



北京舞蹈学院科研成果出版资助计划项目

Publishing Funding Project of Academic Achievement of Beijing Dance Academy

*Research and Exploration:*



研究与探索  
舞蹈训练的人体科学  
理论与实践

Theory and Application of  
Dance Science  
in Dance Training

温柔

著



中国民族大学出版社  
China Minzu University Press



北京舞蹈学院科研成果  
出版资助计划项目  
Publishing Funding Project of Academic  
Achievement of Beijing Dance Academy

*Research and Exploration:*



---

# 研究与探索 舞蹈训练的人体科学 理论与实践

Theory and Application of  
Dance Science  
in Dance Training

---

温柔

—  
著



中央民族大学出版社  
China Minzu University Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

研究与探索：舞蹈训练的人体科学理论与实践 / 温柔著. —北京：  
中央民族大学出版社，2017. 12

ISBN 978-7-5660-1465-8

I. ①研… II. ①温… III. ①舞蹈训练—教学研究 IV. ①J712.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 297270 号

## 研究与探索：舞蹈训练的人体科学理论与实践

作 者 温 柔

责任编辑 白立元

作者校对 胡菁瑶

封面设计 汤建军

出 版 者 中央民族大学出版社

北京市海淀区中关村南大街 27 号

电话：68472815(发行部)

68932218(总编室)

邮编：100081

传真：68932751(发行部)

68932447(办公室)

发 行 者 全国各地新华书店

印 刷 厂 北京宏伟双华印刷有限公司

开 本 787×1092 (毫米) 1/16 印张：23.25

字 数 380 千字

版 次 2017 年 12 月第 1 版 2017 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5660-1465-8

定 价 128.00 元

版权所有 翻印必究

作者：温 柔

参与人员（排名不分先后）：

刘 璐	温 馨	黎 圆	邱彩芳
武心怡	杨笑荷	薛晶晶	任妍静
孙睿清	周效仪	张 蕊	张 弥
李 晶	李嘉欣	黎静媛	

## 内 容 简 介

该书是首部舞蹈人体科学的著作，其内容不仅涵盖舞蹈解剖学、舞蹈生理学、舞蹈力学、舞者保健、体能训练学及身心学等多学科基础知识，还不乏运用其理论和方法进行科学研究的理论与实践成果。本书突破了单一学科研究以及各学科并列介绍的方式，而是围绕舞者的身体机能、舞蹈动作分析、舞蹈辅助训练、舞蹈热身与放松、舞蹈损伤与康复等五个专题及其十四个论题，将多学科理论和方法进行有机融合而进行的综合性研究与探讨。

本书是基于作者带领其研究团队近十年部分研究成果而完成，多学科交叉与有机融合使该书内容具有更多的突破与拓展，充分体现了舞蹈人体科学研究的发展前沿。该书既有理论的论述，也有测试与实验研究的介绍，还有一系列具体可操作的实践练习方法，从而达到理论与实践的紧密结合，应用性与实用性的充分体现。

本书可作为舞蹈专业本科学生舞蹈科学类课程的教材，对拓宽学生的舞蹈人体科学知识和进一步的深化学习有重要的作用，也可作为舞蹈专业研究生的课程教材及其学习与研究用书，还可作为舞蹈专业教师、舞蹈艺术工作者以及舞蹈科研人员学习与研究的参考用书。

## 前 言

舞蹈人体科学是舞蹈艺术与教育中一个不可或缺的重要组成部分。随着舞蹈艺术和舞蹈教育自身的发展，以及科学和技术的进步，尤其是越来越多学科先进理论和研究成果的不断渗透与融入，有力地促进了舞蹈人体科学的研究与发展，使舞蹈教学、训练、编创与表演等实践活动的科学理论和实践方法的研究内容在不断丰富与深入的同时，其研究领域也得以不断地拓展。

作为一名致力于舞蹈科学的教学与科研近三十年的教师及科研人员，无论从舞蹈人体科学研究方向的研究生培养，还是基于舞蹈人体科学的科学研究，亦或着眼于舞蹈科学的学科建设，诸多方面的需要使我强烈意识到完成这一舞蹈人体科学研究专著的价值与必要性。于是，我对多年研究已取得的一系列科研成果进行了梳理与整合，最后以舞蹈训练的人体科学理论与实践研究为目标，凝练出舞者的身体机能研究、舞蹈动作力学分析、舞蹈辅助训练研究、舞蹈热身与放松研究、舞蹈损伤与康复研究五个专题，并开始了专题性的研究与撰写。

本书为国内首部舞蹈人体科学专著。该书内容主要是近十年来我们研究诸多成果中的一部分，其中既有对舞蹈训练的人体科学应用理论的论述，也有对舞蹈科学训练实践方法的探讨，另外，也进行了损伤预防与康复方法的研究。这些研究各自基于舞蹈运动的解剖学、生理学、机能学、力学、身心学、体能训练学等多学科的理论，分别运用最大摄氧量测定、肌电测试、身体成分测试、肌肉力量测试、平衡能力测试、动作影像解析、身体形态测量等人体运动的解剖学、生理学、力学等研究方法及实验手段和仪器设备，同时通过相关的训练实验作为干预

手段，以期在丰富与完善舞蹈训练的人体科学理论的同时，在实证研究方面给予进一步的支撑，并能够提出一系列具体可操作的实践方法，从而达到理论和实践的紧密结合，实现研究成果的理论实际应用价值，更好地作用于舞蹈教学训练的实践活动。多学科交叉与有机融合使该书内容具有更多的突破与拓展，以期在丰富与完善舞蹈人体科学理论的同时，充分体现舞蹈人体科学研究的发展前沿。

本书具有较为广泛的应用范围，可作为舞蹈专业本科学生舞蹈科学类课程的教材，对拓宽学生的舞蹈人体科学知识面和进一步的深化学习有重要的作用，也可作为舞蹈专业研究生的课程教材及其学习与研究用书，还可作为舞蹈专业教师、舞蹈艺术工作者以及舞蹈科研人员学习与研究的参考用书。

我的研究生们参与了本书的部分研究与撰写工作。参与各专题研究与撰写的有：专题一是刘璐、李晶、任妍静、张弥；专题二是张弥、邱彩芳；专题三是温馨、武心怡、杨笑荷、任妍静、张蕊；专题四是薛晶晶、周效仪；专题五是黎圆、孙睿清。李嘉欣、黎静媛参与了专题一的部分文献收集整理及全书的书稿校对工作。书中的动作图片由任崇斌拍摄，动作模特为中央民族歌舞团的舞蹈演员肖蓉浩和北京舞蹈学院2015级中国民族民间舞系李晨赛同学。感谢他们为此书付出的辛苦劳动！

感谢北京舞蹈学院为本书提供的出版资助，感谢中央民族大学出版社对本书出版所做的大量细致工作，同时，对本书所参考著作及论文的各位作者致以诚挚的谢意。

希望通过这本书，不仅反映近十年来我们在舞蹈训练的人体科学理论和实践方面的探索路径，也在一定程度上反映近年来舞蹈人体科学的研究现状与发展趋势，并且能够对现有的舞蹈人体科学类著作做必要的补充与丰富。由于本书内容大多基于一些新的研究与探索，难免存在仍需进一步深入探讨的问题亦或不妥之处，敬请专家学者批评指正。

温 柔

2016年12月

# 目 录

- 专题一 舞者身体机能研究 / 1
  - 舞者的体成分及体重控制 / 2
  - 舞者的有氧耐力研究 / 37
  - 舞者的等速肌力特征 / 62
  
- 专题二 舞蹈动作力学研究 / 89
  - 舞蹈动作技术的力学分析 / 90
  - “跳”的力学分析 / 101
  - 旋转动作的力学分析 / 118
  
- 专题三 舞蹈辅助训练研究 / 127
  - 舞蹈辅助训练的理论与应用 / 128
  - 舞者核心力量的辅助训练 / 146
  - 舞者平衡能力的辅助训练 / 185
  - 舞者身体排列的辅助训练 / 217

- 专题四 舞蹈热身与放松研究 / 239
- 舞蹈热身活动的生理学基础 / 240
  - 舞者身体放松训练的理论与方法 / 258
- 专题五 舞蹈损伤与康复研究 / 287
- 舞者下背痛康复的普拉提运动疗法 / 288
  - 舞者的膝关节损伤与康复 / 328

## 专题一

# 舞者身体机能研究

## 舞者的体成分与体重控制

舞蹈是以身体为载体和表演工具的特殊艺术形式，舞者的体形优劣不仅直接决定其外在形体的美丑，而且还关系到其身体的健康状况，更重要的是它还将影响其训练及表演水平的发挥，甚至影响演出作品的艺术感染力。舞蹈往往成为所有艺术形式中对形体要求最为严格的艺术，职业舞者不仅要具备满足舞蹈专业所要求的体能和技能条件，还要拥有苗条优美的体形。因此，体形及体重控制成为舞蹈专业学生、演员、老师及科研人员极其重视的问题。

体成分，与人体的营养状况、发育水平有关，能够影响人体的形态、肌肉的力量与速度等运动能力，是体重控制以及舞者生理和医学研究中一项非常重要的指标。多年来，国内外专家学者在不同层面对身体成分进行了大量的研究，尤其在体育领域的研究取得了丰硕的成果，为运动员的选材、科学训练以及医务监督起到科学指导作用。就舞者这一特殊人群而言，由于专业的特性，对体成分有着特殊的要求。那么舞者体成分的标准是什么，如何维持合理的体成分以维持良好体形的同时，又能够保证舞者的身体能力以及健康水平免受不良影响，这些都是需要了解和研究的问题。为此，本章将重点围绕舞者体成分的特点及其影响因素、体成分与体重控制、体成分的监测与评价等问题进行研究与探讨。

## 一、体成分对于舞者的生理学意义

### (一) 体成分

体成分系指人体的组成成分,构成人体的诸多成分之间存在着一定的规律,以维持人体的正常组成和功能。各国学者通过对人体组成规律的研究,依据不同的标准建立了各具特色的体成分模型,目前常用的有以下两类:两组分模型(Two-compartment Model)和多组分模型(Multi-compartment Model)。两组分模型由Bheoke于1942年建立,即以脂肪组织为核心,将人体分为脂肪(fat mass, FM)和去脂体重(fat free mass, FFM)两部分。去脂体重是指去除全部脂肪后的体重,又称瘦体重。多组分模型则将人体归纳到原子、分子、细胞、组织及整体五个渐趋复杂的层次中。例如,在原子水平层次上,身体的不同组织均由C、H、O三种基本元素及N、K、Ca、Na、P等其他多种微量元素构成,身体的总质量等于所有元素质量的总和;在分子层次上,人体由超过10万种化合物组成,主要有水、蛋白质、脂类、矿物质以及碳水化合物等。在每个水平及其组分之间,既有种类的不同,又有相互联系,由此构成了一个整体。

目前,关于舞者的体成分研究仍主要使用的是两组分模型,即将身体的组成划分为两种成分:(1)身体脂肪(简称“体脂”);(2)去脂体重(或称“瘦体重”)。体重就是指由体脂重和去脂体重组成的重量。去脂体重包括体内所有非脂肪组织,如内脏、骨骼、肌肉等器官组织的总量。体脂成分包括基本和非基本的脂类储备。基本脂肪包括结合在神经、脑、心脏、肠、肝和乳腺等器官和组织中的脂类。储存的或非基本的脂肪主要存在于脂肪组织内。除体脂重和去脂体重外,我们通常也用体脂含量来表示体成分。所谓体脂含量是指身体中的体脂重占身体总重量的比例,因常用百分比来表示,也称为体脂百分比。体脂含量能够充分反映身体各组分的比例,说明体脂与去脂体重的情况。

通过体成分我们能够分析身体中所含脂肪和肌肉的多少。脂肪是人体正常的组织成分，对保证人体正常的生理功能起着重要的作用，但脂肪过多则可造成超重或肥胖，不仅会引发人的多种疾病，影响人体正常的生理功能，而且对于从事运动专业的人来说，因脂肪并不产生力，不直接做功，因而过多的脂肪会增加运动时的身体负担，使灵敏性、协调性下降，从而使运动能力受到不同程度的影响。瘦体重中，由于骨骼和其他的非脂肪组织相对比较稳定，在非脂肪组织中的变化通常都是在肌肉上，而且占最大比例的是肌肉，因而瘦体重的变化可以反映肌肉重量的变化。

对于从事运动专业的人来说，瘦体重大在体力和运动能力上会具有相应的优势。对于舞蹈演员来讲，脂肪和肌肉都会从不同的方面直接影响体形及动作技巧的完成，关系到身体的外在美及专业技术水平的发挥与提高，因而保持身体成分的合理比例极为重要。由于体成分在舞蹈中的重要作用，了解与掌握这方面的知识是非常重要的。

## （二）体成分与体重

绝大多数舞者谈到胖瘦，往往以体重来衡量。因为体重测量简便易行，因此常常被运用于判断肥胖、评价胖瘦。然而我们知道，体重是身体总的重量，是身体各个部分重量的总和，它仅仅反映身体整体的“轻重”程度，但因为体重是一个非同质的总体，从体成分上看它是由脂肪重和瘦体重两部分组成，因此单一的体重不能准确反映体内脂肪含量的多少，也就是说不能说明“胖瘦”与否。严格意义上讲，“轻重”并非完全等同于“胖瘦”。因为经常会出现两个身高和体重基本相同的舞者，体脂含量却相差较大；而两个体脂含量和身高基本相同的舞者，体重却大不相同。例如，舞者A被测量出体脂含量是11.3%，身高160cm，体重45kg；舞者B体脂含量为12.5%，身高162cm，体重60kg。尽管两者体脂含量大致相同也都很低，甚至比大多数舞者的体脂都低，但是往往舞者A却因为体重相对较轻而容易被认为是“太瘦了”，舞者B则会因为体重相对较大而不断被老师要

求“减肥”。再如，舞者C被测量出体脂含量是17%，身高164cm，体重45kg；舞者D体脂含量为20.5%，身高165cm，体重47kg。尽管舞者D的体脂含量较高，但是往往因为两者的身高和体重大致相同，且体重也都较轻，则舞者D的问题就会被忽视。在实际中，我们经常遇到这样的情况：舞者的体重并不大，但是肌肉量却较大，也就是常说的肌肉发达的“结实型”；而有的体重并不大，但是肌肉量较少、体脂过多，也就是常说的“蔫胖”。第一种情况的舞者往往力量能力较强，但却担心体形问题；第二种情况则除了缺少肌肉线条外，还会出现力量能力较弱的问题。

体成分不仅能够反映身体的整体重量，同时能够反映体脂、肌肉等重量及比例，从而避免仅凭重量加以判断而忽视各组成部分的实际情况。因此，单凭体重来判定“胖瘦”是不准确的，尤其对于对体成分有特殊要求的人群，了解体成分与体重的区别以及体成分评价的作用与意义，掌握体成分的测评方法是非常必要的。

### （三）合理体成分对于舞者的重要性

目前，舞蹈正处于迅速发展的时期，从事各种形式舞蹈的舞者数量与规模都在迅速增加。然而，长时期以来，对于舞蹈医学和科学而言，损伤不仅是直接影响舞者训练和演出的原因，也是舞者常见的医学问题，因此成为该领域研究的重点。但是，人们对于舞者体重和体形的过高要求，致使由于过多限制饮食和过低体重所导致的健康问题往往没有引起足够的重视。

舞蹈是一种对身体形态和身体机能都有着特殊要求的艺术，所以对于舞者来讲，保持合理的身体成分非常重要。这里所强调的体成分的“合理”，则意味着在保持一定体重的前提下，舞者的体脂量和瘦体重量均需处于一个合适的范围，而不是只过度地强调体脂越低越好，或忽视保持一定的肌肉量。

#### 1. 体成分与舞者的体形

对于舞者而言，尤其是芭蕾舞，对标准的体重和苗条优美的体形的要求最为苛刻。舞者应具有符合舞蹈审美需求的、优于普通人的身体外形条件，而过多

的脂肪会使身体显得臃肿，降低形体美感。当然，肌肉过多也会影响舞者的体态。拥有合适的脂肪量和肌肉量，才能保证舞者体态的优美、线条的美丽和身体的力度。

## 2. 体成分与舞者的生理功能

女性舞者中，尤其是芭蕾舞，过低体重和过低体脂问题较为普遍。然而，我们必须充分认识到身体保证一定量的体脂肪的必要。体脂肪是生命所必需的。

首先，脂肪构成机体的组织。脂肪组织分布于心脏周围，起着保护和固定的作用。皮下脂肪可以防止热量散失，保持体温，又可对机械撞击起缓冲作用，保护心脏和肌肉免受运动损伤等。脂肪供给必需脂肪酸，而必需脂肪酸能促进生长发育，对胆固醇的代谢和运动也起着重要作用；脂肪是脂溶性维生素的携带者，并促进其吸收。脂溶性维生素只有溶解于脂肪才能被人体吸收，脂肪是脂溶性维生素的良好溶剂。脂肪中本身也含有一定的脂溶性维生素，如鱼肝油就富含维生素A、D等。

其次，脂肪是一种重要的供热物质，常被人们称为人体燃料库，为人的生命活动所需提供能量。值得强调的是，脂肪富含高热能，每克脂肪在人体内氧化后，能产生9kcal热能，其产热量高于糖或蛋白质的一倍多，也是人体长时间运动的主要能源。人体在运动强度小于最大耗氧量55%时，主要以脂肪酸氧化供能为主，所以在持续较长时间的轻微活动或较为激烈的运动中，脂肪都是主要能源，有提高耐力作用。这对于从事体育运动的人群而言，无疑显得更为重要。

另外，研究表明，雌激素和大脑记忆之间有一定的关联。雌激素通过激活脑细胞上的雌激素受体，引发脑细胞内一系列化学反应，使得脑细胞间用以交流信息的通路——树突棘数量增加。因此，雌激素能改善人的记忆力及记忆的精确度，同时使细胞间信息的传递更加快捷方便，使人更加聪明。

## 3. 体成分与舞者的身体健康

身体成分直接影响舞者的体形、体能、技能和健康，保持合理的体成分非常重要。然而人们对舞者体重和身体成分的关注更多的则是对低体重、低体脂的追

求，却往往忽视过低体重和体脂会给舞者带来健康的潜在影响。近年来，随着舞蹈领域科学训练意识的加强，以及舞蹈科学的发展，越来越多的专家学者对舞者的营养与体成分问题给予关注，就体成分与舞者的健康问题进行了研究。

体脂的生理功能提示我们保证一定体脂量的必要，女性舞者的低体重，虽然符合现在的美学要求，但是却会影响身体的生理功能，产生一定的健康和医学问题。研究表明，对于舞者，尤其是女性舞者而言，其过低体重、过低体脂的医学健康问题值得关注。例如，过度控制饮食、体脂过低，会对身体产生不良的影响，甚至出现疾病，如月经紊乱、骨密度降低、损伤等。

体脂过低影响女性的生理机能：

维持正常的月经机能要求体内脂肪含量达到一定的水平。研究表明，当体脂含量低于 17% 时，会影响月经初潮的年龄，而体脂含量低于 15% 时，可能会导致月经初潮推迟或闭经。另外，高强度的运动，能量限制以及由此所导致的低体重还可能引发初潮推迟现象。这种情况通常和女性的雌激素水平过低有关。

职业舞蹈训练包括相当规律以及相当强度的运动，同时往往伴随着饮食限制。在舞者中，职业芭蕾舞者尤其受到月经失调的困扰，当然其他舞种的舞者也会有同样的问题。过低的体重、过低的体脂肪含量、训练产生的心理压力以及饮食控制等都被认为是导致月经失调的主要因素，这些因素间以一定程度的相互作用来影响月经功能。而其中过低的体重被证明是月经失调的主要诱因之一。因此，无月经的芭蕾舞者比有月经的舞者体重要更轻。舞者开始舞蹈生涯的年龄较小，大多数在月经初潮前就已经开始参加舞蹈训练。国外研究表明，大部分芭蕾舞者的初潮年龄大致推迟 3 年，有部分舞者出现闭经现象。月经失调的发生率在职业舞者和优秀的舞蹈演员中会更高，一些优秀芭蕾舞演员无月经的现象多有报道。因此，舞者在控制体重的同时，要注意保持一定的体脂含量，以免发生月经失调或闭经现象。

体脂过低影响骨质健康：

体脂含量是影响骨强度的重要因素。有研究表明，骨强度有随脂肪增加而增

加的趋势。我们知道，雌激素参与女性骨骼的形成，将钙纳入骨中，骨骼坚硬度随之上升。反之，当雌激素水平下降，可导致逆向的变化，骨骼中的钙会逐渐流失，结果导致骨质疏松，骨折的风险随之增加。而体脂过低，将影响雌激素的生成。因为脂肪组织是体内除卵巢以外制造雌激素的重要场所，在脂肪组织中雄激素能转变为雌激素。当卵巢产生的雌激素减少时，这种来源的雌激素能够预防骨矿物质的流失。长期采用限制饮食措施控制体重的做法会造成体脂过低，从而会造成舞者骨密度降低和钙流失。因此，舞蹈演员，尤其是女演员严重控制饮食、能量摄入不足使体脂过低，将影响骨骼健康。同时会导致骨钙流失，钙的流失则可能继续导致骨质疏松，这使得应力性骨折和其他伤病的发生概率大大提高。研究发现，体瘦的女性髌骨骨折发生率比标准体重的女性高一倍以上。这是由于过瘦的人体内雌激素水平不足，影响钙与骨结合，无法维持正常的骨密度，容易出现骨质疏松、发生骨折。研究认为，非常瘦的舞者会更加容易受伤，同时，女性运动员的饮食紊乱、无月经以及骨质疏松“三联征”在舞者中也是很常见的。这提示我们不应过分强调过低体脂。

#### 体脂过低影响大脑功能：

研究证实，雌激素能改善脑血流量、保护脑神经元和修复受损的神经元。一项研究结果显示，节食对大脑记忆功能细胞的危害甚大，会导致越来越健忘。大脑工作的主要动力来源于脂肪，它能刺激大脑，加快大脑处理信息的速度，增强短期与长期记忆。长期节食的结果使机体营养匮乏，这种营养缺乏使脑细胞受损严重，将直接影响记忆力和智力。

#### 4. 体成分对舞者身体机能的影响

体脂过多会对人体运动产生不利的影响。由于脂肪并不产生力，不直接做功，而且过多的脂肪会增加运动时的身体负担，因此从力学角度看，体脂过多会增大身体不产生力量的质量，对于舞蹈这种需要克服体重的运动是不利的。而在代谢方面，脂肪过多则将增大工作时移动总体重所需要的代谢值。另外，舞者完成动作技巧所需的一些身体素质，如爆发力、速度、灵敏性以及柔韧性等，都需要一