

骨伤学科与力学学科的学科渗透与融合

杨成溪¹, 金鸿宾^{1,2}

(1. 天津中医药大学 研究生院, 天津 300193; 2. 天津医院, 天津 300211)

摘要: 分析了骨伤学科与力学学科分化与综合的发展历史。通过生物力学、动力学、振动力学等在骨伤学科中的应用, 说明骨伤学科与力学的渗透与融合, 也说明分化是学科发展的必要条件, 综合是学科发展的必然趋势。

关键词: 骨伤学科; 力学学科; 学科渗透与融合

中图分类号: R274; O321 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2017)03-0023-04

DOI: 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2017.03.005

The Penetration and Integration of Orthopaedics and Mechanics

YANG Cheng-xi¹, JIN Hong-bin^{1,2}

(1. Graduate School, Tianjin University of Traditional Chinese Medicine, Tianjin 300193, China; 2. Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China)

Abstract: In this paper, the history of the differentiation and integration of orthopaedics and mechanics is analyzed, then biomechanics, dynamics, and vibration mechanics are applied in the study of the penetration and integration of orthopaedics and mechanics, and finally the conclusion is reached that differentiation is the prerequisite for disciplinary development and integration is the inevitable trend or result of disciplinary development.

Key Words: orthopaedics; biomechanics; penetration and integration

骨伤学科是防治骨关节及其周围筋肉损伤与疾病的科学。骨伤学科在中国历史悠久, 源远流长。早在殷商时期, 中国的骨伤学科就已有文字记载。在这一时期的甲骨文中就有关于骨科疾病的发病、脱臼的复位以及骨折的描述。公元4世纪, 葛洪在《肘后救卒方》中记载了使用夹板治疗骨折的方法。公元1742年, 吴谦等编著的《医宗金鉴》归纳了“摸、接、端、提、推、拿、按、摩”8字正骨法^[1], 这一成果标志着骨伤学科已发展到较高水平。

力学是最早发展起来的学科之一。其发展历史可以追溯到人类文明的开始, 它与人们的

生产生活实际密切相关。乐器乐律、天文历法、车船舟楫、桥梁建筑、机械设计、骨伤学科中都蕴含着丰富的力学知识。力学既是基础学科又是技术学科, 它所阐明的规律有普遍意义, 是许多工程技术问题的基础。

英国最伟大的科学巨人、力学学科的开创人物牛顿(1642—1727)在总结前人工作的基础上, 通过分析归纳将力学提升到牛顿三大定律和万有引力的高度, 形成了比较完整的经典力学体系。力学发展的另一位标志性人物是法国科学家拉格朗日(1736—1813), 他在力学方面取得了辉煌成就, 他以变分原理和分析方法为

作者简介: 杨成溪(1989—), 男, 河北秦皇岛人, 硕士研究生, 主要从事中医骨伤研究。

基础,把完整和谐的力学体系建立起来,使力学分析化^[2]。

19 世纪末至 20 世纪初,由于封建主义的禁锢和学科的分化,阻碍了骨伤学科的发展,也阻碍了力学学科的进步。学科的分化是科学发展的必要条件,而综合是学科发展的必然趋势。无论哪一类科学,哪一门学科,都只是对某一整体中局部现象的研究。任何学科都存在研究对象的整体性与既定学科的局部性的矛盾。一个学科的发展不可能独立前行,必须有不同学科间的相互联系和密切协作。21 世纪中叶以后,医学家和生物学家逐渐认识到力的因素对解决本学科许多问题的意义。力学家们在寻求力学的发展和应用新领域时,也注意到人体是运用力学的广阔天地。正是在这一时期,骨伤学科与力学学科由分化走向渗透与融合,并产生了一些新的边缘学科,如骨生物力学。骨生物力学是力学向生物学、医学的渗透,又是促进力学本身发展的动力。骨生物力学不仅扩大了医学、生物学的研究内容,而且推动着力学学科的发展。通过对骨生物力学进行研究,可以找到骨的生长、发育、修复与力学环境量的关系和最佳力学区间,从而有效地控制骨的生长、发育与修复^[3]。

经典力学诞生于西方,经典力学在骨伤科学中的应用起源于中国。这一点在与形成完整经典力学体系时期的吴谦归纳的正骨 8 法中得到了完美体现。

以下从生物力学、动力学、振动力学等方面阐述力学在骨伤学科中的应用。

1 生物力学在骨伤学科中的应用

力是一个物体对另一个物体的相互作用。力的作用效果是使物体发生运动或变形。在骨组织代谢过程中,骨骼在外界刺激下不断进行骨的形成与重建。骨的生物力学性能可以从力学结构来反映骨骼的强度和硬度,从而成为骨质量评价的重要指标。骨的生物力学性能包括结构力学特性和生物力学特性。骨的结构力学特性是指整个骨结构的力学性能,它与骨的材料特性和几何形状有关,可以通过载荷—变形

曲线反映^[4];骨的生物力学特性是指骨本身的力学性能,与骨的几何形状无关,它可以通过应力—应变曲线反映。载荷—变形曲线和应力—应变曲线在生物力学中具有重要地位。

反映力的作用效果的一个典型例子就是车—人碰撞交通事故。行人是最脆弱的道路交通参与者,即使在车速较低的情况下,碰撞时车体对行人产生的碰撞荷载也可能会超过人体的承载极限^[5]。其中行人胫骨在车—人碰撞事故中最容易受伤。文献^[6]基于两相多孔弹性胫骨模型,提出了一种车—人碰撞事故中行人胫骨撞击响应的二维数值分析方法,此方法可以近似模拟胫骨撞击区域的弯曲变形、侧向位移响应和轴向应力响应。

生物力学在骨伤科学中还有更为广泛的应用^[7]。

2 振动力学在骨伤学科中的应用

机械振动是一种力学现象,在我国医学史上早有人利用其作为治疗手段,例如在推拿学基本手法中振动和叩击类手法就是利用机械振动进行治疗的方法。目前,利用机械振动源作用于人体,在多种疾病的治疗和康复领域日益引起人们的重视。我们知道,应力是骨形成的指导性因素。机械振动是力学刺激形式之一,它具有显著的成骨效应,机械振动因其具有非侵入、无创、不良反应小的特点,在治疗骨质疏松、骨折及预防老年性骨丢失中具有广阔的应用前景^[8]。

文献^[9]指出,振动频率、振动强度、应变梯度等对成骨效应具有影响。振动促进成骨的机制与多种因素有关,研究认为,可能是振动时产生的骨血灌注或液体摆动性流动被一些信号蛋白和细胞成分所感受,然后通过一系列信号传导机制最终激发成骨细胞的增殖和分化,进而达到成骨的目的。

脊髓损伤是脊柱外科常见的疾病。制备脊髓去细胞支架,获得具有天然三维结构的脊髓基质,构建细胞工程化脊髓,是提高脊髓损伤治疗的关键。文献^[10]探讨了机械振动对脊髓去细胞支架形态学的影响,指出机械振动是影响

化学萃取法脊髓去细胞支架制备效果的重要因素。合适的机械振动频率在促进脊髓内细胞、轴突和髓鞘等抗原成分彻底清除的同时,也有利于保存脊髓内天然的三维基质结构,为植入细胞的生存、增殖、分化和迁移提供良好的微环境,对再生神经的生长与走向起重要的营养和诱导作用,从而为构建组织工程化脊髓创造条件。

3 动力学模型在骨伤科学中的应用

Sastry^[11]曾对创伤人员进行调查,分析了87 174例样本,发现颌面部创伤率占34%。颌面部结构复杂,提高临床救治水平和增强医疗防护手段的一个重要内容就是加强对颌面部损伤机制的研究。薄斌等^[12]在颌面骨损伤研究方面取得了进展,他通过互易性验证,表明离体颅骨满足线弹性假设;并通过对实验数据进行回归分析,求出了颅骨前4阶模态动力学参数,建立了颌面骨骼系统动力学模型,应用此模型可以进行各种撞击条件的仿真实验。

桡骨远端骨折多数由间接暴力跌伤所致。从跌伤的体位分析,可以将其分为伸直型和屈曲型两种。文献^[13]以跌伤时桡骨远端伸直型为例对桡骨进行了力学分析,指出伸直位跌伤时桡骨受力有:地面对人体的反冲力经腕关节对其的作用力 N ,方向偏向背侧上;肘以上部分身体通过肱桡关节对其的作用力 F ,方向偏向背侧下;在桡骨的重心 c 处,作用有惯性力 $-ma$,方向偏向掌侧下。在落地后尚未发生骨折瞬间,在忽略桡骨重力条件下,可以将桡骨视为平面汇交力系,根据达朗伯原理和牛顿第二定律,列出桡骨的动力学平衡方程。文中还利用截面法分析出了桡骨远端伸直型骨折骨折端的错动趋势为远端近掌。

4 静力学在踝关节受力分析中的应用

人体的运动主要涉及到腕、肘、肩、膝、踝关节和脊柱的运动,也就是说,人体的运动和保持一定的姿势均需要通过关节和肌肉的收缩与扩张来完成。故分析关节的运动机理,研究关节的受力情况,对医疗、保健和运动保护非常重要^[14]。在各种关节运动损伤中,踝关节损伤较

为常见。文献^[15]对体育运动损伤做了分析,指出在体育运动损伤中踝关节损伤占到25%。文献^[16]指出,体育运动中踝关节韧带损伤率约占踝关节损伤率的80%。从解剖学分析,人体脚踝的内外侧,有两个可以摸到的隆起,分别叫内踝和外踝。内踝是胫骨的下端,外踝是腓骨的下端。内外踝周围有很多韧带。人体在站立、行走、下蹲动作中,踝关节的稳定性与灵活性十分重要,其中内外踝与侧韧带一起维持踝关节侧方的稳定^[17]。随着现代科技的发展和社会进步,人们上下楼乘坐电梯,出行以车代步,从而导致身体肥胖、超重者增加;另外女性长期穿高跟鞋,这些情况都使得踝关节疾病呈上升趋势。

踝关节由胫腓横韧带连接胫骨、腓骨的下端夹住距骨而构成。重力 G 主要由胫骨传到距骨,再传至跟骨和前足,踝关节受力情况如图1所示。

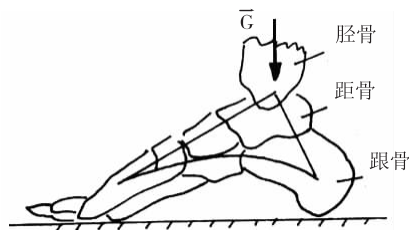


图1 踝关节受力情况简图

正常情况下,在胫骨受压时,踝关节构成一个不稳定结构,为了保护其稳定性,小腿前肌肉和后肌肉形成一个稳定力系。下面以位于电梯内质量 $m=60\text{ kg}$ 的成年人为例,当其身体前倾单腿站立时,讨论作用在踝关节距骨上的压力 T 。单腿站立身体前倾踝关节受力分析如图2所示。

踝关节受力点为胫骨和距骨的接触点,实际应是接触面,接触点是一种简化。设接触点为 O 点, F 为肌力, N 为电梯底面给人的支持力, mg 为重力, T 为踝关节距骨所受到压力, d_F 和 d_N 分别是肌力 F 与支持力 N 的力臂。根据X光片的统计规律,可设 $d_F=0.03\text{ m}$, $d_N=0.02\text{ m}$ 。

电梯匀速上升时,加速度 $a=0$,此时支持

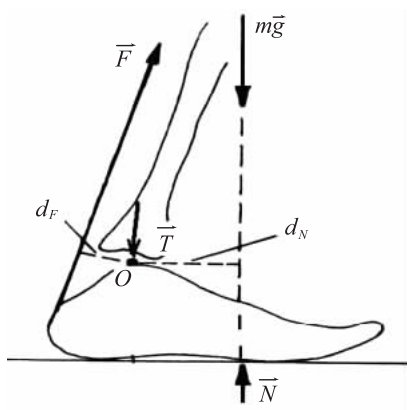


图 2 单腿站立身体前倾踝关节受力分析
力 $N=600\text{ N}$, 根据力矩平衡定理, 有

$$F \times d_F = N \times d_N$$

$$F = N \frac{d_N}{d_F} = 400\text{ N}。$$

作为粗略估算, 认为 N, F, T 三力平行, 有 $T = N + F = 1\,000\text{ N}$, 因此, 作用在距骨上的压力为 $1\,000\text{ N}$ 。

5 结语

从学科分化的角度阐述了骨伤学科和力学学科的发展简史; 从学科综合的角度分析了力学在骨伤学科中的应用, 指出任何学科的发展不可能独立前行, 都需要不同学科之间的渗透与融合。学科的分化与综合是学科发展过程中的两个方面, 分化是学科发展的必要条件, 综合是学科发展的必然趋势。

参考文献:

- [1] 孟和. 骨生物力学与骨伤[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [2] 钱临照. 世界著名科学家传记[M]. 北京: 科学出版社, 1992.
- [3] 谭远超. 继承和发展中医骨伤科学的 3 大原则[J]. 医药论坛, 2006, 22(3): 86-88.
- [4] 崔伟, 刘成林. 基础骨生物力学[J]. 中国骨质疏松杂志, 1997, 3(4): 82-85.
- [5] 王正国. 交通医学[M]. 天津: 天津科学技术出版社, 1997.
- [6] 陈海斌, 程雪梅, 李德源. 车-人碰撞事故中行人胫骨撞击响应的二维数值分析[J]. 国际生物医学工程, 2011, 34(3): 167-170.
- [7] 杨桂通, 吴文周. 骨力学[M]. 北京: 科学出版社, 1989.
- [8] Rubin C, Turner A S, Bain S. Low mechanical signals strengthen long bones[J]. Nature, 2001, 412(6847): 603-604.
- [9] 刘洋, 周军, 叶趋群. 机械振动的成骨效应研究进展[J]. 中国骨伤, 2008, 21(5): 400-402.
- [10] 尹文化, 金大地, 邓许勇. 机械振荡对脊髓去细胞支架形态学的影响[J]. 南方医科大学学报, 2008, 28(10): 1748-1751.
- [11] Sastry S M, Sastry C M, Paul B K et al. Leading cause of facial trauma in the major trauma outcome study[J]. Plast Reconstr Surg, 1995, 95(1): 196-197.
- [12] 薄斌, 周树夏, 白西刚. 用模态分析法建立人颅颌面骨骼系统动力学模型[J]. 中华创伤杂志, 2000, 16(12): 716-718.
- [13] 程方荣, 王学昌, 王健智. 桡骨远端骨折的生物力学分析[J]. 中医正骨, 2001, 13(2): 43-44.
- [14] 王爱敏, 李亚芳, 蔡金明. 对踝关节受力分析[J]. 数理医药杂志, 2010, 23(1): 95-97.
- [15] Lebedowska M K, Wentz T M, Dufour M. The influence of the foot position on body dynamics[J]. Journal Biomechanics, 2009, 42(6): 762-766.
- [16] Fongong D T P, Hong Y, Chan L K. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports[J]. Sports Medicine, 2007, 37(1): 73-94.
- [17] 崔松超. 体育运动中踝关节损伤的生物力学研究新进展[J]. 中外医学研究, 2012, 10(18): 139-140.

(责任编辑: 李秀荣)