

测量人体骨科相关骨骼形态学参数的临床意义

张晓娟^{1,2,3} 张英泽^{1,2,3}

【摘要】 骨科疾病的发生、发展、治疗与骨骼、关节的解剖学参数关系密切。现有骨骼解剖学研究的样本量普遍偏少,数据多为二维平面数据,未区分年龄、性别、骨质、左右、身高、体重等影响因素,缺乏全身系统性、立体性、精准性研究。本研究以自愿报名的方式在河北医科大学第三医院招募志愿者若干名,随机给与指定骨骼部位的X线/CT影像学检查并收集其病例资料,根据年龄分为三组:青年组、中年组、老年组,将CT图像通过Mimics软件一一转换,进行精确定位测量,分析X线和CT测量数据之间的信度一致性,获取全身骨科相关骨骼形态学参数数据库,并对比同一骨骼不同类型的手术方式、内植物、不良反应的结局是否相同,以此探讨不同年龄、性别、体质量、疾病等状态下的曲度、角度等形态参数的动态变化规律,为骨科手术的开展、内植物的研发与选择提供数据支持。

【关键词】 骨骼; 解剖形态学; CT三维重建; 内植物; 人

Clinical significance of measurement of bone morphologic parameters related to human orthopedic department Zhang Xiaojuan^{1,2,3}, Zhang Yingze^{1,2,3}. ¹Department of Orthopaedic Surgery, the Third Hospital of Hebei Medical University; ²NHC Key Laboratory of Intelligent Orthopaedic Equipment (The Third Hospital of Hebei Medical University), China; ³Key Laboratory of Biomechanics of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China

Corresponding author: Zhang Yingze, Email: yzzhang@hebm.edu.cn

【Abstract】 The occurrence, development and treatment of orthopedic diseases are closely related to the anatomical parameters of bones and joints. The sample size of existing bone anatomy studies are generally small, and the data are mostly two-dimensional data. There is no distinction among age, gender, bone quality, left and right side, height, weight and other influencing factors, and there are lack of systemic, three-dimensional, and accurate research on the whole body. In this study, a number of volunteers were recruited and randomly given X-ray/CT imaging examinations of bone. They were divided into three groups according to age, young group, middle-aged group, and old group. The data of each subject was accurately positioned and measured to obtain a database of bone morphology parameters related to the whole body orthopedics, and to compare whether the results of different types of surgery, implants, and adverse reactions in one bone were the same. To provide data support for the orthopedic development, implant research and selection.

【Key words】 Bones; Anatomical morphology; CT three-dimensional reconstruction; Implants; Human

越来越多的研究表明,骨科疾病的发生、发展、治疗与骨骼、关节的解剖学参数之间有着很大关系,这极大地推动了骨骼解剖学的发展。目前临床应用的内置物大多由外国人设计,与亚洲人骨骼的形态学参数匹配度欠佳。临床实践中发现,内置物的选择对术后生存率有着重要影响,若选择不当可造成应力分布不均、内置物松动等并发症。国内外学者

采用不同研究方法对四肢长骨形态进行研究,发现解剖结构形态存在一定差异,选择不当可能引起内置物匹配不良、稳定性差及关节功能降低等术后并发症,进而影响患者的生活质量^[1-3]。通过对骨科相关骨骼解剖学结构进行系统性测量,为内置物设计及临床应用提供数据参考。数百年来,诸多学者从不同的角度对骨骼、关节的形态进行了测量,但至今

为止,这些研究均为零散报道,存在样本量不够(报道病例资料多在150例以内),获得数据多建立于游标卡尺或DR影像资料的二维平面数据,未区分年龄、性别、骨质、左右、身高、体重等影响因素^[2],缺乏对其系统性、立体性、精准性的研究。

为了深入了解人体骨科相关骨骼形态学参数的变化特征,河北医科大学第三医院张英泽院士团队在国内率先提出人体骨科相关骨骼形态学参数系统研究计划。选取大样本库,将与骨科相关的163块骨骼为框架,运用X线/CT与三维重建的办法对骨科相关骨骼的曲度、角度、孔、凹凸、髓腔等形态学参数进行全面性、系统性、规范化测量。纵向对全身骨科相关骨骼解剖数据、曲度角度进行测量,横向对比不同年龄层、性别、体质量及疾病人群的动态骨骼形变规律,以填补该领域缺乏系统性数据指导的空白。并在此基础上进一步探究其与年龄、性别、体质量以及不同病理状态等因素之间的相关关系。该项研究为分析骨骼疾病的发展,骨折的治疗,临床研发、制造、选取与中国人更匹配的钢板、钢钉、假体等内植物提供数据参考。对微创治疗实现精准定位具有更好的临床价值。

资料与方法

一、一般资料

本研究以自愿报名的方式在河北医科大学第三医院招募志愿者若干名,随机进行指定骨骼部位的X线/CT影像学检查并收集其病例资料从中进行筛选。该项研究经河北医科大学第三医院伦理委员会批准(编号:科2020-014-1),并在中国临床试验注册中心注册(注册号:ChiCTR2000032134)。参照AO骨折分类系统,将163块骨科相关骨骼根据部位进行分组:肱骨、尺桡骨、股骨、胫腓骨、脊柱、骨盆环及髌白、手骨、足骨、髌骨、锁骨、肩胛骨共11组。每组筛选出符合要求的骨骼数据资料,并根据年龄分为三组:青年组、中年组、老年组。每组数据的测量由经过培训的同1位研究者完成,同步记录患者性别、身高、体重等一般病历资料。

二、纳入排除标准

纳入标准:(1)年龄18~75岁;(2)选取部位骨骼无畸形或力线异常,无髓内外病变,既往该部位无骨折等外伤病史;(3)完成所需部位X线、单侧/双侧CT扫描及三维重建。

排除标准:外伤、结核、肿瘤等。

三、X线和CT扫描和图像处理

X线采用西门子公司Multitom Rax医用X线机进行扫描。将每位受检者获得的图像应用图像测量分析软件进行测量。CT采用荷兰飞利浦公司的Philips Brilliance 64排多层螺旋CT进行扫描。按每组扫描骨骼的不同分别设定各自的扫描体位及扫描条件。每位受检者获得的断层图像均已DICOM数据格式刻录至DVD-ROM上,以利于获取骨骼的CT三维重建数据。将DVD-ROM数据导入计算机,通过Mimics 19.0 (Materialise, Belgium)软件转换为MCS文件,应用该软件自带的Measure工具栏进行精确定位测量。

四、骨骼形态参数的测量

本研究查阅既往文献,总结每组骨骼需要测量的形态学参数。选取骨骼重要解剖部位、孔、凹凸、髓腔等骨性标志,采取三维建模测量与二维形态测量相结合方法(见图1),对骨曲度、角度的解剖学参数进行数字化描述,对重要解剖标志的三维参数如表面积、体积、容积进行了测量,并对既往研究报道的参数进行汇总还原与验证。且依据年龄、性别、体

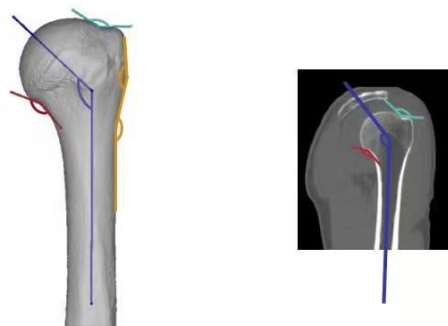


图1 以肱骨近端测量为例,红色角为解剖颈下凹陷角,青色角为解剖颈上凹陷角,蓝色角为头干倾角,橙色角为大结节上方角和大结节下方角

质量、不同疾病状态下进行分组对比,探讨形态参数的动态变化规律,分析数据之间的信度一致性。观察该数据在不同年龄组、性别组、体质量组 and 不同疾病组之间的差异,尝试从骨骼曲度角度变化情况诠释骨骼动态形变的规律。

五、不同类型的骨骼手术方式、内置物的对比

通过形态学参数的大数据分析,对同一块骨骼进行分类,对比不同类型骨骼的手术方式、内置物、不良反应的结局是否相同,为骨科手术的开展、内置物的研发与选择提供数据支持。

讨 论

一、骨科疾病与骨骼形态学参数的关系

不同部位骨骼的形态、曲度和角度各不相同,这是人体生理状态下自然演变的结果。而同一骨骼随着年龄增长会发生动态骨骼形变也是该系统的重要特征之一。人体骨骼的动态形变一直是国内外同行研究的热点。越来越多的研究表明,骨科疾病与骨骼、关节的解剖学参数有着很大关系。数百年来,诸多学者从不同的角度对骨骼、关节的形态进行了测量。既往,人们一直认为骨骼在骨骺闭合之后其形态,特别是曲度和角度就基本定形。然而,根据我们最近十几年的研究发现,即使成人骨骺闭合之后,骨骼形态、曲度和角度仍在不断地发生着变化:下肢、骨盆和脊柱受载荷的影响,其形态、曲度和角度的变化相对较大;上肢承载载荷小,在肌肉和软组织牵拉的作用下,其形态、曲度和角度的变化相对较小。

通过前期研究我们认为人体全身骨骼的形态及曲度角度均随年龄、性别发生改变,具有一定的规律性。腓骨曲度随着年龄增加和膝关节骨性关节炎K-L分级的增加而逐渐上升^[4]。股骨的弯曲度和皮质厚度与老龄化密切相关^[5];股骨干曲度会随老龄化而增加,股骨前弓角、侧弓角、矢状面皮质指数和冠状面皮质指数均与年龄密切相关。随着年龄增长的动态骨骼形变是退行性和骨质疏松性疾病的表征之一。因此,重视随年龄变化的骨骼形态、曲度角度变化情况,可能是有效地避免脆性骨折和内固定失败的手段之一。

20世纪90年代国外学者提出矢状位骨盆参数,以骨盆参数、腰前凸(lordosis, LL)等为体系,对正常人直立姿态下矢状位序列进行分型研究,揭露其与诸多脊柱疾病相关。骨盆参数、LL对人体矢状位平衡研究有着重大意义,是脊柱领域的研究热点。但既往研究多注重于骨盆参数,忽略了骶骨本身形变规律^[6]。有学者研究X射线骶骨形态与脊柱骨盆矢状位形态学参数的相关性发现,骶骨体位性参数能够反映骨盆的倾斜状态。因为除外一些机械性病损外,成人骶骨形态几乎不再发生变化。定义并量化一些新的骶骨形态学参数,可以反映骨盆清晰状态。但骶骨形态在不同人种之间有着较大的差别,即使在相同人种不同身高、年龄和性别之间也具有差异。早期大多数解剖学形态研究都通过X射线进行拍摄后对形态进行分析,但X射线片因放大倍率及体位拍摄角度不同带来

的误差导致结果不准备。因此,越来越多的研究学者通过CT扫描来避免上述误差^[7]。

脊椎具有特殊的复杂结构和重要生理、活动功能,其曲度变化是评价脊柱功能的有效指标之一。正常的曲度能够让人体以最小的能量消耗保持水平直立位,有利于维持重心和缓冲震荡^[8]。曲度异常变化会导致椎体、椎间盘、小关节、肌肉等结构的应力重新分布,进而引发疼痛、椎间盘及钩椎关节退变、韧带增生等一系列病变^[9]。根据年龄、性别、体质量测绘出的脊柱生理曲度、各关节间的解剖数据、角度等的正常平均值将成为脊柱相关疾病的评价指标之一。目前文献多为站立位、正常负重条件下测量及评价曲度变化,但有关非负重、仰卧位条件下曲度角度变化的研究文献报道较少,而仰卧位脊柱生理曲度角度的测量更能为脊柱手术提供参考^[10]。有研究证实,脊柱曲度的变化情况能够更早、更准确的反应其整体功能变化情况。有关曲度年龄变化的文献不少,但是解剖形态年龄性变化的研究非常少。现有研究基本仅依据X线侧位片行曲度测量进而给予结论,并没有解剖形态学参数变化资料作为依据。而我们研究发现脊柱解剖参数的动态变化与年龄和性别密切相关^[11]。

二、骨科手术与骨科形态学参数的关系

利于DR、CT三维测量骨骼重要部位及骨性标志的解剖数据、曲度角度的变化情况,根据其规律,有利于临床医师指导内固定手术时选取合适的内置物及手术方式。我们团队初步进行了一些预实验,其结果对临床具有重要指导意义。这些数据有利于判断骨骼的旋转状态^[12],显著提高手术实施过程定位的精确性和可靠性,并为指导骨折之后复位、矫形、设计并选取与骨骼更匹配的钢板、钢钉及假体等都具有十分重要的临床价值^[13]。临床治疗中发现,假体的几何形状应该与人体匹配,这样假体植入后正常力线才有可能恢复,进而实现长期生存。Godest研究证实假体承受的应力分布与假体的匹配度有着显著的相关性,手术中选取的匹配度越高,假体的应力分布越均匀,患者术后生活质量越好。因此准确截骨、假体和骨的匹配程度是影响手术成功的重要因素^[14],而这些都离不开骨骼形态学参数的精准测量。王庆贤等^[13]对股骨干断面解剖数据进行了系统性测量,该数据有利于指导临床选取合适的螺钉行内固定手术。有学者通过CT扫描获得的数据,观察骨头的大体形态和关节面的构成情况,测量不同

腕骨的长度、宽度、厚度,及两两直接的距离,为腕骨融合术中固定物植入点选择、植入深度和角度控制提供数据参考^[15]。张奇^[16]等对股骨小转子进行了解剖数据的测量,有利于DR片上迅速判断股骨的旋转状态,并为设计固定股骨上段后内侧的内置物提供参考依据。史会明等^[17]分析了80例健康成人肩胛骨的CT三维重建数据,对其形态学参数进行了对比,研究显示可根据主要固定区域形态学参数设计新型接骨板,为解决不规则骨骼区域复杂骨折提供了新型选择^[17]。但上述这些研究多忽略了年龄、性别、左右、体重对解剖参数的影响^[16-17],测量部位较分散,且选取样本量多数不超过200例,因此临床应用时较为局限。

截至目前,一些重要部位的解剖标志,譬如股骨髁间窝的深度、角度,尺桡骨曲度变化等都缺乏系统性的研究。为此,河北医科大学第三医院张英泽院士领导的科研团队在国内率先提出人体骨科相关骨骼形态学参数系统研究计划,选取大样本库,纵向对全身骨科相关骨骼解剖数据、曲度角度进行测量,横向对比不同年龄层、性别、体质量及疾病人群的动态骨骼形变规律,以填补该领域缺乏系统性数据指导的空白。该项研究为分析骨骼疾病的发展,骨折的治疗,临床研发、制造、选取与国人更匹配的钢板、钢钉、假体等内置物提供数据参考,对微创治疗实现精准定位具有更好的临床价值。

参 考 文 献

- 1 Barakat, Sayed, El-Alfy, et al. Unhappy triad in limb reconstruction: Management by Ilizarov method [J]. World J Orthop, 2017, 01(v.8): 49-55.
- 2 张博,刘克敏,曲铁兵,等. 汉族与维吾尔族人群胫骨截骨面与进口假体组件的匹配性分析[J]. 中华骨科杂志, 2018, 38(7): 433-441.
- 3 张博,林源,曲铁兵,等. 国人胫骨平台截骨面与西方进口胫骨假体重解剖学参数的偏差[J]. 中华骨科杂志, 2014, 34(004):394-399.
- 4 王娟,吕红芝,范梦珂,等. 腓骨曲度变化与膝关节骨性关节炎关系的研究 [J]. 河北医科大学学报, 2018, 39(11): 1351-1353.
- 5 Jz Z, Zhao K, Jy L, et al. Age-related dynamic deformation of the femoral shaft and associated osteoporotic factors: a retrospective study in Chinese adults [J]. Arch Osteoporos, 2020, 15(1): 157-157.
- 6 Baker JF, Don AS, Robertson PA. Pelvic Incidence: Computed Tomography Study Evaluating Correlation with Sagittal Sacropelvic Parameters [J]. Clin Anat, 2020, 33(2): 237-244.
- 7 徐高翔,李建涛,张浩,等. 中老年股骨转子间骨折患者股骨近端解剖参数的性别和年龄差异研究 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2020(3): 224-231.
- 8 郑晓斌,林远方,陈世忠,等. 颈腰椎曲改变与脊柱伤病关系 11 932 例调查报告[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(04): 409-412.
- 9 Ying J, Teng H, Qian Y, et al. Radiographic analysis of the correlation between ossification of the nuchal ligament and sagittal alignment and segmental stability of the cervical spine in patients with cervical spondylotic myelopathy [J]. Acta Radiologica, 2019, 60(2): 196-203.
- 10 陈熙棒,王克,王向阳. 不同体位对脊柱骨盆矢状序列影响的研究进展[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(022): 1424-1431.
- 11 Wei JL, Zhu YB, Zhao DW, et al. Dynamic change of lumbar structure and associated factors: a retrospective study [J]. Orthopaedic Surgery, 2019, 11(6): 1072-1081.
- 12 张国川,侯继光,张奇,等. 股骨大转子倾斜指数的概念提出与测量 [J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13(9): 851-855.
- 13 王庆贤,张奇,张英泽,等. 国人股骨干断面测量数据分布规律及其临床应用价值的研究 [J]. 河北医药, 2009, 31(6): 653-655.
- 14 赵坤,姚凯,周勇,等. 胫骨及胫骨远端CT影像解剖形态学研究 [J]. 中华解剖与临床杂志, 2018, 23(5): 365-370.
- 15 蔡玉辉,刘璠. 腕舟骨、大、小多角骨三关节应用解剖学研究[J]. 中华手外科杂志, 2006, 22(001): 38-39.
- 16 张奇,宋朝晖,李西成,等. 股骨小转子X线测量及临床意义 [J]. 河北医药, 2007, 29(4): 366-366.
- 17 史会明,胡远军,陈建华,等. 新型成人肩胛骨解剖型锁定接骨板的设计研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2018, 020(007): 617-622.

(收稿日期:2021-09-25)

(本文编辑:吕红芝)

张晓娟,张英泽. 测量人体骨科相关骨骼形态学参数的临床意义 [J/CD]. 中华老年骨科与康复电子杂志, 2021, 7(5): 260-263.