量如图 1 和图 2 所示.



冠状面偏移距离(mm) 躯干偏移距离(mm) 骨盆倾斜距离(mm)

注: VP: 隆椎; DL: 左髂后上脊; DR: 右髂后上脊; DM: 左右腰窝连线中点; 下同同.

图 1 冠状面脊柱形态测试图



注: LA: 腰椎最凸点; KA: 胸椎向后最凸点; ICT: 颈椎胸椎拐点; ITL: 胸椎腰椎拐点; ILS: 腰椎骶骨拐点.

图 2 矢状面脊柱形态测试图

1.2.3 测量数据可靠性支持

Frerich 等^[3]对 14 例典型青少年特发性脊柱侧凸(AIS)患者进行 30 次重复测量, 发现光学测量仪的 Cobb 角与 X 线测量值之间的相关性很强(95%置信区间), 研究认为 DIERS 系统能够可靠地用于 AIS 患者的监测. Lason 等^[4]测定的重复性和变异系数在健康人无症状人群重复评估中的应用价值被认为该技术应用正确, 结果重复测量间的相关性令人满意($r=0.49\sim0.55$), 重复性好, 可适用于临床试验. Hendrik 等^[5]通过对实验记录的一系列图像数据取平均值, 发现脊柱参数的稳定性和重现性

较高. Yawn 等^[6]认为 DIERS 光学三维脊柱仪可以用于长期观察和监测脊柱, 以评估脊柱曲线的进展. 最近的文献表明, 随着更强大的计算系统和更复杂公式的使用, 使表面形貌与内部三维脊柱形状相关联的数学模型的准确性已经得到了改善^[7-8].

1.2.4 测量步骤

实验前, 向研究对象告知实验内容, 并签署实验知情同意书. 询问研究对象基本信息. 研究对象在实验进行时必须脱衣, 仅穿内裤, 长发的研究对象可以用适当方式将头发扎起来. 暴露从 C7(颈 7 棘突)到 S3(臀裂)的整个背部, 内裤下拉至臀部以下. 同时, 摘除戒指、手表、眼镜以及项链, 防止其反射光栅, 保证没有人为曲度改变. 调节的唯一标准是摄像头图像, 当研究对象图像相对位于显示器中间, 绿色水平线位于背中部时, 高度基本设定. 开始测试后, 研究对象要以最自然的姿势站立于仪器前约 2 m 处, 并保持直立姿势 30~60 s, 减少重心摇摆的影响.

1.2.5 统计方法

所有数据利用 Microsoft Office Excel 2007 和 SPSS 19.0 统计分析软件进行分析. 参数用均值 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm S$)表示, 组间对比采用独立样本 t 检验, 对右手持拍男性乒乓球运动员的脊柱参数进行检验, 并设定 $P<0.05$ 具有显著性差异.

2 研究结果

2.1 冠状面脊柱形态参数分析

由表 2 可见, 右手持拍男性乒乓球运动员的骨盆倾斜距离、脊柱冠状面偏移距离、躯干偏移距离以及脊柱偏移距离都比普通男性大学生大, 且躯干偏移距离大于 7.5 mm; 此外, 还需考虑脊柱侧凸情况, 两组的骨盆倾斜距离、脊柱冠状面偏移距离和脊柱偏移距离有显著性差异. 右手持拍男性乒乓球运动员的 VP-DM(隆椎-左右腰窝连线中点)和 VP-SP(隆椎-骶骨点)都比普通男性大学生略长, 但不存在显著性差异; 而右手持拍男性乒乓球运动员的两腰窝距离略低于普通男性大学生, 但无显著性差异.

2.2 矢状面脊柱形态参数分析

VP、CA、DM 以及 LA 数值都是各个点到胸椎向后最凸点切线的垂直距离. 从表 3 可见, 右手

表2 冠状面脊柱形态参数表

指标	①/mm	②/mm	<i>t</i>	<i>P</i>
骨盆倾斜距离	6.18±5.35	3.05±3.03	3.22	0.00
脊柱冠状面偏移距离	11.78±6.86	6.88±5.04	2.41	0.02
脊柱偏移距离	7.31±4.06	4.00±1.87	5.15	0.00
躯干偏移距离	10.38±3.84	6.19±3.00	1.12	0.27
两腰窝距离	93.77±19.72	98.42±15.52	1.17	0.25
VP-DM	495.08±49.80	473.83±48.30	1.94	0.56
VP-SP	485.05±54.35	472.20±63.05	0.98	0.33

注: 躯干长度定义为 VP 到 DM 或 SP(骶骨点)的距离。

持拍男性乒乓球运动员的基本姿势参数 CA、DM、LA 和普通男性大学生不存在显著差异, 右手持拍男性乒乓球运动员的 VP 高于普通男性大学生, 有显著差异。

表3 矢状面基本姿势参数表

指标	①/mm	②/mm	<i>t</i>	<i>P</i>
CA	50.18±18.72	46.85±17.15	0.83	0.41
DM	24.70±14.19	23.00±11.18	0.60	0.55
LA	33.52±11.76	35.25±9.34	-0.73	0.47
VP	36.77±18.58	28.10±16.83	2.17	0.03

注: CA 为颈椎最凸点。

从表4可见, 右手持拍男性乒乓球运动员的颈椎胸椎拐点值、颈椎前凸顶点与胸椎后凸顶点的水平距离、胸椎后凸顶点与腰椎前凸顶点的水平距离、腰椎骶骨拐点、胸椎后凸最高点及腰椎前凸最高点都比普通男性大学生略高; 但是脊柱矢状面偏移距离明显高于普通男性大学生, 并且存在显著差异性。右手持拍男性乒乓球运动员只有胸椎腰椎拐点比普通男性大学生略低, 不存在差异性。

由表5可见, 右手持拍男性乒乓球运动员的骨盆水平旋转角度略高于普通男性大学生, 但无显著性差异。而躯干倾角和脊柱矢状面偏移角度明显高于普通男性大学生, 且具有显著差异性。胸曲后凸角正常范围是 45°~55°, 腰曲前凸角的正常范围是 32°~37°, 两组的胸曲后凸角都低于正常数值。而右手持拍男性乒乓球运动员的胸曲后凸角、腰曲前凸角皆略低于普通男性大学生, 不存在显著性差异。

表4 矢状面距离参数表

指标	①/mm	②/mm	<i>t</i>	<i>P</i>
颈椎前凸顶点与胸椎后凸顶点的水平距离	54.09±13.26	47.71±14.76	1.22	0.23
胸椎后凸顶点与腰椎前凸顶点的水平距离	37.18±10.65	34.30±10.42	0.68	0.50
颈椎胸椎拐点	12.95±7.70	10.92±5.38	1.36	0.18
胸椎腰椎拐点	312.68±39.20	344.82±81.02	-1.09	0.28
腰椎骶骨拐点	435.95±30.98	415.38±51.98	0.90	0.37
胸椎后凸最高点	157.59±36.56	148.64±51.14	0.49	0.63
腰椎前凸最高点	395.89±50.28	379.56±59.20	1.33	0.19
脊柱矢状面偏移距离	20.31±5.25	12.24±9.78	2.82	0.01

表5 矢状面角度参数表

指标	①/(°)	②/(°)	<i>t</i>	<i>P</i>
骨盆水平旋转角度	2.60±1.84	2.08±1.23	1.50	0.14
躯干倾角	3.25±2.91	1.73±1.26	2.34	0.02
脊柱矢状面偏移角度	2.58±1.62	1.80±1.26	2.38	0.02
胸曲后凸角	38.16±10.55	42.48±10.78	-1.81	0.07
腰曲前凸角	32.03±6.78	33.73±10.17	-0.79	0.43

3 讨论与分析

3.1 乒乓球运动员冠状面脊柱形态分析

张秦等^[9]在对高水平乒乓球运动员的研究中发现, 运动员持拍手的肌群力量较非持拍手强; 而肩胛提肌的不平衡会导致含胸、驼背以及翼状肩胛。

近几年, 脊柱冠状面平衡的研究也得到了越来越多的关注。脊柱冠状面失衡是造成脊柱畸形、腰痛和功能障碍的重要潜在因素之一。乒乓球运动员长期使用单手持拍, 他们躯干持拍侧的肌肉相对发达, 当躯干两侧的肌肉发育不均匀时, 会导致冠状面的姿势不对称^[10]。脊柱冠状面失衡在临床表现出骨盆倾斜、坐位或站立位不稳及严重的外观畸形。歪斜的骨盆会使得脊柱在直立位不能保持稳定^[11]。轴性疼痛、根性疼痛和神经源性跛行可能源于脊柱侧弯, 在一定程度上与脊柱冠状面失衡有关。脊柱冠状面畸形在运动中会导致动作技

术变形,造成运动员多部位受伤.本研究中右手持拍男性乒乓球运动员的冠状面参数同样出现了明显的变化,印证了相关学者的研究结果.

3.2 乒乓球运动员矢状面脊柱形态分析

正常的脊柱生理弯曲是可以增加脊柱的弹性,减缓、分散重力和运动带来的冲击,保护脊髓和大脑^[12].脊柱矢状面的正常曲度维持着脊柱承载轴向负荷及躯干前后的平衡.但 Jackson 等^[13]认为脊柱矢状面偏移距离超过 25 mm 就可能存在脊柱矢状面失衡. Tomohiro 等^[14]研究表明躯干倾角与脊柱侧偏参数显著相关.本研究中的右手持拍男性乒乓球运动员的脊柱矢状面偏移距离、脊柱矢状面偏移角度与普通男性大学生相比,表现出显著差异性;且胸椎和腰椎生理弯曲变小,低于正常范围.脊柱发生矢状面失衡,不仅是局部问题,更是躯体逐渐发生代偿的过程.但是长期姿势不良,导致颈椎的前凸可能逐渐消失,甚至变直或反张^[15],脊柱极易受到冲击,导致腰椎的结构改变^[16],而出现肌肉酸痛、肌肉僵直等临床症状.当人体重心发生前移,腰椎前凸逐渐增大,腰椎关节负荷加重,如果长时间站立、行走就会出现腰背部疼痛.当腰椎前凸逐渐减小时,胸椎后凸会相应减小以保持平衡;当胸椎后凸严重时,颈椎前凸也会增大,人体通过屈膝、骨盆后倾进行代偿^[17],甚至需要拄拐代偿. Keller 等^[18]研究发现,脊柱的曲度改变与下腰痛、椎间盘病变和脊柱韧带骨化有关.

乒乓球运动员不仅需要优秀的技能(技术、战术、心理技能),还需要强大的身体素质^[19]. 亓圣华等^[20]发现乒乓球运动员损伤的发生率与乒乓球运动的高强度、高速度、高对抗有关.直拍单面拉弧圈球在男性乒乓球运动员中运用较多^[21],动作要求运动员右肩下沉,动作质量取决于运动员的腰部力量,握拍侧的腰部肌肉负荷加重,对侧肌肉相对松弛,造成两侧肌肉负荷不对称.若是乒乓球运动员肌肉力量较差,容易引起腰肌劳损,导致脊柱附近的肌肉运动能力下降,出现侧凸的现象^[22].由于乒乓球运动员长时间的固化动作,逐渐出现两侧肌肉的不对称.本研究中右手持拍男性乒乓球运动员的脊柱矢状面偏移角度、胸曲后凸角、脊柱偏移角度说明了右手持拍男性乒乓球运动员的脊柱形态变化.

4 结语

对比右手持拍男性乒乓球运动员和普通男性大学生的脊柱参数,发现右手持拍乒乓球运动使运动员脊柱形态产生一定程度的影响,运动员的胸椎和腰椎生理弯曲减小,其冠状面和矢状面的部分参数都与普通大学生存在显著差异,这可能与右手持拍乒乓球运动员长时间进行单侧大强度训练有关,导致运动员的脊柱稳定性相对较差.

加强乒乓球运动员对于身体形态和运动损伤方面学习,通过非持拍手的补偿练习和反向肌肉力量训练提高肌肉能力,改善乒乓球运动员的身体状态,预防运动损伤.

本研究仅选取了脊柱和骨盆参数,在以后的研究中可以适当增加肩部、下肢动态参数,针对乒乓球运动员不同的运动状态进行测试,以便更全面细致地探究乒乓球运动对人体脊柱的影响.

参考文献:

- [1] Barczyk K, Bańkosz Z, Derlich M. Body postures and asymmetries in frontal and transverse planes in the trunk area in table tennis player[J]. *Biology of Sport*, 2012, 29(2):127-132.
- [2] 李危石, 陈仲强, Kirkham B W. 成人特发性脊柱侧凸患者脊柱-骨盆矢状位平衡分析[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(3):207-211.
- [3] Frerich J M, Hertzler K, Knott P, et al. Comparison of radiographic and surface topography measurements in adolescents with idiopathic scoliosis[J]. *The Open Orthopaedics Journal*, 2012, 6(1):261-265.
- [4] Lason G, Peeters L, Vandenbergh K, et al. Reassessing the accuracy and reproducibility of Diers formetric measurements in healthy volunteers[J]. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 2015, 18(4):247-254.
- [5] Diers H, Mooshake S, Heitmann K R. Dynamic 3D (4D) in objective classification of severe back deformities[J]. *Scoliosis*, 2009, 4(S2):16.
- [6] Yawn B P, Yawn R A. The estimated cost of school scoliosis screening[J]. *Spine*, 2000, 25(18):2387-2391.
- [7] Parent E C, Damaraju S, Hill D L, et al. Identifying the best surface topography parameters for detecting idiopathic scoliosis curve progression[J]. *Studies in Health Technology & Informatics*, 2010, 158:78-82.
- [8] He J W, Yan Z H, Liu J, et al. Accuracy and repeatability

- of a new method for measuring scoliosis curvature[J]. Spine, 2009, 34(9):E323-E329.
- [9] 张秦, 刘锦洁, 钱菁华. 动作模式对高水平乒乓球运动员身体姿势的影响[J]. 运动, 2018(5):41-42.
- [10] Munivrana G, Paušić J, Kondrič M. The incidence of improper postural alignment due to the influence of long-term table tennis training[J]. Kinesiologia Slovenica, 2011, 17(2):47-58.
- [11] 连纪文, 徐皓. 成人脊柱侧凸中冠状面失平衡的影像学评价[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2013, 7(5):2199-2202.
- [12] Been E, Kalichman L. Lumbar lordosis[J]. Spine Journal, 2014, 14(1):87-97.
- [13] Jackson R P, Mcmanus A C. Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size[J]. Spine, 1994, 19(14):1611-1618.
- [14] Tomohiro B, Hideyuki A, Tomohiko H, et al. The effect of paravertebral muscle on the maintenance of upright posture in patients with adult[J]. Spine Deformity, 2019, 7(1):125-131.
- [15] Lee S H, Son E S, Seo E M, et al. Factors determining cervical spine sagittal balance in asymptomatic adults correlation with spinopelvic balance and thoracic inlet alignment[J]. The Spine Journal, 2015, 15(4):705-712.
- [16] 罗曦娟. 大学生体力活动水平对脊柱胸腰椎矢状面曲度和活动度的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(10):980-982.
- [17] Lafage V, Schwab F, Patel A, et al. Pelvic tilt and truncal inclination: Two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity[J]. Spine, 2009, 34(17):E599-E606.
- [18] Keller T S, Colloca C J, Harrison D E, et al. Influence of spine morphology on intervertebral disc loads and stresses in asymptomatic adults: Implications for the ideal spine[J]. The Spine Journal, 2005, 5(3):297-309.
- [19] Martin C, Favier A B, Mousset K, et al. Influence of playing style on the physiological responses of offensive players in table tennis[J]. Journal of Sports Medicine & Physical Fitness, 2015, 86(12):240-248.
- [20] 亓圣华, 李繁荣, 庄明谦, 等. 乒乓球运动训练中损伤的一般规律及预防[J]. 山东体育科技, 2002, 24(4):27-29.
- [21] 尚清华, 尚学东, 鲁智勇, 等. 中国优秀乒乓球运动员运动损伤特点分析[J]. 成都体育学院学报, 2012, 38(5):83-86.
- [22] 须晓东. 优秀乒乓球运动员运动损伤的调查分析及对策研究[J]. 体育科研, 2005, 26(3):108-110.

Study on morphological characteristics of right-handed male table tennis player spines

CHEN Sihui, WANG Zeping, LI Tuoxiao, CHEN Bicheng, GU Huiya*, QIU Qiner

(Faculty of Physical Education, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: The study aims to compare the morphology differences of spines between right-handed male table tennis players and ordinary male college students. Spinal parameters of 40 male table tennis players with right hand paddles and 40 ordinary male college students were measured using 3D DIERS Spinal Measurements. Results reveal that analysis of parameters of pelvic tilt, coronal imbalance VP-DM shift distance, trunk inclination, lateral deviation, sagittal imbalance VP-DM shift distance and sagittal imbalance VP-DM shift angle are found to be significantly higher in right-handed male table tennis players compared to ordinary male college students ($P<0.05$). In addition, the mean of thoracic kyphosis and lumbar lordosis of right-handed male table tennis players is lower than that of ordinary male college students, but no significant difference ($P>0.05$) is found thus far. The study suggests that the change of spinal morphology of the male table tennis players is associated with the long-term unilateral high-intensity training.

Key words: right-handed; male table tennis player; posture; spine

(责任编辑 章践立)