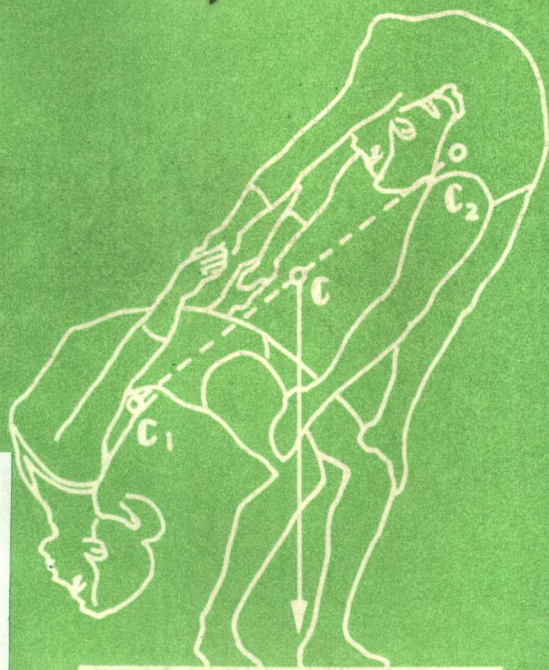


# 体育运动与力学



人民体育出版社

# 体育运动与力学

苏品 金季春 杜忠隆 主编

人民体育出版社

# 体育运动与力学

苏品 金季春 杜忠隆

人民体育出版社出版

妙峰山公社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

787×1092毫米1/32 130千字 印张： $2\frac{26}{32}$

1981年3月第1版 1981年3月第1次印刷

印数：1—11,200册

统一书号：7015·1922 定价：0.48元

责任编辑：骆勤方

## 编 者 的 话

体育是一门科学。体育活动过程与人体的其它活动过程一样，非常复杂，它表现出力学、解剖学、生理学、生物化学、心理学等相互作用的规律性。

在制约身体运动的多种规律中，包含着丰富的力学内容。我们从体育实践的需要出发，拟了120个问题，结合人体结构机能的特点，用问答形式编写了这本读物，力求通俗易懂、深入浅出地介绍体育运动与力学的有关常识，以供体育教师、教练员、运动员和广大体育爱好者参考。

参加本书编写工作的有李良标、卢德明、陆爱云等同志。本书在编写过程中得到多方面的支持和协助，曾铎同志帮助编辑加工，杨宜南同志作了文内插图，在此一并表示感谢。由于编者水平所限，书中缺点错误和不妥之处，在所难免，热忱希望读者提出批评指正。

## 目 录

- 1、人为什么能运动? .....(1)
- 2、人为什么能从地上跳起来? .....(5)
- 3、在体育运动中,怎样合理使用力量? .....(7)
- 4、人体重心是什么? 它能跑到人体外面去吗? .....(10)
- 5、人怎样才能最短的时间内从静止状态进入高速  
运动状态? .....(12)
- 6、哪些因素能使人跑得更快些? .....(14)
- 7、短跑的起跑姿势为什么要用蹲踞式? .....(15)
- 8、短跑起跑时为什么要用起跑器? .....(17)
- 9、短跑起跑后为什么身体要有较大的前倾? 低头和  
用力下压上体有什么不好? .....(18)
- 10、快跑时为什么要高频率大幅度? .....(19)
- 11、赛跑时为什么要摆臂? 怎样摆法最为有利? .....(21)
- 12、赛跑时身体为什么不能左右摇摆? .....(23)
- 13、向前甩小腿的跑法为什么不快? .....(24)
- 14、赛跑时“送髋”动作的作用是什么? .....(25)
- 15、跑的后蹬角多大才合适? .....(27)
- 16、起跑后为什么不能立刻达到途中跑的速度? .....(28)
- 17、短跑到终点时,为什么不能马上停下来? .....(30)
- 18、在快跑中要停下来时,身体为什么要后倾? .....(30)
- 19、在快跑的后蹬阶段,重心的投影点已落在足前  
面,人为什么不会向前摔倒? .....(32)
- 20、上坡跑为什么要比在平地跑累得多? .....(34)

- 21、跑弯道时，为什么身体要向里倾斜？……………(35)
- 22、在跳高和跳远时，为什么要助跑？……………(36)
- 23、跳高和跳远的踏跳动作一样吗？……………(40)
- 24、做立定跳远和鱼跃前滚翻时，起跳动作有区别  
    吗？……………(41)
- 25、原地跳高时，起跳前为什么要先下蹲？……………(42)
- 26、跳高时为什么要穿跳鞋？……………(43)
- 27、跳高助跑的最后几步为什么要降低重心？……………(44)
- 28、跳高踏跳时为什么要强调摆腿和摆臂？……………(45)
- 29、跳高的过杆动作有什么用？它能提高人体重心  
    吗？……………(47)
- 30、俯卧式和背越式过杆动作有什么不同？……………(48)
- 31、走步式跳远的“空中走步”动作有什么作用呢？…(50)
- 32、跨栏时，为什么要做躯干下压和用一只手“划弧”  
    的动作？……………(51)
- 33、撑竿跳在竿子伸直时为什么要做引体和转体动  
    作？做这个动作时，为什么还要强调身体重心  
    应尽量贴近竿子？……………(52)
- 34、在投掷项目中，有哪几个因素决定器械的初速  
    度？……………(55)
- 35、各个投掷项目为什么要助跑？依据规则和各个项  
    目的技术特点助跑有哪几种形式？……………(56)
- 36、推铅球时为什么要滑步？用旋转更好些吗？……………(59)
- 37、什么叫超越器械？它在投掷中有什么重要意义？…(61)
- 38、投掷铁饼和链球时为什么要先做旋转？二者的旋  
    转有什么异同？……………(62)
- 39、为什么投掷运动员的体重大点，身体高点好？……(66)

- 40、掷标枪时，为什么强调沿纵轴用力？……………(68)
- 41、投掷标枪、手榴弹等出手角度多大才合适？……………(70)
- 42、顺风或逆风对飞进中的铁饼和标枪有什么作用？…(72)
- 43、铁饼在空中高速旋转有什么作用？……………(74)
- 44、人在水里为什么能浮起来？……………(75)
- 45、人在水里为什么能向前游动？……………(77)
- 46、人在水里腿的上下摆动为什么能使身体前进？……(78)
- 47、人在水里仰卧时，为什么把两臂贴于体侧时会使  
身体下沉快，而将两臂伸展在头后会使身体  
长时间漂浮在水面？……………(80)
- 48、为什么在游泳时应尽量使身体保持水平？……………(81)
- 49、初学游泳的人，下到水里为什么觉得头重脚轻，  
并容易倾倒？……………(82)
- 50、人在海水中游泳比在淡水里容易些吗？……………(83)
- 51、人在水中为什么用力较小就能托起一个人？当人  
被淹时，急救者用什么姿势托被淹者的什么  
部位较好？……………(84)
- 52、蛙泳技术中，在动作的哪个阶段身体受水的阻力  
最大？怎样减少它对身体前进速度的影响？…(85)
- 53、目前蛙泳技术为什么提倡窄蹬腿？……………(86)
- 54、游泳比赛的出发姿势为什么要把两臂放在体前，  
甚至用“抓台式”？……………(87)
- 55、为什么蛙泳出发后的人水角要比自由泳和蝶泳的  
人水角大些？……………(89)
- 56、自由泳臂的人水动作，目前为什么大都采用“斜  
插入水”的方法？……………(90)
- 57、自由泳的空中移臂动作，目前为什么都采用“高

- 抬肘”的屈臂移臂法? .....(91)
- 58、为什么在四种游泳技术中自由泳要比其他三种姿势快? .....(92)
- 59、在四种游泳技术中,为什么要强调屈臂划水? .....(93)
- 60、自由泳手臂的划水路线为什么是“S”形? .....(94)
- 61、在游泳过程中,为什么要保持身体的流线型姿势? .....(95)
- 62、做自由泳的前滚翻转身时,为什么要收腹低头? .....(96)
- 63、直腿前滚翻为什么比团身前滚翻难做得多? .....(98)
- 64、做前、后滚翻时,为什么要收腹低头? .....(99)
- 65、为什么头手倒立比手倒立容易做? .....(100)
- 66、在双杠上做手倒立为什么比在吊环上做容易? .....(101)
- 67、做仰卧起坐时,为什么有人帮助按住腿就容易些? .....(103)
- 68、做直体空翻为什么比做团身空翻难? .....(104)
- 69、做直体空翻转体时,为什么身体要伸直? 为什么在做转体时要求两臂收拢靠近身体? .....(106)
- 70、体操运动员做自由体操时,起跳后身体为什么能在空中翻转? .....(108)
- 71、做吊环十字支撑为什么特别费劲? .....(109)
- 72、在体操练习中为什么要用镁粉和滑石粉? .....(110)
- 73、体操和跳水运动员做空翻转体时,身体绕纵轴的转动是否必须从踏跳中获得? .....(111)
- 74、跳马为什么要用快的助跑?为什么要用踏跳板? .....(113)
- 75、运动员为什么能在单杠上做屈伸上? .....(114)
- 76、运动员为什么能在单杠上做后摆上? .....(115)
- 77、运动员为什么能在单杠上做大回环? .....(117)

- 78、做大回环时，足运动的轨迹是一个正圆吗？…… (119)
- 79、在单杠上做悬垂动作，为什么两手握距越远越费力？…… (120)
- 80、在单杠上做引体向上时，为什么反握杠比正握杠省力？…… (121)
- 81、运动员在双杠上做前摆上时，为什么要特别强调腿的制动动作？…… (122)
- 82、运动员为什么能在双杠上做后摆上？…… (124)
- 83、运动员为什么能在双杠上做蹬足起？…… (125)
- 84、为什么在平衡木上做转体动作时要提起脚跟用脚尖？…… (126)
- 85、做自由体操助跑前空翻时，为什么肩不可前冲？… (128)
- 86、高低杠的绷杠下，为什么只有使腹部着杠才能使运动员腾空飞起？…… (129)
- 87、体操运动员在结束动作时为什么用伸臂助平衡？… (129)
- 88、体操运动员常借用哪些力来完成动作？…… (131)
- 89、足球守门员为什么多采用助跑中踢球？…… (133)
- 90、足球运动员为什么能踢出侧旋球来迷惑对方守门员？…… (134)
- 91、篮球运动员做单手胸前投篮时，肘关节向正前方对吗？…… (136)
- 92、篮球运动员投篮时让球在空中怎样旋转比较合理？…… (137)
- 93、篮球运动员在投篮板球时如何利用球的旋转？…… (138)
- 94、篮球运动员用假动作突然过人时，身体重心是如何移动的？…… (140)
- 95、排球运动员在扣球时，为什么要尽量缩短手与球

- 接触的时间? ..... (141)
- 96、排球运动员在接发球前为什么多采用分腿半蹲的预备姿势? ..... (143)
- 97、排球运动员为什么能发出飘球来? ..... (143)
- 98、排球运动员在起跳时,为什么要缩短下蹲的时间? ..... (145)
- 99、乒乓球的弧圈球是怎么回事? ..... (146)
- 100、乒乓球的各种旋转球在接触球拍后的运动规律如何? 用什么接球方法接好各种旋转球? ... (148)
- 101、怎样使乒乓球旋转得快些? ..... (151)
- 102、乒乓球海绵拍的作用是什么? ..... (152)
- 103、用木板搓球时,为什么会使下旋球变为上旋球? ..... (153)
- 104、在垒球和棒球比赛中,击球的运动员怎样对方投来的高速旋转球? ..... (154)
- 105、羽毛球在空中是怎样旋转的? ..... (155)
- 106、为什么比赛用的自行车的车把那么低? ..... (157)
- 107、赛车中成组比赛时为什么要轮流领头? ..... (159)
- 108、赛车场为什么要那么大的倾斜度? ..... (159)
- 109、在直道上滑冰时,为什么特别强调侧蹬冰? ... (160)
- 110、速滑运动员在直道上滑进时,怎样正确利用“破坏平衡”? ..... (161)
- 111、速滑运动员在弯道上怎样放置冰刀? ..... (163)
- 112、花样滑冰运动员为什么能忽慢忽快地在冰上旋转呢? ..... (164)
- 113、人将重物从地面举至头顶上,各阶段费力大小是否一样? ..... (165)

- 114、举重提铃时，为什么要强调让杠铃尽量贴近身体向上？…………… (167)
- 115、运动员抓举时，从侧面观杠铃上升的路线为什么不是直线而是曲线？…………… (168)
- 116、摔跤运动员采取什么姿势来增加稳度？…………… (169)
- 117、力偶在摔跤动作上是如何被应用的？…………… (171)
- 118、射击运动员为什么要有良好的抵肩姿势？…………… (173)
- 119、拔河比赛时为什么人要靠近绳子用劲？…………… (174)
- 120、怎样计算双人技巧的总重心？…………… (176)

## 1、人为什么能运动？

当你看见运动员在田径场上奔跑、跳跃、投掷，或是在球场传球、投篮时，可曾思考过这样一个问题：人究竟为什么能运动呢？

要了解这个问题，必须掌握一定的解剖学和力学知识。

解剖学把人的胳膊称为上肢，把两条腿称为下肢，把人的身体部分称为躯干。肩关节连结上肢与躯干；下肢与躯干相连结的部位叫作髋关节。而上肢又分上臂、前臂及手，是由肘关节和腕关节将它们连结起来的。下肢由膝关节及踝关节把大、小腿及足连结起来。

上、下肢及躯干上匀称地布满肌肉（图1、2），而且每块肌肉都跨过一个或两个以上关节，并附着于与关节相邻的骨上。肌肉收缩时所产生的力量，能牵引它所附着的骨，使其在关节部位产生活动。关节周围的肌肉是对称分布的。比如关节的屈、伸肌，内收、外展肌，旋前、旋后肌等。这些相应肌肉的收缩，就可以使关节产生屈、伸，内收、外展，旋前及旋后活动。比如肘关节的屈肌收缩，可以使前臂向上移动。手向上提起重物就是由肘关节屈曲活动完成的。肘关节的伸肌收缩时，使肘关节产生伸直动作。譬如肩上投篮的动作，是肘关节参与伸的活动完成的。髋关节的屈肌收缩，则使大腿完成向前抬起的动作。

肌肉收缩产生的力是人体的内力，它可以引起各关节的运动，从而产生人体各部位间的相对运动，但不能使整个人体产生运动，正如人不能抓着自己的头发把整个身体提起来一样。那么，整个人体的运动是怎样产生的呢？我们都知道，做引体向上时，必须上肢用力向下拉单杠；而在跑或跳

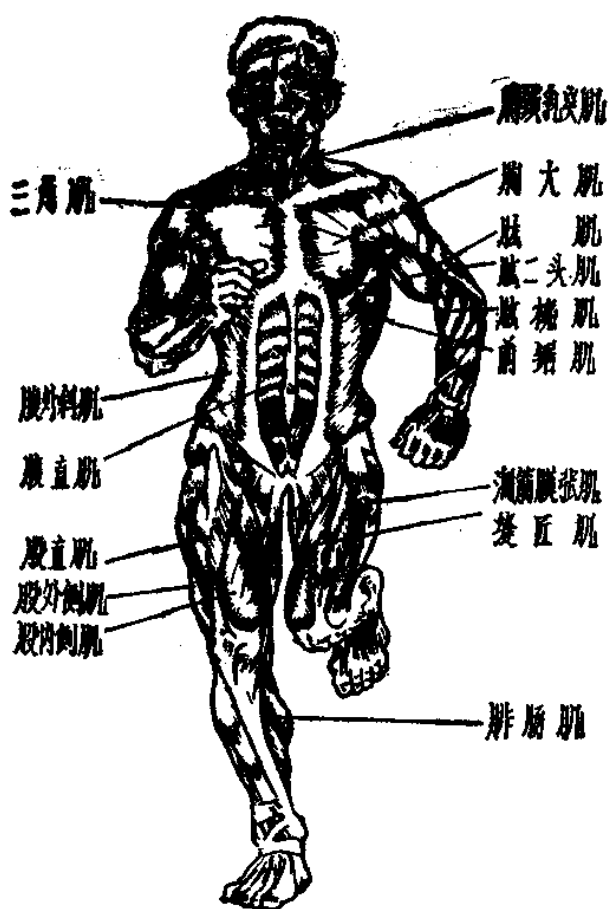


图 1 人体的肌肉(前面)

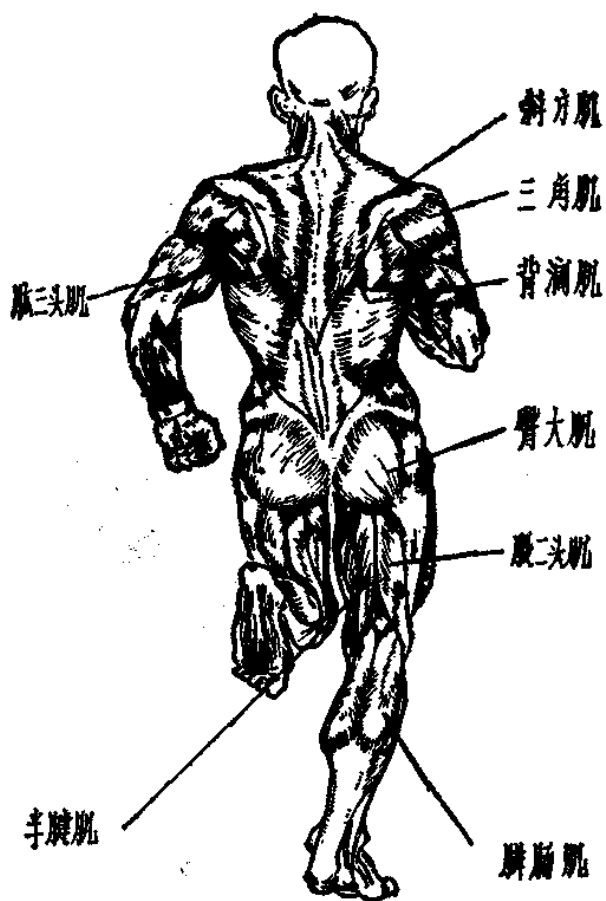


图 2 人体的肌肉(后面)

时，则必须下肢用力蹬地。可见，只有当人体与外界相互作用时，才能使整个人体运动。根据力学原理：甲物体给乙物体以作用力，乙物体将同时给甲物体以反作用力，反作用力与作用力大小相等，方向相反，作用在两个物体上（牛顿第三定律）。人向下拉单杠，单杠则给人体向上的反作用力，使人体上升；人向下蹬地，地面则给人体向上的反作用力（称为支撑反作用力），使人向上跳起；而当人向后下方蹬地时，地面的支撑反作用力是向前上方的，它使人向前上方腾起。器械、地面等外界物体对人体的作用力称为人体的外力，正是外力作用于人体后，才产生了整个人体的运动。当然，外力是多种多样的。例如，人腾空后终究要落回地面，就是地球对人体的引力——重力作用的结果。这时人可以通过肌肉收缩使各关节运动，在空中作出各种姿势，但决不能改变他落回到地面的趋势。

综上所述，人的肌肉收缩直接引起各关节的运动，而当它使人体与外界发生相互作用时，又将引起整个人体的运动。肌肉收缩是受人的大脑支配和控制的，是有意识有目的地进行的。因此，跑步、跳跃、空翻（图3）等各种体育运动都是在大脑指挥下由肌肉收缩来完成的。

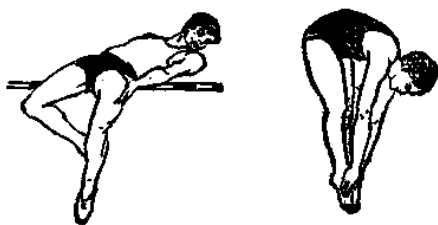


图3 人体在运动

## 2、人为什么能从地上跳起来？

有的同志或许感到奇怪，谁都能从地上跳起来，这个问题还用问吗？其实，这个问题并不那么简单。比方说，当你站在沼泽地面时，非但跳不起来，还会越陷越深。

实践告诉我们，任何物体要产生机械运动，它一定要受到某个力的作用。一只静止的球，踢它一脚，就会动起来，踢就是人对球用力。没有力的作用，原来静止的物体是不会动的。人能从地上跳起来，就是因为有力作用于人体。这个力是由于人用力向下蹬地而产生的。根据牛顿的作用和反作用定律，当人向下用力蹬地时，地球同时就以一个大小相等、方向相反的反作用力作用在人体上，这个力叫支撑反作用力。正是这个支撑反作用力使人从地上跳了起来。

除了支撑反作用力以外，同时作用在人体上的还有一个重力，它的大小等于我们的体重，它的方向始终垂直向下。只有当向上的支撑反作用力大于向下的重力时，由于合力方向向上，人体才能向上运动。人越是用力蹬地，地面给人的支撑反作用力就越大，而体重在这一刹那那间是不变的，因此支撑反作用力和重力的向上合力就越大，身体向上运动也就越明显，换句话说，人就跳得越高（图4）。

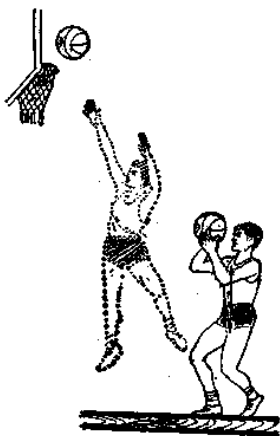


图4 在地板上起跳

由此可知，能否跳得高就取决于蹬地力量，但蹬地力能否充分发挥与支撑面的性质有很大的关系。同一个运动员，在水泥地上如果能跳起一米高的话，在黄沙堆上就跳不到一米高，由于黄沙的向下退让减弱了向下的蹬力，因而支撑反作用力也减小，所以，人就跳不高（图5）。至于在沼泽地上起跳，情况就更糟，因为稀泥的退让运动比沙堆更大，人体所能获得的支撑反作用力大大小于自己的体重（图6），这样，支撑反作用力和身体重力的合力方向不是向上，而是向下。而且，人体将随稀泥向下运动，因此，不但跳不起来，反而会向下陷，越是想向上跳，陷得就越深。

支撑面的状况，与体育运动关系是很大的。有些运动项目要用弹簧助跳板，当人向下蹬板时，虽然跳板也向下退让，但跳板在恢复原状时增加了一个向上的弹力，人体获得的支撑反作用力就比在硬地上大得多，人体也就可以跳得更高，所以，体操运动员和跳水运动员常借助弹簧跳板来使自己弹跳得更高，以便在空中停留的时间长一些，可以作出许多优美的空翻转体动作来。

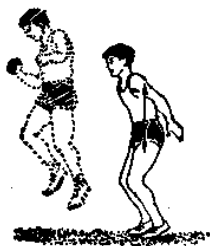


图5 在沙堆上起跳



图6 在沼泽地起跳