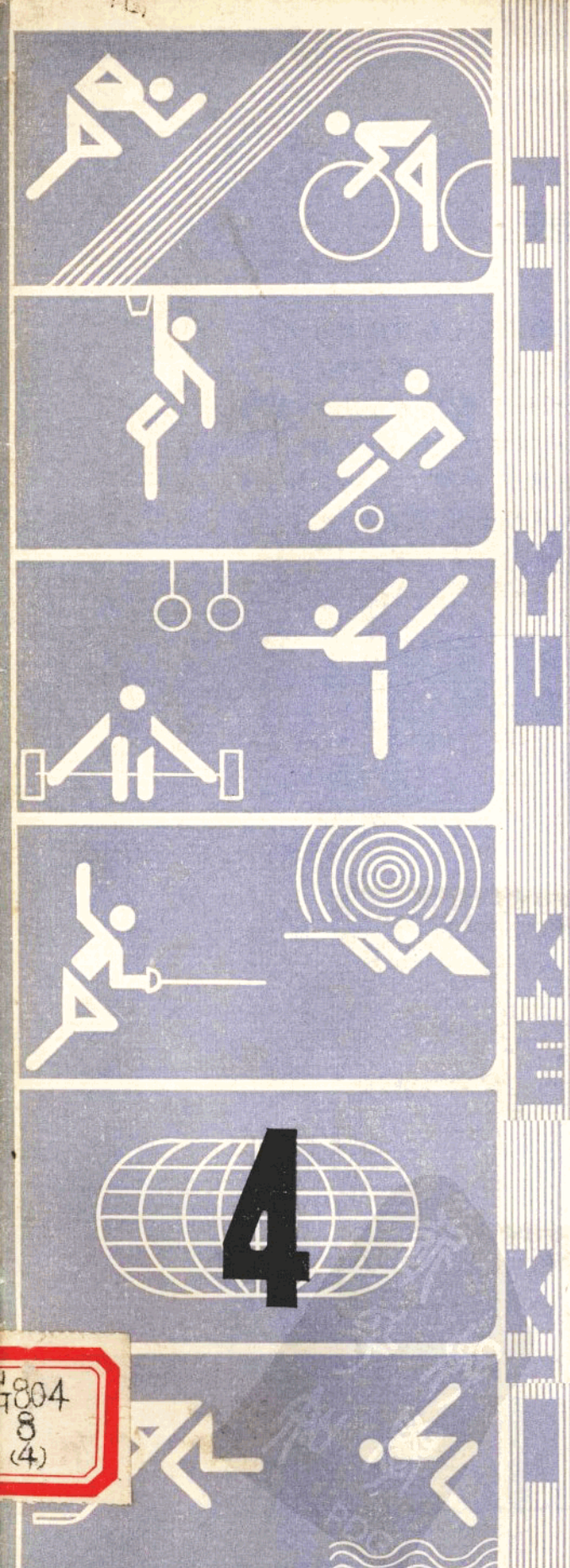


体育科技

民体育出版社



804
8
(4)

目 录

技术分析和训练方法

- 高杠绷杠空翻类下法的技术分析和训练方法.....周济川 王 萍 齐世闻 (1)
- 竞技体操的力学.....(日) 竹本正男 浜田靖一 (7)
- 滚翻动作的力学特点.....北京体育学院 刘志成 (15)
- 男子跳马前手翻类高难度空翻动作的技术分析.....国家体委体育科学研究所 欧文勋等 (20)
- 论跑步周期的阶段划分.....北京体育学院 张保罗 田麦久 (32)
- 论跑的技术核心——送髋.....河北师范大学体育系 桂馥君 (37)
- 美国、西德教练谈“投掷运动员爆发力量”问题.....杨丽云 (43)
- 谈长跑训练.....(澳) 伦·克拉克等 (44)
- 足球的运动中技术.....(西德) 盖尔穆特·绍恩 (47)

运动生理和心理

- 长跑时各种生理指标的变化.....(日) 江桥 博芝崎太郎 (50)
- 动力性训练对女运动员心脏肥大反应的影响.....(美) 斯·姆·齐尔狄斯等 (57)
- 女田径运动员经期适应性训练.....西安体育学院 文 超 (60)
- 背力测量姿势的选择.....甘肃师范大学体育系 凌洪龄 (65)
- 运动心理学三阶段学习法(下).....(美) 心理学博士 托玛斯·图特科等 (68)

武术和气功

- 山右王宗岳《太极拳论》解.....上海体育科学研究所 顾留馨 (80)
- 气功的精神实质.....中医研究院 胡 斌 (85)

体育科研动态

- 日本体力医学会1979年学术讨论会侧记.....陈家琦 (86)
- 针灸医学运用于体育运动取得可喜成绩.....黎 齐 (93)

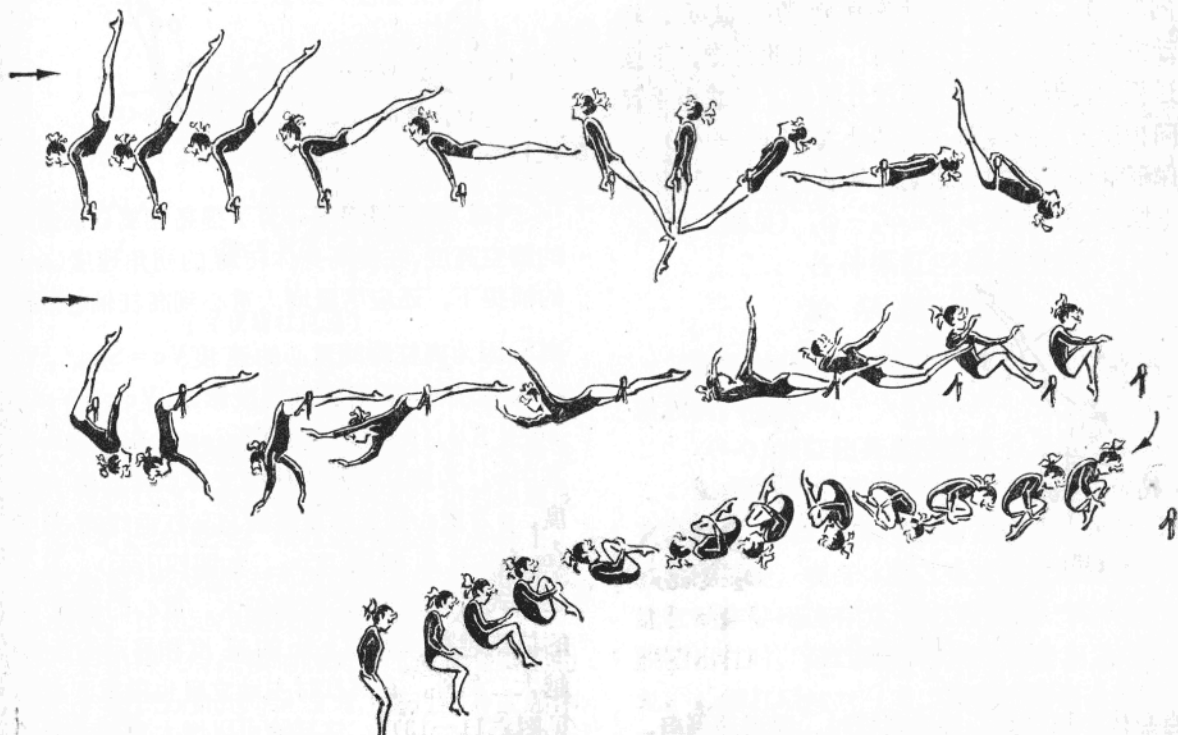
高杠绷杠空翻类 下法的技术分析和训练方法

周济川 王 萍 齐世闻

“高杠绷杠空翻下”是我国独创的现代化的高难下法，在国际体操舞台上处于领先地位。

“高杠绷杠下”技术，在我国有着良好的传统，早在六十年代中期的比赛中，就多见选用。著名运动员蒋绍毅的“高杠绷杠转体 360° 越低杠下”的“绷杠”技术即使现在看来，也是先进的。我们继承了这一传统技术并加以发展，于1974年成功地完成了“绷杠团身后空翻下”这一高难动作，引起了各方面的重

视与好评。为了进一步丰富这类下法的内容及提高它在比赛中的威力，又在原“绷杠团身后空翻下”的基础上加以发展，相继完成了“绷杠屈体后空翻下”、“绷杠后空翻转体 360° 下”、及“绷杠转体 180° 团身前空翻下”等一系列高难下法，使这一技术更臻于完善。1978年在上海举办的国际体操友好邀请赛中，马艳红获得9.95分的那套自选动作，就是用“绷杠转体 180° 团身前空翻下”来结束的（参见图一）。



图一 马艳红绷杠转体 180° 团身前空翻下

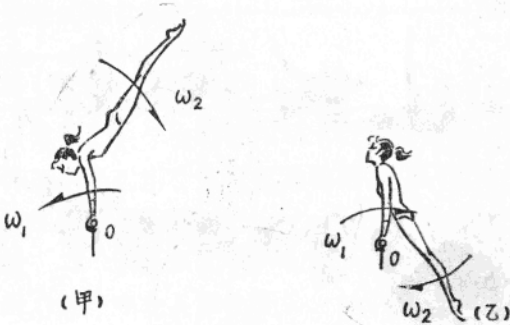
为了便于少年选手学习这类下法,为今后的大型国际比赛打下良好的基础,我们对它的技术原理、教学训练方法作如下的分析与介绍。

一、绷杠空翻类下法的技术原理

由于这类下法的难度大,技术复杂,目前都采用“支撑后摆后回环”的动作来连接。下面我们从支撑后摆到最高点以后开始下摆的瞬间至绷杠完成空翻动作为止这一过程的技术,逐段加以分析。

(一)下摆至贴杠前——下摆过程中,由于髋角基本不变,因此人体的运动可视为绕两个平行轴的转动,固定轴为O(杠子),动轴为A(肩关节)。

假设手臂(OA)绕高杠(O)转动的角速度为 ω_1 ,躯干(OC)相对于手臂的转动角速度为 ω_2 ,则身体绕O转动的绝对角速度为 ω_1 和 ω_2 的矢量和(即 ω_1 和 ω_2 同方向转动时,身体的绝对角速度为 ω_1 加 ω_2 ,而 ω_1 和 ω_2 反向转动时,身体的绝对角速度为 ω_1 减 ω_2 ,转动方向与较大的一个相同)。由此可知,下摆过程中,开始时肩不要过分前倾,以减小手臂向相反方向的转动(即尽量减小 ω_1 的值),保证身体下摆的角速度达到最大值,此时身体下摆的角速度 $\omega_{\text{下}} = \omega_2 - \omega_1$ (见图二甲)。



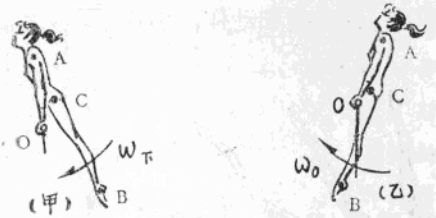
图二

当身体下摆至重心接近高杠时,要迅速倒肩,以加大 $\omega_{\text{下}}$ 的值,此时身体下摆的角速度 $\omega_{\text{下}}$

$= \omega_2 + \omega_1$ (见图二乙),并以腹股沟或稍下一点的部位贴杠,以便形成绕握点的快速转动。

(二)贴杠瞬间——假设贴杠前瞬间人体绕肩(A)转动的角速度为 $\omega_{\text{下}}$,则脚(B)的线速度 $V_b = (AC + CB) \omega_{\text{下}}$ (见图三甲),贴杠后脚的速度 V_b 不变,但人体开始变为绕握点O的转动。这时手臂与身体一起绕O转动(见图三乙);由于人体转动半径突然变小,所以绕高杠转动的角速度迅速增大。

设绕O点转动的角速度为 ω_0 ,则 $\omega_0 = \frac{(AC + CB)}{OB} \omega_{\text{下}}$,由此不难得知,为了加速身体绕O转动的角速度 ω_0 的值,除要增大下摆角速度 $\omega_{\text{下}}$ 外,还应尽量提高重心的位置(即减小OB),这样便增大了人体绕握点转动的冲力矩,达到提高初角速度(ω_0)的目的。



图三

(三)绷杠瞬间——为了提高绷离杠后重心的腾空高度,在提高身体转动的初角速度(ω_0)的前提下,还应尽量增大重心到高杠轴心的距离S。因为离杠瞬间重心的速度 $V_c = S \omega_0'$, V_c 在水平方向与垂直方向的投影为: $V_{cx} = V_c \cos \alpha = S \omega_0' \cos \alpha$, $V_{cy} = V_c \sin \alpha = S \omega_0' \sin \alpha$ 。其中 ω_0' 为离杠瞬间人体绕支撑点转动的角速度, α 为重心到支撑点连线与高杠垂线的夹角(ω_0' 小于其初速度 ω_0 ,如图四所示)。从上述两式可以看出,S的值越大,重心的速度 V_c 的值则越高,重心上升的高度和移动的距离越大。此外,在离杠时主动立肩也很重要(参见图六11—13),这样除可以增大角速度 ω_0' 外,还可以使重心产生一向上的加速度,引起

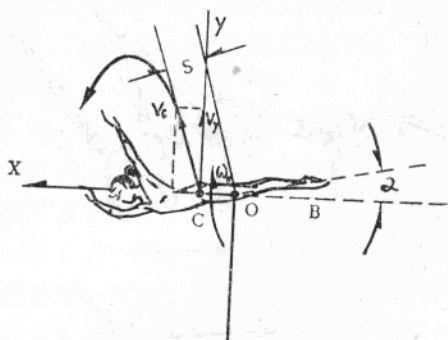


图 四

杠子的反作用力增大，有助于空翻动作的完成。

需要特别指出的是，绷离杠时，S与高杠之间的夹角应小于 90° 。回环的速度不同，及向外带臂的力量大小不同，绷离杠的角度也应有所变化。一般说来， 70° 左右较为合适，这样才能保证重心的运动轨迹为一向杠外方向的抛物线，否则重心抛物线就会沿杠内方向运动，造成运动员身体打杠或过杠（见图五）。

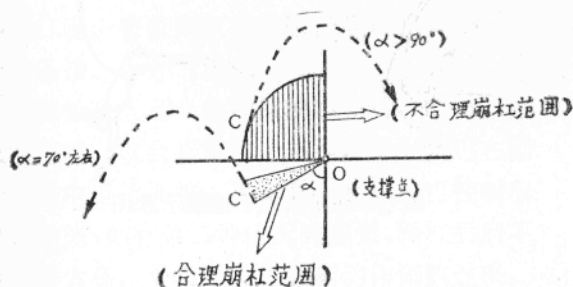


图 五

（四）完成空翻阶段——绷离杠后，身体进入无支撑状态，重心的运动轨迹和初始角速度（ ω_0' ）已经确定。但在这样的初始条件下，通过肌肉的合理用力可以改变身体各部位的相对位置，促使动作高质量地完成。

若空翻只有绕横轴的转动而没有绕纵轴的转体，根据动量矩守恒原理，通过团身或屈体来缩小身体绕横轴的转动半径，以减小身体的转动惯量，达到提高身体翻转角速度的目的。

若空翻不仅绕横轴翻转，而同时还有绕纵轴的转体，在无支撑状态下，仍然符合动量矩守恒原理。但此种情况下，转动惯量为一张量、惯量张量的变化，不仅影响角速度的大小，而且影响角速度的方向。在离杠瞬间，人体已获得了绕横轴和纵轴转动的初角速度，通过髋关节的屈伸动作和团身（以减小横、纵轴的半径）仍可以增大绕横轴和纵轴转动的角速度值。

在完成带有转体的空翻动作时，如果绕纵轴转动的角速度小，则纵轴转体没有完成就落地，这样身体的纵轴倾斜于重心移动的平面之外，如果是向左转体，则身体向右倾斜甚至摔倒，如果绕横轴转动的角速度不足，虽然转体动作得以完成，但空翻动作仍不能完成，甚至头朝下落地，所以在完成加转体的空翻动作的同时，要注意横轴和纵轴转动角速度的协调配合。

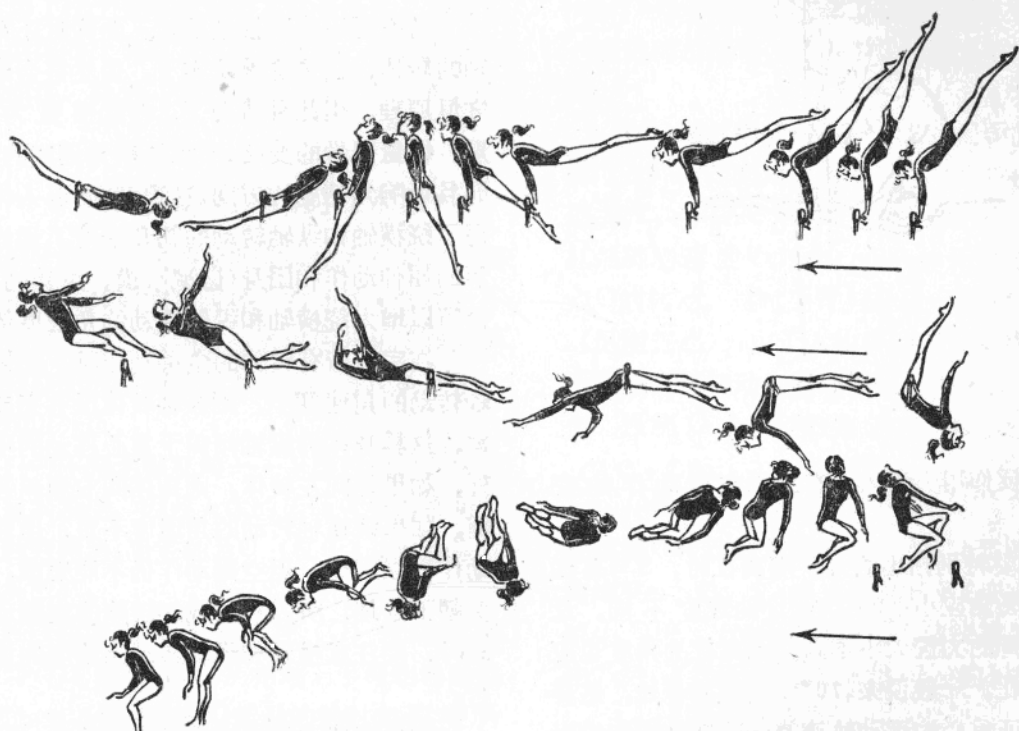
如果完成动作的技术是在转体后再翻转（如“绷杠转体 180° 前空翻”），其技术原理可以分别从纵轴和横轴两个方面来考虑，纵轴转体的身体夹紧以减小绕纵轴的转动惯量。在技术允许的范围内，身体相对伸直些，转体后做空翻时，则要求身体迅速团紧，以减小绕横轴翻转的转动惯量，达到加速翻转的目的。这些就不一一赘述了。

二、各种绷杠空翻动作的教学与训练

在教学与训练过程中，我们积累了下列经验教训，供参考。

（一）绷杠团身后空翻下（见图六）

主要技术要领：1.支撑后摆时身体充分伸直，肩拉开；2.倒肩要快以加速身体回环，触杠时间要晚，在身体接近垂直部位时触杠；3.绷杠动作要迅速有力，绷杠时切忌“两头翘”，脱腿出杠时，运动员稍有点向上滑出去的感觉；4.绷杠后注意立肩、翻臀、抱腿，翻过来后主动放腿落地；5.做动作过程中应注意协调用力，不能乱用劲。



图六 唐小丽的高杠绷杠团身后空翻下

易犯错误：1.支撑后摆时肩拉不开，重心不够高，造成下摆无力；2.下摆时冲肩过多和塌腰，影响回环速度；3.绷杠时间太早，空翻不翻转；太迟则空翻容易打杠。脱保做此动作时，应要求运动员稍早绷一点，以后逐步按正确的时间完成绷杠，以免造成打杠的危险而影响信心。

教学手段和保护帮助方法

1.在低杠上做下述练习：①绷杠并腿直体下，身体要求绷直；②做绷杠并腿直体下后倒，下来时由教练托住或落在杠前放置的高垫上（高1米左右）。注意后倒时不要收腿；③用上述练习加抱腿躺在高垫上，做时注意翻臀抱腿；④用“手抄”直接做“绷杠后空翻下”。

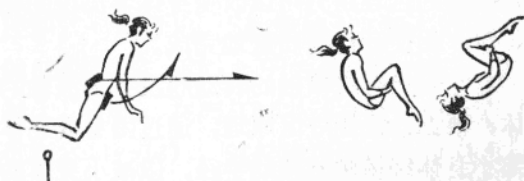
帮助方法：教练员站杠前右侧，运动员做绷杠下时，先用左手拨一下髋，帮助绷出（见图七），然后迅速换成双手（右手在下）夹住运动员（见图八）；当运动员绷出杠后右手向后上方，左手向前用力拨转运动员完成空翻动作（见图九）。



图七 保护人左手拨髋示意图



图八 空翻时保护位置示意图



图九 保护空翻用力方向示意图

2.用滑车“保护带”拉的方法在高杠上完成空翻下：①随着运动员的绷杠动作拉；②拉的时间不能过长，节奏是一拉一松，然后提着落地。如一直用力拉，影响翻转；③要一直跟着运动员，不能太紧或太松。

3.高杠直接完成：保护方法是教练员站在杠前左（右）边一米五十左右的地方，当运动员空翻至一半时，教练员可托其背部帮助翻转，右（左）手抓住运动员的上臂，帮助落地。如果运动员绷的太早不翻转，这时教练员迅速转向运动员的后面，托着双肩，或者从侧面直接抱住，防止后倒。如果运动员绷得太晚，只好等着落地接。

这一动作最大的危险是绷杠太迟，造成打高杠，所以每次练习做第一个下法时或换新器械第一次做下法时，都要提醒运动员稍早一些绷出杠。

另外，教练员要善于判断运动员绷杠时间的早晚。一般来讲，如果后摆冲肩或回环时臀部漏下，易绷得早，教练员应做远处接的准备；如果后摆肩拉得太开，下摆回环速度快，容易绷杠晚，有打高杠的危险，教练员要靠近杠子准备接。

要教会运动员自我保护的方法，在做后摆及回环时，就会感觉到上述两种情况，可在动作过程中自行调整：遇有第一种情况可控制自己绷晚些；如有第二种情况的感觉，绷杠后肩不要立得太高，早点绷就可以把动作调整过来。

做此动作对杠子的软硬比较“敏感”，即杠子的弹性不同，绷杠的时间也有差异。一般地说，杠子硬要绷早一点，杠子软则可绷晚一点。

（二）绷杠屈体后空翻下

此动作与绷杠团身后空翻下的要领、教法和保护帮助的方法基本一致，两者的差别如下：

1.绷杠的速度、力量应比做团身后空翻大

些，绷出后肩立的也要高些；2.绷杠后“滑出”的感觉比做团身后空翻时多些，不要过分强调绷杠的高度，要使重心远离杠子，否则容易打杠。

（三）绷杠转体180°团身前空翻下

主要技术要领：1.绷杠部分与后空翻的要求基本相同；2.后回环身体接近水平面时（约70°左右）即发动绷杠动作，在绷离杠的同时快速转体，180°转完以后立即做向前空翻的动作，不要有“慢翻”的动作；3.转体动作的发力是由臂带肩，由上体带动下肢。转体前空翻的动作与技巧中“虎跳”前空翻的技术要领近似。

易犯错误：1.转体时不是用肩发力而是用臀部；2.转体时没有领臂动作和不应出现空翻“横扫”的现象；3.团身时不注意“扣胸提臀”，所以翻转速度慢。

教学手段和保护方法：1.在低杠上做绷杠转体180°；2.最好的方法是用滑车保护带拉。绕带子的方法：运动员面对高杠把保护带带好，然后向转体的相反方向转180°，把保护带的带子塞在腰带下，以防绳子掉下。拉带子的时间不能太早，否则影响翻转。

3.运动员要注意在转体180°接空翻时，手要向远走（领臂），转正以后再抱腿，否则空翻时会出现“横扫”现象，手也容易碰带子，造成动作失败。

“绷杠转体180°接前空翻”的技术比后空翻复杂，所以要求学习此动作的运动员绷杠技术熟练，技巧中“团身前空翻”的基本技术要好，特别是翻转速度及落地意识要强，以减少学习完整下法的困难。

（四）“绷杠后空翻转体360°下”（图十）

主要技术要领：1.绷杠的技术与后空翻一样，但速度和力量要更大些；2.转体的时间是在绷杠后空翻肩回环至水平部位时，用肩发力转体。要领与技巧中的“团身后空翻转体360°”基本一致；3.转体时要有抱腿的过程，这样可加快转体速度，身体也不易散。



图 十

主要教学手段和保护帮助方法：1.帮助完成地上原地“后空翻转体360°”的动作；2.学会不抱腿的绷杠团身后空翻下；3.掌握上述两个动作后，就可以在海绵坑内做其完整动作了，但要特别注意两点——转体的时间不能太晚，因横轴翻转得少（不足360°），纵轴转得多（360°），所以纵轴转体要先于横轴一点，并注意协调配合，否则落地不易站稳；转体时注意抱腿，不要抬头，大腿要收住；4.用“滑车保护带”拉的方法——①带好保护带后向转体的反方向转体一周，再把带子塞在腰带下，以免绳子掉下；②拉的时间要晚一些，早了绳子会碰到运动员。

何秀敏在做这一动作时，曾尝试过以下三种做法：第一种，绷杠后直体转体360°再抱腿翻转一周；第二种，绷杠团身后空翻转体360°（空翻基本翻完后再转体）；第三种，目前的做法，如图十，即边翻边转，从学会到比赛中使用需用较长的时间。但通过近两年的教学实践，摸索到这类动作可以用“绷杠转体180°前空翻再转180°”的形式完成。这种方法比绷杠后空翻同时转体360°的做法容易掌握，技术也比较先

进，很值得推广。其教学手段和主要技术要领如下：

1.先学会“绷杠转体180°前空翻下”，再学会不抱腿的同一动作；

2.掌握地上的前空翻转体180°，转体要晚，用肩发力带动转体，有海绵坑的最好在坑里做前空翻转体180°后倒；

3.掌握了上述练习，就可以做完整动作了（杠子放在海绵坑边上）。做时注意要求运动员后180°不能太晚，在前空翻头朝下时开始转，注意把两个转体180°连接起来；

4.转体除用肩带以外，髋关节的屈伸动作也可以帮助转体。

运动员开始学这个动作时，为了建立正确的技术概念，先做“转180°一再转180°”，掌握后再要求一转到底，如做成功，运动员的感觉就是转体360°而不是转180°一再转180°。

主要教学手段是用滑车保护带拉的方法，又保险，又便于运动员体会动作。

三、高杠绷杠空翻类下法的趋势

当前，随着体操技术的不断发展，“绷

杠空翻类下法”还会有新的发展。目前,因它难度大,技术还不甚纯熟,一般都用支撑后摆连接。随着技术的改进及熟练程度的提高,可以加大下法的连接难度,使前后动作浑然一体(或与后半套连接起来),而不为简单的连接

动作所割断,就会更加精彩。绷杠空翻下还可以向杠中换握发展,可以预言如果“绷杠转体 180° 团身前空翻再握高杠”成功,在国际比赛中将会引起新的轰动。估计在不久的将来,就会成为现实。

竞 技 体 操 的 力 学

(日本) 竹本正男 浜田靖一

对于以人体和器械为媒介,使体内的化学能巧妙地和物理能相转换的同时在空中描画的形体的艺术——竞技体操,想给以某些科学说明的人是决不在少数的。特别是关于其力学方面,打算专心研究的更是大有人在。然而,虽然那些离开人体运动的铁饼、标枪、铅球或是被人摇动的桨和滑雪用的滑雪板以及滑冰用的冰刀等,从物理学的本质上是成为物理学记述的对象的,但一到人体本身的运动,首先肯定,想要给以纯物理学的研究和阐明,那是枉费心机的。因为,它不仅从数理的、理论的解析上是不可能的,而且因为它还含有生理学和心理学的因素,同时个人差别的问题也是和它纠缠在一起的。从而虽属一技之末,也须考虑到各种理论说明,而要想把它纳入一种规律之中,则不仅要煞费苦心,并且大部易于牵强附会。纵然,力学的说明是有所符合的地方,但从复杂人体运动来看,那简直不过是如以苇管窥天之类的事一样吧。不过这里所考虑的却是,不管它是怎样微小的部分,只要苇管不弯,那所看到的東西终究必竟是天体的一部分,这是不容怀疑的。瞎子摸到的东西,纵然是大象的尻尾,然而只要它是象的自体的一部分,那也就大体上是值得庆幸的事了。正是由于这样想,那么就从这种想法出发,试就竞技体操的运动作些力学方面的考察吧。

竞技体操大半是由悬垂摆动运动构成的,

所以悬垂摆动运动多不仅是竞技体操的一大特征,而且也是形成它的性格的要素。而由悬垂摆动进行运动,依据摆动形式,不仅是自然的,并且是有效的。事实上现在是可以把摆动及其所发展的回环(圆运动)看为悬垂摆动运动的主流。因此那就先把悬垂摆动运动中的摆动和回环搬到俎上来吧。

人在单杠或双杠上由悬垂进行的摆动虽然是一种单摆运动,但它和时钟的摆等不同,是非常复杂的。首先人体是一种“实体摆”,而且带有众多的关节和若干弹性,尤其它是由作摆人本身主动发起摆动的。然而在这里为了方便起见,不把它当作实体摆,而是简单地象图一那样把它当作带有两个锤的棒状摆(二重摆)来考虑。

把棒锤处当作是可以自由屈折的。这种二重摆虽然看来可作种种复杂摆动,但是不外二类:A是以握点(握单杠的手掌处)为中心,而锤是向同一方向摆动的;B是向不同的方向摆动的。人体摆动时虽然大体上与此相似,但因肩关节也好,髋关节也好,虽能充分前屈,而向后的可动性则甚少,所以人体摆动大致仅能举出上图所示一些摆动种类来。

今若以外力使此二重摆起摆,则虽以各摆锤为中心引起带有其各自周期的摆动,但不久摆动即因摩擦而变小,随至静止。而人体的摆是靠人体内化学能转换成物理能,才使人体摆本身发生摆动的。

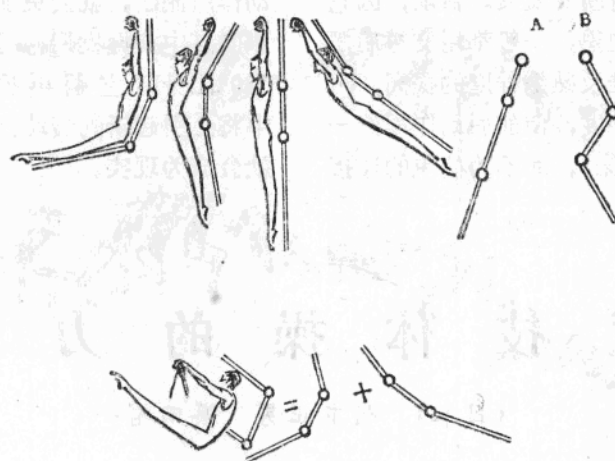


图 一

那么从静止状态怎么进行摆动呢？这从单杠运动可知摆动是采取两个阶段的(如图二)。最初是使位能由重力作用变成动能来引起摆动，其次则是使转动惯量变小，从而引起角速

度运动增大，同时利用肩、髋关节的可动性使之发生共振现象来使摆动加大。因而在这里关于人体摆动时的转动惯量和角速度及其共振现象有加以叙述的必要。

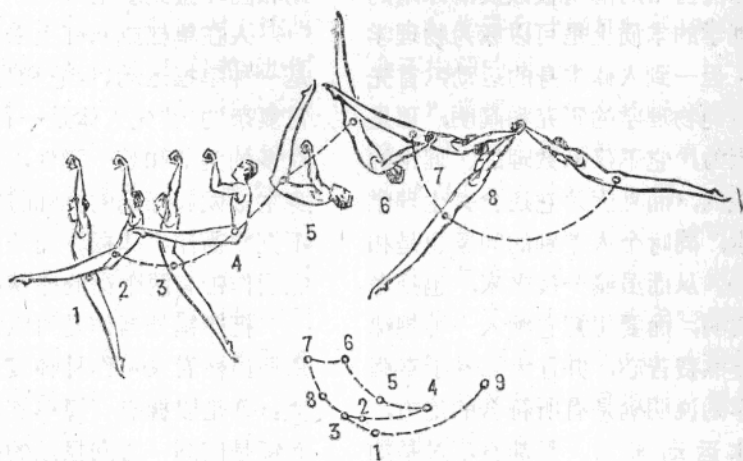
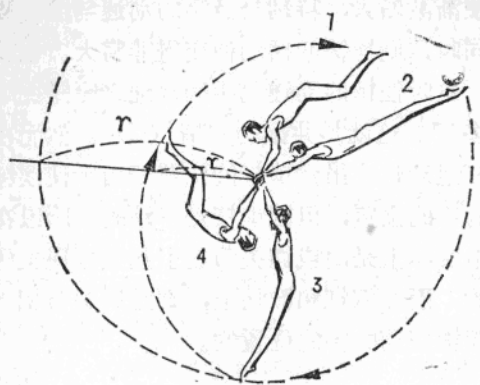


图 二

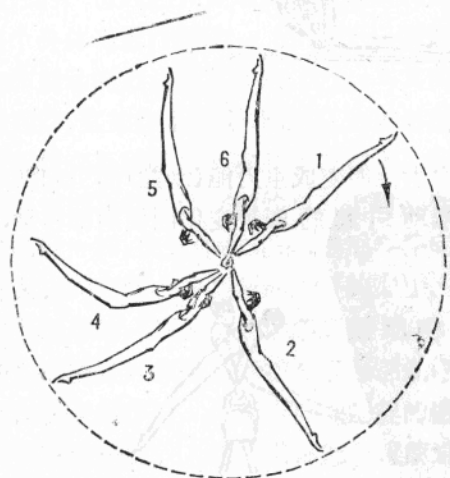
从技术的难易来说虽然顺序有些颠倒，但为说明方便起见，先从解答大回环(车轮)为什么会转谈起。初学大回环(正握大回环)时，为了使身体围绕单杠转一圈儿，常用下述方法：即或是加大身体的摆动，或是由正撑姿势把身体向后上方摆起，并使其下落前摆，当摆到前方向上去时急速屈腿举股，使握杠的手的

位置和足尖之间的距离缩短，于是回环速度递增，身体随以单杠为中心轻而易举地咕噜地一下由杠上翻转过去，这是我们体验过的事情。这正是使半径(悬垂时包括臂长在内的体长)缩短，从而转动惯量变小，角速度增大的好例(如图三)。今使转动惯量为 I ，则可被表示为 $I = \sum M_i r_i^2$ 在上图的4处，由于臂体间的角度



图三

缩小和屈腿而使 r_i^2 变小。这样在 $I = \sum M_i r_i^2$ 中，由于 r_i^2 变小，所以 I 亦变小。另一方面，回环运动的动能是 $E_r = 1/2 I \omega^2$ 。根据上述原因 I 变小时而动能是一定的，所以 ω 必然增大。也就是由于使转动惯量变小，角速度增大才使摆动导出了回环。由悬垂做后摆上，如在上时屈腿则很易完成，就是出于此理。从而被完成的大回环，无论是正握的或是反握的都不外是这一原理的具体应用。这从把正侧面照的连续的大回环的电影照片拿来，以单杠为中心寻找其肩、腰、足尖的轨迹时，则见其决不是同心圆这一点来看，也是必须点头称是的。也就是说，当身体上升时，肩腰拉引形成的角度已使半径大部缩短了（如图四）。



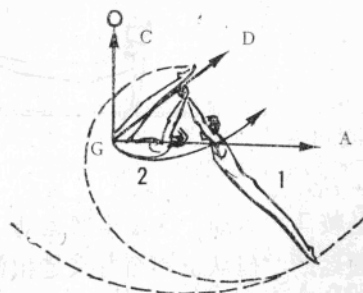
图四

单杠运动中应用这个原理的动作非常多。由立撑回环动作中两腿的屈伸来看，就特别明显了：由支撑到杠下悬垂时伸腿（增大半径），上升时屈腿，使腰部（大体是重心的位置）靠近单杠，也就是缩小半径。单杠运动中的回环可以说是毫无例外地都是在应用这个原理的。下面试就比较复杂一些的屈伸上进行分析。

图五是进行屈伸上常作的辅助动作。由仰卧屈身姿势突然急速蹬足，则体和腿的角度打开，重心 G 随上至 G' ，同时上体也必从垫上腾起。这和跳跃时腿（膝）的屈伸运动是相同的。图六是从单杠悬垂作屈伸上的动作图解。当身体摆至杠前时，举腿屈体使足尖靠近单杠。由此，如前所述使转动惯量 I 变小而使其回摆向 A 的方向的角速度变大。在这一瞬间向上蹬足（图六之2），则重心 G 上升（ C 的方向），但由于有向 A 回摆之力，则 G 实际是向 C 和 A 的合力的方向 D 移动，这样由于握杠手是固定



图五



图六

不动的，手掌处随成支点，于是身体即以臂长为半径，肩部画着半圆弧上至杠上。也就是说最初悬垂时是以从手掌到足尖的长度为半径前摆的，但到后摆时就缩成仅以臂长为半径了。因而仅有微小的摆动，也是能够上去的。

其次是共振的问题。在悬垂中进行摆动时，虽然是二次的并且是很微小的，但由于关节的动向，是可以看到共振现象的。

图七之a，以比摆的周期更快的速度使手活动时，则摆锤差不多是停顿在一点上的。也就是说，这时摆锤的动速与手的动速之比为0（零）。然而这回以此摆的周期更慢的速度使手活动时，则摆锤悬挂在正下方与手俱动(b)，即此时摆锤的动速与手的动速之比为1。其次，以其中间的速度使手活动时，则摆锤的摆

动便渐渐增大，特别是当手的动速与摆的周期相同时，则摆锤的摆动便变得非常大。也就是说，这时摆锤的动速与手的动速之比是比1大得多了。这就是共振的实情(C)。然而在作单杠运动时，虽然单杠的位置相当于使摆锤摆动的手的位置，但因单杠是不动的，所以在摆动中实际上是肩或髋关节引起共振现象的作用的，而在双杠和鞍马上，则是肩关节相当于使摆锤摆动的手的位置的。

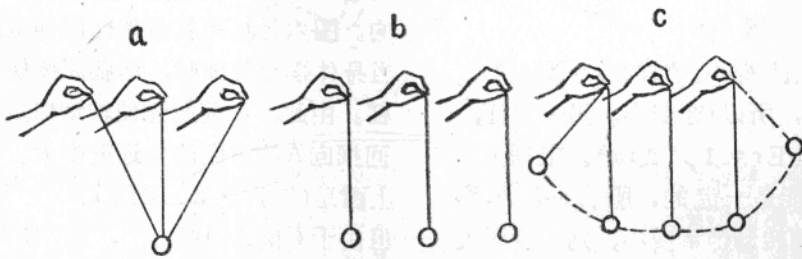


图 七

由此可见，在竞技体操中关节的可动性和放松性是非常重要的。也就是说，当把身体“扇翻”（摆起或回环）时，应有意识地引起共振。不言而喻，单杠或双杠的杠的弹性也是对共振作用有用的，因为它是和摆动周期合着来使重心上下升降的。

图八是侧面的双杠上的支撑摆动。从图上能够看出肩的位置的移动是很大的。实际上把电影照片拿来一个个镜头地看下去，当身体由上方(倒立等)向前摆时，其肩部向前突出的程度，简直容易把它当作是在作直臂水平支撑。

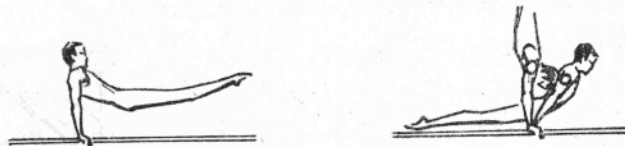


图 八

图九是鞍马的运动，这是锥摆运动，肩部虽然在作圆运动，但从正侧面看来是和普通的单摆运动没有什么不同的。此时肩的位置仍象图上所画的那样变化着，然而，这不是象使持摆锤的手活动而使摆锤摆起来的那样使肩活动才使身体摆动起来的。这是为了形成向心力必然要采取的。

虽然由于位能变成重力能(动能)而引起摆动，顺应摆动引起的姿势变化而使肩部移动，但

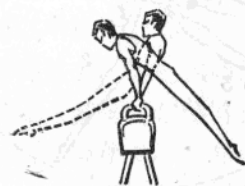


图 九

这和骑自行车拐弯时身体自然地向拐弯那侧倾斜是一样的。在双杠上运动时也是如此：

同时在其次的瞬间肩的移动起共振作用从而帮助了摆动这一点也是不能否认的。这和不摆臂虽然也能行走，但总不如摆臂时走得好、走得自然是一样的。在双杠上使人把肩推住（顶住）虽能摆动，但非常不自然。

在鞍马上的摆动是由支点的移动（重心的移动）引起的。

如图十所示，用手指掐住书的两角，交互忽掐忽离地使书本形成大的摆动。若手指的掐换太快时，书差不多是接近静止的；相反若掐换太慢时，就变成了每次不连贯的摆动了；而当摆动的时机和手的掐换（支点的移动）相合一致时，那就形成了很大的摆动。鞍马运动中为什么强调重心的移动和摆动相一致，这一点我想是不解自明了。

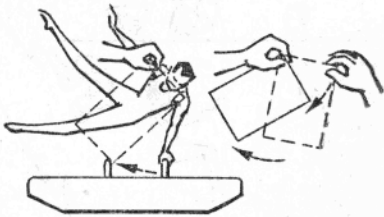


图 十

下面叙述一下作为鞍马运动的基本动作的摆动和全旋运动的要领。摆动虽然是从正撑姿势开始，在交互地把重心移向单臂的过程中来进行的，但因它究竟是以臂根（肩）为支点使整个身体来进行摆动，所以仅以腰臀或大腿来作摆动的方法是不好的。因此，与其两脚远离的摆动，莫如作不大离开的好。这里必须注意的是不仅交互地把重心移到支撑臂上，而更重要的是当把重心移到支撑的单臂上时，要好象一旦闪开一样，使身体腾起来，然后再移向另一肩臂上去的方法，才是新而且好的方法。如果说最理想的，那就是要能感到摆动的支点（肩）的轨迹好象是在画横8字形那就好了。当然作交叉动作时，无疑也应有同样的感觉。

其次是全旋。人们从来都把作成前后倾斜的、从上边看带有与马成斜交叉的长轴的椭圆形

形的全旋当作是好的（如图十一B）。在更以前，则是作结合鞍马的前后的摆动而成的全旋，也就是作带有与马同方向的长轴的椭圆的全旋（如图十一A）。然而今后的全旋则是水平圆，从上看时它不是椭圆形，而必须是正圆形。实际上，现代选手们的技术是正在向着这个方向迈进着（如图十一C）。这无论是从技术的发展上说，或是从力学的考究上说也是必须成为水平圆的。因为当回转体的轴倾斜时，它就不能按它原来的样子转，而要引起“搅晃”运动（如图十一D）。当人体在鞍马上作倾斜的全旋时，为了抵制这种“搅晃”，不仅要白白地浪费很多不必要的体力，而且特别是在要作转体移位时，虽然等了又等地可要作了，但终因身体的轴发生搅晃，动作的平衡易被破坏，因而就不能圆滑地连接下面的动作。把鞍马的全旋比作陀螺的运动虽不适当，但因考虑它是回转体与全旋有相通之处，所以也就这样处理了。

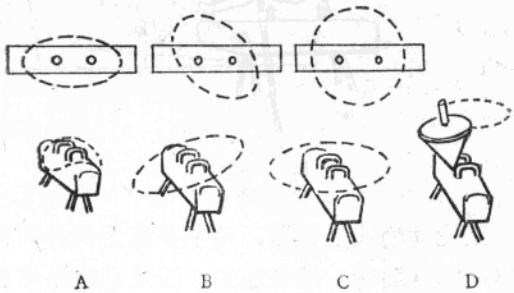


图 十一 A——最幼稚的鞍马全旋（初步）；
B——到现在为止一般常作的全旋；
C——今后的理想的全旋；
D——这种全旋引起“搅晃”运动。

最后是跳跃运动。进行跳跃运动时，以单脚踏跳为主体的大概是仅限于人类吧。但人类从静止状态起跳时，或是在跑中而且当途中两臂可以利用途中的障碍物时，则是利用两脚踏跳来作跳跃运动的。前者叫作普通跳跃，后者，即途中使用两臂者，则叫作支撑跳跃。也有人把前者叫作助跑跳跃，后者叫作混合跳跃。在田径运动中 大都是普通的跳跃，而在竞技体操中

则大都是支撑跳跃。虽然在田径运动中唯一的支撑跳跃是撑竿跳,但在器具器械体操(原文为Turnen,即德国扬氏—Jahn在1778—1852年所倡导的体操)中,象今天田径运动那样跑、跳、投掷非常多的时代,利用棒、竿作跳远跳高等是很多的。这从现在能看到利用棍棒跳越木马(如图十二)这一点,就可得到证明。现在,当我们看到田径运动的撑竿跳完全是器械体操形的身体运动方式,即前摆转体二分之一经过倒立过程时,我们就愈益感到完全是同一系统的竞技动作,在大专学校田径运动大会上,把体操队的选手借出来叫他作撑竿跳,所以能够得到意外的成功,也不外是这个原因。归根到底,撑竿跳不外是结合单杠正握大回环前摆上经过支撑再转体跳下的要领而成的产物,这是再明显不过了。



图 十二

无论动物或是机器,差不多毫无例外的都是用后脚(后轮)推进法的。四足动物是用后脚跳起,前脚落地的。然而人是不能直接用前肢作走、跑、跳等动作的,那就必须用两只脚来完成前肢和后肢的使命,因而也就必然地要过渡到单脚踏跳的方式,这是可以理解的。若在高速快跑中用两脚踏跳,而着地也必须用脚时,那除了摔跤、翻斤斗以外,可以说是别无良策。然而若当以手支撑途中的障碍物来作跳越时,如不以两脚踏跳,那就极其不自然(如图十三)。无可辩驳的是:若使障碍物的高度渐渐变低,当其高度为0(零)时,跳跃的姿势就是兔跳(手撑蹲跳),而这种兔跳正是兽类的一般的跳跃姿势。在竞技体操中,之

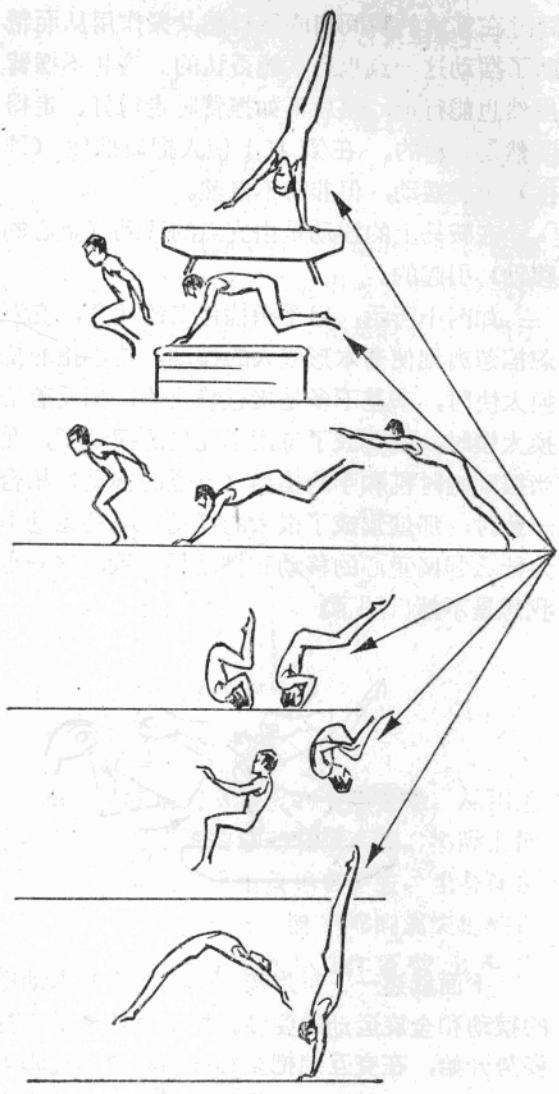


图 十三

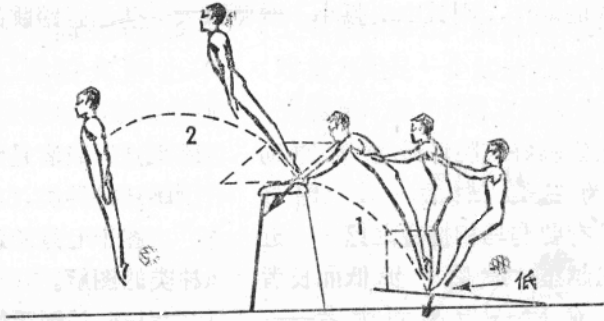
所以把这种兔跳当作最好的辅助运动之一,也不外是由于这种原因。动物由一处跳向别处时,可以被看作是把手抛向前方。纵然在空中的时间非常短,但只要它是抛物体,那它走的路线就决不能是一条直线,而必然是抛物线。普通跳跃时的抛物线虽为一个,但作支撑跳跃时,在途中就出现了第二个抛物线,而且这两个抛物线是密切结合的。这所以如此,是因为前半是用脚跳,后半是用手跳的原故。抛物线出现的早或晚,是依跳跃的种类而不同的。

但不管是那一种,为了用手跳好,最为重要的是必须强力地向前下方“推搡”,以便使身体腾起,反之如作成从来指导书上所常常乱说的向斜后方扒或押等时,则到底是不会产生快心的跳跃的。为了作成“推搡”,就必须使臂体之间的角度大于直角。我们所以采用“推搡”这个字眼,也正是因为它意味着只能到直角;如比直角还小,那就只能是形成扒或押,因而第二抛物线也就变得非常短小了。从这个意义上说,我们可以把手的推搡看作是第二次踏跳。

支撑跳跃可分为四个阶段来考察,即助跑、踏跳、手的推搡和落地四个阶段。当然,

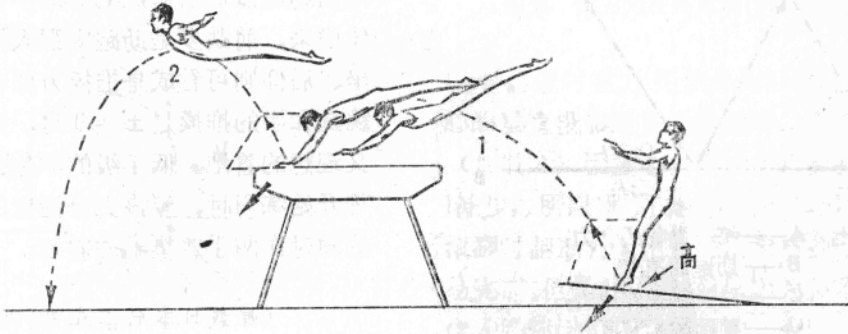
这是为了研究方便才这样分开的。实际上,这四个阶段之间有着科学的因果关系,是一个连续的统一的整体。

一、助跑是和田径运动中的跳远或是三级跳远的助跑要领相同的,速度虽然必要,但始终要适应推搡的需要。助跑失败了,跳跃的着地也不会稳定。在踏跳前的三、四步应留心停止加速,以便作好使速度变成跳跃力的准备。因为有起跳板,而没有起跳线等东西,虽然在确定踏跳地点上不如普通跳跃那样伤脑筋,但为了使步调合适而在途中蹈小步等则是不好的。



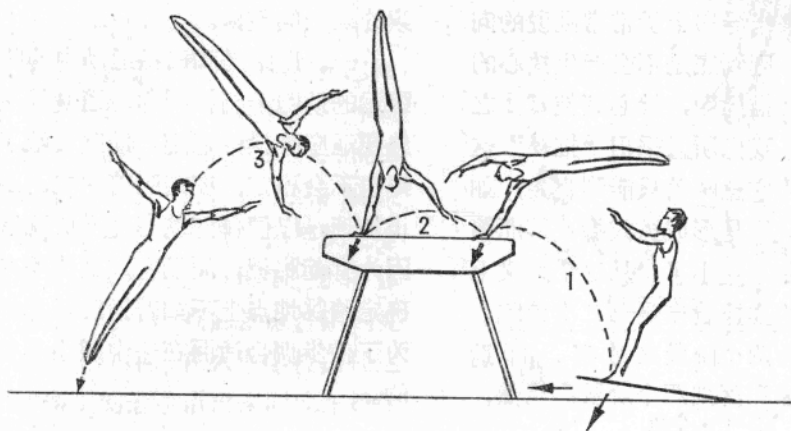
图十四 近端燕式腾越型

低而短的踏跳(有与马相碰相撞之感)。此动作后半的弧(抛物线)比前半的大。



图十五 远端燕式腾越型

高而远的踏跳则前弧大。与近端燕式腾越的踏跳姿势(体的角度)有很大的出入。



图十六 侧手翻动作

有三个抛物线的动作，则其中央弧小，两侧弧大。要注意踏跳的角度与手的推搡角度。

二、踏跳是决定跳好或跳坏最重要的动作。大别之可分为三类：最后一步（踏板前）低而短者——有要与马相撞碰之感——近端挺身（燕式）腾越型；最后一步低而长者——垂直腾越型；最后一步高而远者——远端两腿预先后摆和手翻型。

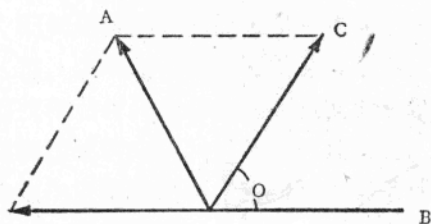
不用说，介于这三者之间的还有很多，但不管是那个，都应该以前脚掌踏板并应不停滞地以前脚掌起跳为妙。至于踏跳板的位置（踏

跳地点）或者是踏跳时对身体的角度，则取决于跳跃的种类（如图十七）。

图十七是踏跳时身体的角度决定于踏跳的种类的图解。

三、关于手的“推搡”，应该注意的是臂体之间的角度。推搡近端时，其角度小，远端时，角度大，当作手翻时，则最大成了平角（二直角）。而最重要的是臂要完全伸直，要利用肩关节的可动性进行推搡。

四、着地是由助跑引起的运动的结束，它是由助跑以后所造成的力的平衡来决定的。大体说来，前跌多是助跑太强太快的结果，而后坐、后仰则可看成是推搡方面存在着问题。当跳跃和手的推搡是 $\pm = 0$ 时，则能出现安定而又理想的着地。低年级的学生、初学者或女子等开始练习时，应该充分注意的是使其深屈腿的同时作两手着垫子的着地。



图十七 A——第一抛物线合力；
B——助跑的速度；
C——踏跳的反作用力；
O——踏跳时的角度

（原载日本竹本正男、浜田靖一著：
《最新器械体操图解》，夏金城译）

滚翻动作的力学特点

北京体院 刘志成

滚翻动作是体操的最基本动作，从初学者到高级运动员都须运用这些动作。滚翻所遵循的力学规律是研究体操动作规律的重要一环。

下面试就滚翻动作的共同规律，谈谈自己的看法。

一、滚动的产生与停止——球在垫子上静止时会把垫子压一个坑，如不给它个水平动力它就不会滚动；当我们在水平方向上向前推一下，球就会向前滚一段距离，然后又静止不动。连续给向前的推动力，就会使球不断地向前滚动（如图1）。这简单事实告诉我们，要想让球滚动必须给它一个动力，这就是使球产生动能的阶段。让球获得一定的水平速度，它就会向前滚一段距离。到底球能滚多远，与动能的损耗有关。球在垫子上滚动时，摩擦力所做的负功不断消耗滚动的动能，最后使球丧失动能而停止运动。这样，动能和摩擦损耗之间就构成了矛盾的双方，二者之间的矛盾就决定了滚动的快、慢及停止：即动能大于摩擦力做功时，向前滚动；动能小于或等于摩擦力做功时，运动停止，所以，滚翻的产生与停止，取决于动能和摩擦之间的对比。

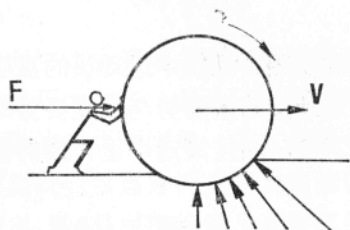


图 1

二、滚翻时制动力矩——人在垫子上滚动时，远比球的滚动复杂得多，但仍遵循上述动能与摩擦做功之间的基本规律。

人体滚动，首先必须产生动能。例如双脚蹬地时，水平支撑反作用力使重心产生水平速度；然后在已具有的动能基础上，减少身体的转动惯量（紧紧的团身），加快角速度，以尽早完成滚动。如用上述办法滚动速度还不够时，则应在滚动中用力推手来补充能量。

人完成动作时的蹲立或者屈体站立姿势，都比滚动阶段的重心位置高。这时如要完成蹲立或屈体站立，就必须克服重力矩的作用。这时重力矩是一个制动力矩（如图2），前滚翻直腿起，重力P对双腿支点B形成一重力矩

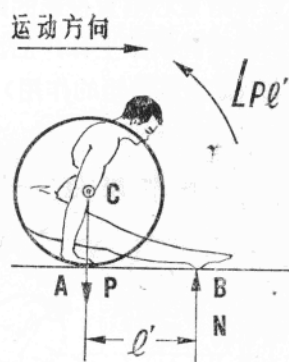


图 2 重力矩在完成动作时的阻力矩作用

Lpl' 。这时重力矩使身体沿反时针转动。重心的垂直投影距支点愈近时，重力矩也愈小（如图3），因重心垂直投影距支撑点B的距离l减少，所以重力矩 Lpl 小于 Lpl' 。因此，后滚翻时制动力矩比直腿前滚翻要小，动作也容易完成。但是在后滚翻时，因为头不能无限度地含入胸部以进入圆球型内，所以这种重力矩总是存在的，这时，必须用力推地来补充能量的不足。前滚翻时能最大限度地把两脚抱到圆球型内（如图4），能把完成蹲立时的阻力矩