

现代临床医学丛书

骨质疏松学

刘忠厚 主编

科学出版社

现代临床医学丛书

骨质疏松学

主 编 刘忠厚

副主编 马述仕 王石麟

薛 延 刘成林

编 委 赵燕玲 陈璐璐

唐 海 卢方平

向 青 曹 威

科 学 出 版 社

内 容 简 介

本书是目前国内骨质疏松学领域的一部权威性专著,由中日友好医院临床研究所研究员、中国老年学学会骨质疏松委员会主任委员、《中国骨质疏松杂志》主编刘忠厚教授主编。全书分为基础、总论和各论三部分,分别论述人体骨骼系统的结构功能、代谢及其调节;骨质疏松病因病理、流行病学,以及诊断、治疗和预防,诊断技术、设备及质控、实验研究方法;各论分别论述原发性和继发性骨质疏松症的病因、病理、临床表现、诊断和鉴别诊断、治疗和预后。书后附录介绍了目前国内部分骨质疏松诊断仪器及治疗和预防药物、保健品。全书内容充实,资料丰富,收入了近年来国内外临床和科研获得的大量新的成果和资料,不失为临床、教学和科研中有价值的一部参考书。

图书在版编目(CIP)数据

骨质疏松学/刘忠厚主编. -北京:科学出版社,1998
(现代临床医学丛书)

ISBN 7-03-005501-2

I. 骨… I. 刘… III. 骨质疏松-防治 IV. R681

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 12668 号

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

北京双青印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

1998 年 1 月第 1 版 开本:787 × 1092 1/16

1998 年 5 月第二次印刷 印张:50 1/4

印数:6001 - 9 000 字数:1 172 000

定价:128.00 元

编写人员名单

(按作者在本书出现的先后排序)

马述仕	教授	武警部队总医院
王石麟	副研究员	中日友好医院临床医学研究所
吴 杰	副主任医师	中日友好医院
郑少雄	副主任医师	天津医科大学总医院
褚为靖	副主任医师	北京积水潭医院
赵丹慧	助理研究员	北京积水潭医院
陶树青	副教授	哈尔滨医科大学附属第二医院
陶天遵	教授	哈尔滨医科大学附属第二医院
薛 延	教授	北京积水潭医院
孙本华	副研究员	北京积水潭医院
李青南	副教授	广东医学院
梁念慈	教授	广东医学院
刘忠厚	研究员	中日友好医院临床医学研究所
潘子昂	副研究员	中日友好医院临床医学研究所
刘京萍	编辑	中国骨质疏松杂志社
赵燕玲	主治医师	中日友好医院
侯丕华	副主任医师	中日友好医院
王质彬	主任医师	中日友好医院
陈璐璐	副教授	同济医科大学附属协和医院
闫景龙	副教授	哈尔滨医科大学附属第二医院
徐 苓	教授	北京协和医院
向 青	助理研究员	中日友好医院临床医学研究所
裴春改	主治医师	中日友好医院进修医生
张志杰	主任医师	中日友好医院
于 洁	副研究员	中国康复研究中心
张宪娣	副研究员	中国康复研究中心
宋新德	医学博士	美国 Loma Linda 大学
周 勇	留美学者	美国 Loma Linda 大学
金世鑫	教授	北京医院
汪 耀	副主任医师	北京医院
沈志卫	副主任医师	北京医院
王淑萍	医学博士	美国 Loma Linda 大学

卞美璐	教授	中日友好医院
丁桂芝	教授	美国 Loma Linda 大学
郭玉清	副主任医师	中日友好医院
刘 沛	副教授	江苏省人民医院
夏志道	副教授	同济医科大学附属协和医院
冯世伦	主任医师	中日友好医院
肖 丹	副主任医师	中日友好医院
于兑生	主任医师	中国康复研究中心
张 颖	医师	中国康复研究中心
井上哲郎	教授	日本滨松医科大学
李晓冬	博士	日本滨松医科大学
曹 威	助理研究员	中日友好医院临床医学研究所
杨定焯	教授	华西医科大学第四附属医院
唐 海	副主任医师	北京友谊医院
吴春营	博士	美国加利福尼亚大学
李 皎	博士	美国加利福尼亚大学
樊 波	博士	美国加利福尼亚大学
山崎熏	讲师	日本滨松医科大学
串田一博	助理教授	日本滨松医科大学
板田博	讲师	日本滨松医科大学
周荫保	教授	天津医科大学总医院
蒋业斌	博士	美国加利福尼亚州立大学
赵 洁	博士	美国加利福尼亚州立大学
魏 石	博士	日本岡山大学医学院
何郁泉	留美学者	美国加利福尼亚州立大学
H. K. Genant	教授	美国加利福尼亚州立大学
卢方平	硕士	中日友好医院
邢淑敏	教授	中日友好医院
冯 坤	副研究员	洛阳正骨医院
王健智	副研究员	洛阳正骨医院
胡良平	研究员	军事医学科学院
朴淳一	助理研究员	军事医学科学院
刘建立	教授	解放军总医院
陶国枢	教授	解放军总医院
朴金华	主治医师	延吉市人民医院
王维力	教授	天津医科大学总医院
蒋 蕾	医师	北京医院
王维华	副主任医师	解放军 514 医院
宋淑军	副主任医师	解放军 514 医院

杜学海	主任医师	中日友好医院
李葆玲	副主任医师	北京医院
周迎生	主治医师	北京医院
刘成林	研究员	北京航天医学工程研究所
崔 伟	副研究员	北京航天医学工程研究所
刘永生	博士	中日友好医院
张素华	主任医师	重庆医科大学附属第一医院
徐 潜	副主任医师	中日友好医院
崔寿昌	主任医师	中国康复研究中心
张越巍	主治医师	北京天坛医院
范东坡	主任医师	北京天坛医院
王 强	主治医师	北京天坛医院
刘宗华	医师	中日友好医院
张利利	副主任医师	北京冶金医院
吴 青	副主任医师	解放军总医院
李子荣	主任医师	中日友好医院
王予彬	副教授	解放军 304 医院
杜春林	副主任医师	北京冶金医院
王 琪	主治医师	中日友好医院
王 玫	副主任医师	中日友好医院
颜 纯	主任医师	北京市儿童医院
侯丽萍	副主任医师	山西太原类风湿病医院
万冬桂	主治医师	中日友好医院
李佩文	主任医师	中日友好医院
于世凤	教授	北京医科大学口腔医学院

特邀医学编辑

郭亦超	副编审	卫生部工业卫生实验所
-----	-----	------------

前 言

随着人口寿命的延长和老年型社会的到来,作为老年性疾病之一的骨质疏松症和骨质疏松性骨折使越来越多的人深受其害,许多人因此而长期遭受肉体上的痛苦,甚至伤残及早逝。随着患者的增加,医药费用的上涨给许多家庭和社会带来巨大的精神压力和沉重的经济负担,因而引起了国内外广泛的关注。我国老年人口逐年增加,到2000年我国将进入老年型社会,60岁以上的老年人将达到1.3亿之多。

骨质疏松症是一种综合征,它涉及到许多学科(如妇产科、骨科、内分泌科、老年病科、肾内科、放射科、检验科),实际上对骨质疏松的研究已因多学科的进步而发展成为一个新的边缘学科——骨质疏松学。骨质疏松学在20世纪后期得到迅速发展,在国内外均已形成相当数量的研究和临床队伍。在基础科学和临床科学的基础上,21世纪初期的骨质疏松学将会有较大发展。

尽管我们的祖先在春秋战国时期,就对骨代谢病有不少的论述和研究,但目前我国在这一领域里还未进入世界先进行列。然而令人欣慰的是,近年来我国骨质疏松领域的科学家、医生、药学工程师们,从我国实际情况出发,进行了大量的基础研究、临床工作和药物的开发,取得了可喜的成果。在这些研究成果的基础上,又收集了90年代以来国外的最新资料,经国内外数十名作者两年多辛勤劳动完成了《骨质疏松学》这本书的编著。希望该书能够对我国骨质疏松症的研究、诊断、治疗和预防起到一定的推动作用。

全书分为三篇。第一篇:基础,从一般、显微、超微结构和分子水平上阐述了骨骼系统和细胞的结构、形态和功能、代谢及其调节。第二篇:总论,阐述了骨质疏松症的基本概念、诊断技术和标准、治疗原则和药物以及骨质疏松症的研究方法。第三篇:各论,作者对国内外多部著作中收录的原发性骨质疏松症、继发性骨质疏松症及代谢性骨病等相关的40余种疾病进行了阐述。本书还增设了附录,收集了国内目前部分治疗骨质疏松症药物、保健品及诊断仪器设备,以供大家参考。

本书是国内外诸多专家、作者和出版社共同努力的结果。面对医学科学迅速发展的现状,又由于本书涉及面较广,涉及学科较多,而编著者水平有限,加之时间仓促,难免有疏漏和错误之处,敬请有关专家、读者批评指正,以便再版时修定。

刘忠厚

1997年12月

目 录

第一篇 基 础

第一章 骨骼系统的结构与功能	1
第一节 骨骼系统的结构与形态	1
第二节 骨骼系统的功能	30
第三节 骨骼系统的发育过程及影响因素	31
第四节 牙体组织	50
第二章 骨代谢及其调节	59
第一节 骨矿物质	59
第二节 骨基质蛋白的生化特征及调控	84
第三节 骨代谢的调节	95
第四节 影响骨形成和骨吸收的有关因子	121

第二篇 总 论

第三章 原发性骨质疏松症的概述及诊断标准	142
第一节 定义及诊断	142
第二节 临床表现	162
第四章 骨质疏松症病因学及病理学	167
第一节 病因学	167
第二节 病理学	182
第三节 全身性激素与局部因子相互影响在骨质疏松发病中的作用	183
第四节 运动与骨质疏松的危险性	186
第五节 绝经前生殖活动及激素特征与骨质疏松危险性的关系	191
第五章 骨质疏松性骨折的流行病学	199
第六章 骨质疏松症的生化检查	211
第一节 与骨代谢有关的生化检查	211
第二节 骨代谢生化标志物随年龄的变化	220
第三节 骨代谢生化检查在骨质疏松症诊断、鉴别诊断、预防和治疗的意义	220
第七章 骨质疏松的治疗和预防	226
第一节 骨质疏松症的治疗和预防原则	226
第二节 营养疗法	227
第三节 药物治疗	234
一、V _D 类药物	234
二、降钙素及其临床应用	238
三、氟化物	244
四、雌激素	251

五、雄激素和孕激素与骨代谢	255
六、双磷酸盐类	266
七、依普拉芬	271
八、维生素 K	280
九、甲状旁腺激素	285
十、ADFR 疗法	291
十一、骨质疏松症治疗的生物物理学基础	298
第四节 中医药	316
一、原发性骨质疏松症中医的辨证论治	316
二、继发性骨质疏松症中医的辨证论治	321
第五节 骨质疏松症的运动疗法	329
第六节 骨质疏松性骨折的治疗	340
第八章 诊断技术、设备及质量控制	352
第一节 中国骨质疏松症检查诊断的历史情况	352
第二节 X 线诊断和鉴别诊断	354
第三节 单光子诊断技术	365
第四节 双能量 X 线骨密度测量仪	372
第五节 定量 CT 检查技术	419
第六节 超声诊断技术	427
第七节 核显像诊断技术	438
第八节 骨组织形态计量学诊断法	443
第九节 遗传因子诊断技术	456
第十节 脊椎骨折的诊断技术	460
第十一节 骨质疏松研究的质量控制	471
第十二节 婴幼儿与青少年骨矿含量	481
第九章 实验研究方法	497
第一节 骨质疏松症的科研设计	497
第二节 骨质疏松的实验动物模型	501
第三节 骨生物力学参数	511
第四节 流行病学和统计学在骨质疏松症研究中的应用	515

第三篇 各 论

第十章 绝经后骨质疏松症	529
第十一章 老年性骨质疏松症	535
第十二章 特发性骨质疏松症	545
第十三章 男性骨质疏松症	552
第十四章 内分泌性骨质疏松症	558
第一节 甲亢性骨质疏松症与甲低性骨质疏松症	558
第二节 甲旁亢骨质疏松症和甲旁低骨质疏松症	571
第三节 糖尿病性骨质疏松症	576
第四节 库兴综合征与骨质疏松症	583

第五节	人工绝经及早绝经后骨质疏松症	592
第十五章	肾性骨质疏松症	601
第一节	慢性肾衰继发性甲旁亢骨病	601
第二节	肾小管酸中毒性骨质疏松症	608
第十六章	营养、环境与骨质疏松症	614
第一节	营养与骨质疏松的关系	614
第二节	钙与骨质疏松症	615
第三节	蛋白质与骨质疏松症	627
第四节	磷与骨质疏松症	631
第五节	钠与骨质疏松症	634
第六节	必需微量元素与骨质疏松症	634
第七节	有害重金属与骨质疏松症	637
第八节	不良嗜好与骨质疏松症	639
第九节	维生素 D 与骨质疏松	642
第十节	维生素 K 与骨质疏松	642
第十七章	药物性骨质疏松症	645
第一节	皮质类固醇激素引起的骨质疏松症	645
第二节	抗癫痫药引起的代谢性骨病	650
第三节	肝素引起的骨质疏松症	656
第十八章	废用性骨质疏松症	662
第一节	失重条件下的骨质疏松症	662
第二节	长期卧床引起的骨质疏松症	672
第十九章	消化性骨质疏松症	680
第一节	胃切除术后的骨质疏松症和骨软化症	680
第二节	肝病引起的骨质疏松症	686
第三节	胃肠吸收功能障碍引起的骨质疏松症	690
第二十章	原发性骨质疏松症与其他老年病	698
第二十一章	骨的 Paget 病	704
第二十二章	先天性骨病	710
第一节	成骨不全症	710
第二节	Maffucci 综合征	713
第三节	后纵韧带骨化症	715
第四节	骨硬化症	721
第五节	遗传、环境条件对骨质疏松的影响	724
第六节	家族性的骨质疏松症	728
第七节	家族性低血磷性佝偻病	729
第二十三章	其他骨病	736
第一节	类风湿病与骨质疏松症	736
第二节	妊娠、哺乳期骨质疏松症	739
第三节	多发性骨髓瘤与骨质疏松症	744
第四节	恶性肿瘤骨转移引起的骨质疏松症	750
第五节	牙周炎与骨质疏松症	754

附录一 目前国内治疗骨质疏松症的最新药物和保健品·····	761
附录二 目前国内最新诊断骨质疏松的仪器设备·····	781
主要名词索引·····	787

第一篇 基础

第一章 骨骼系统的结构与功能

第一节 骨骼系统的结构与形态

一、结 构

发育正常的人体有 206 块大小不等、形态各异的骨。它们或者单个出现,或者左右成对存在。这些骨依其不同的功能,按一定方式和力学结构,通过关节、肌腱、韧带或骨缝互相连接,构成完整的骨骼系统(图 1-1)。

骨是体内坚硬的组织。骨的外面包有骨膜,骨的内腔称为骨髓腔,含有骨髓组织。骨骼系统有其血液供应、淋巴引流和神经分布。

骨骼系统构成机体坚硬的骨架结构,构成并保持机体形态,支撑体重。骨和关节是运动系统的主要组成部分,当骨骼肌收缩时,与之相连的肌腱发生运动,骨在运动中起杠杆作用,关节起枢纽作用。骨髓腔内的骨髓组织,是主要的造血器官。骨能储存钙和磷,对钙、磷代谢和调节起着重要作用。某些骨按一定方式互相连接构成一定形状的腔隙,对其内的器官起保护作用。如多块颅骨靠缝隙连接构成颅腔,以保护脑;胸椎、胸骨和肋骨互连接围成胸腔,以保护心脏、肺脏和纵隔中的器官、组织;髌骨、髌骨、耻骨、坐骨互连接围成骨盆腔,起到保护盆腔器官的作用。许多椎骨彼此连接构成长管状脊髓腔,脊髓在其管腔内受到保护。

206 块骨分别构成三大部分,即头颅骨、躯干骨和四肢骨见表 1-1。

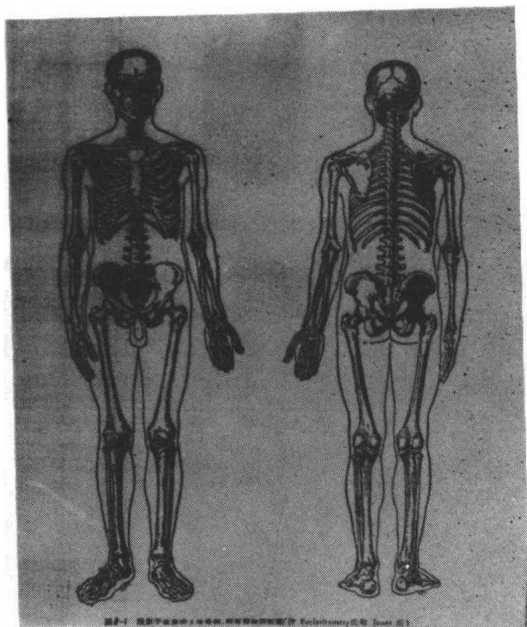


图 1-1 人体骨骼系统

头颅骨 22 块 椎骨 33 块 胸骨 1 块
肋骨 24 块 上肢骨 64 块 下肢骨 62 块

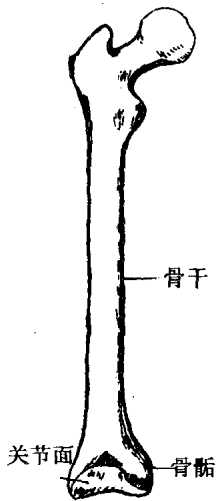
表 1-1 人体骨骼

	块 数	各骨名称和块数
头颅骨	22	额骨 1 顶骨 2 枕骨 1 蝶骨 2 颞骨 2 筛骨 2 上颌骨 1 腭骨 1 颧骨 2 鼻骨 1 泪骨 2 下鼻甲 1 犁骨 2 下颌骨 1 舌骨 1
躯干骨	58	椎骨 33: 颈椎骨 7 胸椎骨 12 腰椎骨 5 骶椎骨 5 尾椎骨 4 胸骨 1 肋骨 24
四肢骨	126	上肢骨 64: 锁骨 2 肩胛骨 2 肱骨 2 挠骨 2 尺骨 2 手舟骨 2 月骨 2 三角骨 2 豌豆骨 2 大多角骨 2 小多角骨 2 头状骨 2 钩骨 2 掌骨 10 指骨 28 下肢骨 62: 髌骨 2 股骨 2 髌骨 2 胫骨 2 腓骨 2 跗骨(距骨 2 跟骨 2 足舟骨 2 内侧楔骨 2 中间楔骨 2 外侧楔骨 2 骰骨 2) 跖骨 10 趾骨 28

1. 骨的外部结构和形态

人体骨的大小不同,形态各异,就其形状可概括为五种类型,即长骨、短骨、扁骨、不规则骨和含气骨。

(1)长骨



分布于四肢,左右对称,成对存在,多呈长管状。其外面为骨质,内部为骨髓腔。长骨一般中部较细,称为骨干,两端膨大,称为骨骺。骨骺的端是软骨被覆的光滑面,称为关节面,一个骺端可以有一个或几个关节面。关节面的摩擦系数非常低,约为 0.0026,是所有固体材料中摩擦系数最低的。因此,软骨覆盖构成的关节面具有高效率的关节功能。相邻两个骨的关节面同关节囊和肌腱连接构成关节。骨骺和骨干的连接部分称为干骺端。幼年时期干骺端和骨干之间有一层软骨,称骺软骨板,到成年时期,此软骨板骨化,骺和骨干相互愈合,原骺软骨板处遗留一条线状痕迹,称为骨骺线(图 1-2)。

长骨除其两端包于关节囊内之外,其他大部分外表面都覆盖有骨膜。

图 1-2 长骨

(2)短骨

多分布在既承受重量、结合紧密,而又运动复杂、灵活性比较大的部位,如腕骨、跗骨等。短骨的外形多呈立方形,常有多关节面,与邻近几块骨相连构成多个关节,以提供灵活运动的条件(图 1-3)。

(3)扁骨

主要分布于头部、胸部等处,如颅盖骨、胸骨、肋骨和肩胛骨等,其外形多呈板状。这类

骨常常围成体腔,保护内部脏器,如颅盖骨围成颅腔,胸骨和肋骨围成胸腔主要组成部分,骨盆诸骨围成盆腔等(图 1-4)。

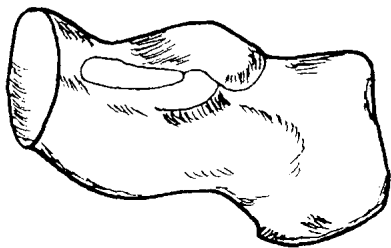


图 1-3 短骨

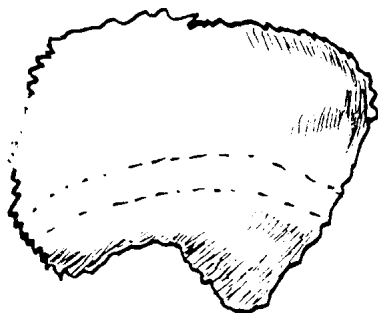


图 1-4 扁骨

(4)不规则骨

其外形不规则,主要见于椎骨和颞骨等(图 1-5)。

(5)含气骨

这种骨并不是根据外部形态分类,而是因为某些骨内具有天然含气的空腔而得名。这些具有含气空腔的骨主要与发音共鸣有关系,同时也有减轻骨的重量的作用,如上颌骨、额骨、筛骨等,分别形成上颌窦、额窦、筛窦(图 1-6)。

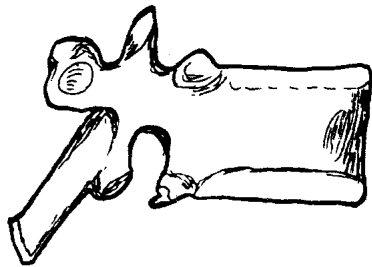


图 1-5 不规则骨

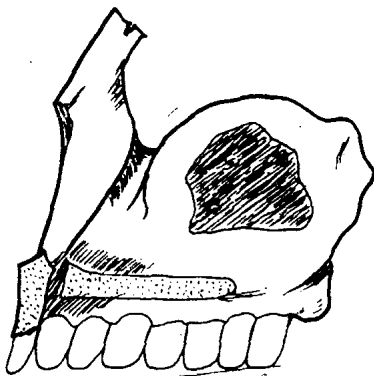


图 1-6 含气骨

2. 骨的内部结构

骨的主要成分是骨质。无论哪种类型的骨,其表层(外层)均致密而坚硬,称为骨密质(substantiae compacta)又称密质骨或皮质骨,由多层骨板构成。由骨密质往里,其骨的结构疏松,呈海绵状,由许多骨小梁构成,称骨松质(substantiae spongy),又称松质骨。密质骨主要存在于长骨骨干和其他类型骨的骨表面;松质骨主要存在于椎骨、长骨干骺端和肋骨等处。在人体整个骨骼系统中,密质骨大约占全部骨骼的 75%,松质骨约占 25%。不同的骨骼,密质骨和松质骨所占的比例各不相同,如上肢长骨中密质骨占 95%,下肢长骨中

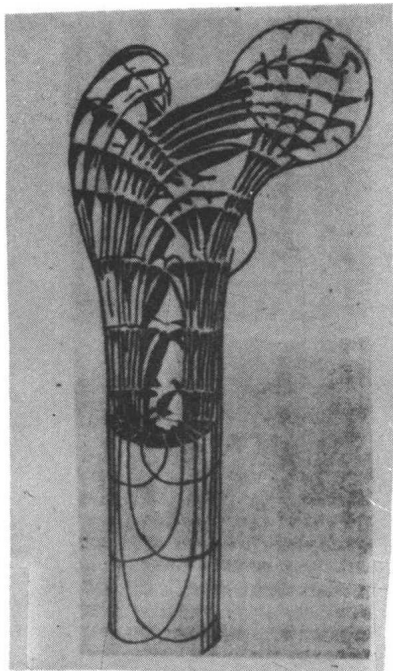


图 1-7 股骨的三维桁架
理论结构模型

密质骨占 75%；而椎骨中松质骨约占 66%~75%，密质骨则仅占 25%~34%。骨小梁以适应骨所承受的压力和张力的方向相互交织。有人用工程材料的原理测量和分析骨的应力-应变关系来显示人股骨受到单轴拉伸时的应力-应变关系。干骨较脆，应变达 0.4% 时即被破坏；而湿骨较韧，应变为 1.2% 时才被破坏。单轴载荷低于比例极限时，其应力与应变的关系为 $\delta = E\epsilon$ 。在研究新鲜密质骨的力学特性时证明，在受压时，所有骨的极限强度和极限应变要比受拉伸时相应的数值大，而拉伸时的弹性模量数值比压缩时的大。拉伸和压缩时力学特性的差异，是由于骨的非均匀的向各异性的复合结构造成的。成年人的股骨中骨密质的弯曲极限强度为 160MPa (16kg/mm²)，扭转时的剪切极限强度为 54.1 ± 0.6 MPa，扭转时的弹性模量为 3.2GPa (326kg/mm²)。

Kummer(1972)提出的人股骨三维轨道系统的理论结构模型，与骨的实际力学结构十分相似(图 1-7)。

松质骨由许多厚薄不一、间距不等的骨小梁按照生理上压力和张力的曲线方向相互交错排列而成。由于骨的种类不同，密质骨和松质骨的分布和含量也不相同。长骨骨干主要为密质骨，其内面只有很少量松质骨。密质骨骨层厚，硬度大，故抗压力和张力的力量强。长骨骨髓的密质骨骨层薄，其内面含有大量松质骨。扁骨的密质骨有内、外两层，分别称为内板(lamina interna)和外板(lamina externa)。两板中间夹着松质骨，有时没有松质骨，两板融合。颅骨外板较厚且极坚硬，弹性大，弧度小，对张力的耐受性大。内板较薄且相对松脆。两板之间的松质骨被称为板障，其内有弯曲的板障管，板障静脉从管中经过。内、外板板障和板障管的出现与年龄有关系，一般 6 岁以下的儿童和 50 岁以上的成年人，其颅骨的内、外板和板障不易分清；板障管一般在 2 岁以后才可以观察到，随着年龄的增长逐渐明显，到 10 岁时，出现率可达 32%。

松质骨的强度和弹性模量比密质骨小得多(图 1-8)。

骨的强度随年龄、性别、骨的部位、加力的方向和应变率的不同而有变化，应变率的影响具有特殊意义，应变的速度越大，其强度也越高。

在光学显微镜下观察，无论是密质骨还是松质骨都是由骨板构成的。但二者的结构不同，密质骨有内、外骨板和骨单位，其骨板较厚，一般为 5~7μm。而松质骨骨板层次少，较薄，没有或有少数不完整的骨单位，且本身无血管分布，骨细胞的营养依靠骨髓腔的血管供应。

长骨骨干是密质骨最多的部位，做横断面切片观察时，可见密质骨以三种方式排列，构成三层结构。最外面一层称外环骨板，其外面与骨外膜紧密相连。该层由数层骨板构成，环绕骨干排列。在外环骨板中可以看到佛克曼管(Volkman's canal)，该管横穿外环骨板，与骨干垂直，骨外膜的小血管经该管进入骨内[图 1-9(a)]。最里面的一层，也就是靠近骨

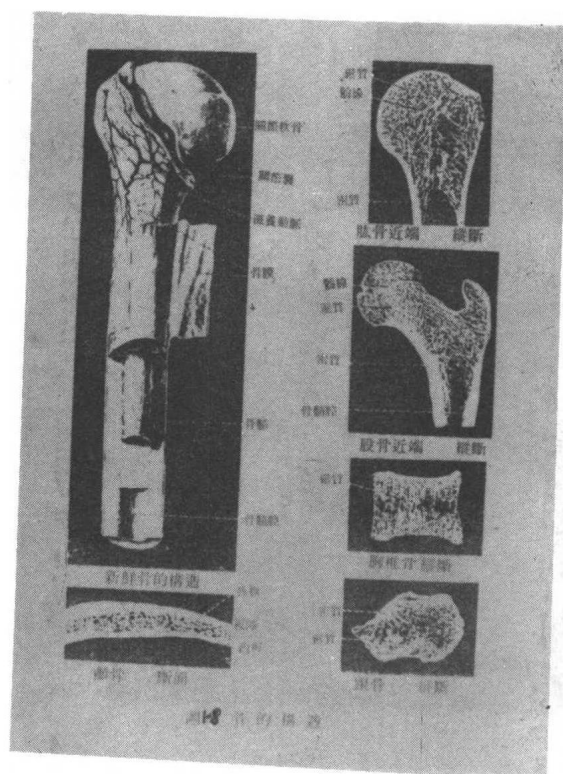
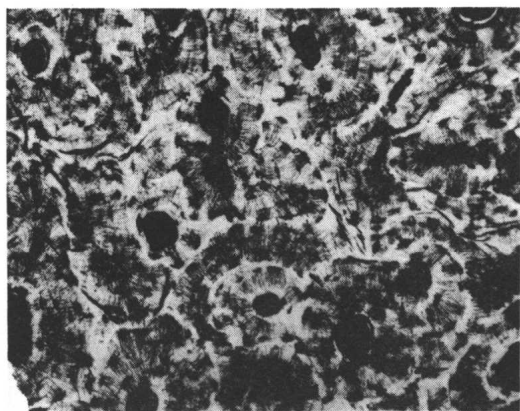


图 1-8 骨的构造

髓腔的一层称为内环骨板,其内面附着骨内膜。该层骨板层也是由数层骨板环绕骨干排列。由于骨髓腔呈不规则状,故骨板层的排列也不太规则。在该骨板层内也可以看到与骨干垂直的佛克曼管横穿入骨。构成密质骨的主要部分是位于外环骨板层和内环骨板层之间的许多骨单位(osteone),或称哈佛系统(Haversian system)。每个骨单位都是由哈佛管和骨板层共同构成的。每个骨单位的中心有一条哈佛管,与骨干的长轴平行,哈佛管的周围有5~20层骨板呈同心圆排列。每个骨单位的表面有一层粘合质,在横断面的骨磨片上可以观察到折光性较强的粘合线,显现出骨单位的轮廓。此粘合线含有大量骨盐,而胶原纤维很少,故HE染色的切片上呈强嗜碱性[图1-9(b)]。脱灰骨切片HE染色骨单位显示也很清楚[图1-9(c)]。

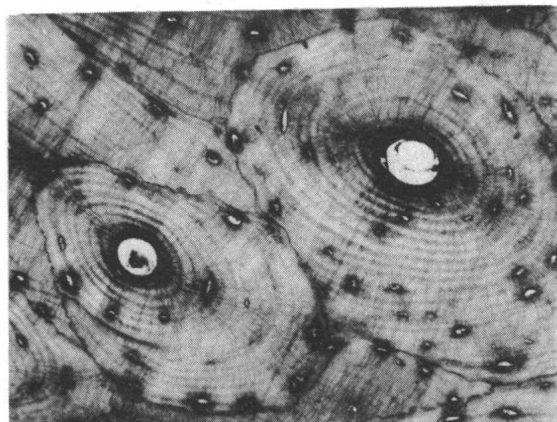
此外,在骨单位和骨单位之间有一些形状不规则且大都缺少哈佛管的不完整的骨单位,称为间在骨板,它们是遗留的陈旧骨单位(图 1-10)。这是由于骨的不断改建所致,在任何年龄的长骨切片中都可以观察到。凡是成熟的骨单位改建已经完成,各层骨板均已钙化。尤以最内层骨板的钙化程度为最高。正在形成或新建过程中的骨单位,哈佛管的直径比较大,其周围的骨板有的已经形成并钙化,有的正在形成而尚未钙化。此外,还可以观察



(a)



(b)



(c)

图 1-9

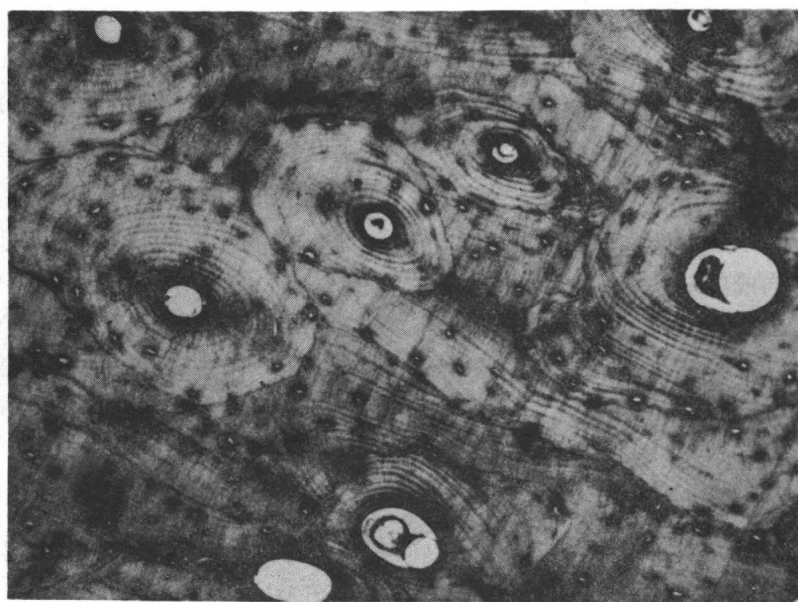


图 1-10 间在骨板