

身体运动学概论

〔日〕浅见俊雄 石井喜八

官下充正 浅见高明

小林宽道 编 著

王德深 译 于德昌 校

成都科技大学出版社

身体运动学概论

浅见俊雄 石井喜八

宫下充正 浅见高明

小林宽道 编著

王德 译 于德昌 校

内 容 简 介

《身体运动学》是体育专业的一门重要课程，是体育教师、体育院系学生、教练员运动员、体育科学工作者必须掌握的一门学科。

《身体运动学概论》系统阐述身体运动的基础、运动原理、身体运动的分析法、运动成绩和效率的测定。为研究运动技能技术提供理论方法依据，对提高教学与训练的质量有很大的实用价值。

全书分4篇，共22章，内容丰富，文字流畅，并附有插图235帧，易学好懂，适合作专业课程教材，自学读物和科学研究参考。

身体运动学概论

浅见俊雄（日本）等编著

成都科技大学出版社出版、发行

黄埔印刷厂印刷

开本787×1092 毫米 1/16 印张16.125

1986年7月第一版 1986年7月第1次印刷

印数1—20,000 字数361,000

统一书号7475·3·

定价2.32元

目 录

论.....	(1)
1、身体运动学的发展.....	(1)
(1) 身体运动学的目的.....	(2)
(2) 身体运动学的历史.....	(2)
①亚里斯多德.....	(2)
②莱纳特·达·芬奇.....	(2)
③弗萨柳斯.....	(3)
④伽利略.....	(3)
⑤波勒里.....	(3)
⑥牛 顿.....	(3)
⑦梅布里奇.....	(4)
2. 运动成绩、身体能源和技术的关系.....	(4)
(1) 运动成绩的构成因素.....	(4)
(2) 运动成绩和技能.....	(5)
3. 身体的构成.....	(6)
第一部 身体运动的基础	
第一章 人体的构造.....	(8)
一、人体的骨骼.....	(8)
1. 骨的构造.....	(8)
2. 骨的连接(关节).....	(8)
二、肌肉的构造和机能.....	(10)
1. 肌肉外观解剖学的构造.....	(10)
2. 肌肉外观的机能.....	(11)
(1) 屈曲和伸展.....	(11)
(2) 内旋和外展.....	(11)
(3) 旋 转.....	(11)
(4) 上峰和下伸.....	(11)
(5) 原动肌、协同肌、对抗肌.....	(12)
3. 肌肉的微细构造和肌肉收缩的机制.....	(12)
4. 肌肉收缩的能量.....	(13)
5. 骨骼肌纤维的分类.....	(14)
三、支配肌肉运动的神经系统.....	(14)
1. 神经元的一般构造.....	(14)

2. 神经元的机能	(15)
(1) 刺激的发生	(15)
(2) 刺激的传递	(15)
(3) 刺激的传动	(16)
3. 神经系的构造	(16)
4. 神经系的机能	(17)
(1) 从感受器到效应器的情报传递	(17)
(2) 随意运动和不随意运动	(18)
(3) 锥体束和锥体外束	(20)
(4) a系和r系	(20)
四、肌肉力量的发挥	(21)
1. 肌力	(21)
2. 肌收缩的分类	(22)
(1) 等张力性收缩和等长性收缩	(22)
(2) 短缩性收缩、伸展性收缩以及等长性收缩	(22)
(3) 单收缩和强缩	(28)
(4) 决定肌力的因素	(23)
①生理学的肌横断面积	(23)
②刺激量	(24)
③肌肉长度	(24)
④短缩的速度	(24)
五、做功和效率(能力)	(25)
1. 做功	(25)
2. 能力(效率)	(25)
第二章 运动和力(力学的定律)	(28)
一、静力学	(28)
1. 力的三要素	(28)
2. 力的合成和分解	(29)
3. 力的力矩	(30)
4. 静止状态力的平衡	(31)
5. 摩擦	(32)
二、动力学	(34)
1. 运动和力的基本性质	(34)
2. 落体、等加速度运动	(35)
3. 冲撞、运动量和力积	(36)
4. 做功、能力和能量	(37)
第二部 身体运动的分析法	
第一章 电影、照像分析法	(41)

一、分析法小史	(41)
二、动作摄影	(42)
1. 一台摄影机的摄影	(42)
2. 二台摄影机的同时摄影	(42)
三、电影摄影	(42)
1. 电影摄影机	(42)
2. 镜头	(43)
3. 曝光表	(44)
4. 胶片	(44)
5. 摄影的格数	(44)
6. 曝光时间	(44)
7. 摄影机和被照物体的距离	(45)
8. 变位的测量	(45)
9. 时间的测足	(45)
10. 其他, 注意事项	(46)
四、影片的分析	(46)
1. 分析装置	(46)
2. 坐标的测定	(46)
3. 图像歪斜的修正	(47)
4. 速度、角速度、加速度的测定	(47)
5. 表面做功计算	(48)
五、利用照片计算身体合成重心的方法	(48)
1. 身体各部的质量和重心位置	(48)
2. 利用做图求得合成重心的方法	(50)
3. 利用坐标测定合成重心的方法	(51)
六、使用照相机动作的摄影	(51)
1. 光线轨迹法	(51)
2. 光线轨迹遮光法	(53)
3. 闪光摄影法	(54)
4. 连续拍摄法	(55)
第二章 利用力量计分析法	(56)
一、肌力的测定	(56)
1. 等长性肌力的测定	(56)
(1) 肌力计的种类	(56)
(2) 握力、背力的测定	(57)
(3) 臂部肌力、腿部肌力的测定	(57)
(4) 其他肌力的测定	(57)
(5) 肌力的测定台	(57)

2. 短缩性及伸展性肌力的测定.....	(57)
二、肌肉功率的测定.....	(58)
三、运动中的力量测定.....	(58)
1. 蹬力的测定.....	(59)
(1) 鞋底压力的测定.....	(59)
(2) 利用踏板装置对蹬力的测定.....	(59)
2. 水的阻力及推进力的测定.....	(60)
3. 其他力的测定.....	(60)
4. 用加速计对力的测定.....	(60)
(1) 半导体变位器的特性.....	(60)
(2) 半导体变位器的连接法.....	(61)
第三章 电子测角计的分解法.....	(62)
一、电子测角计.....	(62)
二、运用同芯型测角计的研究.....	(62)
三、掌握三面活动的测角计.....	(64)
○电子测角计的制作法.....	(65)
第四章 利用速度测定器的分析法.....	(67)
一、运用速度测定器的研究.....	(67)
1. 对跑速度的测定.....	(67)
2. 球速度的测定.....	(68)
3. 其他速度的测定.....	(68)
二、利用其他半导体的测定.....	(70)
<热变阻器>.....	(70)
第五章 运用肌电图的分析法.....	(71)
一、肌电图.....	(71)
二、肌电图导出电极的种类.....	(72)
1. 单芯针电极.....	(72)
2. 双芯针电极.....	(72)
3. 鱼钩型电极(埋入肌肉电极).....	(73)
4. 微小金针电极.....	(73)
5. 表面电极.....	(74)
三、表面电极的肌电图导出法.....	(75)
○表面电极(多用极)的制作.....	(75)
四、肌电图的积分值和肌力.....	(76)
五、肌电图记录和照像同期记录装置.....	(77)
第三部 身体运动的理论	
第一章 姿势和形态.....	(79)
一、身体的匀称.....	(79)

二、姿势的定人和正确的姿势·····	(80)
三、姿势的分类·····	(82)
1. 直立姿势·····	(83)
2. 坐位姿势·····	(87)
(1) 坐椅姿势·····	(87)
(2) 坐床姿势·····	(88)
3. 卧位姿势·····	(89)
第二章 走·····	(90)
一、步行动作的形成·····	(92)
1. 步行的周期·····	(92)
2. 立脚期、游脚期、双重支撑期的时间比·····	(93)
3. 步 幅·····	(93)
4. 步隔、步向角·····	(96)
二、步行周期的分析·····	(97)
三、通过肌肉活动分析步行·····	(98)
四、蹬力·····	(100)
五、步行和能量·····	(101)
步行速度和能量的关系·····	(101)
六、步行的发展·····	(103)
1. 乳幼儿的步行·····	(103)
2. 正步步行的条件·····	(106)
第三章 跑·····	(109)
一、跑动作的构成·····	(109)
1. 跑动作的实现·····	(109)
2. 跑动作的基本原理·····	(110)
3. 跑动作的运动构成·····	(111)
4. 行跑过程中身体各部部位的活动·····	(111)
5. 运动需要和跑动·····	(112)
二、步幅和频率·····	(113)
1. 跑速与步幅步频·····	(113)
2. 速度变化过程中的步幅和步频·····	(114)
3. 发育发达和步幅、频步频·····	(117)
4. 步幅、步频和能量消耗·····	(118)
三、跑的动作分析·····	(119)
1. 动作分析的课题·····	(119)
2. 跑动作的分析方法·····	(120)
3. 疾跑的动作分析·····	(120)
4. 加速跑的动作分析·····	(124)

5. 中、长距离跑动作的分析	(125)
四、蹬力	(127)
1. 蹬力的测定	(127)
2. 起跑时的蹬力	(128)
3. 加速疾跑的蹬力	(129)
4. 全速疾跑的蹬力	(130)
五、跑运动的发展	(131)
1. 跑能力的逐年发展	(131)
2. 跑能力发达基础	(132)
3. 跑动作的发展	(135)
(1) 跑动作的萌发	(135)
(2) 跑姿的发展	(135)
4. 跑的教学(途径)	(139)
第四章 跳 跃	(141)
一、所谓跳跃	(141)
二、跳跃动作的形成过程	(141)
三、跳跃动作的分析	(143)
1. 原地跳跃	(143)
(1) 原地高跳	(143)
(2) 原地远跳	(144)
2. 利用助跑的跳跃	(145)
(1) 急行跳高	(145)
(2) 急行跳远	(145)
四、跳跃能力的发展	(148)
第五章 游 泳	(150)
一、垂直方向的力	(150)
1. 浮 力	(150)
2. 游泳时身体的起伏波	(151)
3. 横向运动(摇摆)	(151)
二、水平方向的力	(152)
1. 阻 力	(152)
2. 推进力	(153)
三、臂的划水	(153)
四、腿的蹬伸	(154)
五、速度的变化	(155)
六、游泳节奏和速度	(156)
第六章 滑行(雪)	(159)
一、滑跑构成	(159)

二、直滑降	(161)
三、回旋滑雪	(163)
四、滑冰	(164)
第七章 投掷	(166)
一、投掷运动	(166)
1. 抛物运动	(166)
2. 投掷物的初速	(167)
3. 投射角	(168)
4. 空气的阻力	(169)
二、投掷动作的构成	(172)
1. 正确的投掷动作	(172)
2. 投 准	(175)
三、掷动作的分析	(177)
1. 投垒球的动作	(177)
2. 推铅球	(178)
四、投掷的主动肌	(180)
五、投掷动作的作用力和功率	(183)
第八章 踢	(184)
一、踢的动作分析	(184)
1. 轨 迹	(185)
(1) 腰部的轨迹	(185)
(2) 膝关节轨迹	(185)
(3) 足尖的轨迹	(185)
2. 关节角	(185)
二、踢球脚的摆动速度和球速度运行的关系	(186)
三、踢的动作	(188)
四、踢动作的能量效率	(189)
第九章 击 打	(190)
一、被击打物体的性质	(190)
二、打具的性质	(191)
1. 打击中心和旋转圆心	(191)
2. 打击的作用和反作用	(192)
三、打击动作的调节	(192)
1. 击打的速度	(192)
2. 打击动作和平衡	(193)
3. 击打的时机	(193)
四、击打动作的提高和训练	(194)
第十章 落	(197)

一、落 体.....	(197)
二、落下的初期.....	(198)
三、落地冲击.....	(199)
第十一章 潜 水.....	(201)
一、温度的影响.....	(201)
二、压力的影响.....	(201)
三、密度和浮力.....	(203)
第十二章 舞 蹈.....	(205)
一、从动作的特点看舞蹈的分类.....	(205)
二、预备姿势.....	(205)
三、舞蹈中的走和跑.....	(206)
四、舞蹈的跳跃和旋转.....	(207)
第十三章 旋 转.....	(209)
一、身体的旋转运动.....	(209)
二、旋转运动的形成.....	(210)
三、旋转运动和力学.....	(210)
四、旋转动作的分析.....	(211)
1. 沿 x 轴的翻转.....	(211)
2. 长轴的翻转.....	(211)
3. 体外旋转轴的身体运动.....	(212)
五、翻转动作的肌电图.....	(213)
第四部 身体运动的记录和效率	
第一章 成 绩.....	(218)
一、肌肉力量与成绩.....	(218)
二、速度与成绩.....	(220)
三、耐力和成绩.....	(222)
第二章 身体活动和效率.....	(226)
一、效率的机械求法.....	(226)
1. 输入力的测定.....	(226)
2. 输出力的测定.....	(227)
二、影响效率的因素.....	(231)
1. 肌肉收缩速度和至适宜速度.....	(231)
2. 负荷和适宜速度.....	(234)
3. 影响效率的其他因素.....	(234)
三、人类效率的运用.....	(235)
四、技能的效率.....	(236)

序 论

所谓身体运动学

1. 身体运动学的发展
2. 运动成绩、身体能源和技术的关系
3. 身体运动的构成

体育 (Physical education) 的目的, 是通过身体运动 (Physical activity) 促进人体发育发达。身体运动是体育的核心, 探讨这个核心的身体运动学, 可以说是构成体育运动的一门科学。

身体运动学作为学科的分类, 虽然有运动生理学 (exercise physiology)、人类工程学 (ergonomics)、劳作学等, 但是各学科的研究目的却各不相同。

一、身体运动学的发展

1、身体运动学的目的

我国对身体运动学的研究, 最早还是以运动学 (kinesiology) 作为日本体育学会的一个分科学会开始进行的。

运动学是由希腊语Kinesis (运动) 和Logia (学问) 这样两个词组合而成的。从其发展的历史来看, 是以机体解剖学 (functional anatomy) 为主体。因此, 最初是把骨骼、关节的构造和使用于骨骼的肌肉走向作为研究的对象。然而, 随着体育分类的确立和发展, 身体运动学的主要研究对象也进一步地扩展到全身的运动。当然, 现代电子设备的发展, 测定方法的改进, 对身体运动学的发展也起到了巨大促进作用。另一方面, 把身体运动作为研究对象的生物力学研究者国际会议的召开, 也强有力地推动了身体运动学的发展。生物力学是B:O (生物) 和 Mechanics) (力学) 的合称。1973年成立国际生物学协会 (International Society of Biomechanics) 简称ISB, 并确立以人体运动 (human movement) 为主要研究对象。

肌肉的收缩产生力, 并作用于长骨而使人体发生运动。可是, 连接骨骼关节的可动范围, 因人而异而使人体运动存在着很大的差异, 所以即使是进行同一目的运动, 这种差异也仍然是极显著的。加之发挥肌肉收缩力的时间和空间方式的不同, 其运动差异就会变得更为复杂。

为了解释这种复杂的运动，人体构造（解剖学）、人体的机能（生理学）、物体运动原理（力学）便成为必要的基础知识。如果把运动学和生物力学作为一个科学而体系化，那么就为上述各基础科学的研究者对身体运动学的研究奠定了基石。在这些基础科学中，有关人体的构造和力学已经有了深度的了解，但是对人体的机能，特别是神经系统现在还有很多不明之处有待于生理学各领域的深入研究。

身体运动学，在充分吸取这些学科研究成果的同时，还在继续发展本领域内的研究方法。

2、运动学的历史

（1）亚里斯多德（B·C·Aristoteles 公元前384~322）

古希腊亚里斯多德的著作，意味着运动哲学的诞生。在亚里斯多德的诸多著作中，属于运动思想学的有《动物论》（De Anima）、《动物运动论》（De Motu Animalium）、《动物进化论》（De Incessu Animalium）。

亚里斯多德在其《动物运动论》中说：“如果地面不是静止的，步行将是不可能的，如果空气和水不能作为阻力而流动，那么飞行和游动也将是不可能的”。另外，他还以小船为例说：“如果在船外用竹竿推撑船的任何部位，都会很容易的把船推走，但是人在船内却无论如何也不可能把船推动”。后来，牛顿（Newton）证实。作用与反作用定律的存在。他揭示了亚里斯多德这一“推船”的原理，并明确地论述了有关力学的研究是运动学的一个基础。

（2）达芬奇（Leonardo da Vinci 1452~1519）

从文艺复兴到十八世纪这一时期，是身体运动学的诞生时期，并宣告。身体运动学的创始人是意大利的达·芬奇。可以说达·芬奇是近代科学之祖，他的一生是探求自然之迷的一生，给我们留下了许多方面的宝贵研究的成果。与身体运动有着密切地关系的《肌肉、活动》、《身体运动和重心的关系》，似乎完全理解到我们今天对身体运动所要进行的观察和研究。例如，他对关节的屈伸、步行、投物、上举、搬运等动作，需要那些肌肉参与活动都做了调查。

达·芬奇的研究也涉及到了职业对其人体姿势会产生什么样的影



图一1 达·芬奇的人体写生

响。另外，在解剖学方面，他也绘画了几百幅人体解剖图谱，为后代留下了许多光辉业绩。

(8) 弗萨柳斯 (A. Vesalius 1514~1564)

弗萨柳斯出生在意大利，在巴黎学医。他并不满足以前的解剖学，亲自进行人体解剖，建立起纯科学的解剖学体系，打破了自古以来的偏见。1543年以他的一项研究成果而发表的题为《人体的构造》(De Humani Corporis Fabrica)的著作。这是一部共有七卷的大作，他把人体的各部位骨骼、肌肉、韧带、血管、神经、内脏、心脏、脑及其他感觉器官全部用图解表示。因此，其后的解剖学被称做是“拾弗萨柳斯的落穗”。

然而，随着显微镜的发明，他对人体解剖学又进行了微细的研究，从而发展成由形态到机能方面的研究。

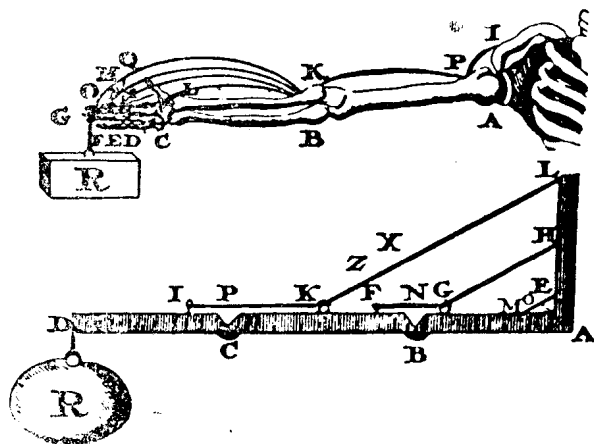
(4) 伽利略 (G. Galilei 1564~1642)

伽利略出生在意大利，学过生物学、天文学、哲学、医学，进而又研究了数学 曾任过大学的数学教授。他的名著《新科学对话》(Discorsie dimostrazioni matematiche intorno d due nuove) 是集阿凯梅达斯 (Arkhimedes) 以后的力学之大成。1589年他做了比萨斜塔的落体实验，从而纠正了以前亚里斯多德有关落体定律的谬误。另外，伽利略也论述了有关浮力和弹丸的运动的问题。他的最大功迹，是把“综合法”和“分析法”确立为科学研究的基本方法，从此开辟了从亚里斯多德的自然科学通向近代科学的通道而成为近代自然科学研究的鼻祖。

(5) 波勒里 (G. A. Borelli 1688~1679)

波勒里是意大利的数学家和医学家，是最早把力学原理应用于生物学的学者。

1680年出版的《动物的运动》(De Motu Animalium)，由于为当时的医学研究工作指出明确的方向而被引起注目。这部著作，首先涉及到了动物运动的定律，进而又引深到各种运动的机能，并以此从屈曲和伸展这一简单的关节活动，到站立、步行、跑动等被认为是较复杂的种种运动，对其肌肉、骨骼活动的生理机制都做了具体的力学分析。例如，波勒里指出前臂的活动是肱二头肌完全符合第三种杠杆原理的运动，并阐明了手掌部位所发挥的力之所以是数倍于肱二头肌用力的科学道理。另外，对于步行中有关身体重心的移动，也深入浅出的做了“所谓步行，是在维持已经失掉上体平衡的运动”这一精辟的论述。



(6) 牛顿 (I. Newton 1642~1727)

图一 2 波勒里的臂关节说明图

牛顿是英国著名的数学家、物理学家、天文学家。1687年7月发表了《自然哲学的数学原理》这一部具有划时代意义的巨著。牛顿在他的这部巨作中，首先以力学的原理

和万有引力的定律，对力学的理论做了系统地论述。他的这一成果和理论，至今也没有发生任何本质上的改变。

伽利略的死和牛顿的诞生，虽然同是在1642年，但是两个人的科学研究体系却是完全一致的。可以说伽利略未尽事业，几乎都是由牛顿来完成的。光的分析、万有引力和微积分法是牛顿的三大著名发现。他的力学的平行四边形概念和运动的三大定律，是对人体力学和运动的充分分析，并为以后的力学确立了能源的概念而得到了突飞猛进的发展。

(7) 梅布里奇 (E. Muybridge)

梅布里奇是最早把照像用于人体动作分析的人。当时他用24架照像机的系统装置，拍摄马的奔跑状态。其后，他又成功地拍摄了人的走、跑等动作的连续图片。1901年梅布里奇完成并发表了《运动中的人体》(Human Figure in Motion)的图像集。此后，他又进一步对照相机和胶片做了改革，使得影像分析成为当今身体运动学的一个有效的研究手段。



图一 8 梅布里奇拍摄的连续图像

二、运动成绩、身体能源和技术的关系

1、运动成绩的构成因素

B. 索尔蒂 (Saltin) 和 P.O. 奥斯特拉德 (Åstrand) 于1957年论述了身体运动时，将有许多因素左右其成果 (Performance)。在这些因素中，一般都把能量的产生 (energy output)、神经和肌肉系统的机能 (neuromuscular function)，以及心理要素作为三个最重要的因素。

1970年猪饲道夫更具体地把运动成绩、调整力 (SK:11) 和身体能源 (Physical resources) 三者之间用下列公式来表示：

$$\text{运动成绩} = \text{调整力} \int \text{身体能源}$$

其后，1973年猪饲道夫又提出下列公式对三者的关系做了解释：

$$P = c \int E (M)$$

其中，P是成绩 (Performance)，E是能源 (Energy)，C是控制论 (Cybernetics)，M是意欲 (Motivation)。

能源,是指自身体做功而产生的化学能量,是身体的资源(physical resources)。这个能源(E)不仅是化学能量,而且也可以说是机械的能量。总之,上述诸要素的具体表现,如果说是肌肉力量的话,这只是最简单的说法,显然是回避了复杂的神经机构的组合。举例来说,腿的屈伸力的测定;臂的屈伸的测定;握力和背力的测定等,可以说都是肌肉力量的反应。如果说铅球比赛能够最大限度的综合这些肌肉力量的话,那么,投掷这一运动成果(P)将会获得很高的评价。然而,它们之间并不是成正比关系的,那个叫C的控制因子是因人而异的。因此,探求C(控制)因子也是很必要的。不过,直接测定C(控制)因子相当困难的。

最容易测定的是P(成绩)。还以投掷为例,投掷的距离就是P(成绩),而求得P和E(能量)之比率就是C(控制)。如果P和E的比率很大,说明此人的控制能力是很优越的。关于M(意欲)有必要单独另做论述。

2、运动成绩和技能

索尔蒂和奥斯特兰德提出的神经和肌肉系统的机能,以及猪饲道夫公式中的调整力和控制论,都分别存在着技术(technique)和技能(skill)的表现。

技能存在于人类的一切行动之中。这里所说的技能只限于对运动场上的各种运动技能的论述。对其运动技能,无论是发挥还是判定,都是沿着与各种运动竞技目的完全一致的方向而集中的。所谓运动竞技的目的,不言而喻就是角逐胜负之中的胜。因此,技能的状态在竞技成绩优胜者中可以得充分的体现。

判定竞技成优劣的标准,大致可以做出如下几个方面的分类:

(1) 绝对运动成绩的判定

这种判定是以距离、时间、重量为判定标准的,是对运动成绩的机械判定。适合这类判定的项目,有田径运动、水上竞技、滑雪(新的全能比赛,距离)、滑冰(速度)、举重等。

(2) 相对运动成绩的判定

A、经过统计处理比较胜负

这种判定方式有棒球的个人击球率、地滚球的平均得分等,多数是采用以平均数多者胜,也有用淘汰或循环赛的获胜率来决定胜者。

B、根据判定者的主观裁决比较胜负

此种判定类型是以数个有经验的裁判员综合各自的主观判断后,以评分来比较胜负。适用于这种判定方法项目有体操、舞蹈、花样滑冰、跳水等。

根据上述的成绩判定标准的分类,运动项目也自然地形成了分类。从(1)~(2)的A、B中,都可以看到各类运动项目都存在着强调技能的倾向。田径中的马拉松,作为优胜者夺取胜利的主要原因是跑的技能;棒球比赛中的首位击球者的击球技能,主要是强调击中率的提高;体操比赛中的优美娴熟的表演技巧,是技能真髓的所在,从而给人们留下深刻的印象。

换句话说,强调技巧的运动项目其成绩判定,是有赖于人为的判断。在上届墨尔本

的奥林匹克运动会上，对强调时间和距离竞赛项目的成绩评定，多采用了自动化，可以说这是一次科学的奥林匹克运动大会。然而，就是在这次奥运会上，有关“技巧”因素很强的运动项目，仍是以人为的主观评定为主，只不过是把人为评定的结果初步运用电子计算机处理而已。总之，在目前阶段对技巧性的“技能”还无法计量化。不过，对同一竞技者表演。在数个裁判员的评定下，多数是客观的，其结果也是可以采纳的。可以预言，在不久的将来对技巧性：“技能”很强的运动项目，采用共同的计量方法进行判定是完全可以实现的。

另一方面，身体运动学把人体的构造和技能，以及完成运动的过程是分类进行综合分析的。可以说，以前身体运动学的研究，并没有把有关“技能”的研究放在中心课题。然而，现在已经明确，掌握技能是体育运动的指导得以合理而有效实施的首要条件。

三、身体运动的构成

身体运动学的核心是运动（motir）。这个运动体，无论是投掷还是跳跃，都是指身体而言。其成绩作为运动成果也都是指投的距离和跳的高度或远度。

运动是由力而引起的，这个力简单地说可分为两种。一种是能动的力（Positive force），这种力是基于运动者的意志引起肌肉收缩而产生的，是可以支配的力。另一种力是被动的力（Passive force），是运动者的意志所不能支配的重力。风的阻力、水的浮力就是这种力（但是由于身体姿势的改变，风和水的阻力也是可以改变的）。

力的调节是受神经系统支配的，是根据以前所形成的运动经验通过运动中枢及其传导体系来调节运动的。这个神经系统，把每一次运动训练的结果与其运动训练的目的相吻合，进而使之逐渐熟练其运动技术。

身体运动学以运动为核心，分别按照各有关运动项目的要求进行运动后，分别对运动和运动成绩的关系；运动和被动力的关系；运动和能动力的关系；运动和神经支配的关系等内容进行分析研究。

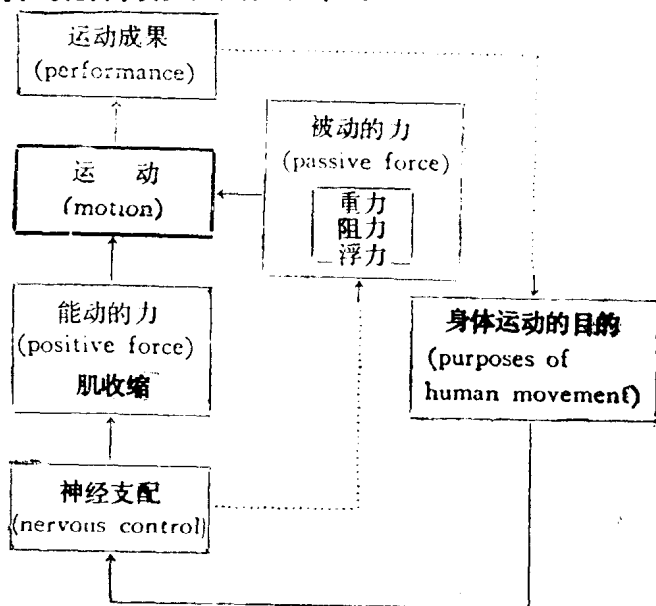


图 4

在一般的情况下，对体育运动的评价都是基于其运动成绩而进行的。但是，站在指导者的立场上，就有必要针对哪些有利条件会导致好的运动成绩，消除哪些不利因素才能获得良好运动成绩等这些方面，进行认真的评价。因此，作为一个体育运动的指导者，对这些构成运动的因素，必须要有充分而正确地了解。

（宫下尧正）