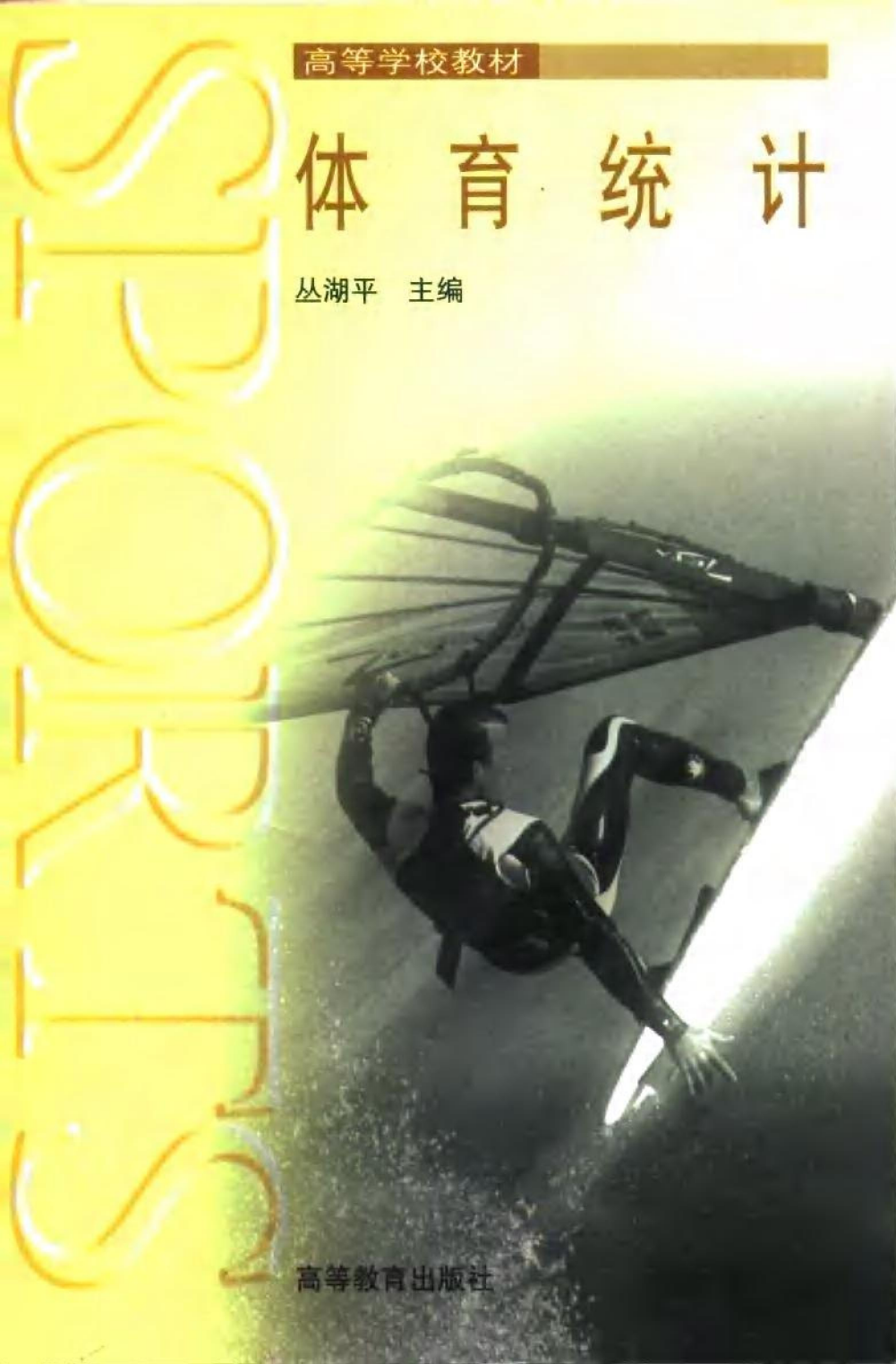


高等学校教材

体育统计

丛湖平 主编

高等教育出版社



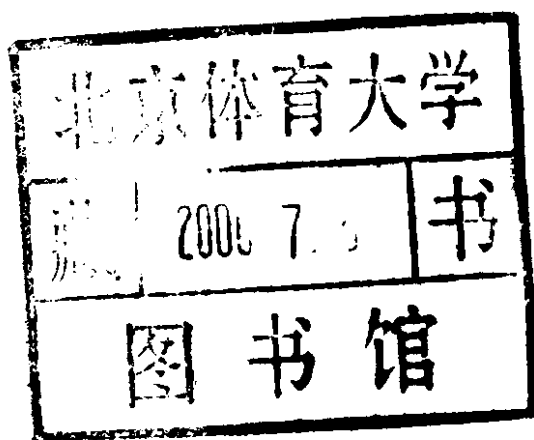
TY24/05

高等学校教材

体育统计

丛湖平 主编

孙庆祝 梁荣辉 刘 涛 副主编



高等教育出版社

(京)112 号

图书在版编目(CIP)数据

体育统计/丛湖平主编.—北京:高等教育出版社,1998.7

ISBN 7-04-006578-9(2000 重印)

I.体… II.丛… III.体育统计 IV.G80—32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13466 号

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号 邮政编码 100009

电 话 010—64054588 传 真 010—64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 850×1168 1/32 版 次 1998 年 7 月第 1 版

印 张 12.5 印 次 2000 年 1 月第 4 次印刷

字 数 320 000 定 价 12.10 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等
质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书主要介绍体育统计的基本原理、方法及其应用,包括统计资料的收集与整理、样本特征数、相对数与动态分析、正态分布及应用、统计推断、方差分析、相关分析、回归分析、聚类分析、判别分析、主成分分析和因子分析等内容。本书的特点是在不失系统性的基础上对有关原理深入浅出地加以阐述,特别地,增设了计算机程序和一些统计方法在体育研究中的应用实例,突出了本教材的实用性。

前 言

古希腊哲学家赫拉克利特有一句名言——“一切皆流”。倘若这句话在古代是真知灼见,在今天,它则更贴近地表述了现代体育科学的发展特征。与历史上任何时期相比,当代体育科学正以空前的速度迅猛发展,也正是在这种快速发展的影响下,人们的思维方式和价值观念发生了深刻的变化,从而把一批新兴学科推出了学术的地平线。众所周知,当今的体育科学研究,不仅在内容和形式上有了很大的拓展,而且在研究方法上也有了突破性的改良,人们已不再拘于传统的定性研究,而将视野投向于如何把客观事物的各种表面和内在的本质属性以量化的形式予以分析和研究的问题上。体育统计学就是一门运用数理统计的原理和方法,研究体育领域里各种随机现象规律性的学科。它是当今体育科学研究中十分重要的“研究工具”。

本书的指导思想是:力求贯彻新一轮高师体育专业培养目标的方案,注重本学科的实用性,以培养学生分析、解决体育中实际问题的能力。在内容安排上,着重介绍在体育研究中常用的统计学思想和方法,以及统计研究的实例,进一步突出应用性。

受全国体育教育指导委员会和高等教育出版社的委托,由杭州大学体育系组织牵头编写本教材。参加本书编写工作的有:杭州大学体育系丛湖平教授(第一章、第三章、第四章、第五章、第八章、第六章第四节、第七章第五节),山东曲阜师范大学体育系孙庆祝教授(第九章、第十章、第十三章),河北师范大学电教系梁荣辉副教授(第十一章、第十二章及计算机程序),山东师范大学体育系刘涛副教授(第二章、第六章、第七章)。其中丛湖平教授对全书进行了统一和修正。本书在编写过程中得到高等教育出版社

肖彤岭同志的关心和帮助,上海体育学院陈及治教授对本书进行了认真的审阅,在此一并表示感谢。

本书可作为高师体育专业本、专科教材和大、中学体育教师继续教育用书,也可作为体育专业工作人员、科研人员和硕士研究生的参考用书。在本书中,注有“*”号的内容供研究生参考使用。

由于编写时间较紧,且限于我们的水平,书中错误在所难免,敬请读者纠正。

杭州大学体育系 丛湖平

1998年3月于杭州

责任编辑	肖彤岭
封面设计	刘晓翔
责任绘图	郝林
版式设计	焦东立
责任校对	温淑兰
责任印制	杨明

目 录

前 言	(1)
第一章 绪论	(1)
第一节 体育统计及其研究对象	(1)
第二节 体育统计在体育活动中的作用	(4)
第三节 体育统计中的若干基本概念	(7)
第一章习题	(11)
第二章 统计资料的收集与整理	(12)
第一节 统计资料的收集	(12)
第二节 统计资料的整理	(17)
第二章习题	(22)
第三章 样本特征数	(24)
第一节 集中位置量数	(24)
第二节 离中位置量数	(33)
第三节 $\bar{x}$ 的合成计算与 S 的合成计算	(40)
第四节 平均数和标准差在体育中的应用	(44)
第三章习题	(48)
第四章 相对数与动态分析	(50)
第一节 相对数	(50)
第二节 动态分析	(55)
第三节 动态分析方法在体育中的应用	(66)
第四章习题	(72)
第五章 正态分布	(73)
第一节 正态分布的概念与性质	(73)
第二节 正态分布表的使用	(78)
第三节 正态分布理论在体育中的应用	(83)
第五章习题	(99)

第六章 统计推断	(101)
第一节 参数估计	(101)
第二节 假设检验的基本思想及步骤	(110)
第三节 几种常用的检验方法	(114)
第四节 假设检验方法在体育中的应用	(130)
第六章习题	(134)
第七章 方差分析	(137)
第一节 方差分析的基本概念	(137)
第二节 单因素方差分析	(139)
第三节 平均数的多重比较	(146)
*第四节 双因素的方差分析	(149)
第五节 方差分析法在体育中的应用	(157)
第七章习题	(160)
第八章 相关分析	(162)
第一节 相关分析的概念与性质	(162)
第二节 相关系数的计算与检验	(166)
第三节 等级相关	(171)
第四节 偏相关与复相关	(174)
第五节 相关分析在体育中的应用	(178)
第八章习题	(180)
第九章 回归分析	(182)
第一节 回归分析的概念与功能	(182)
第二节 一元线性回归方程	(183)
第三节 多元线性回归方程	(193)
*第四节 逐步回归	(199)
第五节 回归分析方法在体育中的应用	(212)
第九章习题	(214)
*第十章 聚类分析	(215)
第一节 R 型聚类分析	(216)
第二节 Q 型聚类分析	(223)
第十章习题	(227)

* 第十一章 判别分析	(229)
第一节 费希尔判别分析	(229)
第二节 逐步判别分析	(236)
第十一章习题	(250)
* 第十二章 主成分分析与因子分析	(252)
第一节 主成分分析	(252)
第二节 因子分析	(261)
第十二章习题	(266)
第十三章 统计表与统计图	(267)
第一节 统计表	(267)
第二节 统计图	(272)
第十三章习题	(278)
附录 计算机程序	(279)
附表 1 正态分布表	(367)
附表 2 χ^2 分布上侧临界值表	(368)
附表 3 t 检验临界值表	(370)
附表 4 F 检验临界值表	(372)
附表 5.1 多重比较 q 值表($\alpha = 0.05$)	(376)
附表 5.2 多重比较 q 值表($\alpha = 0.01$)	(377)
附表 6 相关系数临界值表	(378)
附表 7 等级相关系数临界值表	(381)
附表 8 随机数表(一)	(383)
附表 9 随机数表(二)	(385)
参考书目	(388)

第一章 绪 论

随着体育科学的发展,体育统计这门新兴学科在近十几年里得到了蓬勃发展。无论是体育统计知识的普及,还是体育统计研究的深度和广度均有长足的进步。

统计活动是人们认识客观世界的一种认识活动。人们要改造世界首先要认识世界。客观世界的任何事物都有质和量两个方面的特征,统计活动就是在占有大量统计材料的基础上,从量的方面研究社会现象和自然现象规律的认识活动。当我们在运用统计学原理、方法来研究体育领域里的各类问题时,就会面临一个如何将统计思想和方法与实际研究的内容恰当联系的问题。由于体育现象的多重性和复杂性,以及多学科的综合性,在很大程度上决定了体育统计方法及其应用的自身特点。

本书主要介绍一些适用于体育教学、训练和科研的统计学原理、方法,以及如何把这些知识应用于解决实际问题的内容。

第一节 体育统计及其研究对象

一、体育统计的概念

人们进行统计工作的目的是研究大量事物、现象数量方面(包括数量多少,现象之间的数量关系、数量的分布特征以及质与量互变的数量界限等等)的某些规律。从性质上看,统计可分为两类:一类是描述性统计;另一类是推断性统计。前者主要是对事物的

某些特征及状态进行实际的数量描述;后者则是通过样本的数量特征以一定方式估计、推断总体的特征。体育统计从其学科性质来看,它包括了描述性统计和推断性统计两部分内容。

由于体育统计的发展时间较短,有关体育统计的定义尚未形成共识。有的人认为体育统计是适应体育事业的发展,训练科学化、现代化而发展起来的学科,且由于体育研究中涉及到很多随机现象,许多问题往往需要进行调查研究,因而,体育统计是揭示体育科研中大量随机现象的规律性的学科。另有一些人认为体育统计是在辩证唯物论的指导下,运用数理统计和其他数学方法来研究体育教学、训练、科研和管理中的各类问题的学科。迄今为止,对体育统计较一致的观点是:体育统计是运用数理统计的原理和方法对体育领域里各种随机现象规律性进行研究的一门基础应用学科,属方法论学科范畴。

二、体育统计工作的基本过程

体育统计工作是一项复杂的、整体性的工作,其基本工作过程是:统计资料的搜集→统计资料的整理→统计资料的分析。

统计资料的搜集是指根据研究设计的要求获取有关数据资料的过程。

统计资料的整理是指按照分析的要求对数据资料进行审核和分类的过程。

统计资料的分析是指按照研究目的对整理后的数据进行统计学处理的过程。

上述三个过程上一个环节衔接下一个环节,每一环对整个统计工作和研究结果均会产生直接的影响。它们各自的任务如下:

统计资料的搜集:根据事先确定的调查或实验纲要,测量研究所需的事物的数据资料。这一阶段的工作是认识事物的起点,同时也是进一步进行资料整理和分析的基础环节。

统计资料的整理:对调查或实验所获取的数据资料加以合理

汇总,使之条理化、系统化,使经过加工的数据资料便于进一步分析。所以,这一阶段是统计认识活动的中间环节。

统计资料的分析:对加工汇总的数据资料计算各项分析指标,揭示体育中各类事物的关系和发展趋势等,阐明体育教学、训练等方面的现象、过程的特征和规律性,并根据分析作出科学的结论。这一阶段是理性认识阶段,也是整个统计工作的决定性阶段。

三、体育统计的研究对象及其特征

(一) 体育统计的研究对象

随着体育科学的发展,体育研究的内容在不断扩大,体育统计的研究对象也相应扩展。体育统计的研究对象除了体育领域里的各种可量化的随机现象之外,还应包括非体育领域但对体育的发展有关的各种随机现象。

尽管体育中的各种事物千差万别。但无不具有质和量两个方面的特征。换言之,体育中任何事物的规律性均表现为质和量的规律性。通过对事物量的规律性的研究,能较准确地揭示事物的状态及发展的规律。体育统计就是从量的角度认识体育的各种随机现象的发生规律。由于体育系统在整个大系统中不是孤立存在着的,它是与其他系统,诸如社会系统、经济系统、自然系统等系统并存,且互为联系,互相影响和制约的。因此,体育统计的研究对象除了体育系统内部的随机事物外,有时还可将外延扩大至凡与体育有联系、有影响的其他系统的随机事物。例如,当要考察国家或地区的经济发展水平和人们的文化素质对学校体育发展的影响时,就不得不要求我们采用体育统计的手段、方法来研究经济、文化素质等方面的内容。可以想象,随着体育科学的进一步发展,所涉及的研究领域会有更大的延伸,相应的研究对象所覆盖的范围也会越来越大。基于此,体育统计的研究对象除了体育领域的随机现象外,还包括非体育领域但与体育有着一定联系的其他系统的随机现象。

（二）体育统计研究对象的特征

应该看到,体育有其自身的特点,体育统计在所研究的数量方面也有自身的特征。

1. 运动性特征

体育的最基本的要素是运动,而运动又是由人的生物体活动所表现出来的。在运动过程中,人体的各种生理、心理等方面的参数会得到动态的变化和发展。人的运动能力、心理素质又是通过运动体现出来的。换言之,很多反映运动能力、心理能力等方面的数量指标都是具有运动性特征的。

2. 综合性特征

体育学科属综合性科学,它具有自然科学和社会科学属性。在体育科学的大型研究中,其研究的对象和研究目的也具有综合性特征。例如,要研究某省竞技体育发展战略,就会涉及到各运动项目的运动水平的评价、运动训练管理体制和人们体育的价值观念等方面的问题。在运动水平的评价过程中,要通过运动员的生理、生化等自然科学类的大量指标予以衡量;而在研究人们体育价值观方面,又必然要考察社会环境、文化背景等因素的影响,这又涉及到社会科学范畴的内容。由于体育本身的综合学科属性,决定了它的研究也具有综合性特征。

3. 客观性特征

统计的数量是客观事物的反映,它表明客观现象在具体时间、地点、具体条件作用下,实际已达到的水平和程度。体育统计的数据资料虽经过人们有意识的获取、整理、加工,但必须保证数据资料的客观性,使统计结果有较高的可靠性。

第二节 体育统计在体育活动中的作用

一、体育统计是体育教育科研活动的基础

随着体育科学的飞速发展,在体育教育科研中仅仅以定性的

描述或是凭借教师的经验来描述事物的规律已显不足。所以要求体育教师都能运用科学的方法,研究体育教育过程中所遇到的实际问题,并采取相应的对策。诸如制订合理的教学计划,探索新的教学方法以达到优化教学,制定运动项目的考核标准,估计达标人数,研究青少年儿童的生长发育情况,探讨和把握体育课的运动负荷及其规律,在众多因素中找出主要因素,以已知的、易测量的指标去推断未知的、难以测量的指标的水平等。所有这些均要求体育教师掌握一定的统计知识,如若不然,就很难进行教学科研工作,难以适应时代发展的需要。从这个意义上讲,体育统计的知识是体育教育研究工作的基础。

二、体育统计有助于训练工作的科学化

体育运动训练是一项复杂的工作。它涉及到不同类型运动员在不同运动项目中的相互关系,也涉及到在整个训练过程中如何有效地施加量和强度的影响,以及有效地进行运动调节和监控,以获得最佳训练效应的问题。要做到这些,仅仅凭借教练员的经验予以操作已远远不能满足现代化训练的要求,而应以运动员的生理、心理、素质等方面的数量指标为依据,采用统计学的定量处理方法进行科学的分析、研究。这样,才能有效地把握住训练过程中的各种矛盾、各种关系,以便及时调整训练方案,达到科学训练之目的。

三、体育统计能帮助研究者制定研究设计

发现问题(或提出问题)和解决问题是研究工作中最为重要的两个方面。发现问题的能力往往体现在研究者掌握基础知识的面和深度上,而解决问题的能力则往往表现在研究者掌握各种研究手段、方法以及应用方面的能力上。在制定研究设计时,若已对所研究的问题进行了界定,此时整个研究设计的重点则是整体研究的框架和相应的研究方法的设计问题,这里包括以何种方式搜

集资料,有哪些要求必须满足,变量的性质和变量的分布,以及资料的处理和处理结果的解释等。这一切都与研究者掌握研究方法的程度有密切的关系。

体育统计作为定量研究的“工具”,不仅为研究者提供了多种解决实际问题的研究方法,而且还为研究者提供了一种有效的研究思想。诸如,以样本推断总体、统计检验等,且能使研究者节约人、财、物的投入量,使研究工作得以经济、顺利地进行。

四、体育统计能帮助研究者有效地获取文献资料

体育科学工作者需随时获取新的知识,在进行研究工作时尤其如此。可以设想,如果一个研究人员缺乏必要的统计知识,就难以理解统计学中的专用术语以及各种符号所表示的意义。这样,也就无法理解和引用以统计方法为分析手段所得到的一些研究成果,自然也就难以获取部分知识。当今社会乃信息社会,各种论文、专著大量涌现,在任何一项研究中,研究者都可寻到大量的文献资料,由于这些研究资料可能是以不同的实验方案或调查方法、不同的仪器、对不同的对象予以研究的,故在研究结果方面可能不尽相同。此时我们必然会面对选择什么资料,如何选择资料等问题。那么,怎样鉴别研究结果的可靠性、参考价值的大小呢?除了相应专业的知识判定外,体育统计原理和方法是判别真伪的有效工具之一。

首先,体育统计是建立在数理逻辑的基础上寻找事物内在规律的基本方法,各种调查或实验所获取的数据是否经过统计学处理,是判定研究结果可靠性大小的重要标志之一。

其二,体育统计方法对实验或调查等研究方式有一定的要求。如果存在抽样方法、对照方法等不符合要求或样本含量过少的情况时,就可判定其结论的可靠性程度不高。

其三,任何一种统计方法均基于相应的概率分布。也就是说,只有在基本认定总体数据的分布符合某种特征的前提下,样本的

数据资料才能采用某种统计方法予以处理。如若不然,盲目套用公式,则很可能导致错误的结论。我们也可以从这个角度来判定参考资料的价值高低。

总之,正确掌握和运用统计学的原理和方法,能帮助我们获取有效的资料。

第三节 体育统计中的若干基本概念

一、总体

根据统计研究的具体研究目的而确定的同质对象的全体称为总体。组成总体的每个基本单位为个体。总体可分为假想总体和现存总体两种形式。本节仅介绍现存总体。现存总体又可分为有限总体和无限总体。所谓有限总体是指基本研究单位的边界是明晰的,并且基本研究单位的数量是有限的总体;所谓无限总体是指基本研究单位的数量是无限多的总体。如对某市初中三年级男生的体质状况进行统计调查,在确定时间后,那么该市该时初中三年级在册男生所组成的集合(集体),便构成该研究课题下的一个统计总体,而且这个统计总体的基本研究单位(人)及总量(学生数)的边界清晰,数量有限,故称它为有限总体。如果时间不确定,要调查研究该市初中三年级男生的体质状况,虽然研究的基本单位(人)是明确的,但它的总量就无法界定,因为每学年三年级的初中男生是逐年变化的,总量无限递增。所以,该课题下的统计研究总体是无限总体。

二、样本

根据需要与可能从总体中抽取的部分研究对象所形成的子集为样本。样本又可分为随机样本和非随机样本两种形式。所谓随机样本是指采用随机取样方法获得的样本。如若要在某市随机抽