

LINCHUANG YIXUE

GUKE XUE

临床医学

骨科学

主 编 冯 卫 李筱贺 赵 岩 付 裕 祝 勇



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

临床医学

(骨科学)

冯卫 李筱贺 赵岩 付裕 祝勇 主编



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

内容简介

本书由骨科学权威专家集体编著,共15章,内容包含了目前国内乃至国际上骨科相关领域的最新知识,包括中国骨科发展史、骨科生物力学、数字骨科技术及常用的治疗技术等;创伤骨科包括创伤后全身反应与并发症、综合征、骨折愈合及其影响因素,各种固定技术与器械,上肢、颈椎、胸腰椎、脊髓、骨盆、下肢、周围神经、关节等损伤的处理,骨肿瘤与肿瘤样疾患,人工关节、截肢、假肢与支具等。作者以总结自己的实践经验为主,同时吸收了国内外近年来对骨科学研究的最新成果,较全面地反映了骨科学的发展水平。本书基础与临床紧密结合,内容丰富实用,是骨科医师权威、重要的工具书,对骨科教学和科研人员亦有较高参考价值。

责任编辑:许 波

责任出版:刘译文

图书在版编目(CIP)数据

骨科学 / 冯卫 李筱贺 赵岩 付裕 祝勇主编.
— 北京:知识产权出版社,2013.7
(临床医学 / 程友花,冯卫主编)
ISBN 978-7-5130-1905-7

I. ①骨… II. ①冯… III. ①骨科学 IV. ①R68

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 156191 号

临床医学

——骨科学

LINCHUANG YIXUE

——GUKEXUE

冯卫 李筱贺 赵岩 付裕 祝勇 主编

出版发行:知识产权出版社

社 址:北京市海淀区马甸南村1号

网 址:<http://www.ipph.cn>

发行电话:010-82000893 转 8101

责编电话:010-82000860 转 8380

印 刷:北京中献拓方科技发展有限公司

开 本:720mm×960mm 1/16

版 次:2013年8月第1版

字 数:400千字

邮 编:100088

邮 箱:yyqk0523@163.com

传 真:010-82005070/82000893

责编邮箱:heidoujiang2013@163.com

经 销:新华书店及相关销售网点

印 张:19.75

印 次:2013年8月第1次印刷

定 价:120.00元(全套2册)

ISBN 978-7-5130-1905-7

出版版权专有 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

《临床医学·骨科学》

编委会

- 主 编 冯 卫 内蒙古医科大学第二附属医院
李筱贺 内蒙古医科大学
赵 岩 内蒙古医科大学第二附属医院
付 裕 内蒙古医科大学第二附属医院
祝 勇 内蒙古医科大学第二附属医院
- 副主编 马 骁 内蒙古呼和浩特市解放军 253 医院
段 雄 内蒙古乌兰察布市医专附属医院
- 编 委 王海燕 内蒙古医科大学
赵 伟 内蒙古医科大学第二附属医院
贾永峰 内蒙古医科大学
李志军 内蒙古医科大学

目 录

第一章 中国骨科发展史	(1)
第二章 骨科生物力学	(7)
第三章 数字骨科技术	(18)
第一节 概述	(18)
第二节 数字化有限元分析在骨科的应用	(19)
第三节 数字骨科临床应用研究进展	(21)
第四节 数字骨科技术在寰枢椎个体化置钉手术中的应用	(24)
第五节 数字化技术在脊柱外科手术中的应用进展	(25)
第六节 数字骨科技术在髋臼骨折手术中的应用	(28)
第七节 数字骨科技术在颅颈交界疾患外科治疗中的临床应用	(29)
第八节 数字骨科技术在儿童上颈椎手术中的应用	(31)
第九节 数字技术在创伤骨科的应用	(32)
第十节 数字技术在骨肿瘤外科的应用	(35)
第四章 骨科常用治疗技术	(41)
第一节 一般诊疗技术	(41)
第二节 骨伤科常用医疗技术操作规范	(52)
第三节 骨折内固定术	(58)
第四节 骨库与植骨术	(61)
第五节 断肢(指)再植	(65)
第六节 截肢术	(69)
第七节 介入放射学在矫形外科中的应用	(75)
第五章 寰枢椎不稳	(82)
第一节 寰枢椎不稳临床症状的分析	(82)
第二节 寰枢椎不稳手术治疗的历史沿革和发展	(82)
第三节 寰枢椎不稳后路手术治疗进展	(83)
第四节 寰枢椎不稳的颈后路手术治疗	(85)
第五节 寰枢椎不稳经后路椎弓根钉固定融合手术治疗	(89)
第六节 寰枢椎不稳经后路寰枢椎椎弓根螺钉固定治疗	(91)

第六章 颈椎椎管狭窄症 (95)

 第一节 概述 (95)

 第二节 单开门椎管扩大成形术 (100)

 第三节 单开门颈椎管扩大成形术 (102)

 第四节 颈椎后路椎管扩大成形术后的轴性症状 (105)

第七章 胸腰椎和脊髓损伤 (110)

 第一节 胸腰椎损伤的分类与治疗 (110)

 第二节 脊髓损伤的临床表现和诊断定位 (115)

 第三节 脊髓损伤的治疗 (126)

 第四节 脊髓损伤的康复治疗 (133)

 第五节 脊髓损伤的基因治疗 (138)

 第六节 脊髓损伤修复研究新进展 (141)

 第七节 马尾神经损伤与治疗 (145)

 第八节 马尾神经损伤综合征 (154)

 第九节 脊柱内固定技术及其进展 (157)

第八章 青少年特发性脊柱侧凸 (169)

 第一节 特发性脊柱侧凸 (169)

 第二节 青少年特发性脊柱侧凸外科治疗进展 (173)

第九章 上肢创伤与脱位 (179)

 第一节 手部骨折与脱位 (179)

 第二节 肱骨干骨折与脱位 (192)

第十章 下肢创伤与脱位 (203)

 第一节 髋关节脱位 (203)

 第二节 股骨颈骨折 (207)

 第三节 胫腓骨骨折 (210)

第十一章 骨盆损伤 (214)

 第一节 骨盆骨折 (214)

 第二节 髌臼骨折 (220)

 第三节 骨盆环损伤的分类及治疗 (222)

 第四节 骨盆环损伤治疗的生物力学研究 (224)

第十二章 股骨头骨折及坏死 (229)

 第一节 股骨头骨折 (229)

第二节 股骨头坏死	(230)
第十三章 足踝部创伤	(238)
第一节 踝关节骨折	(238)
第二节 踝部扭伤	(241)
第三节 跟骨骨折	(243)
第十四章 骨肿瘤	(247)
第一节 骨肿瘤分类、外科分期及发病率	(247)
第二节 骨瘤	(248)
第三节 骨旁骨瘤	(249)
第四节 骨样骨瘤	(250)
第五节 骨软骨瘤	(251)
第六节 骨巨细胞瘤	(253)
第七节 软骨瘤	(254)
第八节 成骨软骨细胞瘤	(257)
第九节 成骨细胞瘤	(258)
第十节 软骨黏液样纤维瘤	(260)
第十一节 骨血管瘤	(261)
第十二节 骨化性纤维瘤	(262)
第十三节 非骨化纤维瘤	(262)
第十四节 骨肉瘤	(263)
第十五节 软骨肉瘤	(265)
第十六节 骨纤维肉瘤	(267)
第十七节 恶性纤维组织细胞瘤	(268)
第十八节 尤因肉瘤	(269)
第十九节 滑膜肉瘤	(270)
第二十节 原发性骶骨肿瘤	(271)
第二十一节 骨囊肿	(272)
第二十二节 动脉瘤样骨囊肿	(273)
第二十三节 骨纤维异常增生	(274)
第二十四节 骨嗜酸性肉芽肿	(275)
第二十五节 色素沉着性绒毛结节性滑膜炎	(276)
第二十六节 骨转移性肿瘤	(277)
第十五章 人工关节置换术	(281)
第一节 概述	(281)
第二节 人工髋关节置换术	(285)
第三节 人工膝关节置换术	(290)

第四节	膝关节解剖概要与生物力学特点	(290)
第五节	膝关节置换术的适应证与禁忌证	(295)
第六节	膝关节假体设计、分类和假体选择	(297)
第七节	人工膝关节假体设计的研究与展望	(299)

20 世纪 40 年代后期,我国第二代骨科梯队成员如陈景云、王桂生、过邦辅、范国声、何天骐、周润综、冯传汉、吕式瑗(骨科护理)分别赴欧美深造。范国声是我国获利物浦大学骨科硕士学位的第二人。

1937 年中华医学会总会在上海成立了骨科学组,其成员有牛惠生、朱履中、胡兰生、叶衍庆、孟继懋、任廷桂等人。1980 年中华医学会骨科学会成立,冯传汉当选为第一届主任委员,同时召开了全国骨科学术会议。1982 年中华骨科杂志正式出刊,现在已出月刊。中华医学会骨科学会逐渐成长壮大,1984 年以来陆续建立了八个专业学组。1994 年手外科独立成立学会,会员达 700 名。

截至 2003 年,我国骨科已有 8 名院士,其中中科院院士 2 名即陈中伟、梁智仁(香港),工程院院士 6 名即卢世璧、王澍寰、顾玉东、王正国、葛宝丰、戴克戎。

二、国内骨科专业进展和趋向

1. 手外科

代表人物:王澍寰、陈中伟、顾玉东、韦加宁。

1959 年王澍寰在北京积水潭医院创建了手外科专业,1978 年他出版了我国首部手外科学。

韦加宁 2003 年出版了《韦加宁手外科手术图谱》,同年获白求恩奖章和“人民的好医生”称号,以表彰他毕生负责热情为病人服务和对手外科作出的贡献。

(1) 断肢(指)再植

1963 年陈中伟、钱允庆成功地再植断手(中华外科杂志 1963;11:767-771)。王澍寰(1966)完成首例断指缝接。1980 年全国手外科学术会议汇集 1426 例断指再植,其存活率达 88.4%。1986 年葛竟、陆裕朴等接活 10 个断指,报告发表于 *Reconstruction Microsurgery* 杂志(1988;123:129-136)。

(2) 足趾移植重建拇指手指

杨东岳 1966 年首创移植足趾以重建拇指、手指,顾玉东等报告 400 例,其中 386 例(96.5%)存活,240 例随访 2 年有良好的感觉及运动功能(见 *J Reconst Microsurg* 1997;13:405-408)。

(3) 神经转移治疗臂丛撕脱伤

1986 年顾玉东等开始转移对侧 C7 神经根并用尺神经桥接(1 或 2 次手术),连接到肌皮、正中、桡或胸背神经,以康复臂丛撕脱伤,共 82 例。20 例随访 2 年,60%相关的肌肉运动功能达到 M3 级(*J.Reconst Microsurg* 1998;14:57-59)。继之,开展膈神经接合到肌皮神经,180 例中 65 例随访 2 年,肱二头肌力平均在 9.5 月恢复到 M3 级(见 *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1996;323 期 119-121)。

近年,徐文东、顾玉东等在电视支持的胸腔镜手术下,取得全长的膈神经,接合到损伤的臂丛神经。15 例中 11 例得到足够的随访,8 例在 6 个月内肌力恢复到 M3 级,比上述几种方法康复提早了很多。本手术是安全的,肺功能在 9 个月内恢复至正常(见 *Plast Reconst Surg* 2002;110:104-109)。

2. 关节置换

代表人物:卢世璧、戴克戎、吕厚山、杨庆明。

(1) 国产假体及骨胶

卢世璧等和戴克戎等对研制国产人工关节假体及骨胶作出很多贡献,并且制定了人工

关节置换的指导方针和规范。

(2) 膝人工关节置换(TKA)值得注视的方面

A. 超过 60° 的严重的膝关节屈曲挛缩是很难作关节置换的, 不少专家认为这是 TKA 的禁忌症。北京大学人民医院吕厚山作了解决这一难题的尝试。他已成功地为 100 余例病人作了 TKA, 其中有若干病例的挛缩超过了 90° (见吕厚山等 J Athroplast(Am) 1999; 14: 775-777)。

B. 同一次手术为类风湿关节炎的双膝施行 TKA。下肢类风湿性关节炎常累及多个关节, 通常关节置换一般从髌关节开始。吕厚山发现起始先作双侧 TKA 能加速病人的康复, 目前已有 600 例, 其结果证实了这一观点(见吕厚山等 Chin.MJ 1996; 109: 937-940)。

C. 一期同侧髌、膝以及踝关节置换。适当选择的病人, 在同一手术中施行同侧的髌膝关节置换是合理的。对侧的髌、膝关节可在 2-3 周后施行。这不是表现手术技巧, 而是为了减少病人的痛苦和降低费用。吕厚山已用此法康复了 36 例病人, 他还为一例病人在同一次手术中作了髌、膝、踝关节置换(吕厚山等中华外科杂志 2000; 38: 749-751)。

3. 脊柱外科

代表人物: 吴之康、党耕町、邱贵兴。

(1) 严重脊柱侧弯的外科治疗

北京协和医院吴之康 1993 年报告 65 例侧弯曲线超过 100 度的治疗结果, 他结合采用 Harrington 及 Luque 技术, 其中有些病例在矫正手术前先行前方椎体松解或颅环-骨盆牵引。39 例属于特发性, 17 例属于先天性或瘫痪性, 其中肺功能降低的有 28 例。

结果: 原发曲线矫正度平均 35.3%, 后突矫正平均达 45%。身高增加 6.2 厘米, 手术中无神经损伤。假关节发生率 12.4%(吴之康等刊于冯传汉等主编的《China's New Achievements in Orthopaedic Surgery》New World Press Beijing 1993 年 1-6 页)。

(2) 北京协和医院(PUMC)特发脊柱侧弯分类

根据脊柱侧弯研究学会(Scoliosis Research Society-SRS)所制定的脊柱侧弯及其顶椎的标准, 北京协和医院邱贵兴等, 分析了该院 427 手术病例的手术前后站立位的前后位及侧位 X 线片, 和术前仰卧位的侧屈 X 线片, 制定了 PUMC 脊柱侧弯分类, 其目的是确定手术入路、融合(固定)平面和测定该分类的可靠性。这一分类的三种主要类型分别是 56.2%, 42.1% 及 1.2%, 并有 13 种亚型。观察者本人及观察者之间的可靠性分别是 85%(Kappa 系数 0.832) 和 91%(Kappa 系数 0.898)。

在 152 个手术病例中应用 PUMC 分类法进行了前瞻性研究, 平均随访 19.5 个月。未发现术后失代偿, 初步认为本分类具有较高可靠性。(见邱贵兴等 中华骨科杂志 2003; 23: 1-9)。

(3) 固定性寰枢椎(C₁₋₂)前脱位的软组织松解复位手术

党耕町等 2002 年以来, 采用经口入路松解软组织治疗 46 例固定性 C₁-C₂ 前脱位。影响复位的因素包括前纵韧带、侧块关节囊和头颈长肌的挛缩。切断上述挛缩组织, 谨慎地施加牵引及撬拨, 便利了复位。复位后进行 C₁-C₂ 或枕部-颈椎的内固定。作者认为这种手术比其他经口的手术安全得多(党耕町等: 2004 年发表)。

4. 骨肿瘤

代表人物: 宋献文、范清宇、徐万鹏。

(1) 骶骨瘤的外科治疗

骶骨瘤的诊断治疗有一定难度。近 30 年来北京地区已治疗了近 400 例, 北京大学人民

医院徐万鹏和郭卫在过去 5 年治疗 119 例。发生率的顺序是脊索瘤、骨巨细胞瘤、高恶度肿瘤和转移瘤。手术大多采取后入路或前后联合入路,尽量保留 S1-3 神经根。95%的手术是成功的,功能恢复达到 85%。52 例脊索瘤平均随访 3.5 年,60%获得无瘤存活。有 17 例病变复发需要再次手术(见郭卫等中华外科杂志 2003;41:827-831 及北京大学学报(医学版) 2003;35:159-162)。

(2) 肢体骨盆骨肿瘤的微波诱导高温及外科治疗

西安唐都医院范请宇等发展了这一疗法,其最近的临床报告发表在 *Clinical Orthopaedics and Related Research* 2003 年 406 期 165-175 页。手术步骤如下:①在原位分离带瘤的骨段并冷却正常组织;②将瘤骨加温,瘤心温度 105℃,瘤表面温度 65℃,持续 30-40 分钟;③去除瘤骨的焦痂,用含骨片的骨胶填充或植入带血管蒂的骨块,必要时给予内固定。

134 例肢体骨肿瘤随访 2-8 年,平均 49 个月,无瘤存活率达到 73.9%,功能达到 MTSS 平均 26 分。在 37 例骨盆骨肿瘤中,28 例得到局部控制,20 例能行走。

(3) 骨巨细胞瘤(GCT)的研究

北京大学人民医院冯传汉等作了系列的基础研究。中国骨巨细胞瘤发生率是最高的,达到骨肿瘤的 15%左右,接近骨肉瘤的发生率。然而美国 GCT 仅是骨肿瘤的 5-6%,日本是 10-11%。

上述的研究更新了骨巨细胞瘤(GCT)的概念

GCT 的经典概念认为它由多核巨细胞(MGC)和基质细胞(STC)组成。冯传汉等发现基质细胞含有:①巨噬细胞样细胞(玫瑰花形成细胞-RFC),它们能形成典型的多核巨细胞(S-MGC);②纤维母细胞样细胞(非玫瑰花形成细胞-NRFC),它们是真正的瘤细胞成分并能形成长生命的瘤巨细胞(L-MGC)。(见冯传汉等 *Chin MJ* 1999;112:901-905)。

在上述系列研究中,显微缩时电影还记录了两个多核巨细胞自然融合的过程。开始时两个细胞的胞膜之间形成一条通道,随后胞浆流通,胞核积聚,形成一个大的多核巨细胞。

抗 P53 蛋白免疫组织化学染色发现:GCT 典型多核巨细胞染色阴性;瘤合体细胞(体积小,核少)及 30%-60%基质细胞(纤维母细胞样细胞)染色阳性(见郭卫等北京医科大学学报 1995;27:403-405)。细胞遗传学研究发现 GCT 核型集中在二倍体,亚二倍体以及超二倍体。可见到双着丝点、环状、双微体等核畸变。染色体的结构异常多在 5q, 8q, 17p, 18p 及 22p, 虽然多数学者认为异常最多发生在 11p 及 19q 上(见郭卫等中华外科杂志 1995;33:97-101)。

三、香港台湾骨科概况

20 世纪 50 年代以来香港和台湾的骨科同道,作出了大量的贡献,深值得我们学习和参考。香港陈启明、周肇平教授,台湾郑诚功教授等为本节提供了宝贵的材料,特致谢意。

1. 香港骨科概况

香港骨科的两个主要支柱是香港大学和香港中文大学的骨科。

代表人物:梁智仁,梁秉中,陈启明,周肇平。

(1) 香港大学骨科

该科 1961 年由 AR Hodgson 教授和方心让、邱明才医生在玛丽皇后医院组建,1968 年肯特女公爵儿童医院骨科并入该科。当时邱明才教授和 JP O'Brien 主持儿童骨科的工作。1981 年梁智仁教授任骨科主任,2004 年由陆颢骥教授继任。1991 年该科已有 500 张床位和六个亚专业。香港大学骨科在下述领域享有很高的声誉:

①脊柱外科治疗脊柱结核的“香港手术”包含前入路、病灶清除及植骨固定,它和脊柱侧弯矫正外科都很有知名度。Leong-Thomasen(梁智仁-托马森)矫正后凸手术在 Bridwell and DeWald 脊柱外科学巨著中有详细的描述。

②手外科和儿童骨科也是有口碑的。

③生物力学、步态分析和显微外科的实验室发表了数百篇重要论文。香港大学骨科在建科 30 年中培训了来自海外的 80 名进修医生,每年该科还接受 160 名本科生的教学任务。(摘自 Department of Orthopaedic Surgery.The Hong Kong University 1961-1992 及 1961-2003)。

2001 年梁智仁教授当选为中国科学院院士,他是首位获此殊荣的香港骨科医生。

(2)香港中文大学骨科

该科 1983 年由梁秉中教授在威尔士亲王医院建立,后由陈启明教授继任主任。1993 年设有 200 张床位和 7 个亚专业。同期创建了香港的骨科运动医学,并且组建了香港运动医学及运动科学中心。首项研究《北京-香港超级马拉松》完成于 1983 年,并发表于 1985 年英国运动医学杂志。在此期间发展了运动医学关节镜外科,陈启明教授亲自经治数千例。1985 年引进了等动力技术和装备,以评估及康复运动损伤病人,小儿骨科组提供高度专业的服务,包括脊柱侧弯、先天性畸形的矫正,肢体延长和神经肌肉疾病的治疗。手外科和显微外科建立于 1987 年,断肢、断指再植成功率达到 90%,骨肿瘤科开展保肢治疗技术,90%II 期骨肿瘤病例的肢体得以保存。在建科的 10 年中贡献了 200 余篇科学论文。(摘自香港中文大学矫形外科及创伤学系。1983 年以来十年回顾与前瞻)。

2.台湾骨科概况

代表人物:邓述微,陈汉廷,杨大中,罗惠熙,韩毅雄,郑诚功。

三军总医院的邓述微和荣民总医院杨大中是台湾骨科的创建者。台湾骨科学会成立于 1977 年,历届的理事长分别是邓述微、陈汉廷、杨大中、刘堂桂、罗惠熙等。2001 年成立中华交流学会,罗惠熙任首届理事长,促进两岸学术交流和专家互访。

台湾骨科中心分布岛内各地,简述数个于下:

(1)台北荣民总医院 1959 年成立骨科专业组,1983 年独立建科。设有创伤骨折、骨病、儿童骨科、运动医学和手外科五个专业,研究方向有步态分析、等动力运动学等。

(2)三军总医院骨科。1987 年建科,设有创伤、普通骨科、运动医学、脊柱外科等专业,研究方向是骨折愈合,脊柱疾病和创伤运医。

(3)台湾大学附属医院 1950 年成立骨科专业组,1987 年建科,设有普通骨科、手外科、运动医学、脊柱外科、儿童骨科等专业,研究方向是骨科生物力学和生物化学。

(4)高雄大学医学院,1954 年成立骨科专业组,1963 年建科,设有脊柱外科,髋、膝、肩、手、踝等关节外科,骨肿瘤外科、运动医学,儿骨科。

(5)马凯纪念医院,1993 年建立骨科,主要专业是,普通骨科、脊柱外科。研究方向是生物力学和关节置换。

(6)长庚医院,2001 年首先在嘉义分院建立骨科,设有创伤、运动医学、脊柱外科、手外科、儿童骨科和关节外科等专业。荣民总医院和长庚医院在岛内均设有分院,大部都建立骨科。

(7)阳明大学生物力学实验室有一定的知名度,1995 年由郑诚功教授组建,并与若干医

院的骨科协作。研究方向包括:①下腰及脊柱的损伤、退化性疾病、外部支具和内固定的力学;②髌膝关节方面:假体设计和与关节置换有关的问题和生物材料。1996-2002年间培养了博士5名、硕士23名,完成了32项研究。

[参考文献]

- [1] 张大勇, 任龙喜, 王小萍. 颈椎单开门后方韧带复合体重建的临床观察 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(2): 118-120.
- [2] 尹芸生, 李栋. 国际骨连接学会创始人——Maurice E. Müller[J]. 实用骨科杂志, 2004, 10(4): 378.
- [3] 李盛华, 潘文. 骨折经皮复位固定疗法发展史[J]. 中国骨伤, 2003, 16(12): 762-763.
- [4] 秦泗河, 曲龙. 骨外固定技术的发展史与骨科自然重建理念的形成[J]. 中国矫形外科杂志, 2009, 17(16): 1262-1265.
- [5] 张为, 董玉昌, 中勇, 等. 保留颈半棘肌肌止的椎板成形术的临床应用[J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14(13): 980-982.
- [6] 孙宇, 张凤山, 潘胜发, 等. 锚定法改良单开门椎管成形术及其临床应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(9): 517-519.
- [7] 潘胜发, 孙宇, 朱振军, 等. 单开门颈椎管扩大椎板成形术后轴性症状与颈椎稳定性的相关观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(10): 604-607.
- [8] 张大勇, 任龙喜, 王小萍. 颈椎单开门后方韧带复合体重建的临床观察 [J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(2): 118-120.
- [9] 孙宇, 张凤山, 潘胜发, 等. “锚定法”改良单开门颈椎管成形术及其临床应用[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2004, 14(9): 517-519.
- [10] 潘胜发, 孙宇, 朱振军, 等. 单开门颈椎管扩大椎板成形术后轴性症状与颈椎稳定性的相关观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2003, 13(10): 604-607.
- [11] 刘洪, Ishihara HH, 张腾云. 伊藤法-单开门-颈椎椎管扩大椎板成形术的并发症及其原因分析[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2006, 16(5): 332-335.

第二章 骨科生物力学

一、骨骼力学的几个基本概念

生物力学(biomechanics)是研究人体活动的力和运动的一门科学,涉及工程学、医学、仿生学、体育等多种学科,在骨科领域中,应用生物力学的概念和原理解释人体正常和异常的解剖与生理现象,有助于骨科医生更好地理解和治疗肌肉骨骼系统的疾病。因此,骨骼力学已成为现代骨科医生必须具备的科学基础。

(一)基本概念

人体运动器官的功能包括支撑与运动两个方面。人体骨骼是身体的坚强支柱,分为躯干骨、四肢骨和颅骨三大部分。成人的骨共有 206 块,就像一台机器共有 206 个构件,每个构件在人的日常生活、劳动和运动中都承受着足够的承载能力,它由三方面来衡量。

1.要求骨骼有足够的强度——抵抗破坏骨折的能力,如四肢骨在剧烈运动和强劳动时不应该发生骨折。

2.要求骨骼有刚度——抵抗变形的能力,如脊柱在弯曲时不应该发生损伤或是侧凸。

3.要求骨骼有足够的稳定性——保持平衡的能力,如长骨在压力作用下有被压弯的可能性,但在日常生活中始终保持原有直线平衡形状不变。

(二)外力与内力

所谓力就是一个物体对另一个物体的作用,它可分为外力和内力。人体在日常生活与运动中都会对机体的每块骨产生复杂的力,如人体在长跑时受到的外力为体重、迎面风力及地面反作用力等。当外力使物体发生变形时,物体内部分子之间伴随着一种抵抗力即为内力,例如,我们用手拉弹簧,就一定感到弹簧也在拉我们的手,拉力愈大,抵抗拉力也愈大。因此,外力越大,内力也越大。

(三)应力与应变

任何物体只要在外力作用下,就一定要发生变形,同时又在物体内部引起内力,内力是随着外力的加大而增大,它总是与外力维持平衡,从而才能使物体不发生破坏。

任何物体在受力时都会引起物体的变形,变形点称为应变,内力强度点称为应力。应力即为单位面积上的内力。写成公式为:

应力=内力/截面面积或应力=外力/截面面积

即: $\delta = \rho / [\text{单位常用 mPa}(\text{mN}/\text{m}^2)]$

应力是指局部力的强度,是单位面积上的力。应变是局部的变形,是形变量与原尺度之比。如果某骨承受了很重的力,超出了其耐受应力与应变的极限,即可造成骨骼损伤甚至发生骨折。

(四)五种基本变形

骨骼在受到外力作用时都有不同程度的变形,一般骨骼受力时的变形形式分为拉伸、压缩、剪切、弯曲和扭转等五种基本变形。例如:运动员在进行吊环运动时上肢骨就受到拉伸作

用;举重运动员挺举时四肢均受到压缩作用;弯腰时脊柱受到弯曲作用;体操运动员做转身动作时下肢骨受到扭转作用;车床剪切断肢体即为剪切作用等。但人体在受伤骨折时,往往是几种作用力的复合。例如,跌倒后桡骨远端骨折,既有剪切力又有压缩力等。

(五)骨组织的力学特性

1.各向异性

由于骨的结构为中间多孔介质的夹层结构材料,因而这种材料是各向异性体(不同方向的力学性质不同)。

2.弹性和坚固性

骨组织有 25%~30%是水,其余 70%~75%是无机物和有机物,其中无机物(磷酸钙与碳酸钙)占 60%~70%,有机物(骨胶原)占 20%~40%。骨的有机成分组成网状结构,使骨具有弹性,骨的无机物填充在有机物的网状结构中,使骨具有坚固性,能承受各种形式的应力。研究表明,无机物使骨具有抗压能力,而有机物使骨具有抗张能力。

3.抗压力强,抗张力差

骨对纵向压缩的抵抗最强,即在压力情况下不易损坏,在张力情况下易损坏,这和骨小梁的排列有关。

4.耐冲击力和持续力差

载荷作用时,在骨中所引起的张力分布虽然一样,但效果不一样。两者相等时,冲击力在骨中所引起的变化较大,即骨对冲击力的抵抗比较小。另外,同其他材料相比,其持续性能、耐疲劳性能较差。

二、关节软骨生物力学

关节是人体中骨与骨可动连接的环节,是人体各部位活动杠杆的支点。关节的作用有:①保证人体的运动。②力的传递。③润滑作用。而关节软骨有其独特的力学性能,一般说来,它是一种各向异性的、非均匀的、具有黏弹性的、充满液体的可渗透物质。

1.软骨的负荷变形

关节软骨在承受压力(负荷)时会发生变形,并随时间变化变形加快,1 小时后达到平衡。当压力消除后,原有的软骨厚度很快恢复。

2.渗透性

组织间液在流经软骨基质时,其输送机制主要有两种。第一种是组织间液体借助于组织两边液体的正压力梯度经过多孔的可渗透基质输送,液体的输送与压力梯度成正比。第二种是靠软骨基质的变形来输送液体。Mow 通过实验证明,在增加压力发生变形时,健康软骨的渗透性大大降低。这样,关节软骨就阻止了所有的组织间液流出,这个生物力学调节系统与正常组织的营养需要、关节的润滑和承载能力、软骨组织的磨损程度有密切关系。

3.张力特性

软骨承受的张力负荷与关节软骨面相平行时,其硬度和强度与胶原纤维平行于张力方向排列的范围有密切关系,因为胶原纤维是抗张力的主要成分。随着关节表面距离的增加,正常成人关节软骨的拉伸强度均降低,这使胶原蛋白密集的软骨表浅层对软骨组织起到一种坚韧耐磨、保护皮肤的作用。

4.润滑作用

在工程学中有两种基本润滑类型,界面润滑和液膜润滑。在某些负荷条件下,关节内的

滑液可作为关节软骨的界面润滑剂,而这种润滑能力与滑液的黏滞度无关。如果承力不重,且接触面的相对运动速度较高,关节可能采用第二种润滑机制——液膜润滑。

5.磨损

磨损分两个部分,即承载面之间相互作用引起的界面磨损和接受体变形引起的疲劳性磨损。如果两承载面接触,可因粘连或磨损而产生界面磨损。即使承载面润滑作用好,由于反复变形,承载面可发生疲劳性磨损。疲劳性磨损之所以发生,是由于材料反复受压而产生微小的损伤累积所致。

6.关节软骨变性生物力学

关节软骨的修复和再生能力有限,如果承受应力太大,很快会出现全面破坏。可能与下列因素有关:

- (1)承受应力的量级。
- (2)承受应力峰值的总数。
- (3)胶原蛋白多糖基质的内部分子和细微结构。

应力的过度集中可导致软骨的衰竭,如先天性髌臼发育不良、关节内骨折、半月板切除后等都可增加总负荷和应力集中。

三、关节力学

人体的各个关节是各种活动中杠杆的支点。根据其发育过程,可将关节分为不动关节(颅骨骨缝)、微动关节(耻骨联合)和可动关节;按其形状,可分为平面关节(腕骨间关节)、屈戌关节(肘关节)、滑车关节(寰枢关节)、椭圆关节(腕掌关节)、球窝关节(拇腕掌关节)等。对人体运动来讲,可动关节极为重要。

(一)关节内的应力分布

通过关节的负荷是向量的总和,一般包括两个方面

- (1)体重加上该段肢体的加速和减速度。
- (2)稳定关节和移动关节的肌力,肌力占通过关节合力的大部分。关节软骨是负重面,把承受的压力传递给下面的骨床。软骨下骨松质有两个作用:①负重面大时由于骨骼变形,关节获得最大的接触面,负重面积也增大。②骨松质的排列呈放射状,把大部分的应力又传递给骨干,因此软骨下骨对关节适应负重有重要作用。软骨下骨若失去顺应性,关节应力就增加,导致关节软骨的应力局部高度集中。

(二)关节的稳定性

多数关节的稳定性依靠三种因素来维持,即骨骼、韧带和肌肉。关节在运动状态始终是不平衡、不稳定的,但人体总是在不平衡、不稳定中求得相对的平衡和相对的稳定。骨骼的因素对于这种稳定是明显的,而关节内与关节周围韧带使关节活动在一定方向上受到制约,保持关节活动在正常的生理范围以内。肌肉既是运动关节的动力,又是在运动中维持关节稳定的重要因素,其主要作用是通过抵抗、协同与抗重来完成的。

(三)关节的力和力矩

关节的作用有两个:节段活动和力的传导。力可来自多方面,如髋关节借助吸力支持下肢重量,最基本的则是压力。正常站立时,体重施力于下肢各关节,而上肢的力却是负的。身体各种位置都不能借关节面自身组合来取得平衡,而需要韧带、肌肉或两者的力量。关节部肌肉仅具有小的杠杆臂,而有时却需要大的平衡力矩,故肌肉施加于关节的力可以是很大

的。例如,髋关节在双足站立时,假如重心偏移,体重为 46.27 kg 的人在力矩平衡下,关节力约为 122.47 kgf(1 kgf=9.8 N),约为体重的 3 倍。

四、骨折力学

骨组织有两个区别于其他材料的显著特征,即随着关节失用或功能逐渐增加会发生骨密度的变化。骨组织还有自身愈合能力,其修复过程不是形成瘢痕,而是损伤组织的重建,这是复杂的生物学和力学过程互相作用的结果。

1.骨折的力学原理

从生物学观点来看,骨折是由应力和功能分布不均匀所引起的。当骨骼遭受严重创伤时,骨受到很大应力,当应力超过骨的承受极限时,就会发生骨折。

2.长骨内的张应力

骨折多发生在长骨,张应力是较压应力具有更大破坏性的应力。人体所有的活动(如站立、走路、携带、投掷以及撞击等)均会在长骨的凸侧产生显著的张应力。在平常的步态中,最大的张应力是胫骨的后侧和股骨的外侧。

3.断裂力学和骨的断裂

人体在剧烈活动中常常会发生骨折,而断裂力学使损伤条件下发生的骨折得到合理解释。成骨密度断裂韧性的测试是目前骨的断裂力学研究的主要方面。骨密质在高应变速度时类似于脆性材料,而在低应变速度时却是一种坚韧材料,它的断裂率比许多普通材料高,但大大低于一些金属。断裂力学的理论和实践表明,材料的细小缺陷和空隙是微观裂纹的发源地,它们引起应力集中,在应变—应力作用下形成骨折。

4.疲劳骨折

骨承受反复负荷(如长时间的行军、锻炼)可发生微损伤,如果这种损伤不断积聚,超过机体的修复能力,就会产生疲劳骨折或应力性骨折。这种骨折常见于新兵长途行军,故又称为行军骨折。

五、内固定的生物力学

所有骨科手术都必须符合生物学和力学原则:①保存骨的血液供应。②维持骨的生理和力学环境。骨的力学环境是骨塑形的重要因素之一。现代弹性材料的固定符合生物力学原则,允许骨端存在一定量的力学刺激,有利于骨痂的形成,促进骨愈合。

1.内固定器——钢丝与张力带

骨在承受负荷时,在紧靠负荷侧为压力,另一侧为张力。而用骨折固定器的目的是保持骨折原有序列和对抗张应力。一切固定器均可考虑为对抗张力的带子,因而都把它置于张力侧。例如髌骨骨折,将髌骨骨折接触点的前方皮质的对应点用钢丝紧紧地捆在一起,可使骨折这一段保持扭矩平衡。拉力与髌骨面要有一小的弯曲角度,肌腱力矩为对侧骨块的反作用力所抵消,这个反作用力是压力,即由于钢丝固定才使肌腱拉力旋转,远侧骨块与近侧骨块接触。腱的拉力越大,骨折面通过的压力就越大。只要支点(前皮质)的接触由钢丝张力维持,这一切都可办到。肌力和反作用力各自都有方向相同的明显分力,能为钢丝内张力所抵消。

2.内固定器——钢板

有实验表明,在骨愈合的早期阶段,牢固的内固定有利于骨折愈合过程;而晚期,这种坚硬的内固定板不利于正常的骨塑形,使骨塑形过程减慢。置于长骨张力侧最外层的多孔钢板,其作用与上述钢丝固定相似,钢板适应弯曲造成的压力通向骨折线,实质上钢板所受应