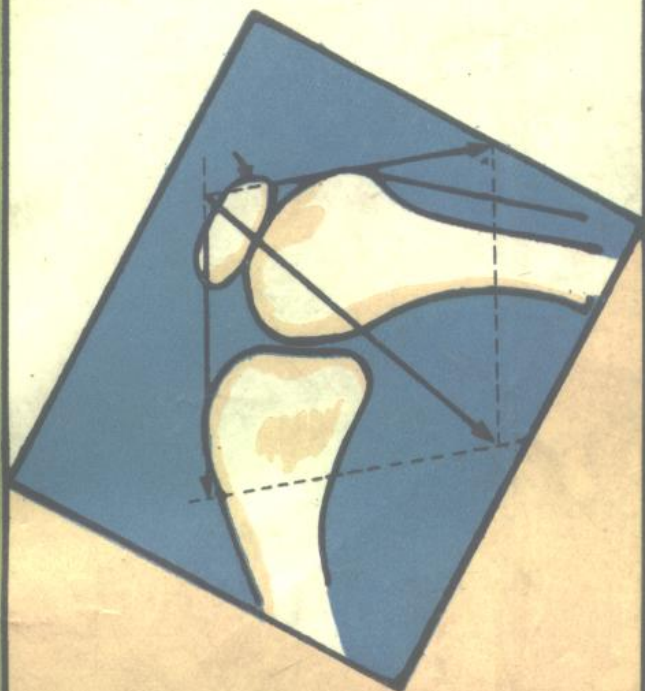


当代主治医师丛书



临床骨科 生物力学基础

[美] M.南 丁 著 过邦辅 编译
V.H.傅兰谷

上海远东出版社

《当代主治医师丛书》

临床骨科生物力学基础

〔美〕 M. 南 丁 著
V.H. 傅兰谷

过邦辅 编译

上海远东出版社

目 录

(沪)新登字 114 号

《当代主治医师丛书》

临床骨科生物力学基础

(美) M. 南 于 著
V.H. 傅 兰 谷

过邦辅 编译

上海远东出版社

(上海冠生园路 393 号)

邮政编码:200233

新华书店上海发行所发行 常熟高专印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 15.5 字数 415,000

1993 年 12 月第 1 版 1993 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—3000

ISBN7-80514-819-8/R·121

定价:18.00 元



0168630

临床骨科生物力学基础

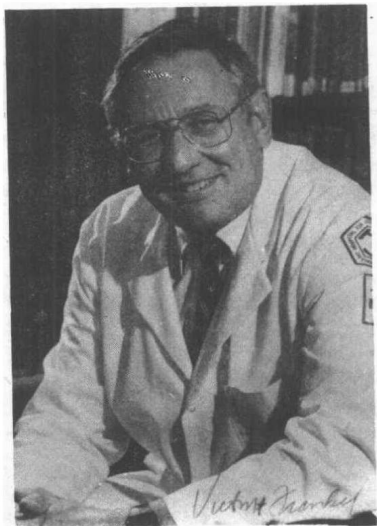
BASIC BIOMECHANICS OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM

Second Edition

Margareta Nordin

Victor H. Frankel

过邦辅 编译



原著作者序

生物力学是一门基础科学，所有接触于肌肉骨骼系统的学者必须对此有所了解。30多年来，我按生物力学的原理，为4000余名学生讲解有关骨科疾病的处理问题，这本书就是以讲课内容为主而编写的教材。

基础原则不是按典型的工程学模式安排，而是按所需的原则包括于不同章节内。例如，应力与应变的概念不单独表达，而是成为骨的生物力学一章内的一部分。同样，运动学则反映于膝关节的一章内。

本书可单独学习，也可作为生物力学系统学习课程的教科书。作者非常高兴由过邦辅教授花了一定劳动力将本书译成中文，致表谢意。

Victor H. Frankel, M.D.

Margareta Nordin, Ph.D.

美·纽约市

编译者序

于 1981 年，我在美国看到了生物力学在骨科中的应用和发展，深切地感到不论在病因、生理、病理和治疗上都应有生物力学的介入的重要性。过去一直认为骨科是一门自外科学中分出来最早，也是最成熟的一门分支专科，似乎已发展到“顶”，能解决的问题已经解决了，无法解决的也很难解决。殊不知最重要，也最缺乏的是力学问题，在我国骨科领域内几乎是一个空白。自生物力学介入以来，有了新的认识，在治疗方面也有了新的概念，认识到过去认为是“正确”的，现在看来很有问题，甚至是错误的。自我接触到生物力学以后，真正感到“山穷水尽疑无路，柳暗花明又一村”。

应该说，骨科接触力学，是较早的，也是应用力学的一门主要学科，如牵引、手法、锻炼、导引等，无不涉及到力学问题。但过去只是停留在应用上，很少提高到理论研究上。因此，对骨科发展的促进不大。第二次世界大战以后，物理学有了很大发展，推动了许多学科，如天文、宇宙航空等。同时也有不少第一流物理学家将这门专科知识引入医学中来，促进了医学的发展。我国的学者起领先和带头作用的，如在美的冯元桢教授就将液体力学介入到医学中来；对医学的发展是一个促进。还有不少华人教授，如刘永庆、毛昭书、吴清源、赵以、安介南等教授，在生物力学发展中作出很大的贡献。所以医学中生物力学的发展，中国人起到极为重要的作用。国内有许多工程人员、医生也投入到医学生物力学中来，取得很大进展，作出巨大贡献。

本书的作者 Victor H. Frankel 是较早的一位有贡献的生物力学学者，也是一位著名的骨科专家。他是纽约大学医学院骨科教授，也是纽约关节疾病医院骨科学院的院长。他于 1986 年来华

访问并讲学，被上海第二医科大学聘任为骨科顾问教授。他早年曾在瑞典哥定根大学获得生物力学的哲学博士。在本书第一版为第一作者。而在第二版的第一作者是 Margareta Nordin 教授，是纽约关节疾病医院骨科研究院内，职业与工业骨科中心的主任和纽约人体功率学与职业生物力学研究室主任。她在采用信息处理复杂数据时，能使之简明易懂。

我在过去 10 年内，通过学习和考察，感到应将这门新学科和新知识的发展，介绍给我国骨科界和有关生物力学同道。虽然我国在这领域里已有一定基础，也有了几本有关医学生物力学的书籍，但将骨科与生物力学的基础有机结合，并由浅入深地探讨，为数不多，因此，很必要有一本将骨科与生物力学有机结合的专著。为此，在 1987 年和 1989 年重访美国后，有决心将这方面的知识介绍给我国的骨科界和生物力学同道，恰好本书第三版又在 1989 年出版，内有许多资料是 80 年代后期的，能跟上时代的步伐，经征得原作者和 Lea & Febiger 出版公司的同意，允许将此书以编译形式出版，有些内容基本直译。本书原名为《肌肉骨骼系统的基本生物力学》，现改译为《临床骨科生物力学基础》，因为本书主要接触临床，而我国习惯使用骨科这学科名称，故采用本名。在最后加一附录，介绍有关生物力学的基本原理，这是原著中没有的，由我编写。

本书共分为五个部分：第一部分，介绍国际标准单位名称 (SI 系统)；第二部分，共分五章，介绍肌肉骨骼系统有关组织与结构的基本生物力学；第三部分，共分十章，介绍下肢关节、脊柱和上肢关节的生物力学；第四部分，为生物力学名词释义。最后为附录部分，介绍一些生物力学的基本原理，使读者对生物力学有一个基本认识。

在编译过程中，除 Frankel 教授给予赞同、启发和指导外，在美期间，还得到美爱荷华大学生物医学工程系林宽主任教授、刘永庆教授、Goel 教授等的指导和方便，表示感谢。这项编译工作是我先在加拿大，以后在上海陆续编译完成的，对多伦多西

奈山医院 Gross 教授、病童医院的 Salter 和 Wedge 教授的帮助，以及国内生物力学专家们的指导，深表谢意。当然没有我的夫人凌励立教授和爱女过纪渭医师的鼓励 and 具体协助，本书的编译很难能完成，特此表达我的心意。殷切希望我国读者能提出宝贵意见，纠正编译错误，对此致以衷心感谢。

过邦辅

第一版前言

对肌肉骨骼系统及其病残的性质的认识是与恢复功能的进展相辅相成的。观察、思维和经验足以解决一些问题。随着它所导致的病理和生理更进一步的认识，答案也将延伸出来。还有许多余留的问题等待生物力学原则的应用。

有效功能的主要决定因素是骨骼功能的力的耐受和运动。所有年龄组运动量的增加以及人类寿命的延长，对身体质量，提出新的要求。为了发展适合的临床反应、生物力学信息是必要的，同时将这知识转换为治疗的依据。

Victor H. Frankel 在这两方面是引路人。他对生物力学研究的贡献表现在他的广泛写作，这本书代表他的第二个作用，将生物力学知识介入到病人的治疗中来。这不是一项简单工作。Margareta Nordin 与他一起承担这新作的产生。她的贡献在于提供资料形式来解释复杂的论据。这书的价值也在于另有许多编写学者增加广度而得以增强。

工程学领域能说清楚力、运动和人体功能的组织反应。在这方面有大量信息，但它们分散于广泛著作之中，并采用工程名词，也正是临床工作者所不熟悉的。这本肌肉骨骼系统基本生物力学的书将这方面的近代知识融汇在一起，并用清楚的文字来表达，所用的文献是广泛而又有选择性的。工程名词的使用局限于必须表达的主要概念。每章的主要参考文献说明其主要来源。

这书主要是在临床上有关的生物力学原理的信息和举例的概要，还有一小部分是计算关节与肌力的方法。表达清晰易懂，尽量减少数学公式，采用很清楚的图表。所描述的技术方法能使感兴趣的临床工作者便于使用。

这本书是工程概论和临床实践之间的一个良好可行的桥梁。它提供骨科医生、理疗师、作疗师和其他有关医务工作者，能以评估和治疗肌肉骨骼功能不良的可行的生物力学原理的知识。

Jacquelin Perry, M.D.

内 容 提 要

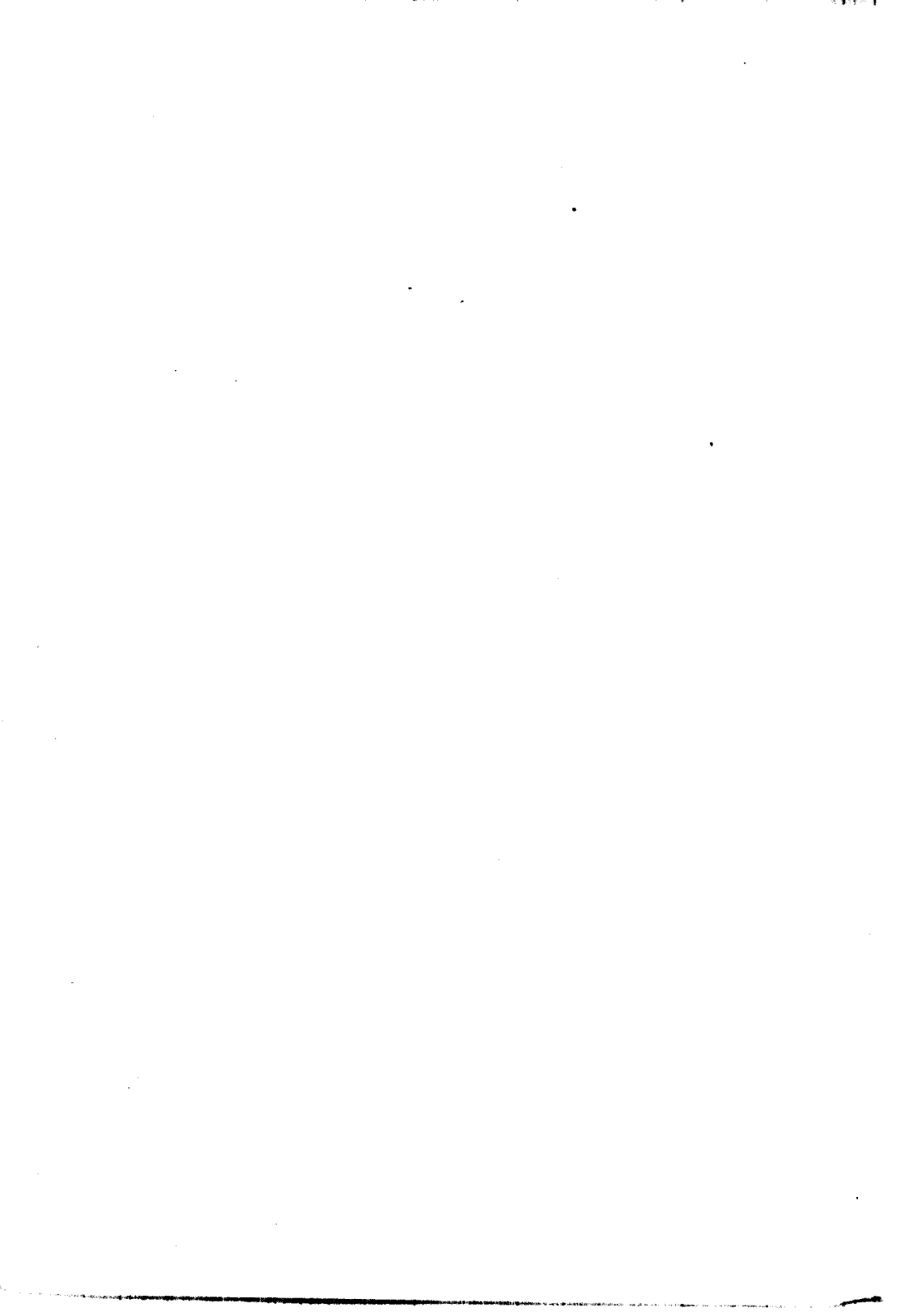
生物医学工程是一门边缘学科，它是将工程学与医学有机结合起来的新学科。本书阐述了肌肉骨骼系统组织与结构的生物力学；阐述了下肢、脊柱和上肢各自的生物力学特征，有机地将力学与生物体结合起来，并从临床角度来认识力学。为了对生物力学有一个系统的认识，以方便读者，本书一开始就介绍了目前国际上统一使用的有关标准单位，最后对专用词进行了科学的解释。在附录中，介绍了有关生物力学的基本原理。

目 录

第一部分	国际标准单位名称及其意义	(1)
第二部分	肌肉骨骼系统的结构与组织的生物力学	(15)
第 1 章	骨的生物力学	(17)
第 2 章	关节软骨的生物力学	(57)
第 3 章	肌腱与韧带的生物力学	(92)
第 4 章	周围神经的生物力学	(112)
第 5 章	骨骼肌肉的生物力学	(130)
第三部分	关节的生物力学	(163)
第 6 章	膝关节的生物力学	(165)
第 7 章	髋关节的生物力学	(192)
第 8 章	踝关节的生物力学	(214)
第 9 章	足的生物力学	(225)
第 10 章	腰椎的生物力学	(252)
第 11 章	颈椎的生物力学	(285)
第 12 章	肩关节的生物力学	(305)
第 13 章	肘关节的生物力学	(336)
第 14 章	腕关节的生物力学	(351)
第 15 章	手的生物力学	(370)
第四部分	生物力学名词释义	(415)
第五部分	附录	(429)
I.	静态力学和动态力学	(431)
II.	材料与结构的反应	(452)
III.	摩擦与润滑	(474)

第一部分

国际标准单位名称及其意义



在原始社会内，人们就已认识到建立重量与测算方法和需要的意义。不论是建筑、成衣和商业往来都需要建立一个有标准的系统。从巴比伦、埃及、中国文化和宗教书籍，如圣经，都指出先用人体和环境的常用组成来建立简单的测量系统。例如时间，则用太阳的不同阶段来测算。在挪亚时代，就用膊 (cubit) 来测量长度，相当于自肘至中指顶端的距离。指距 (span) 等于膊的一半，是手于完全展开时，拇指尖至小指尖之间的长度。较小的测量则可用手指的长度或拇指的宽度来测量。容量的测量则用一个桶装满种子，然后数种子的数目来说明容量。

原始社会早就认识到将两个物体放在平衡架上，可确认哪一物体最重。巴比伦社会曾用标准的磨光石子来测算物体，这些石子可能是最早的标准，以后发展成为英国的法定石，相当于 14 磅 (62.27 牛顿)。

埃及和希腊则采用麦种子做为重量的最小单位的标准。这概念发展到后来用喱 (grain) 即谷粒做为重量的单位，但目前已很少使用。阿拉伯人曾用宝石和金属做为重量的标准，采用小的豆，称为豆角 (carob)，至今演变成克拉 (carat)。

由于国家和各民族之间的商业来往，测量系统成为早期文化交流的内容之一。罗马帝国时代广泛综合测量标准。随着罗马帝国的扩大，标准使用范围也扩大。距离则用步伐来计算，也即是两步之间的距离，一个步伐等于两步距离。

英 制

英制的重量和测量是从巴比伦、埃及、罗马、盎格鲁-撒克逊和诺曼弟法制演变而来。从人体的指、掌、指距和膊的长度测

量改为吋、呎和码。罗马制度的基本单位是 12，以后也成为英制所用的制度基础，因为罗马将足 (pes) 分为 12 等分，称为俩 (unciae)，英语的 和 也是来自拉丁文。

早期撒克逊王常在腰部穿戴值星带或腰带，便于拆下，用以测量长度。“码”这个字源自撒克逊字叫束带 (gird)，意指一个人的腰围径。在 12 世纪，亨利一世颁布码的标准是臂于伸直时，从他的鼻尖至拇指尖的距离。至 13 世纪，爱德华一世在长度标准化上迈出重要的一步，制成一根标准铁竿，作为英帝国的标准码长度。这测量竿定名为“铁尺骨” (iron ulna)，是参照前臂骨的长度而来。足的测量是测量竿的 $1/3$ ，1 吋作为标准码的 $1/36$ 。爱德华二世认为这测量系统比较模糊，颁布 1 吋等于“三粒圆而干的大麦粒”。

英制度量系统是经过英国皇家法令颁布而实施的。早期都铎 (Tudor) 王朝 (1485~1603 年) 统治时建立 220 码为一个弗隆 (furlong)。在 16 世纪，伊丽莎白一世女皇改变传统的罗马哩的标准，从 5000 呎改为 5280 呎为一哩，使一哩恰好等于 8 个弗隆。英国国会于 1824 年通过立法制定新的码标准，基于一根铜棒的长度，自各端的金钮量起，在每一钮孔上刻一个点，码就是两个点之间的距离。

自 17~19 世纪，世界商业受英国的影响，广泛采用英国的重量和测量系统，虽随商业的需要有所改进，但系统基本未变。

公 制

18 世纪早期，在欧洲大陆尚无统一的系统。不仅各国自有其测量方法，即使各个城镇也各有自己的测量制度。在 1790 年法国大革命时代，路易十六世和法国议会通过一个法令，嘱法国科学院和伦敦皇家学会演译一个统一的所有测量和重量的标准。由于英国不愿参加这法令，故法国乃单独建立一个新的统一的测量标准，创立了公制 (metric system)。

于 1793 年，法国政府根据公尺采用标准的测量系统。它是自北极至赤道，有一条线穿过巴黎，其一千分之一的距离为 1 公尺（米）。所有其他长度测量基于公尺的十进位分数。物体的公制单位是克（gram），它是 1 立方厘米水的物体于最大密度的温度下的公制单位。液体容量的单位称为升（litre），是一个方块的容量，每面为 $1/10$ 米。

多数法国人认为这种新的测量公制系统较模糊，花费很大的力量将这新系统转换为常用的过去习惯使用的码和呎的系统，对新系统的大力抵制迫使拿破仑于 1812 年废除公制，但至 1837 年，法国又采用公制，希望能全世界使用。

至 19 世纪，许多科学家倾向于使用公制，原因是：（1）它是一种国际系统；（2）这单位能独立复制；（3）分数点的使用大大简化计算。英制虽多用于商业，但公制则在工程和科学领域内有明显优点。

至 19 世纪后半期，科学的进展需要发展较好的公制，于 1875 年的国际条约，米制条约建立一个长度和物体的明确规定的公制标准。此外，又建立和进一步改进的永久性机械工程的公制。这条条约由 18 个国家签字。至 1900 年，有 35 个国家正式采用这公制。

正当签定公制条约时，国际重量和测量局的永久秘书处在法国 Sevres 成立，以协调公制的信息交流。有关公制系统的涉外机构称为重量与测量全会（General Conference of Weight and Measurements），可以定期批准系统与标准的改进。于 1960 年，全会采纳了一个广泛而简化的系统修正。这个现代公制称国际单位系统（Le System International d'Unites），国际简写为 SI。以后又在 1964 年、1968 年、1971 年和 1975 年分别采纳改进意见和增加新的内容。

于 1965 年至 1972 年之间，英联邦、澳大利亚、加拿大、新西兰和许多其他英语国家采纳公制。于 1975 年，美国国会通过公制转换的法令，采用 SI 系统为主要测量单位的系统，至今基