

人体测量与评价

《人体测量与评价》编写组



高等教育出版社

人体测量与评价

《人体测量与评价》编写组

高等教育出版社

内 容 提 要

本书主要介绍了同人体测量与评价有关的主要理论知识和形态、机能、身体素质与运动能力的测量与评价方法,以及身体组成成分、营养状况、疲劳程度的评定方法。理论知识的主要内容有:测量的可靠性、有效性及客观性的概念及其检验;评价的概念及分类;相对评价、绝对评价和动态评价方法的应用;人体生长发育的评价与预测;成套测验的项目分析;以及人体测量工作计划的制定与实施等,并附有国内外各种评价标准。

本书可作为高等学校体育专业本科和专科的参考教材,亦可供体育工作者参考。

(京)112号

人体测量与评价

《人体测量与评价》编写组

高等教育出版社出版

新华书店总店北京科技发行所发行

北京顺新印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 8.5 字数 220 000

1990年9月第1版 1994年9月第4次印刷

印数 17 330—23 037

ISBN7-04-003106-X/G·190

定价4.80元

编写说明

本书是根据原教育部《高等师范院校体育专业教学计划》及《关于组织编写高等师范院校体育专业各科教材的通知》精神，由原教育部体育司组织编写的。

人体测量与评价，系体育专业的应用学科。在国外开设此类课程已有几十年的历史，但在我国除解放前及建国初期的少数院校之外，近40年未曾做为独立的学科列入体育专业教育计划，因而编写此类教材尚属首次。

《人体测量与评价》一书着重介绍测量与评价的有关理论及人体形态、生理机能、身体素质、一般运动能力、营养、身体成分和疲劳的简易而规范化的测试方法，而且每项指标均附可参照的评价标准。在编写过程中，力图突出教材内容的实用性，并尽可能结合中学体育教学与运动训练的实际，同时适当反映当代国际、国内的研究成果。但由于缺乏可借鉴的资料，更由于编者的业务水平所限，一定有不少错误或疏漏之处，敬请读者指教。

东北师范大学体育系为本书编写召集单位。参加编写的人员有（按姓氏笔划为序）：刘素娥（贵州师范大学）、孙柏枫（东北师范大学）、李瑞年（山西大学）、林永铭（福建师范大学）、金寅淳（内蒙古师范大学）、姜中（东北师范大学）。张玉清（北京体育师范学院）参加了试用本《人体测定》的编写工作。由孙柏枫、金寅淳对全书做了统稿串编工作，并由金寅淳定稿。

承蒙郝德元（北京师范学院）、张世锡（安徽师范大学）、王步标（湖南师范大学）同志悉心审阅书稿，并提出宝贵的修改意见，谨致谢忱。

《人体测量与评价》编写组

1986年1月

目 录

绪言	(1)
一、人体测量与评价的研究对象与任务	(1)
二、人体测量与评价的内容	(1)
三、人体测量发展概况	(2)
第一章 测量与评价概说	(4)
第一节 测量的期望	(4)
一、可靠性	(5)
二、有效性	(13)
三、客观性	(23)
第二节 身体发育的评价与预测	(30)
一、评价的概念及评价标准	(31)
二、形态发育的评价	(34)
三、生理机能、身体素质与运动能力的评价	(52)
*四、身体发育的预测	(79)
第三节 测试工作计划的制定及项目分析	(86)
一、测试工作计划的制定	(88)
二、项目分析(成套测验)	(90)
第二章 人体形态测量	(97)
第一节 形态测量的基本知识	(98)
一、形态发育特点	(98)
二、常用人体解剖学术语	(103)
三、体表划线	(104)
四、测量的基本姿势及测点	(107)
第二节 姿势的检查与评价	(113)
一、姿势的概念及完美姿势的条件	(113)
二、姿势的一般检查与评价	(114)

三、脊柱弯曲度的检查	(116)
四、胸廓形状检查	(119)
五、腿的形状检查	(120)
六、足的形状检查	(121)
第三节 身体测量	(123)
一、身体测量的意义	(123)
二、测量内容及方法	(124)
第四节 体型	(137)
一、测量体型的意义	(137)
二、体型的概念及分类	(137)
三、体型的测量方法	(139)
第五节 骨骼年龄	(149)
一、骨骼年龄的概念	(149)
二、骨骼年龄与成熟度	(149)
*三、儿童少年时期的骨骼X线解剖特点	(150)
四、骨骼年龄的测定	(151)
第六节 生长发育的评价	(154)
一、对个体的评价	(154)
二、对集体(群体)的评价	(161)
第三章 心肺功能测定	(163)
第一节 心血管系统机能试验	(163)
一、机能试验中的脉率测量	(163)
二、定量负荷试验	(164)
三、其他心血管机能指标	(180)
第二节 呼吸系统机能试验	(182)
一、5次肺活量试验(洛金塔里试验)	(182)
二、定量负荷后5次肺活量试验	(182)
三、闭气试验	(183)
第三节 最大吸氧量的测定	(184)
第四章 身体素质测定	(186)
第一节 力量素质的测定	(186)
一、握力	(186)

二、背力及背肌耐力	(187)
三、腹肌力	(190)
四、下肢爆发力	(191)
五、上臂肌及肩带肌耐力	(194)
六、库劳斯·威伯 (Kraus-Weber) 肌力检查	(198)
第二节 速度素质的测定	(201)
一、50米跑	(201)
二、60米跑	(201)
第三节 一般耐力素质的测定	(202)
一、12分钟跑	(202)
二、5分钟跑	(203)
三、800、1000、1500米跑	(204)
四、50米×8往返跑	(204)
第四节 柔韧素质的测定	(205)
一、立位体前屈	(205)
二、俯卧背伸	(207)
三、关节运动幅度的测量	(208)
第五节 灵敏素质的测定	(211)
一、反复横跨步	(211)
二、立卧撑	(213)
三、“十字”变向跑 (布梅兰跑)	(215)
四、10米×4往返跑	(216)
第五章 一般运动能力的测定	(217)
第一节 一般运动能力的成套测验	(217)
一、测验项目	(217)
二、测验内容与方法	(219)
三、我国《国家体育锻炼标准》	(225)
第二节 平衡能力的测定	(232)
一、静力性平衡能力的测定	(233)
二、动力性平衡能力的测定	(234)
第三节 运动可塑性测验	(238)
第六章 营养及身体成分的测定	(240)

第一节 营养状况的测定	(240)
一、皮褶法	(240)
二、直尺法	(242)
三、标准体重	(243)
四、营养指数	(243)
第二节 身体成分的测定	(249)
一、皮脂厚度法	(250)
二、水下称重法	(252)
第七章 疲劳的评定	(255)
第一节 疲劳的客观反映	(255)
一、疲劳的一般表现	(255)
• 二、各项运动中的疲劳表现	(256)
第二节 评定疲劳常用指标	(257)
一、疲劳的自觉症状调查	(258)
二、疲劳的生理指标测定	(259)
参考文献	(263)

绪 言

一、人体测量与评价的研究对象与任务

人体测量学是人类学的一个分支学科。它是一门通过对人体整体测量和局部测量来探讨人体的类型、特征、变异和发展规律的科学。体育科学领域的人体测量与评价亦不例外。

系统地从事体育锻炼，可以促进人体的生长发育，提高各器官系统的机能能力，而不同的运动，对于人体的影响亦有所不同。不仅如此，不同的竞技运动项目，对运动员的体型及生理机能特点的要求也不相同。因此有必要通过对人体的测量与评价来阐明形态与机能能力及运动成绩之间的关系；阐明身体练习对形态结构及生理机能的影响等，以期使体育科学的研究定量化。

体育科学领域的人体测量与评价，不应局限于一般的体格检查，而应把人类的体型（包括身材大小、肢体比例等）、身体组成、发育成熟度（包括骨龄与性征等）及生理机能的检查，同正常与异常的发育、体育锻炼、运动成绩及营养状况的研究紧密联系起来，以便改善人类体质，提高运动成绩，使其达到理想的水平。

二、人体测量与评价的内容

人体测量与评价的内容，包括测量与评价的理论与测试方法两大部分。测量与评价理论包括：测量的可靠性、有效性及客观性检验、项目分析（指标的难易度及区分度检验，成套测验的组内相关分析等）、测量尺度（量表）、评分评价表（常模）的制定与评价，人体生长发育的评价与预测等。测试方法主要包括：

形态、生理机能、身体素质与运动能力的测定；身体成分、营养状况及成熟度的测定；疲劳的评定，心理素质的评定等规范化的具体操作方法。

测量与评价的理论与测量方法，均以体育统计、人体解剖学、人体生理学及运动生理学为基础理论，而且同技术学科及教育、心理学科的关系亦较密切。所以人体测量与评价这门学科，只有在上述诸学科理论的基础上，才能不断丰富和完善自己的学科体系。然而通过人体测量与评价所取得的资料及研究成果，又可进一步丰富上述相关学科的理论。

三、人体测量发展概况

人体测量的历史可追溯很远。开始主要是由文明古国的一些雕塑家们，为确定理想的体型，对人体各部位的比例进行过研究，而且也制作过相应的模型，但无法证实是否对人体做过实际测量。直至1835年，才由比利时学者奎特莱特（Quetelet）首次提出了“人体测量”这个概念。之后，于1860年，另一学者库鲁梅尔（Cromwell），通过对8—18岁学生的人体测量，得出了11—14岁女孩的身高与体重超过男孩这一具有普遍意义的重要结论。由于这个时期，人体测量的重点只限于形态测量，故称之为人类学测定时期（1760—1880年）。

自1880年开始，人体测量的内容逐渐趋于多样化，开始增加了肌力测定。在体育界则以引体向上与俯卧撑为主要肌力指标。这时出现了美国萨金特（Sargent）的以44项指标（包括肌力）的平均值制成的评价表——“人体测定图表”为代表的评价标准（1893年）。由于这个时期，肌力的测定十分活跃，故称之为肌力测定时期（1880—1915年）。

19世纪末，心血管生理的研究有了很大进展。受其影响，多种心血管机能试验方法相继问世。其中最有影响的是：克兰普顿（Crampton）、贝拉克（Barach）和施奈德（Schneider）心血

管机能试验，这些方法至今仍被沿用。这个时期，称之为循环机能测定时期（1900—1925年）。

进入20世纪以来，体育界人体测量的重点转向身体素质与运动能力的测定，测量领域愈来愈广，测量指标及评价方法亦日益丰富，相继提出了各式各样的肌力指数、体力指数及单项运动能力指数等。许多国家把青少儿的人体测量加以规范化、制度化，甚至做为一项国策来实施。如苏联的《劳卫制》、日本的《小学、中学生体力测定》、我国的《国家体育锻炼标准》等，即是如此。

1973年6月召开的国际运动人体测量技术研究会特别指出：今后的研究方向，不是体格的测量，而是“运动人体测量（kineanthropometry）”。这预示着今后的人体测量内容将有新的发展，而且在体育科学领域，将发挥愈来愈重要的作用。

我国的人体测量工作，在解放前主要是由外国传教士进行的。但由于测量方法不统一，尤其是年龄的计算方法不统一，测量结果难以置信。我国的人类学工作者和卫生工作者，亦曾进行地区性的人体测量工作，而身体素质与运动能力的测定，则只在少数学校（如清华大学）进行。新中国成立后，随着《劳卫制》和《国家体育锻炼标准》的实行，体育界的人体测量工作得以广泛开展。尤其是1979年由国家体委、原教育部和卫生部主持，对全国16省市18万青少年儿童进行的体质测定工作，取得了引人注目的成果，标志着我国的人体测量工作，正向着多项指标的综合测量与综合评价的方向发展。

第一章 测量与评价概说

人们在日常生活中，往往有意或无意地以某种尺度去衡量周围的一些事物，以便把握该事物的某些属性。尽管这些尺度有时只是比较抽象或模糊的“感觉尺度”，但这里就有测量的含义。这样，以某种标准化的尺度客观地计量事物属性的过程，称为测量。显然，若想通过观察事物的现象而科学的解释这些事物的本质，就要选择能够正确地计量事物属性的、精确而有效的尺度进行合理的测量，而这种测量，离不开测量理论的指导。

第一节 测量的期望

体育科学，主要以复杂的人体运动做为研究对象。为了说明这些复杂的人体运动，常常需要以各种方法来测量与此有关的人体自身的各种属性。如身高、体重等形态指标；肺活量、最大吸氧量等生理机能指标；速度、力量、耐力等身体素质指标；跑、跳、投等一般运动能力指标等。

测量，包括直接测量与间接测量两大类。用身高计测量身高，用体重秤测量体重，用血压计测量血压，均属直接测量；通过分析呼出气体成分测量运动中的能量消耗，或通过脉搏与血压的测量计算心输出量或最大吸氧量，则属于间接测量。人体形态的测量多属直接测量，而身体素质的测量，则多属间接测量。但通过体重的测量了解机体的疲劳程度，或通过多项形态指标的测量，分析某种运动能力的潜力等，又属间接测量。

在体育运动中，间接测量占重要地位。在各种间接测量中，

我们以某种尺度直接能够测量的，并不总是我们希望所掌握特定的机能，而只是这些机能能力在某种运动中的综合表现——运动成绩。如50米跑成绩、12分钟跑的成绩、跳高、跳远成绩等，而包含在这些运动成绩之中的速度、力量、耐力等因素是无法直接单独测到的。如我们只能根据50米跑的成绩去推测其中的速度或速度力量；根据12分钟跑的成绩推测耐力和心肺功能。运动成绩恰恰是这些机能能力在特定的运动中显现的结果。即便是直接测得的运动成绩也绝非是真实成绩，因为在测量过程中不可避免的存在一定的误差，真实成绩也是无法直接测到的。无论多么精确的测量，其结果总是以真实成绩与误差之和的形式存在，这就是测量的一般数学模型，也就是测量理论的基本出发点。

既然如此，不难提出这样的问题：通过以什么内容组成的测量，才能测出想要了解的某种机能？测量的结果究竟多大程度上接近于测量的目标？测量结果的变异程度有多大，即测量结果（成绩）的稳定性如何？这些问题均涉及测量理论的重要组成部分——测量的有效性、测量的可靠性及测量的客观性。我们所期望的测量，应具有可靠性、有效性及客观性。

当自行设计一种新的测量方法，或用已有的某种测量方法对另一特定对象进行测量时，均需要以上述3个基本条件为依据，检验这种测量是否合理，其测量结果是否准确可信，否则将会导致错误的结论。

一、可靠性 (reliability)

(一) 可靠性的概念

可靠性，系指在受试者的机能能力没有发生变化的情况下，由同一个测试者对同一个对象重复进行相同内容的测量时，能够取得一致结果的程度。如某一教师在同一天，同一地点，用相同的方法测某一学生立定跳远共5次，如果这5次测量的成绩非常接近（由于测量误差的存在，完全一致的可能性是没有的），就可以

说这个测量是可靠的，这5次成绩愈接近愈可靠，相反5次成绩的波动愈大，可靠性也愈低。毫无疑问，测试者总希望得到较为可靠的结果。不难理解，影响成绩稳定性（一致性）的主要因素是测量误差（测量误差不等于抽样误差），测量误差愈小，成绩也愈稳定，因而也愈可靠。所以测量的可靠性是测量误差大小的一个客观指标，它有确定的数理统计学定义。

为了说明测量的可靠程度，一般用数理统计方法计算可靠性系数，系数愈接近1愈可靠，愈接近0愈不可靠。可靠性系数，因其计算方法不同，稍有差异，但一般认为个体测量的可靠性系数达0.95以上较为理想，至少应达到0.80以上，而群体测量的可靠性系数，则应达到0.70以上。

（二）可靠性的统计学定义

设每一个体的测量成绩由真实成绩（即没有任何误差的成绩、实际上是未知数）与误差两部分组成，可用方程式表达为：

$$X = X_r + X_e$$

其中 X 测量值
 X_r 真实成绩
 X_e 误差

在这里讲的所谓真实成绩，是假定用完备的工具，在理想的条件下所应测得的准确成绩，这实际上是未知数。在数理统计学上，一般可定义为经多次规范化的测量而得到的平均数（须满足条件：测定误差是独立的随机变量，误差的平均值等于0）。实际上，所测得的任何一个成绩，均由真实成绩与误差两部分组成。

根据平方和分解定理，同样设一系列测量数据的方差也由真方差与误方差两部分构成，而且将可靠性定义为真方差与总方差之比。可用方程式表示为：

$$S_x^2 = S_r^2 + S_e^2$$

其中 S_x^2 ：总方差
 S_r^2 ：真方差

S_e^2 : 误差方差

以 S_e^2 同除方程式两边得

$$\frac{S_x^2}{S_x^2} = \frac{S_e^2}{S_x^2} + \frac{S_z^2}{S_x^2} = 1$$

可靠性系数

$$\begin{aligned} R &= \frac{S_z^2}{S_x^2} \\ &= 1 - \frac{S_e^2}{S_x^2} \end{aligned} \quad (1)$$

或 $R_e = \sqrt{R}$ (R_e : 可靠性指数)

从上式可以看到, 当测量误差为0时, 可靠性系数即为1, 随测量误差的加大, 可靠性系数也逐渐减小。

(三) 测量的标准误差

由公式 (1) 有

$$\begin{aligned} S_x^2 R &= S_z^2 - S_e^2 \\ S_e^2 &= S_x^2 (1 - R) \end{aligned}$$

两边开方得

$$S_e = S_x \sqrt{1 - R} \quad (2)$$

S_e 称为测量误差。 S_x 是测量数据的标准差, R 是测量的可靠性系数。 S_e 表示测量精度, 公式 (2) 表明, 随 R 值的增大, S_e 值逐渐变小, 当可靠性系数 R 达到1时, S_e 取最小值0。

(四) 检验可靠性的方法

1. 方差检验法。

对一组同一测试对象, 重复进行数次 (一般2次以上) 内容相同的测量, 并根据测量结果分别计算相应的均方 (方差), 再求可靠性系数。

根据可靠性的统计学定义, 只要通过方差分析, 得出总方差与误差方差的值, 便可求出可靠性系数。

例: 5名学生3次测验成绩, 如表1-1, 试用方差检验法, 检验

表1-1 5名学生的3次测验成绩

受试者	测验次序			ΣX	$(\Sigma X)^2$
	I	II	III		
1	8	6	8	22	484
2	5	6	4	15	225
3	7	8	7	22	484
4	3	5	4	12	144
5	9	8	8	25	625
Σ	32	33	31	96	1962

其可靠性。

这些数据表明，每一个人都经过3次相同内容的测验而得到3个不尽相同的成绩。这里总变差的来源有两个：一个是受试者间的变差，即个体差异引起的变差；另一个是每一个体由3次测验而引起的变差，即测量误差引起的变差（受试者间的变差中，也很可能含一定的测量误差）。下面根据表1-1的数据，用简算法分别计算总离均差平方和（ $SS_{\text{总}}$ ）、受试者间的个体差异的离均差平方和（ $SS_{\text{间}}$ ）及受试者之内的测量误差的离均差平方和（ $SS_{\text{内}}$ ）。

校正数

$$CT = \frac{(\Sigma \Sigma X_n)^2}{n \cdot k}$$

$$n (\text{人数}) = 5$$

$$k (\text{次数}) = 3$$

$$\Sigma X = 8 + 6 + 8 + \cdots + 8 + 8 = 96$$

$$CT = \frac{(96)^2}{3 \times 5} = \frac{9216}{15} = 614.4$$

总平方和

$$SS_{\text{总}} = \Sigma X^2 - CT$$

$$\Sigma X^2 = 8^2 + 6^2 + 8^2 + \cdots + 8^2 + 8^2 = 662$$

$$SS_{\text{总}} = 662 - 614.4 = 47.6$$

个体间平方和

$$SS_{\text{间}} = \frac{\Sigma(\Sigma X)^2}{k} - CT$$

ΣX ：每一个人3次成绩的总和

如 $\Sigma X_1 = 8 + 6 + 8 = 22$

$$\Sigma X_2 = 5 + 6 + 4 = 15$$

$$\Sigma(\Sigma X)^2 = 22^2 + 15^2 + \dots + 25^2 = 1962$$

$$SS_{\text{间}} = \frac{1962}{3} - 614.4 = 39.6$$

个体内即误差平方和

$$\begin{aligned} SS_{\text{内}} &= SS_{\text{总}} - SS_{\text{间}} \\ &= 47.6 - 39.6 = 8.0 \end{aligned}$$

用各自的自由度 (df) 分别除平方和求方差

$$\begin{aligned} MS_{\text{总}} &= \frac{SS_{\text{总}}}{n \cdot k - 1} \\ &= \frac{47.6}{3 \times 5 - 1} = \frac{47.6}{14} = 3.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_{\text{间}} &= \frac{SS_{\text{间}}}{n - 1} \\ &= \frac{39.6}{5 - 1} = \frac{39.6}{4} = 9.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MS_{\text{内}} &= \frac{SS_{\text{内}}}{n(k - 1)} \\ &= \frac{8.0}{5 \times 2} = \frac{8}{10} = 0.80 \end{aligned}$$

将上述计算结果列如表1-2。

代入公式 (1) 求可靠性系数

$$R = 1 - \frac{S_e^2}{S_x^2} \quad (S_x^2: \text{总方差}, S_e^2: \text{误方差})$$