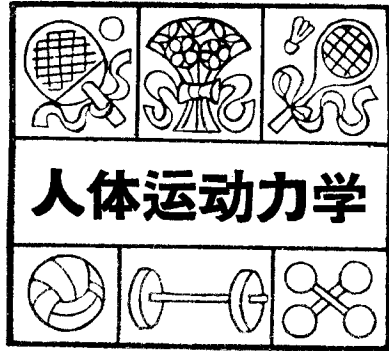


体育运动知识丛书



人体运动力学

人民体育出版社



人体运动力学

袁庆成編著

人民体育出版社

1964年·北京

人体运动力学 (体育运动知识丛书)

袁庆成 編 著

人民体育出版社出版·北京市天坛路·

(北京市书刊出版业营业许可证出字第049号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 全国新华书店经售

787×1092毫米1/32 印刷字数:85千 印张 $5\frac{24}{32}$ 插页2

1964年12月第1版 1964年12月第1次印刷

印数: 1—17,200册

统一书号: 7015·1243 定价[7]0.55元

責任編輯: 閻海

目 录

| | |
|--------------------------|----|
| 第一章 人体运动的基本概念 | 1 |
| 第一节 关节运动与肌肉工作 | 2 |
| 第二节 人体运动的空間和时间概念 | 9 |
| 第三节 影响人体运动的內力和外力 | 13 |
| 第四节 人体运动的分类 | 28 |
| 第二章 人体各部运动器官的基本运动 | 31 |
| 第一节 上肢的基本运动 | 31 |
| 第二节 下肢的基本运动 | 44 |
| 第三节 軀干的基本运动 | 53 |
| 第三章 人体运动的解剖学分析法 | 56 |
| 第一节 描述身体运动的姿勢 | 56 |
| 第二节 分析肌肉的工作 | 58 |
| 第三节 分析呼吸状况 | 65 |
| 第四节 分析血液循环情况 | 68 |
| 第四章 人体运动的运动学分析法 | 72 |
| 第一节 拍摄电影时应注意的事項 | 72 |
| 第二节 計算身体重心并描繪重心軌迹 | 75 |
| 第三节 計算运动的时间 and 速度 | 83 |
| 第四节 計算身体騰起角和騰起初速度 | 90 |
| 第五节 測量身体同支点所形成的角度 | 92 |
| 第六节 用綫解图檢驗投擲角和初速度 | 92 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 第五章 人体运动的动力学分析法 | 99 |
| 第一节 分析身体平衡条件 | 99 |
| 第二节 计算身体质量 | 102 |
| 第三节 测定踏蹬力量和时间 | 104 |
| 第四节 计算向心力与离心力 | 108 |
| 第五节 计算转动力矩和力矩的功 | 108 |
| 第六节 计算转动动能和转动惯量 | 110 |
| 第七节 计算冲量矩和动量矩 | 112 |
| 第六章 对人体某些运动的分析 | 116 |
| 第一节 手倒立 | 116 |
| 第二节 直臂水平支撑 | 121 |
| 第三节 向前大回环 | 127 |
| 第四节 跑 | 133 |
| 第五节 正面屈体扣球 | 142 |
| 第六节 游泳 | 148 |
| 附: 人体四肢肌肉杠杆臂和生理横断面的材料 | 157 |
| 测定人体重心位置计算表 | 166 |
| 编后记 | 180 |

人体运动力学，也叫运动生物力学，是用解剖学和力学知识研究人体运动的一门科学。它研究人体运动时在空间和时间内位移的特点和引起运动的各种原因。本书属于这一科学范畴，但不是它的全部，仅仅是些基本知识。这些基本知识的中心，是讨论如何分析人体运动的问题。

人体运动力学能帮助我们分析人体运动，明确运动规律，有效地利用身体的内力和外力，从而更好地掌握运动技术和提高运动成绩。下面我们分为六章来谈谈人体运动力学的一些基本知识。

第一章 人体运动的基本概念

人体千变万化的各种运动，归根到底，都是在神经系统支配下肌肉收缩作用于骨骼的结果，或者说，运动是以骨为杠杆，关节为枢纽，肌肉的收缩为动力而实现的。从这一观点出发，在本章中我们先谈谈关节运动与肌肉工作的关系，然后讲讲人体运动的空间和时间概念以及影响人体运动的内力和外力等问题。

第一节 关节运动与肌肉工作

人体有 206 块骨头，这些骨头借結締組織、軟骨組織及骨組織連結起来，构成了人体的骨骼系統。这些骨連結的形式分为两类：一类是两骨連結之后中間沒有腔隙；另一类是連結之后中間留有腔隙。属于前者的，有只靠韌帶相連的和只靠軟骨相連的，以及开始是由軟骨連到一起，后来轉化成骨性結合了的；属于后者的，就是人們通常所說的关节，这种連結形式在体内多見，它們具有較大的运动性能。

一、关节的构造

关节的主要結構有关节面軟骨、关节囊和关节腔。

(图 1)

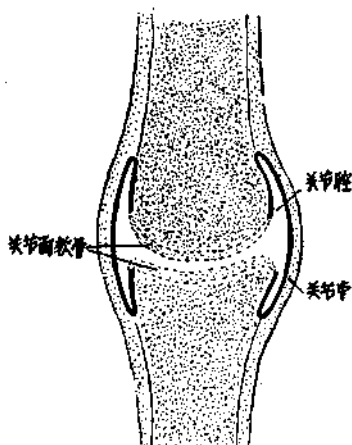


图 1 关节的主要結構

关节面軟骨舖盖在骨的关节面上，它使相連的关节面光滑，减少摩擦。軟骨具有弹性，可以緩冲震动，同时还加强了关节的灵活性和坚固性。

关节囊是在关节四周包住关节的結締組織囊。关节囊內层分泌滑液，以减少关节面軟骨在运动时的摩擦。它还有加固关节

的作用。

关节腔是由关节囊封闭的两个相邻关节面软骨之间的间隙。

除了以上这些主要的结构外，关节上还有一些辅助装置，如关节孟缘、半月板、关节盘和韧带等。这些辅助结构并非存在于所有的关节上，而是在某个关节上有这种辅助装置，在另一关节上有那种辅助装置。

二、关节的分类

每个关节都有两个关节面，其中凸出的一面叫关节头，凹陷的一面叫关节窝。按关节面的形状，可将全身关节分为滑车关节、圆柱关节、椭圆关节、鞍状关节、球窝关节和平面关节。（图2）

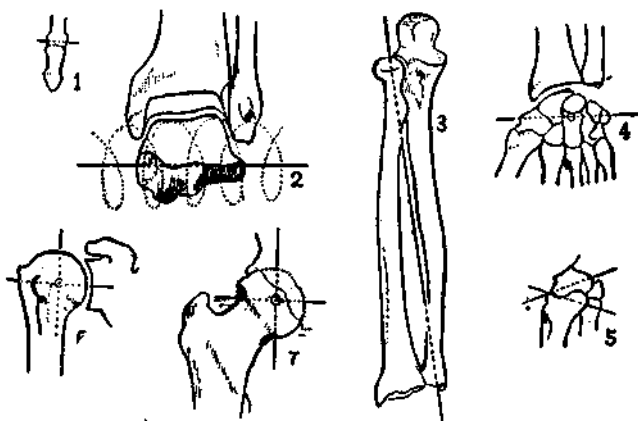


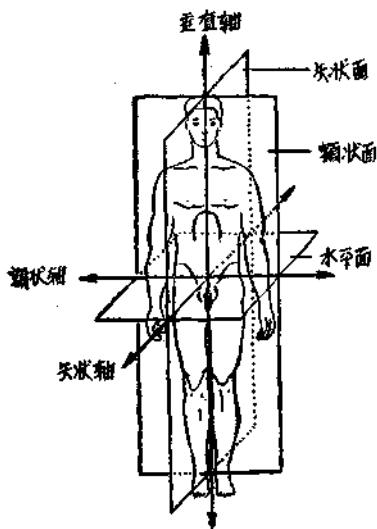
图2 各类关节的典型示例及其运动轴

1—滑车关节（手指关节）；2—鞍状关节（腕关节）—滑车关节的变形；3—圆柱关节（桡尺近侧和远侧关节）；4—椭圆关节（腕关节）；5—鞍状关节（拇指腕掌关节）；6、7—球窝关节（肩关节、髋关节）。

由于关节面的形状不同，关节的转动轴也不完全相同。如滑车关节和圆柱关节仅有一个轴，所以从功能观点来看，又可把它们叫做一轴关节。椭圆关节和鞍状关节为二轴关节。球窝关节和平面关节为三轴关节。

三、关节的运动方向

关节的运动主要是转动。转动是在一定的基本平面内绕着一定的转动轴进行的。



研究人体运动，可假想身体中有三个相互垂直的平面和三个相互垂直的转动轴。这三个平面是：矢状面、额状面及水平面；这三个转动轴是：矢状轴、额状轴及垂直轴。（图3）全身的转动是在一定的平面内绕着一定的转动轴进行的。同样，身体各环节①的转动，也是

图3 身体的基本平面与基本轴
在一定的平面内绕关节所具有的某个转动轴进行的。（图4）

①通常把两个相邻关节中心之间的部分叫做环节，如肩关节与肘关节之间的长度叫上臂环节。人体上共包括头、躯干、上臂、前臂、手、大腿、小腿和足八个环节。

运动环节在矢状面内绕额状轴运动时，两环节的夹角减小为屈，角度增大为伸（肩关节、踝关节例外）。

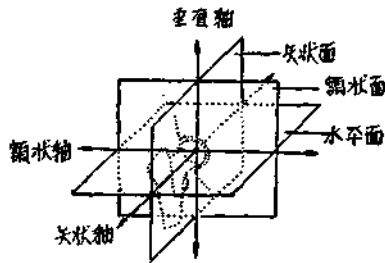


图4 三轴关节的基本平面与基本轴

运动环节在额状面内绕矢状轴运动时，远离身体正中面为外展，接近身体正中面为内收。

运动环节在水平面内绕垂直轴运动时，向前转动为内旋，向后转动为外旋。

运动环节连续绕额状轴、矢状轴和它们之间的轴运动时为环转。

滑车关节能做屈、伸运动；圆柱关节能做内旋、外旋运动；椭圆关节既能屈、伸，又能外展、内收；鞍状关节的运动与椭圆关节相同；球窝关节除能屈、伸、外展、内收，还能内旋、外旋，以及环转；平面关节的运动方向与球窝关节相同，但运动幅度极其微小。

关于人体各关节的可能的运动方向，将在第二章中叙述。

四、肌肉的配布同关节轉动軸的关系

人体中的肌肉，有连接相邻二骨而只跨过一个关节的单关节肌，也有连接三个以上的骨而跨过两个或更多关节的多关节肌。不論单关节肌还是多关节肌，它們的配布方式都与关节的轉动軸有关。对关节的任何一个轉动軸，总有作用相反的两組肌肉。运动一軸关节的肌肉，如果是滑車关节的話，在額状軸前面有屈肌，后面有伸肌，如指間关节；如果是圓柱关节的話，有与垂直軸相交的内旋肌和外旋肌，如橈尺关节。运动二軸关节的肌肉有四組，除有屈伸两組外，还有外展肌与內收肌，如橈腕关节。运动三軸关节的肌肉，既有屈、伸、外展和內收的肌肉，又有內旋肌和外旋肌，如肩关节和髋关节周围的肌肉就是这么配布的。

五、肌肉与骨、关节共同构成运动的杠杆

一根直的或弯曲的硬棒在力的作用下，能够圍繞着支点或支軸轉动，叫做杠杆。在人体中，骨可以在肌肉拉力的作用下，繞关节軸轉动，它的功用和杠杆相同，故叫骨杠杆。（图5）关节軸为骨杠杆的支点；肌肉的止点为力点；重力的作用点叫重点（阻力点）。支点至肌肉拉力綫的垂直距离为力臂；支点至重力作用綫的垂直距离为重力臂（阻力臂）。肌肉拉力与力臂之乘积为肌肉拉力矩；重力与重力臂的乘积为重力矩（阻力矩）。除了这些概念之外，以后我們还要經常提到杠杆臂这一名詞，所謂杠杆臂就是由关节中心至肌肉止点的距离。

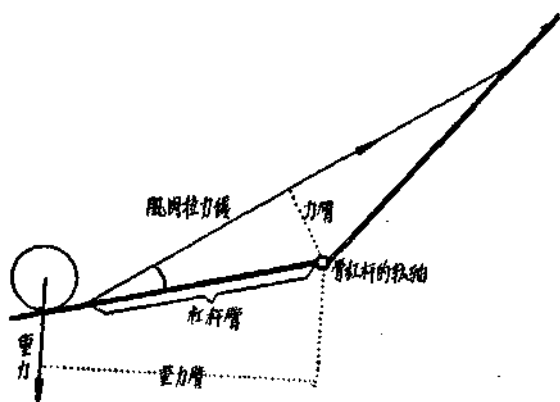


图5 骨杠杆示意图

(其中: 肌肉拉力 \times 力臂=肌肉拉力矩; 重力 \times 重力臂=重力矩)

骨杠杆可分为双臂杠杆和单臂杠杆两种。

(一) 双臂杠杆

双臂杠杆的支点在力点与重点之间。根据重力臂与力臂的比值不同, 肌肉拉力可能大于重力, 也可能小于重力。在人体中, 头颅与脊柱的连结属于双臂杠杆。它的支点位于寰枕关节的额状轴上, 力点在支点的后方(由脊柱到枕骨之项肌的作用点), 重点(头

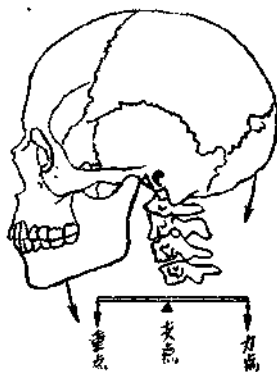


图6 双臂杠杆

的重心)位于支点的前方。(图6)

(二) 单臂杠杆

单臂杠杆分以下两型。

1. 力杠杆: 支点在一端, 重点在力点与支点之间。力臂长于重力臂, 因而用较小的动力就能克服较大的重力。如坐在椅子上把脚跟抬起, 以骰骨头为支点, 小腿三头肌的作用点为力点, 重点在距骨处。(图7)

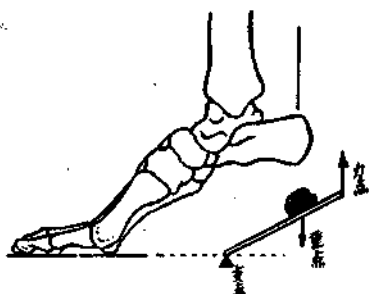


图7 力杠杆

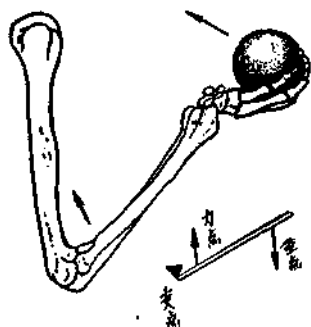


图8 速度杠杆

2. 速度杠杆: 支点也在一端, 但力点位于支点与重点之间。如前臂在肘关节处屈曲时, 支点是肘关节, 稍前(肌肉止点)即为力点, 而重点则位于远侧。因为此型杠杆的力臂比重力臂短, 所以即便克服很小的阻力, 也需耗费较大的动力, 但它能在运动中争取时间和空间。(图8)

总之, 人体是个多杠杆系统, 而且各部杠杆的类型又不尽相同。当肌肉牵引各部杠杆在相应的关节处转动时,

只要有一定的外力作用于人体，身体就会在空間进行各种各样的运动。

第二节 人体运动的空間和时间概念

一、运动和靜止的相对性

科学研究的結果証明，宇宙間任何物体都在永恒不停地运动中。靜止在地面上的人体似乎是不动的，但是地球有公轉和自轉，人体自然也参与地球的运动。我們看到一个人跑步时，誰都会相信他正在运动着，因为他确实是相对其它物体而改变了自己的位置。我們之所以感到人体是靜止的或者是运动的，都是以其它物体为参照而对比出来的。由此可知，要描写人体的运动，必須选择另一个物体，或几个物体作为参照。这种在描写运动时选作参照的一个或几个物体，称为参照体。

参照体的选择沒有一定，这依問題的性質和研究的方便来决定。如研究整个人体的运动时，主要是研究身体对地球或其它物体的运动，所以均以地球或其它物体（如器械）作为参照体；又如研究身体各环节运动时，主要是研究它对于相邻环节的运动，故以相邻环节作为参照体。

很明显，我們所描写的运动，应随着所选参照体的不同而有差别。如图9所示，甲是靜止站立在地面上的运动员，乙是以加速度 a 向甲方移动的运动員。如以地球为参照体，甲是靜止的；如以乙为参照体，則甲就有向右的加速度了。可見，同一人体的运动，对于不同的参照体，可以

作不同的描述。上述事实，称为运动的相对性。由于运动的相对性，我們在說明一种运动时，必須明确指出或清楚地理解到这种运动是相对于哪一个参照体來說的。

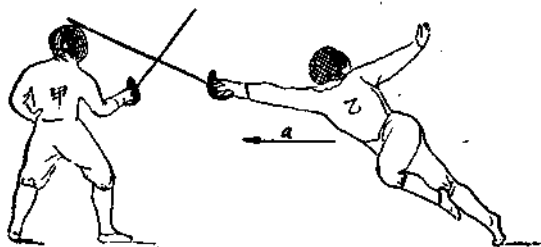


图9 运动的相对性

二、用坐标系来确定人体运动时的位置变化

从参照体来看，人体的运动也和物体的运动一样，是指它們相对于参照体的位置变化而言的。因此，必須有一种說明人体相对于参照体的位置的方法。用数量来描述人体对于参照体的位置，就是在参照体上固定一个坐标系。坐标系的选择也要依問題的性質和研究的方便而定。例如，研究百米賽跑时，可选定起跑綫为坐标的原点，然后在跑道旁标明米数，这样我們就可以用米数来說明运动员在跑道上的位置了。同研究其它物体运动一样，研究人体运动也常采用直角坐标系。如图10所示，先在参照体上选定坐标系的原点 O ，然后从原点 O 起，作三条相互垂直的坐标軸 $O X$ 、 $O Y$ 、 $O Z$ 。身体上任何一点（如身体总重心）在空中的位置，是由 X 、 Y 、 Z 三个坐标来决定的。

在坐标系中的軸綫上，应标明长度。在米千克秒制中，长度的单位是米。在厘米克秒制中，长度的单位是厘米。

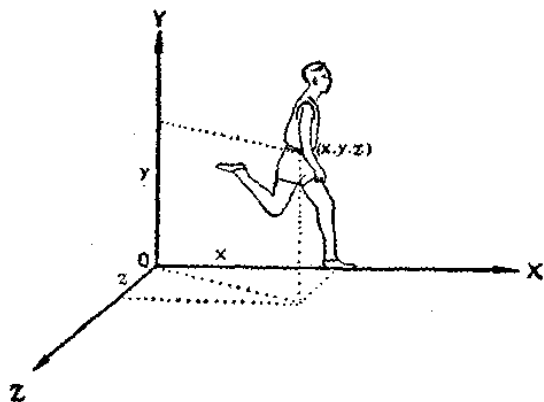


图10 直角坐标系

三、有时可以把人体看成質点

参照体和坐标系的选定，使我們有可能用数量来描写人体运动时他的位置是怎样变化的。不过，由于人体具有一定的大小和形状，在运动时身体上各点的位置变化是各不相同的。所以要詳細描写人体运动，仍然不是一件容易的事情。但在某些情况下，根据我們所要研究的問題的性質，人体的大小和形状可以忽略不計。这样，我們可以近似地把人体看成沒有大小和形状的点，即質点。例如，研究运动员在跑道上奔跑时，如果只計算时间和速度，就可

以把运动员看成质点。把人体看成质点是有条件的，当我们研究流体阻力对人体运动的影响时，就不能把人体看成质点了。所以，同是人体，是否能被看成质点，完全取决于我们所要研究的问题的性质。

把人体看成质点是初步的研究方法。进一步研究时，常把人体看成由许多质点所组成，分析这些质点的运动，就可弄清楚全身的运动。例如，研究人体各关节的运动，便可揭示整个人体的运动状况。（图11）所以说研究质点运动，乃是研究全身运动的基础。

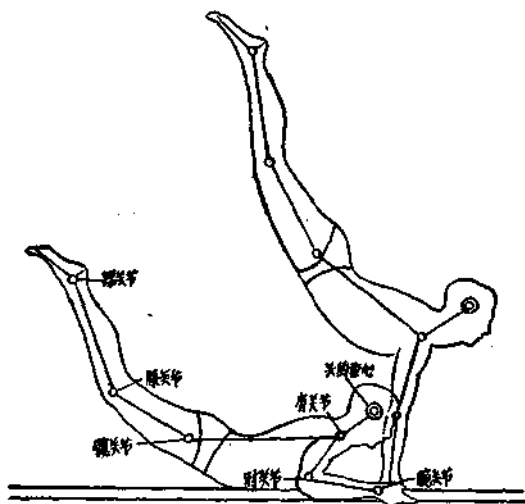


图11 关节示意图

描写质点运动最为简单。在任何时刻，质点在坐标系中只占据一点，可以用一个到三个数量来说明它的位置。