

手外科学

58.2

JY

2

52718

手 外 科 学

北京积水潭医院《手外科学》编写组 编

人 民 卫 生 出 版 社

手 外 科 学

北京积水潭医院《手外科学》编写组 编

人 民 卫 生 出 版 社 出 版

人 民 卫 生 出 版 社 印 刷 厂 印 刷

新 华 书 店 北 京 发 行 所 发 行

787×1092毫米16开本 33 $\frac{1}{2}$ 印张 36插页 695千字

1978年2月第1版第1次印刷

印数：1-20,400

统一书号：14048·3551 定价：4.05元

毛主席语录

白求恩同志毫不利己专门利人的精神，表现在他对工作的极端的负责任，对同志对人民的极端的热忱。每个共产党员都要学习他。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

把医疗卫生工作的重点放到农村去。

前 言

手外科是在外科中比较年轻的学科，它所服务的对象绝大多数是在工农业战线上负伤的劳动群众。我院创伤骨科手外科专业组，是在一九五八年大跃进形势的促进下发展起来的。特别是经过无产阶级文化大革命运动，我院手外科专业组在我院党委的领导下，在培训人员开展手外科技术等方面，做了一些工作，治疗了大量急诊和门诊病人，收住院治疗的患者达八千人次，积累了一些临床经验。在此基础上，我们编写了本书。我们希望本书能在普及和推广防治手部伤病方面，对从事外科及骨科的同志们有所帮助。

本书初稿完成以后，还得到全国一百七十多个医院的同志们的大力支持，对本书的内容及编排等，提出了不少建议和批评，对我们帮助很大。本书大部分插图是华北七所附属医院郝铸仁医师所绘。在此，我们对各单位的领导和同志们们的热情支持和帮助表示衷心感谢。

由于我们政治思想水平低，业务实践经验不足，本书仍然存在不少问题和缺点，如：中西医结合方面开展得比较差，有的新技术如显微外科，因经验不足而未写入，等等。我们迫切希望广大读者对本书、对我们的工作提出批评和帮助，使我们更好地为广大工农兵伤病员服务。

编 者

1976年10月30日

目 录

第一篇 手外科的基本知识	1
导言	1
第一章 功能解剖	2
有关功能解剖的一些基本概念	2
力学原理在人体应用的几个问题	2
肌肉生理的有关问题	7
肩胛带及肩关节解剖	10
肩胛骨的运动	10
肩关节活动	11
肩胛带肌肉	11
肩胛骨诸方向的运动和肌肉及其神经支配	17
肩关节诸方向的运动和肌肉及其神经支配	20
上肢神经支配	22
上肢血管	24
上臂及前臂解剖	27
肌肉	27
第二章 检查法	63
一般检查法	63
手部关节运动的概念	63
手部外观	64
周围神经的检查	67
血管的检查	70
关节活动受限的检查	72
关节的测量方法	75
肌肉功能检查	83
肌电图检查	106
肌动电流的描述	106
正常肌电图	107
失神经支配的肌电图表现	109
神经再生时的肌电图征象	111
肌电图检查的临床应用	111
神经传导速度的测定	120
运动神经传导速度	120
感觉神经传导速度	121
神经传导速度的诊断价值	121
第三章 手部手术的几个基本问题	123
皮肤消毒及铺单法	123
止血带的应用	125
无创技术	126
皮肤切口	127
组织剥离	131
创面止血	132
闭合伤口	132
术后包扎与制动	135
手外科手术的基本器械	137
第四章 手外科常用的皮肤移植术	139
皮肤移植术在手外科中的重要性	139
皮片移植术	139
皮片种类及其优缺点	139
供皮区的选择	140

皮片的切取方法·····	140	皮片的生长过程及晚期变化·····	148
供皮区的处理·····	145	皮瓣移植术·····	149
受皮创面的处理·····	145	皮瓣的定义及用途·····	149
皮片的固定法·····	146	皮瓣的种类·····	149
术后处理·····	147	皮瓣移植的操作技术·····	156
植皮失败的原因·····	147	手外科常用的皮瓣移植术举例·····	162
第五章 手外科的麻醉·····	167		
常用的麻醉方法·····	167	全身麻醉·····	176
神经阻滞·····	167	针刺麻醉·····	176
上肢连续硬膜外麻醉·····	175	几种常见手术的麻醉选择·····	178
局部静脉麻醉·····	175		
第六章 手部功能的恢复·····	180		
伤手进一步丧失功能的原因·····	180	在工作中锻炼功能·····	184
功能锻炼与物理治疗·····	181	支具·····	184
中草药治疗·····	184		
第二篇 手部损伤·····	188		
第七章 手部损伤的原因和预防·····	188		
手部损伤发生的一般情况·····	188	伤原因·····	191
手部损伤发生的主要原因·····	190	手部损伤的预防·····	192
几种易造成手部损伤的机器及其致			
第八章 手部开放性损伤·····	194		
手部损伤的现场处理和转运·····	194	几种常见类型的损伤·····	205
急诊室的处理·····	195	指端损伤·····	205
组织损伤的判断·····	196	皮肤撕脱伤·····	211
手部开放性损伤的治疗原则·····	198	腕部切割伤·····	220
手部开放性损伤的手术治疗·····	200	手掌部压砸伤·····	222
清创术·····	200	热压伤·····	223
闭合伤口·····	202	几种常见的农业机器损伤·····	223
抗菌素在开放性手部损伤中的应用·····	204		
第九章 骨与关节损伤·····	227		
手部常见的闭合性骨折·····	227	骨与关节损伤晚期存在的几个问题·····	243
腕骨骨折·····	227	骨缺损·····	244
掌骨骨折·····	229	骨折不愈合·····	244
指骨骨折·····	232	骨折畸形愈合·····	246
关节内骨折·····	237	关节僵直畸形·····	247
手部常见的闭合性脱位及关节扭伤·····	237	创伤性关节炎·····	249
腕骨脱位·····	237	骨与关节的其它一些与损伤有关问题·····	250
腕掌关节脱位·····	239	月骨缺血性坏死·····	250
掌指关节侧副韧带损伤及关节脱位·····	240	掌指关节交锁·····	251
指间关节侧副韧带损伤及关节脱位·····	242	腕背隆突综合征·····	251
第十章 神经损伤·····	253		
神经损伤·····	253	分类·····	253

损伤原因·····	253	尺神经损伤·····	287
组织结构与病理改变·····	254	正中 尺神经损伤·····	296
诊断·····	256	脊髓副神经损伤·····	298
鉴别诊断·····	258	神经压迫综合征·····	299
治疗·····	259	颈部神经压迫综合征·····	299
影响神经功能恢复的因素·····	266	前臂背侧骨间神经麻痹·····	300
臂丛神经损伤·····	267	前臂掌侧骨间神经麻痹·····	301
腋神经损伤·····	271	腕管综合征·····	303
肌皮神经损伤·····	271	肘部创伤性尺神经炎·····	304
桡神经损伤·····	272	腕部尺神经管综合征·····	308
正中神经损伤·····	280		
第十一章 肌腱损伤·····	309	肌腱的粘连问题·····	341
肌腱的滑动结构·····	309	减少肌腱术后粘连的措施·····	341
肌腱的愈合·····	310	肌腱松解术·····	341
肌腱的缝合法·····	312	与肌腱有关的几个问题·····	344
肌腱损伤的治疗·····	314	桡骨茎突部狭窄性腱鞘炎·····	344
屈指肌腱损伤的处理·····	314	屈指肌腱狭窄性腱鞘炎·····	345
伸指肌腱损伤的处理·····	322	创伤性肌腱滑膜炎·····	346
肌腱缺损的处理·····	329	自发性肌腱断裂·····	346
游离肌腱移植术·····	330	肌腱滑脱·····	346
肌腱移位术·····	336		
术后处理·····	341		
第十二章 断肢再植·····	349	神经的修复·····	356
肢体离断的类型·····	349	小血管吻合·····	356
肢体离断程度·····	349	创面闭合·····	361
肢体损伤性质·····	350	术后处理·····	362
肢体离断伤的急救处理·····	350	断肢再植术后近期内血运障碍的原因	
断肢再植的适应症·····	350	及其处理·····	363
断肢再植的术前准备·····	352	血管痉挛·····	363
医务人员和伤员的思想准备·····	352	血管吻合口栓塞·····	363
急诊室和有关科室的准备·····	353	肢体肿胀或血肿压迫血管·····	363
手术器材·····	353	再植肢体解脱的适应症·····	363
断肢再植手术步骤·····	354	断肢再植后的功能恢复·····	364
清创术·····	354	提高断肢再植质量的措施·····	366
骨支架的修复·····	355	断肢功能的晚期修复·····	366
肌肉和肌腱的修复·····	355		
第十三章 手部烧伤·····	373	电烧伤·····	378
烧伤深度分类及其临床症状·····	373	化学性烧伤·····	379
治疗原则·····	374	放射性烧伤·····	380
治疗方法·····	375		
第十四章 手部复杂损伤的晚期处理原则·····	381	晚期处理原则·····	381
首先强调复杂损伤的早期处理·····	381		

第十五章 拇指及手指缺损功能重建	386
拇指缺损的功能重建	386
重建拇指功能的要求	386
手术适应症选择的原则	386
拇指缺损的分类	387
各类拇指缺损与功能重建的方法	387
手指缺损的功能重建	404
第十六章 瘢痕	407
形成原因及预防措施	407
种类	407
引起功能障碍的瘢痕	408
无功能障碍的瘢痕	409
对深部组织的影响	409
手术适应症	411
治疗原则	411
手部瘢痕的治疗	415
第十七章 长期不愈合伤口	418
原因	418
治疗	419
应用皮瓣移植修复长期不愈合创面	420
第十八章 肌肉挛缩	424
前臂肌肉缺血性挛缩	424
发病原因	424
病程变化	425
诊断	426
预防	427
治疗	427
手内在肌挛缩	433
局部针刺或药物注射引起的手内在肌挛缩	437
第十九章 截肢	441
截肢的原则和指征	441
截肢残端各种组织的处理	441
关于截肢平面的问题	443
截肢的种类	446
术后处理	447
前臂分叉术	448
第三篇 手部疾患	451
第二十章 化脓性感染	451
手部解剖特点	451
感染的原因	453
组织学改变	453
感染的病变过程、分期和转归	454
症状和体征	455
治疗	455
感染的预防	460
常见的几种化脓性感染	460
甲沟炎、甲下脓肿	460
表皮下脓肿	461
脓性指头炎	463
指蹼感染	464
皮下感染	465
化脓性腱鞘炎、滑囊炎	465
间隙感染	467
骨、关节化脓性感染	471
第二十一章 结核性感染	473
腕关节结核	473
掌、指骨结核	474
腱鞘滑膜结核	474
肌肉结核	476
第二十二章 掌腱膜挛缩症	477
病因	477
掌腱膜的解剖	477
掌腱膜挛缩的病理改变	478
症状	478
诊断	479
治疗	479
第二十三章 神经系统疾患	482
脊髓灰质炎后遗症（小儿麻痹后遗症）	482
大脑瘫	485
癫痫	487

第二十四章 先天性畸形	495
病因	495
上肢的胚胎发育	496
治疗原则	497
几种常见的畸形	499
多指畸形	499
并指畸形	502
短指畸形	507
缺指畸形	507
巨指畸形	508
先天性关节挛缩症	508
前臂骨缺如畸形	508
第二十五章 肿瘤	511
表皮样囊肿	511
皮脂腺囊肿	512
黄色素瘤	512
血管球瘤	512
脂肪瘤	513
粘液囊肿	513
纤维瘤	514
滑膜瘤	514
腱鞘囊肿	515
脓性肉芽肿	516
周围神经肿瘤	516
外伤性神经瘤	516
神经轴索肿瘤	517
神经鞘膜肿瘤	517
骨肿瘤	517
内生软骨瘤	517
外生软骨瘤	518
骨巨细胞瘤	518
外生骨疣	518
骨样骨瘤	519
骨囊肿	519
恶性肿瘤	520
血管肿瘤	520
毛细血管瘤	520
海绵状血管瘤	520
动静脉瘤	520
皮肤癌	521

第一篇 手外科的基本知识

导 言

伟大革命导师恩格斯在《劳动在从猿到人转变过程中的作用》一文中，对于手部功能的进化发展、对于手在从猿到人转变过程中的作用作了十分精辟的阐述。手之从脚分化出来，人之直立行走，“这就完成了从猿转变到人的具有决定意义的一步。”恩格斯指出：“手不仅是劳动的器官，它还是劳动的产物”。

恩格斯还在《自然辩证法》的导言中写到：“手的专门化意味着工具的出现，而工具意味着人所特有的活动，意味着人对自然界进行改造的反作用，意味着生产。”“只有人才给自然界打上自己的印记，……而人之所以做到这点，首先和主要地是由于手。”由于手的发展，由于在手发展的基础上发展起来的语言和头脑的发达，才有了人类。对于手在人类发展中的作用，革命导师给了很高的评价。

手是劳动的器官，也是人们进行正常生活不可缺少的器官。人类自进入阶级社会以来，劳动人民也通过双手进行阶级斗争、生产斗争和科学实验三大革命运动，改造社会，改造自然界。但是，在资本主义社会里，无产者连劳动的权利也常被剥夺。他们只有得到统治阶级的允许才能劳动，只有得到统治阶级的允许才能生存，也就是说，无产者往往有手不能劳动。在社会主义社会，劳动人民是社会的主人，他们在无产阶级的正确思想指导下，用自己的双手进行社会主义革命和社会主义建设，用自己的双手画更新更美的图画，创造着更加美好的未来。

劳动人民在从事三大革命斗争活动中，手同外界的联系最多最频繁，因而手也容易受到伤害。根据约略统计，手部的创伤占我院创伤急诊病人总数的四分之一；手外科的手术占全院手术总数的百分之三十。可以看出，积极防治手部的创伤与疾病，对于保护广大工农兵健康、保护社会主义劳动力，具有十分重要的意义。

当我们这样重视手的时候，绝不能把它和整个机体分割开来孤立对待。恩格斯曾经指出：“但是手并不是孤立的。它仅仅是整个极其复杂的机体的一个肢体。”我们一定要防止只重局部，忽视整体的倾向。我们都知道，在手外伤合并有重要脏器损伤的时候，即使是肢体离断这样严重的手外伤，此时手外伤也处于次要矛盾的地位。又如手的严重化脓感染可能导致毒血症、败血症；年龄、全身健康状况同手部伤病的治疗与恢复都有很大关系等等。除此而外，就手部本身而言，也存在要辩证地处理好局部和全局的问题。譬如晚期复合损伤的处理，应根据伤情的分析、劳动及生活中的需要，结合目前技术上的可能，统筹安排，订出治疗方案，分期进行。使手的功能尽量恢复到最好的水平。

到目前为止，手部伤病的治疗仍以手术为主要手段。这就容易导致忽视适应症的选择、术前准备和术后处理，而片面地认为手术能解决一切问题。为了避免这种错误，我们必须逐步学会应用辩证唯物主义来指导医疗实践，并且在改造客观世界的同时改造主观世界，使手外科更好地为劳动人民服务。

第一章 功能解剖

人类的手动作灵巧，达到今日如此高度的完善，完全是由于劳动的结果。手的解剖结构精细，在防治手部伤病时必须熟悉有关手的功能解剖。

手部功能，由于从肩到手指一系列的关节活动，更充分地发挥了它的作用。譬如，除了肩胛骨之间的皮肤以外，手掌凭借各个关节的运动，可以触及到身体任何部位的皮肤。因此在讨论手部功能解剖时，必然要包括整个肩胛带和其它一些有关的基础知识的问题。

有关功能解剖的一些基本概念

力学原理在人体应用的几个问题

一、关节活动度的分类

关节运动通过关节轴线进行，由于关节在结构上的不同，关节轴线可以有一个、二个或三个。按轴线的多少分为以下三种情况：

(一) 单轴运动 这种关节为合页关节，如手指的指间关节。它仅有屈伸运动，所以只有一个轴线。指间关节轴线是横形的，即指间关节轴线与手指纵轴方向垂直。单轴运动的关节，在骨节上的任何一点只能延着一弧线进行运动。即几何学上“点动成线”的定律（图 1-1）。

前臂之上下尺桡关节也属此类，只允许产生旋前-旋后运动，其轴线由桡骨头中心斜向尺骨茎突（图 1-2）。

(二) 双轴运动 髁状关节属于此类。如掌指关节，不仅可以屈、伸，也可以内收、外展。此外，拇指腕掌关节的鞍状关节及腕关节亦属此类。当然，拇指腕掌关节的内收、外展以及伸展运动的定义和手指掌指关节不相同（详见检查法一章）。这些关节运动产生于相互垂直的两个主轴，以掌指关节为例，一个轴横贯掌骨头中心，产生屈、伸运动；另一轴由背至掌经掌骨头，产生内收、外展活动。

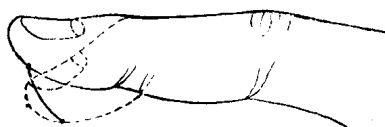


图 1-1 合页关节的单轴运动

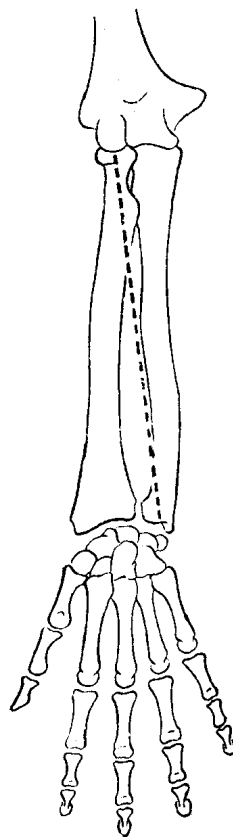


图 1-2 前臂旋转运动的轴线

实际上,通过掌骨头中心除两个主轴之外,还有无数的轴线,叫做次轴,产生和两个主要轴线不同方向的运动。譬如在一个斜轴上可产生屈曲、内收,与之垂直的另一个斜轴可产生伸直、外展。这种复合运动连续起来就产生圆周运动。任何双轴、三轴关节均可产生圆周运动,但单轴关节则不能。

(三) 三轴运动 球杵关节有三个主轴,如肩肱关节。它可以产生屈、伸,内收、外展以及旋转动作。是属于三轴运动的关节,除了三个主轴以外,还有无数的次轴,这些次轴均通过肱骨头中心,产生许多其它的复合运动。因此,三轴关节其运动范围大大超过了双轴关节。

三轴关节是人体产生运动最广泛的关节。它与其远端关节连续起来,可使肢体产生广范围的运动。愈远端,活动范围愈广。

二、关节链

数个关节的连合运动组成了关节链,如上肢的各个关节。组成关节链的诸关节均有其特定的活动度,有单轴、双轴或三轴,愈向远端活动度就愈大。

由二个轴向平行的合页关节形成的关节链,每一个关节为单轴,形成关节链则为两者相加,成为双轴关节。如两个指关节,当远端指间关节屈伸时,在指腹上一特定,产生一弧线运动。而当近端指关节同时屈曲时,它产生的就不是“点动成线”而是“线动成面”的活动,就是双轴活动(图1-3)。

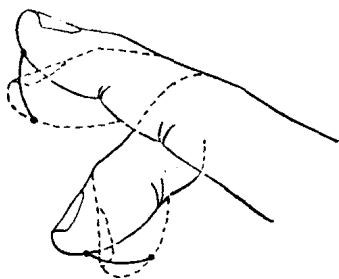


图 1-3 两个轴向平行的合页关节组成的关节链

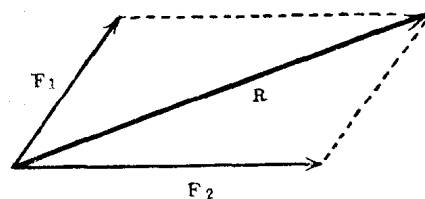


图 1-4 合力——分力图解

三个连续的合页关节组成的关节链,如果三个关节轴是平行的,则仍为双轴活动关节,因为远端一特定其活动仍然按照“线动成面”的原则。而如果其中有一个轴改变方向,该点则离开原来的面,成为三轴活动关节。

鞍状关节与合页关节形成的关节链,为三轴活动。如拇指腕掌关节为鞍状关节,是双轴活动的关节,假定掌指关节及指间关节固定不动,指尖活动可形成一球面形。如果掌指关节仍固定不动,而指间关节参与腕掌关节的活动,则指尖活动超过原来的活动面,而成为三轴活动。

上肢是由一系列关节组成的关节链,其中有单轴、双轴及三轴,使远端即手部产生人体中活动度最大的部分,从而充分发挥手在劳动和日常生活中的巨大作用。

三、合力——分力

两个方向不同的力量同时作用于一个物体,该物体沿另一方向移动,即合力的方向运动。这用平行四边形来表示,如下图两分力 F_1 及 F_2 ,其合力为平行四边形的斜线 R (图1-4)。

同样,一个合力也可以应用平行四边形图解为两个分力。以肘关节为例,肱二头肌

的收缩力为 F ，分解为 F_1 及 F_2 ，前者垂直作用于前臂骨，后者作用于骨之长轴。 F_2 并不直接产生运动，而使关节面紧密相接触。产生关节屈曲力量的是 F_1 （图 1-5）。

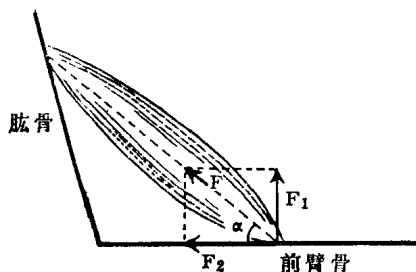


图 1-5 屈肘运动的合力——分力图解

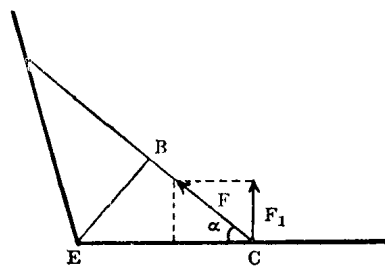


图 1-6 力矩的计算

设肌肉与前臂形成的角度为 α ，按三角学计算方法，则：

$$F_1 = F \times \sin \alpha$$

在关节运动过程中，肌肉与骨支架形成的角度在不断变化，因此，两合力也随着改变。譬如肘关节伸直时，肌肉形成之 α 角非常小，分力 F_1 力量也小。因为 $\sin$ 值在零度时为零，随着角度增加其 $\sin$ 值也渐增，到 90° 时为 1，为最大值。超过 90° ， $\sin$ 值随着角度增加而渐减，至 180° 时又恢复为零。所以，肘关节从伸展位开始逐渐屈曲时， α 角度随着增加，至 90° 时为最大，此时肘关节的角度略小于 90° 。进一步屈曲，力量又逐步减小。从力学上讲，肘关节略小于 90° 时可产生最大的效果。

四、杠杆原理

杠杆的原理常用于简单的工具中如铁锹、剪刀、秤等，杠杆原理在人体运动中也广泛存在。

有关杠杆的几个名词：

支点 是杠杆的固定点或轴。

力点 外力作用在杠杆上的部位。

重点 杠杆产生作用的部位。

力臂 支点与力点间之距离。在肢体，外力作用在杠杆的部位并不和杠杆垂直。因此，力臂实为支点与外力作用方向的垂直距离。

重力臂 支点与重点间之距离。遇有杠杆产生作用的部位不垂直于杠杆时，重力臂即为支点与重点作用方向的垂直距离。

力矩 力 $\times$ 力臂或重力 $\times$ 重力臂。当杠杆处于平衡时，两者是相等的。即：

$$\text{力} \times \text{力臂} = \text{重力} \times \text{重力臂}$$

力矩的计算有两种方法，即力矩 = 分力 $F_1 \times$ 其力臂 EC ；或力矩 = 肌肉收缩力 $F \times$ 其力臂 EB 。

两个方法其结果是相同的，因为两个三角形有共同的 α 角，因此：

$$\sin \alpha = \frac{EB}{EC} \text{ 或 } \frac{F_1}{F}$$

$$\text{所以，} F_1 \times EC = F \times EB \text{ (图 1-6)}$$

按杠杆作用原理，其机械利益是根据力臂和重力臂的关系，即：

$$\text{机械利益} = \frac{\text{力臂}}{\text{重力臂}}$$

从上公式中可以看出，力臂加长或重力臂缩短都可以增加机械利益，即可以省力。

五、第一种杠杆

第一种杠杆是支点位于力点和重点之间，如跷跷板。这种杠杆的结构，支点与重点之间的垂直距离（即重力臂）和支点与力点之间的距离（即力臂）是可以改变的，因此，其机械利益是可以改变的。如跷跷板两端的儿童体重相似，他们所坐之处与支点的距离也近乎相等；反之，若其中之一体重远较另一儿童为重，则他必须向支点处移动，直至平衡为止（图 1-7）。在人体，这种杠杆见于环枕关节。

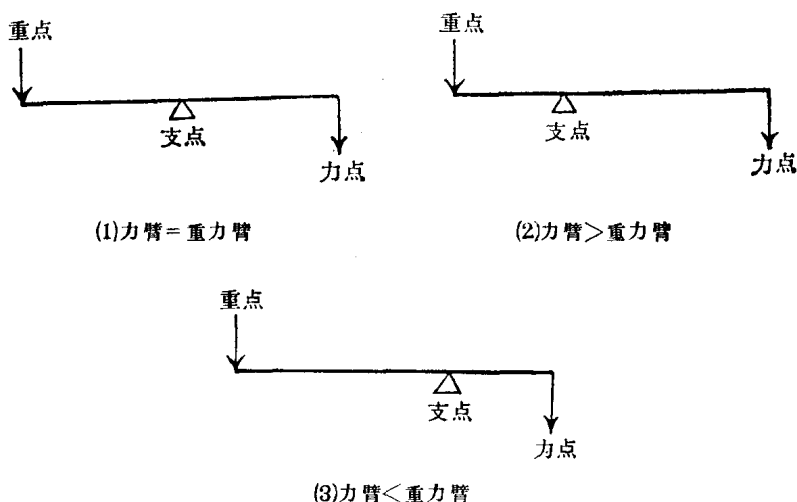


图 1-7 第一种杠杆，力臂和重力臂的长度是可以变化的

六、第二种杠杆

重点位于支点和力点之间，如独轮车、硬壳果夹等，这种杠杆的特点是力臂总是比重力臂为长，因此就其机械利益来讲，总是省力的。虽省力但缺乏灵活性。在人体这种杠杆几乎是不存在的（图 1-8）。

七、第三种杠杆

力点位于支点和重点之间。这种杠杆其重力臂总是比力臂要长，因此它虽不省力，

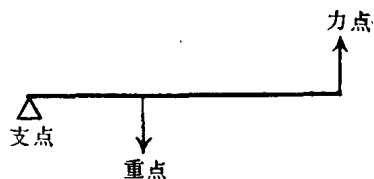


图 1-8 第二种杠杆

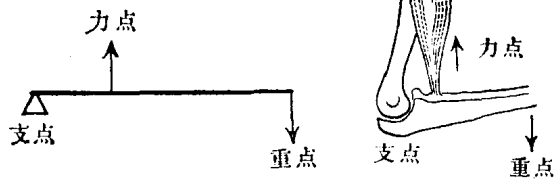


图 1-9 第三种杠杆

而是使远端产生速度，能将物体移动较长的距离。

在人体这种杠杆几乎见于所有肢体的关节，如肩肱关节之三角肌，肘关节之肱二头肌（图 1-9）。

杠杆的结构不是为了省力就是为了加快速度，但两者不能兼而有之。第二种杠杆因为力臂总比重力臂要长，因此是省力的。第三种杠杆则反之，因为重力臂总比力臂长，所以不省力而有速度。第一种杠杆根据力臂和重力臂的长短，可以省力，也可以有速度。所有三种杠杆费力则速度快，省力则速度慢。

八、人体第三种杠杆举例

前已谈到，在人体多为第三种杠杆，速度快，就表现出灵活性，但不省力，譬如在屈肘位肱二头肌止点与桡骨形成 90° 角，手握 15 公斤的重物，肱二头肌的力量远远超过 15 公斤，而达 90 多公斤的力量（图 1-10）。计算方法如下：

支点是肘关节，如果测量肱二头肌止点距支点为 5 厘米（即 AB），重物中心距支点为 30 厘米（即 AC）。

因为，重力 $\times$ 重力臂 = 力 $\times$ 力臂

所以， $15 \times 30 = X \times 5$

$$450 = 5X$$

$$X = \frac{450}{5}$$

$$= 90 \text{ 公斤}$$

就是说，当肱二头肌和桡骨形成 90° 夹角时，手握 15 公斤的重物，肱二头肌需用力达 90 公斤。

如果我们在计算时考虑到前臂自身的重量，则假设前臂为 1.5 公斤，其重心距支点为 11 厘米（即 AD），其力矩为 $1.5 \times 11 = 16.5$ 。将其加入上式的 450，为 466.5。

$$\text{所以，} X = \frac{466.5}{5}$$

$$= 93.3 \text{ 公斤}$$

肱二头肌就需用力 93.3 公斤。

在上述计算时我们先假设肱二头肌与桡骨所成的角为 90° ，根据合力一分力的原理，

$$F_1 = F \times \sin \alpha$$

α 为 90° 时， $\sin \alpha$ 为 1

所以， $F_1 = F$

因此，如果 α 小于 90° ，则需要的力量更大了。

当然屈肘肌中还有重要的肱肌及次要的肱桡肌。为了计算方便只举肱二头肌为例。由此可见，人体在日常工作、运动中，为了赢得速度，肌肉作用的力量远比我们想象的要大得多。

九、滑车

机械力学上滑车可分定滑轮和动滑轮两类。单个定滑轮可以改变作用力的方向，而力量的大小不变。如果定滑轮与动滑轮组合应用，则可省力。

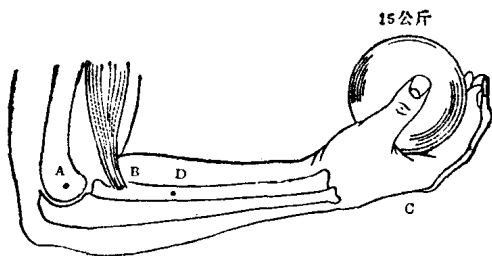


图 1-10 人体第三种杠杆举例

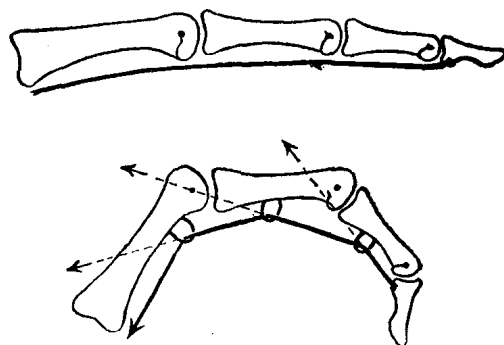


图 1-11 手指屈肌腱鞘的滑车作用，既改变作用力的方向也增加机械利益

在人体滑车的结构只有类似力学上的定滑轮，而没有动滑轮。然而就其效果来讲，虽然滑车结构主要是改变作用力的方向，但也可省力。

在腕部，肌腱经过骨性纤维鞘管，可以改变原来直行的方向，起到滑车的作用。有时，肌腱改变了方向，加大了肌腱和关节轴线间原有的距离，也就是增加了肌腱与附着的骨质原来所形成的角度，因此增加了机械利益。

在手指内，屈指肌腱鞘亦属滑车结构。腱鞘的厚薄不一，增厚的部位在掌骨头、近节指骨中部及中节指骨的中部，即为滑车。而关节处相应地较薄。较薄处具有一定的松弛度，这不仅利于关节屈曲，而且在屈指时允许屈肌腱略为离开关节轴线，因此手指滑车不仅改变肌腱活动的方向，也有机械利益（图 1-11）。

肌肉生理的有关问题

一、肌肉的神经支配比率

位于脊髓灰质前角的每一个运动细胞，它的轴索即神经纤维支配着一定数量的肌肉纤维，这就组成运动单位。神经细胞有很丰富的神经纤维，每一神经纤维所支配的肌肉纤维的数目却不同。譬如在肢体，体积大，有力量的肌肉，其神经纤维支配的肌肉纤维数目就多；相反，手内小肌肉其神经纤维所支配的肌肉纤维数目就较少。有人做过计算，在人体腓肠肌内侧头神经支配的比率为 1:1,934，而第一背侧骨间肌为 1:340。由此可见，手内小肌肉不仅体积小而且结构是很精细的。由于神经支配比率较小，所以手部可以完成许多复杂精细的动作。

二、越过两个或两个以上关节的肌肉之特点

肢体的肌肉有一定的滑动范围，当被动牵拉超过其限度时便产生损伤。这类情况，只越过单个关节的肌肉和越过多关节的肌肉是不同的。

肌肉的滑动范围，越过多关节的肌肉比单关节的要大，这点很容易理解，否则它就不能产生充分的运动。然而，越过多关节的肌肉屈伸活动到达一定限度后，就不能再产生有效的张力，因此，并不能使所有的关节同时产生充分的运动。譬如握拳这一动作，当腕中立位或背伸位可以很充分。反之，如果腕关节完全掌屈，握拳就不充分。这是因为一方面屈指肌在这种体位超过它的滑动范围，另一方面也受到背侧伸指肌的牵拉影响，后者也是越过多关节的肌肉，在屈腕、屈指位已超过其牵拉的限度，因此也限制了握拳的动作。