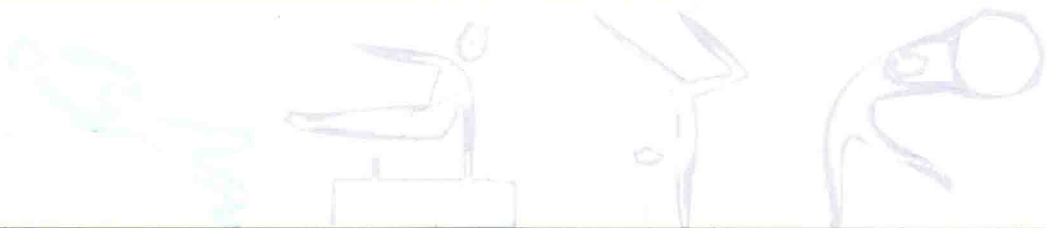




普通高等学校体育专业教材

# 运动技能学

主 编 章建成  
副主编 任 杰



# SPORTS

高等教育出版社

普通高等学校体育专业教材



# 运动技能学

主 编 章建成

副主编 任 杰

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书以信息加工理论为基础,围绕人类运动技能学习和控制过程中的基本规律,着重介绍运动技能的种类与测量、运动技能控制的理论模型和实验证据、影响运动技能学习的内外因素、提高运动技能学习效果的指导方法和手段,在内容上突出上述理论在体育领域的实践意义。

本书可以作为高等院校运动心理、运动康复、体育教育训练及相关专业本科生的教材,也可以作为体育学研究生教育的参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

运动技能学 / 章建成主编. --北京: 高等教育出版社, 2018.7

ISBN 978-7-04-049641-3

I. ①运… II. ①章… III. ①运动技术-高等学校-教材 IV. ①G819

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 082259 号

运动技能学

Yundong Jinengxue

策划编辑 范峰 责任编辑 汪鹏 易星辛 封面设计 李树龙 版式设计 徐艳妮  
插图绘制 于博 责任校对 高歌 责任印制 赵义民

出版发行 高等教育出版社  
社址 北京市西城区德外大街4号  
邮政编码 100120  
印刷 北京市联华印刷厂  
开本 787mm × 960mm 1/16  
印张 17  
字数 310千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>  
<http://www.hep.com.cn>  
网上订购 <http://www.hepmall.com.cn>  
<http://www.hepmall.com>  
<http://www.hepmall.cn>  
版 次 2018年7月第1版  
印 次 2018年7月第1次印刷  
定 价 35.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换  
版权所有 侵权必究  
物 料 号 49641-00

# 序

在欧美国家的大多数大学，运动技能学（MOTOR CONTROL AND LEARNING）是对学习体育学的大学生和研究生普遍开设的一门课程。它反映的是运动控制和运动技能学习领域的知识体系和研究方法。对于教练员和体育教师而言，学习和掌握这一领域的知识，能够科学地从事体育运动训练和体育教学工作，加快运动员和学生技能学习的过程，提高训练和指导的效率。在国外，这一领域的研究成果还被应用于军队士兵的训练、伤残者的康复锻炼、工厂劳动者的工作效率评估等领域。

在我国，由于在这一领域的研究起步较晚，研究成果较少，也没有现成的专著和教材，至今，在独立设置的体育学院或综合性大学的体育学院（系）很少开设这门课程。随着我国学者对外学术交流的深入开展，近年来，出现了这一领域的一些翻译专著和教材；同时，国内的一些学者也开始了这一领域的研究，并积累了不少研究成果。因此，在梳理和归纳国外研究成果的基础上，结合我国学者的一系列研究成果，编写一本能够提供给我国教练员、体育教师，以及学习与体育学有关的大学生和研究生使用的《运动技能学》教材才成为可能。

在一些翻译的专著和教材中，有学者把这门课程名称译为“动作技能学”。据查证《辞海》（1999年版）相关条目的释义：“‘动作技能’亦称‘运动技能’。通过练习形成和巩固的合法则的动作活动方式”。“‘运动技能’亦称‘动作技能’。按一定的技术要求完成动作的能力”。从辞海对这两条条目的解释来看，虽然，这两种用词可以互换使用，但是，《辞海》对运动技能的释义更接近本书中的运动技能含义，即运动技能是一种运动的能力，因此，编者将本书定名为《运动技能学》。

本书共有12章。第一章对运动技能的概念、种类、测量、研究的意义，以及研究的历史与现状等进行了阐述。第二章至第七章主要介绍了运动控制领域的基本知识和研究成果。其中包括：第二章阐述了信息加工的基本过程及特点、反应时与决策的关系、运动记忆的分类及其功能、高水平运动员的认知与

决策特征等。第三章阐述了注意的几种主要理论，注意与运动技能、应激与唤醒的关系。第四章阐述了运动技能闭合环路控制模型和特点、视觉和本体感觉在运动控制中的作用等。第五章阐述了运动技能开放环路控制模型和特点、运动程序存在的证据、运动程序参数的构成要素等。第六章和第七章分别介绍了简单动作控制和复杂动作协调控制的原理和特点。第八章至第十二章主要介绍了运动技能学习领域的基本知识和研究成果，包括：第八章阐述了运动技能学习的定义、阶段、两种主要学习理论，以及运动技能学习的测量方法；第九章介绍了练习的准备与安排，涉及指导的策略、示范、练习量等要素；第十章介绍了练习的方法，涉及集中练习和分散练习、固定练习与变换练习、组块练习与随机练习、整体练习与分解练习等；第十一章介绍了追加反馈的分类、作用、几种有效的反馈方法等；第十二章阐述了个体差异与运动能力的关系，涉及能力与技能的区别、能力与选才的关系等。

对于有意从事体育运动研究的研究者、教练员和体育教师而言，从整体上学习和理解本书的知识内容体系，更全面地掌握运动技能控制和学习的原理和规律，从而能够科学地从事研究或指导教学与训练工作。对体育教育和运动训练专业的大学生而言，可在重点学习、掌握第一章和第八至第十二章的基础上，选学第二章至第七章的相关内容。

本书第一、三、五章由上海体育学院章建成教授编写，第六、七、八、十二章由上海体育学院任杰教授编写，第二章由上海体育学院周成林教授编写，第四章由上海体育学院李安民教授编写，第九、十章由华东师范大学王树明教授编写，第十一章由天津体育学院金亚虹教授编写，全书的文字部分由章建成教授统合，图表部分由任杰教授整理。

由于本书系在参考美国 Schmidt 教授的《Motor Control and Learning》以及 Magill 教授的《Motor Learning and Control: Concepts and Applications》的基础上第一次编写，无论在知识体系上还是内容上均难免存在不足，编者希望通过一段时间的试用，逐步增加和完善该领域的最新研究成果和知识体系，为所需者提供更新、更好的《运动技能学》。

章建成

2017年4月

# 目录

第一章 运动技能概述	1
第一节 运动技能的概念与种类	1
第二节 运动技能研究的历史与现状	7
第三节 运动技能绩效测量和评价	17
第二章 认知与决策	30
第一节 信息加工的理论模型	30
第二节 反应时与决策	33
第三节 运动记忆	38
第四节 高水平运动员的认知与决策特征	41
第三章 注意与唤醒	49
第一节 注意的基本理论	49
第二节 注意与运动技能	54
第三节 应激与唤醒	61
第四章 运动技能的闭环环路控制	65
第一节 闭环环路控制原理	65
第二节 视觉	74
第三节 本体感觉	81
第五章 运动技能的开放环路控制	90
第一节 开放环路控制原理	90
第二节 运动程序	93
第三节 概括化运动程序	101

<b>第六章 简单动作的控制原理</b> .....	107
第一节 复杂的运动效应系统.....	107
第二节 动作速度、动作距离和动作的准确性.....	111
第三节 时间准确性与速度的权衡.....	117
第四节 在运动实践中的运用.....	120
<b>第七章 复杂运动的协调控制</b> .....	122
第一节 运动技能协调控制的含义.....	122
第二节 非连续性运动技能的协调控制.....	124
第三节 连续性运动技能的协调控制.....	135
第四节 其他类型的协调.....	146
<b>第八章 运动技能学习概述</b> .....	151
第一节 运动技能学习的定义.....	151
第二节 运动技能学习的阶段.....	154
第三节 运动技能学习的理论.....	155
第四节 运动技能学习的测量.....	157
<b>第九章 练习的准备与安排</b> .....	161
第一节 练习前的准备.....	161
第二节 练习的指导.....	165
第三节 练习的示范.....	174
第四节 练习量的安排.....	182
第五节 技能练习的特异性.....	186
<b>第十章 运动技能的练习</b> .....	190
第一节 集中练习与分散练习.....	190
第二节 固定练习与变换练习.....	197
第三节 组块练习与随机练习.....	203
第四节 整体练习与分解练习.....	212
<b>第十一章 追加反馈</b> .....	220
第一节 反馈与追加反馈.....	220
第二节 追加反馈对运动技能学习的影响.....	225

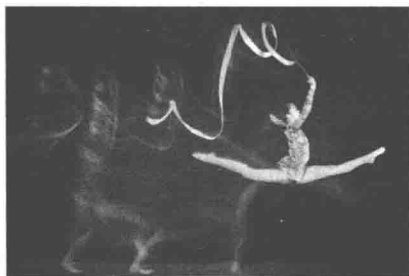
第三节 追加反馈与教学训练实践·····	235
第十二章 个体差异与运动能力·····	241
第一节 个体差异研究·····	241
第二节 运动能力·····	242
第三节 预测与选材·····	247
主要参考文献·····	253



# 第一章 运动技能概述

## ■ 本章要点

1. 运动技能的概念
2. 运动技能的种类
3. 运动技能的研究历史
4. 技能绩效的测量与评价



人类不仅仅能够顺利完成诸如走、跑、跳、投等基本运动动作，而且，在适应和改造环境过程中，还逐渐学会了使用各种工具来完成复杂的操作。这既是自然进化的结果，也是人类区别于其他生物的关键特征。通过练习，人类还能够从不会到熟练，再到高质量地完成各种运动动作。比如，体操运动员完成一系列高难度的动作；工人熟练地操作各种设备和工具；驾驶员操控方向盘使汽车安全地行驶于大街小巷。我们将这些动作或操作能力称为运动技能。研究发现，无论是在日常生活，还是在特殊的职业环境中，人们所完成的各种运动技能都具有许多共同特点、影响因素和变化规律。本书将论述这些运动技能，尤其是与体育运动有关的运动技能学习与控制过程中的客观规律。

## 第一节 运动技能的概念与种类

### 一、运动技能的概念

运动技能（motor skill）是一个常见用语，由于运动技能的种类很多，因此，很难下一个准确的、能够适用于所有种类的定义。国内学者一般将运动技能定义为：通过练习而获得的符合某种法则的动作方式（马启伟，张力为，1998）。国外的多数学者认同：运动技能是指通过练习获得的，以最高的准确性、最少的时间和最经济的能量消耗实现预定目标的行为。这两种定义的共同

之处是两者都认为运动技能是通过练习获得，不是天生具有的。这是区分技能（skill）和能力（ability）的一个非常重要的特征（在本书的第十二章将进一步讨论技能和能力的区别和联系）。两种定义的不同之处在于：前者注重运动技能的总体特征，将其视为合乎某种规则的动作方式，而后者强调运动技能的绩效（performance）特征，着眼于对其实质性的测量和评价，比如速度、准确性、能量消耗等，具有较强的可操作性。

要进一步了解运动技能的含义，可以从定性与定量两个层面去理解。首先，从定性层面上分析，并不是所有的动作行为都可以被包含在运动技能范畴之内。运动技能是通过练习获得的动作行为，因此，天生就会的动作行为，比如，咀嚼、眨眼等就不属于运动技能。另外，实施运动技能是为了实现某一个目的，比如在篮球运动中完成一个投篮动作，动作目的是要把篮球投到篮圈内，因此，像平时无意识抖动一下小腿这样的动作就不属于运动技能。

其次，从定量层面分析，运动技能有高低水平之分，通常用运动技能绩效这一术语来衡量个体的运动技能所达到的水平。为完成某一个目标任务，不同水平的运动技能在动作速度、准确性和能量消耗等方面的绩效有所不同。具体地说，高水平的运动技能表现在以下几个方面：

第一，较短的动作时间。高水平运动技能能够在较短的时间内，以较快的动作速度达成目的。比如，在各种球类项目中的进攻和防守中，运动员需要实现快速的身体移动和肢体动作。在田径、拳击、游泳等项目中，能否快速地完成运动动作也是运动员技能水平高低的表现。

第二，较高的准确性和成功率。高水平运动技能的另一特征是能够以较高的准确性来完成任务，而且能够稳定地表现出这种准确性。比如，投篮命中率，十次投篮命中八次者比命中四次者有更高的投篮技能。这也意味着偶尔一次投篮命中并不能代表这位投篮者具有较高水平的投篮技能。

第三，较少的体能和心理能量消耗。高水平运动技能在完成运动任务时所消耗的能量应该较少，从而能够节约能量，保障下一个运动任务的实施。对于某些运动技能，虽然节省能量并不是其最终目的，比如，田径中的铅球项目，运动员的目标是把铅球推向最远处，但也必须合理地使用有限的体能。也就是说，如果把铅球投掷到相同的距离，高水平运动员协调的肌肉运动可以节省较多的能量消耗。而如果消耗同样的能量，高水平运动员就能够把铅球推得更远。对于有些运动技能而言，节省能量消耗尤其重要。不管是足球、排球，还是体操、游泳等项目，运动员要想在比赛后期保持良好的体力，就必须在比赛前期减少能量的消耗。另外，高水平运动技能不仅体现在体能的消耗较少，在心理或精神方面的能量消耗也较少。具有高水平运动技能的运动员能够自动化

地完成某些动作，不需要或只需少量注意参与，从而减少心理疲劳的出现。

以上三方面不仅反映了高水平运动技能的表现特征，而且也提供了评价运动技能水平高低的手段和指标。实际上，教练员们也经常通过动作速度、动作准确性以及能量消耗等指标来衡量运动员的技能水平或某种练习方法的有效性。不过需要注意的是，并不是所有运动技能在上述三方面都会有共同的练习效应。不同的运动技能在这三个方面有不同的侧重。某些运动技能的绩效主要体现在动作速度上，某些运动技能则主要体现在准确性或能量消耗上。

## 二、运动技能的种类

运动技能的种类众多，同类的运动技能往往具有一些共同的特征、相类似的控制机制及相似的指导和练习方法。为了便于研究和指导练习，有必要对其进行分类。运动技能分类的方法有多种，较为常见的分类有以下几种：

### （一）开放性运动技能（open skill）与闭锁性运动技能（closed skill）

根据动作完成过程中环境的稳定性和可预测程度，可以把运动技能分为开放性运动技能和闭锁性运动技能。开放性运动技能是指在运动技能的实施过程中，环境（包括他人的行为）是变化的和难以预测的，动作的实施必须随环境的变化而及时改变。比如，足球的带球过人，拳击的进攻和防守等运动技能。因为完成这些运动技能时，运动员很难完全预测到对手的下一个动作。与此相反，当环境比较稳定，并且可以预测的运动技能称为闭锁性运动技能。比如，体操的规定动作，百米赛跑等。但在运动技能的具体分析中，“开放性”和“闭锁性”实际上分别代表了一个连续体的两端，而有些运动技能则处于这个连续体中间的某一处，在实施这些运动技能的过程中，操作者对环境变化有一定程度的预测（图 1-1）。

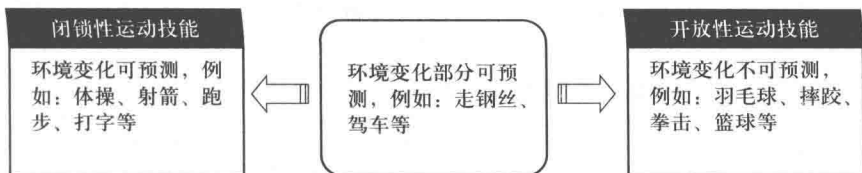


图 1-1 开放性运动技能与闭锁性运动技能

（改编自 Schmidt & Lee, 2011）

这种分类方法体现了运动技能的一个重要特点，就是运动者是否需要对环境的不变化做出应答。这一特点反映出运动技能实施过程中，知觉、模式识

别、决策等信息加工的重要性。在操作闭锁性运动技能时，对环境的信息加工活动较少。由于没有时间上的压力，运动者可以事先对环境状况进行评价，可以提前对动作进行组织；在操作动作时，几乎不需要对动作进行快速的纠正。而在操作开放性运动技能时，上述的信息加工活动就显得很关键，而且时间紧迫，运动者事前无法对动作进行组织，在操作过程中还必须对动作进行快速的纠正。

## （二）连续性运动技能、非连续性运动技能、系列性运动技能

根据动作的连贯性，可以将运动技能分为连续性运动技能、非连续性运动技能和系列性运动技能。基于动作的连贯程度，各种运动技能也可以被放在一个连续体上。在这个连续体的一端是非连续性运动技能，这类运动技能都有一个明确的开始和结束，通常动作的持续时间比较短，如投篮、射击、投标枪等。

在这个连续体的另一端是连续性运动技能。这类运动技能没有明显的开始和结束，比如，在跑步中，前一步的结束就是后一步的开始，没有明显的界线。其他如游泳、骑自行车等运动技能都属于这一类。轨迹追踪运动也是一种很典型的连续性运动，操作者通过手臂移动控制操纵杆、方向盘、手柄或其他一些设备来跟踪某个目标的移动。比如，驾驶汽车就是一种轨迹追踪任务，通过转动方向盘使车子沿着既定的马路轨迹移动。由于轨迹追踪运动与现实中的某些运动情景非常接近，在实验室里，研究者常采用轨迹追踪来进行此类运动技能控制和学习的研究。连续性运动技能和非连续性运动技能有许多不同之处。比如，连续性运动技能强调动作的连接和转换，信息反馈的作用等；非连续性运动技能强调动作起动前的准备和起动的时机等。这涉及运动技能操作过程中不同的信息加工过程，以及在教学和指导上的不同要求。

在这个连续体的两个极端之间是系列性运动技能，通常是由一组非连续性运动技能连接在一起，组成一个新的、更加复杂的运动技能。图 1-2 显示了对这些技能的区分。系列性技能的成功操作关键在于各环节之间的有效连接。比如，手动挡汽车的换挡动作就是一种系列性运动技能。三个独立的换挡动作环节（踩离合器、换挡、放离合器并踩油门）按一定次序连接，并构成一个组合动作。又比如，完成一个体操或舞蹈中的规定动作，或在滑雪比赛中，通过一连串障碍物的运动。系列性运动技能与非连续性运动技能的不同之处在于，前者的时间相对较长，每个动作环节都有明显的开始和结束。系列性运动技能的学习就是逐渐地把在练习早期所获得的个别运动技能组合起来，形成一个大的、单个的环节，犹如运动者很自然地完成单个动作一样。



图 1-2 非连续、连续、系列性运动技能的对照  
(改编自 Schmidt & Lee, 2011)

### (三) 小肌肉群运动技能和大肌肉群运动技能

根据完成运动技能时肌肉参与的不同，可以把运动技能分为小肌肉群运动技能和大肌肉群运动技能。小肌肉群运动技能是指以小肌肉群细致、精巧的活动为主要成分的运动技能。这类运动技能通常表现出动作的准确性、稳定性和平衡性，比如绣花、打字、投飞镖等都属于小肌肉群运动技能。大肌肉群运动技能是指以大肌肉群活动为主要成分的运动技能。这类运动技能通常表现出动作的速度、力量和耐力等特性，比如摔跤、跑步、推铅球等都属于大肌肉群运动技能。

对于所有运动技能而言，“小肌肉群”和“大肌肉群”分别列于一个连续体的两端，处于中间的运动技能代表了大小肌肉群的不同比例的配合（图 1-3）。相对而言，实施大肌肉群运动技能需要运动员强烈的运动动机和坚强的意志，而实施小肌肉群运动技能时，运动员最好能保持平静而稳定的情绪。在体育运动中，多数运动技能既需要大肌肉也需要小肌肉的运动。很多运动员在训练中只重大肌肉群的训练，而忽略小肌肉群的训练，当受到运动冲击时，肌肉和韧带往往会从薄弱处受伤。因此，在进行大肌肉群训练的同时，也应注重小肌肉群的训练（王家磊，2008）。

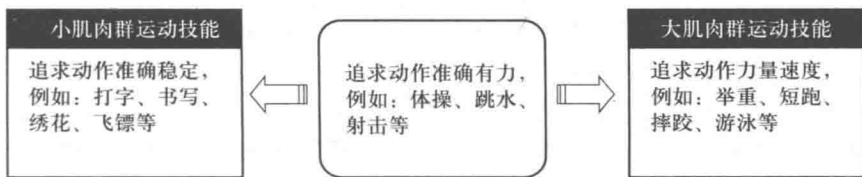


图 1-3 小肌肉群、大肌肉群运动技能的对照

## 三、运动技能的构成要素

几乎所有的运动技能都包含两个基本的构成要素：认知要素和运动要素。

尽管不同的运动技能在实施过程中，两种要素所占的比重有所不同，但是，没有认知成分，或者没有运动成分的技能都不能被称为真正意义上的运动技能。

### （一）认知要素

运动技能中的认知要素由若干部分组成。比如，在羽毛球运动中，运动员必须观察对手的击球方式和球的飞行路线。感知系统负责收集这些信息，中枢系统需要对这些信息进行判断，并决定下一步的行动方案，包括做什么，如何做，何时做，随后，中枢系统发出运动指令使肌肉以特定的方式活动。在很多场合，有关动作的实施效果以及是否达到目标还需要通过反馈通路进行感知和加工，中枢系统决定是否需要改变动作方式，或者继续执行原先的决策。因此，运动技能的认知要素包含以下四个内容：① 感知重要的环境信息；② 决定做什么，如何做，以及何时做；③ 发出运动指令，产生有组织的肌肉活动，并实施行动；④ 收集有关动作效果的反馈信息。

### （二）运动要素

运动技能中的运动要素同样也由若干部分组成。比如在网球运动中运动员接对手的发球。首先运动员要做好接球的准备，此时，站立的姿势和握拍的方式非常重要，因为这是实施接球与回击的“动作平台”，人体重心的位置将影响到身体的移动速度，握拍的方式也将影响击球的有效性。当对方的球飞来时，身体必须及时移动，到达较佳的击球位置，教练员称之为“步法”。最后，就是实施击球动作，有效的击球动作可以把球击到所期望的位置。运动技能中的运动要素包含以下三个内容：① 姿势成分：为动作提供支持平台；② 移动成分：使身体和肢体移动到动作位置；③ 操作成分：完成动作。

## 四、运动技能研究的意义

运动技能是人类行为的一个重要体现，也是人类生活的一大组成部分。对运动技能的研究是实现人类了解自身，揭示自然客观规律，将理论应用于实践的重要载体。几个世纪来，科学家和教育学家们一直在努力探索运动技能的主要成分，以及影响技能绩效的因素，把已获得的知识应用于提高竞技运动成绩，提高工作效率，提高康复治疗效果等。

### （一）应用于提高运动员的竞技运动成绩和青少年的体育教学效果

了解运动技能的学习和控制规律，在提高竞技运动成绩和体育教学效果方

面有很大的应用价值。比如,如何提高运动技能教学的有效性,如何将运动技能转化到日常生活中,如何提高运动成绩等。教练员在传授运动技能的过程中,了解运动技能潜在的信息加工原理无疑会得到很好的效果。

## (二) 应用于工人的工作技能训练

随着科技进步和产业的分化,为了提高工人对复杂机器的控制和精细操作,加强职业培训已是企业管理的一项重要工作。为了使职业技能培训更加有效,确定哪些个体能更好地适应特定工作,了解运动技能的学习和控制规律将变得越来越重要。

## (三) 应用于体疗和各种职业病治疗

利用运动技能研究中获得的原理和方法来提高康复治疗效果已越来越普遍,比如病人头和脊椎受损后动作的再学习和重建。

## 第二节 运动技能研究的历史与现状

运动技能的研究主要包括运动学习 (motor learning)、运动控制 (motor control) 和运动发展 (motor development) 三个领域,是运动行为 (motor behavior) 科学的主要组成部分。这门科学的发展早期源于两大独立的研究领域,一个是神经生理学,另一个是心理学。前者主要关注与运动技能有关的神经系统活动,对运动技能本身的研究较少;后者关注高水平、复杂的运动技能本身,而对运动技能的神经机制的探讨比较少。长期以来,两大领域各自发展,从不同的角度探讨运动技能,相互间的影响很小。直到 19 世纪 70 年代,两大领域才开始逐渐相互结合,推动了运动行为科学的发展。

### 一、早期研究

#### (一) 心理学领域的研究

最早关于运动技能的研究可以追溯到天文学家 Bessel 在 1820 年左右进行的研究。Bessel 发现,自己和同事在记录星体经过望远镜十字准线时的时间存在差异。一开始,他还以为这个现象是某些同事工作漫不经心所致,后来通过

细致分析才发现，这个现象与个体间反应时间存在差异有关。这也是最早有关反应时间的研究。

此后很长一段时间，关于运动技能的研究非常少，研究成果零星地出现在一些杂志刊物上。比如，Bowditch 和 Southard（1882）研究了视觉对手部动作的影响。Leuba 和 Chamberlain（1909）研究了肢体定位动作的准确性。Fullerton 和 Cattell（1892）探讨了力的重复问题。Judd（1908）探讨了学习标枪投掷过程中的迁移作用。Bryan 和 Harter（1897，1899）发现被试练习接受和发送“莫尔斯”电码时，运动技能的提高过程存在停滞不前的“高原”现象。Galton 以 9 000 多名英国男性和女性为被试，研究力量、稳定性与身体形态间的关系。Book（1908/1925）对不同能力和年龄的被试进行大规模取样，研究了他们的打字技能。Hill 等人（1913）对被试的打字技能在 2 个连续 25 年无练习的情况下，重新学习的时间进行了研究。19 世纪中后叶，德国和法国的研究者也进行了一些运动技能学习方面的研究，比如，动作记忆、速度-准确性权衡、双手动作的迁移，但这些研究随着时间的流逝都被淡忘了。

在这一段时间里，也有几项值得关注的研究成果。Woodworth（1899）提出了一些关于手臂和手在快速运动中的基本规律，他在研究中采用的方法是最早的关于运动技能研究的系统方法之一。Woodworth（1899）以及 Hollingworth（1909）提出的原理，仍被当代运动技能研究者所讨论。Thorndike（1914）对运动技能及其他行为的学习过程进行了研究，他提出的效果律在心理学领域产生了深远的影响。这一观点成为 20 世纪学习理论的基础。Thorndike 也因此成为运动技能学习领域中对个体差异研究的先驱。

1900 年以前，内省法是常用的研究方法，要求被试自我报告主观感受。对运动技能的探讨，也仅仅因为研究者们认为通过对动作行为的观察能了解内在的心理过程。1900 年以后，出现了更为系统、客观的研究运动技能的方法。运动技能开始逐渐被认为与心理过程同等重要，研究者对动作本身产生了兴趣。

早期阶段的后期，出现了关于书写熟练性、运动技能的学习最佳练习方式、技能分解练习等方面的研究。这一阶段的研究主要得益于人们对工业应用的重视（Gilbreth，1909；Stimpel，1933）。比如，对工人在生产流水线上的动作进行分析，从而制定出评价工人行为的严格标准；研究搬运水泥、铲煤工人在天气炎热的环境下，如何提高工作效率等。另外，当时的体育指导者对如何提高运动员的运动成绩也很感兴趣（如 McCloy，1934，1937）。此外，对运动技能发展的研究成为运动行为研究的另一分支，比如，关注成长、成熟与动作



成绩间的关系等 (Bayley, 1936; Espenschade, 1940)。

## (二) 神经生理学领域的研究

在运动技能的心理和行为学研究的同一时期, 另一些研究者开始对运动技能的神经生理机制进行研究。Blix (1892—1895) 和 Weber (1846) 对肌肉组织的特点及伸缩特性进行了研究, 发现了肌肉的“似弹簧 (springlike)”的特点。Jackson 在 18 世纪 70 年代, 对动作的神经控制进行了研究。此后, 电生理技术的出现, 导致了该领域的变革。这些研究方法的出现, 促进了相关研究的发展, 如 Ferrier (1888) 研究了大脑皮质对假动作的反应; Beevor 和 Horsely (1887, 1890) 对大脑的感觉和运动区域进行了研究。

在神经控制领域中, 另一个重要的影响是 Sherrington (图 1-4) 和他的同事在 19 世纪末 20 世纪初所进行的关于反射的研究。Sherrington 研究个体对极端刺激的基本反应并进行分类。他认为大多数随意行为都是由基本的反射构成的。Sherrington 提出了一些经典的动作控制方面的概念, 大多数至今仍在使用。比如, 他最早提出“交互神经支配”原理, 即当关节屈肌被激活时, 伸肌就会自动放松, 反之亦然。Sherrington 还提出“最后共同通道 (final common path)”概念, 指来自反射和感觉的刺激, 以及大脑的指令, 最后交汇于脊髓处, 产生最后的指令传达至肌肉。



图 1-4 Sherrington

Sherrington (1906) 曾探讨与运动知觉有关的感受器, 发现了“高尔基腱感受器”“本体感觉”等感受器。高尔基腱感受器能感受肌肉紧张的变化, 肌梭能感知肌肉的长度, 进而感知关节的位置; 本体感觉指通过肌肉活动、关节感受器以及内耳感受器对身体位置和方位的感知。

此后, 研究者还对大脑结构进行了研究。Herrick (1924) 提出了一些关于小脑功能的假设。Holmes (1939) 对意外导致小脑受损的患者进行研究, 试图阐明小脑与运动控制缺陷间的关系。此外, 也有研究者对其他部位脑损伤患者进行研究, 以期阐明大脑其他部位与运动控制的关系 (Adrian & Buytendijk, 1931)。

早期神经控制研究主要集中于对简单动作的探讨, 或以动物作为研究对象, 对动物的脊髓进行不同程度的破坏。相对于神经活动过程的研究, 神经控制研究者们通常对动作速度、准确性的测量不感兴趣, 在他们的研究报告中, 也很少提及运动的方式。