

竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书
中国教练员培训教材

耐力训练

——运动医学建议

AUSDAUERTRAINING

Der sportmedizinische Ratgeber

Ludwig Geiger 著

杨要武 译

陈小平 审译



北京体育大学出版社

竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书
中国教练员培训教材

耐力训练

——运动医学建议

Ausdauertraining Der sportmedizinische Ratgeber

Ludwig Geiger 著

杨要武 译

陈小平 审译

北京体育大学出版社

策划编辑: 李 飞 梁 林
责任编辑: 李志诚
审稿编辑: 梁 林
责任校对: 春 芝
版式设计: 司 维
责任印制: 陈 莎

图书在版编目(CIP)数据

耐力训练: 运动医学建议 / (德) 盖格著; 杨要武译.
—北京: 北京体育大学出版社, 2011.11
ISBN 978-7-5644-0841-1

I. ①耐… II. ①盖… ②杨… III. ①耐力(体育)
—运动训练 IV. ①G819

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第228070号

耐力训练——运动医学建议

(德) 路德维希·盖格 著
杨要武 译

出 版: 北京体育大学出版社
地 址: 北京市海淀区信息路48号
邮 编: 100084
邮购部: 北京体育大学出版社读者服务部 010-62989432
发行部: 010-62989320
网 址: www.bsup.cn
印 厂: 北京昌联印刷有限公司
开 本: 787×1092毫米 1/16
印 张: 7.5

2011年11月第1版第1次印刷

定 价: 22.00 元

(本书因装订质量不合格本社发行部负责调换)

出版说明

进入21世纪以来，随着经济全球化和信息化的高速发展，以美欧职业体育和奥运会项目单项赛事为龙头的竞技赛事和竞技表演已经成为较为活跃的社会和商业活动之一。竞技体育市场化不仅给传统竞赛的表现方式方法带来不断的变革，也对传统运动训练理论和方法带来新的冲击和挑战。人们在竞技运动训练实践中遇到越来越多的新问题，如何认识板块周期训练理论的实践与效果？如何帮助运动员在全年高密度的比赛中保持较高的竞技水平？如何帮助条件出众的青年运动员稳步走向成功？如何帮助驰骋赛场体育明星规避运动损伤，延长运动寿命？面对当今世界竞技体育中的深刻变化，传统的训练理论和方法手段已经难以适应快速发展的竞技体育实践的需要，运动训练竞赛面临大量的新情况、新问题和新变化，迫切需要新的理论和认识加以阐述并用于指导实践。

近年来，世界竞技运动训练理论的发展非常迅速，在若干的理论和方法上出现了重大变革和创新。为此，我们必须在学习和引进国外先进竞技运动训练理论的基础上，紧扣我国竞技运动训练实践中存在的关键问题，本着思辨、创新和务实的态度，深入认识和探讨我国竞技运动训练的理论和实践问题。2010年底，国家体育总局竞技体育司组织国内的专家学者遴选了十几本近年来在国际上有影响力的竞技运动训练前沿理论和实践创新专著，编译出版《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》。这些专著代表了当前世界竞技运动训练的最新研究成果，既有从方法论层面指导竞技运动训练的《周期：运动训练理论与方法》《板块周期：运动训练的创新突破》《竞技能力的全面发展：身体功能训练的艺术和科学》；也有从生理生物科学原理指导竞技运动训练的《运动生理学》《竞技运动训练的适应》《竞技体育的过度训练》《运动营养：能量的产生及特性》《运动心理学前沿》；还有针对身体功能训练与预防损伤训练的《动作：功能动作训练体系》《快速伸缩复合训练》《运动康复中的有效功能训练》；以及针对具体基础项目的《跑得更快》《游得更快》《划得更快》《骑得更快》等专项训练理论与实践专著，相信能够给广大教练员、训练管理人员和科研人员以启发和借鉴。

编译出版《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》，是我国体育界首次大规模系统

引进国外相关理论的尝试，是推动我国运动训练理论建设的一项重要举措。我们期望该丛书不仅可以引进世界运动训练的新理念和新方法、帮助我国广大教练员汲取知识和更新观念，而且还能开阔我们的视域、启迪我们的思路、提升我们的分析能力、引发我们对多年形成的运动训练理念进行分析比较和反思。同时，对引进的国外先进运动训练理论不仅仅在于可认真的学习，更重要地是将学习先进理论结合自己的实践加以吸收和“消化”，深入分析各种前沿训练理念形成的原因和科学依据，尤其是要结合我国训练理论和实践的具体问题做进一步的研究与分析，将我国运动训练理论的精华与世界运动训练理论的发展有机地结合，并形成互补，最终将其效果落实在实践创新的层面，在引进国外先进理论的同时，逐步形成符合我国竞技运动训练发展实际的运动训练创新理论。

来自北京体育大学、首都体育学院、上海体育学院、宁波大学体育学院、广州体育学院等多所国内体育院校和国家体育总局科研院所、体育信息中心的专家学者、教授、教师和博士硕士研究生的团队参与了丛书的编译工作，北京体育大学出版社为丛书的出版付出了巨大的努力。在此，一并表示衷心的感谢！《竞技运动训练前沿理论与实践创新丛书》将陆续翻译出版，敬请广大教练员和专家学者学习研究并指正。

编 委 会

导 读

《耐力训练——运动医学建议》一书原名为《Ausdauertraining: Der sportmedizinische Ratgeber》，由德国体育信息联合出版社（Copress Sportinform）于2001年出版，国际标准书号（ISBN-10）：3767906244、（ISBN-13）：978-3767906006，作者为路德维希·盖格（Ludwig Geiger）。

盖格生于1946年，1974年通过国家医学考试，1975年获精神病学博士学位，1976年获从医许可，学过外科、内科、监护医学、精神病学和运动医学，从事普通医学和运动医学7年，当过生理与恢复专科医生，1978年在巴特费伦巴赫地区的布鲁门霍夫建立运动医学检查站任德国滑雪协会和巴伐利亚滑雪协会医师、贝尔希特斯加登奥运基地医务监督，持B级北欧两项教练员资格证书。他曾发表过多部有关耐力、超负荷损伤、预防性训练和内啡肽领域的专著和论文。

从事耐力运动可以提高健康水平，而耐力训练又是各项竞技运动项目的基础。本书以直观通俗的方式，从运动医学的视角，全面系统、深入浅出地论述了耐力训练的问题，并对如何开展健康的耐力训练进行了专业指导，不但给教练员、运动员和体育教师的训练组织提供了重要的提示，也为耐力运动爱好者提供了丰富的咨询信息，无论是业余体育锻炼者还是专业运动员都能从中找到耐力训练问题的答案。深奥的运动医学知识在大量的图表、照片以及加黑文字的配合下变得通俗易懂。

本书分10个章节，便于读者的阅读和检索。开篇便解释耐力负荷和人体对耐力负荷的反应，从运动心脏讲到呼吸直到运动心理；第二、三章讲到能量准备、负荷与休息的相互关系，第四章论述了负荷的形式；后面6章不但论述了耐力训练，而且还介绍了健康地开展体育锻炼的方法，如正确的饮食、外界条件与器材的意义、老年与耐力运动，运动器官的过度负荷与理疗形式以及医疗检查和咨询。

本书由杨要武翻译，陈小平审译。由于时间较为仓促，书中难免出现错误，恳望广大读者批评指正。

译者

2011年11月

前 言

医学在体育运动中已发展成为一个重要但也有争议的“机构”，一方面它在传统的意义上从事运动领域的疾病、治疗与预防，甚至利用它作为医疗手段；另一方面更把运动医学作为竞技能力确定、控制和改善的措施，也正是在后一个领域出现问题。

经过近20年的深入研究与成熟技术的应用，“标准”医学的能力提升之快，以至于运用在竞技体育中可改善运动竞技能力。而在这里，已经在负责任的医学处置与滥用、公平与不公平之间画上细细的红线！这种矛盾状况是显而易见的，比如替代品和兴奋剂等概念。某些物质（例如矿物质）的替代品是有机体组成部分因过多的身体投入而失去物质的生理学补偿，而兴奋剂则是激素、血液和药物的额外补充。

但也不是总能明确地区分开来，例如睾酮这样的合成激素就能增加基础代谢。个别医生甚至还支持使用微量的合成代谢物质，也就是建议将兴奋剂作为替代品，即便无需怕这样的小剂量有保水增加、青少年生长间隙过早闭合、女子“男性化”、性功能紊乱、心理变化和肝脏损伤等的副作用，但上述方法首先应从医生责任感的角度加以拒绝，就如同霍尔曼表述的那样，哪怕仅在理论上对身体健康有伤害的话；第二，出于公平竞赛的原因，医生也应遵守这一准则。

在可轻而易举地复制和大量生产如造血红细胞生成素等所有人体激素的基因技术时代，反兴奋剂检测工作总是滞后。越发重要的是受过教育的成年运动员对兴奋剂问题的态度、外在条件（体育产业的压力）、特别是医生对运动员的态度。如果他把这个仅看做是“达到目的的手段”，即借其获利，那他就接近滥用的边缘，也可以说是要创造一个医学纪录。

好运动员哪怕是迫不得已接受特别医学服务的结局是危险的，也给医生带来顶不住的压力。

另外一个重要问题也是出于这样一个事实，就是在一些运动项目中，以现有的训练方法和比赛目标，在对人体运动器官造成损伤方面，已经达到人体负荷的极限。青少年时期的竞技体育也是如此，对青少年竞技运动员存在问题的引导与防止过度训练损伤，既是摆

在运动整形创伤外科医师面前责任重大的任务，也要对已有的损伤尽快加以治疗。

运动医学最重要的目标是使大众开展积极、理智、健康的体育活动，只有通过自身的经验，才能保持对体育“健康的态度”，远离将体育作为古罗马竞技场角斗士游戏的心态。

耐力运动就是一条这样的路，它方法多样、简单易行，从医学的角度看增进健康，接近完美，是值得推荐的。

本书可使读者进一步了解医学与训练生理的关联，尤其是唤起或使读者得到对这种运动形式的热爱。

目 录

第一章 耐力负荷与人体的应答	1
运动心脏	1
血管系统对耐力负荷的适应	4
血液对耐力做功增加的适应	6
耐力训练对呼吸的作用	8
耐力运动对骨骼肌的作用	9
长期耐力负荷对激素系统的影响	13
耐力负荷的心理观点	17
第二章 无能量亦无做功	18
能量储备中的ATP储备	19
无氧能量获取	20
有氧能量获取	20
能量释放的路	22
最大摄氧量	23
第三章 训练：疲劳与恢复的相互作用	25
训练原则	25
训练刺激与训练水平	27
训练效果	27
训练过度（要求过度）	30
耐力训练方法	34
竞技诊断	42
训练控制	56
第四章 专项耐力形式与特点	62
几个主要耐力项目的简要特征（不求完整）	64
第五章 正确的餐饮	68
一般准则	68

最重要的营养组成部分	70
对耐力运动员的实际营养建议	75
第六章 外在条件和物质的意义	80
外界温度的变化	80
高原条件下的耐力负荷	81
跑鞋	83
第七章 耐力运动：一项适合各年龄组的运动	86
青少年时期的耐力运动	86
中老年人的耐力运动	87
女子耐力运动	89
第八章 将耐力负荷作为治疗形式	92
长期运动缺乏及其后果	92
有氧耐力训练的积极效果	93
预防与康复性健康训练的实施	95
第九章 运动器官过度负荷损伤	98
超负荷损伤产生的模型	98
不同组织种类与负荷承载能力	99
严重超负荷损伤实例	99
训练与比赛前热身与过后积极恢复的重要性	102
第十章 运动医师检查与建议	104
运动适合检查	104
竞技诊断	106
后记	107

第一章 耐力负荷与人体的应答

耐力的定义：根据纯运动医学的观点，耐力是以在尽可能长的时间内，按要求完成做功的能力为特征的，它与运动员心理、生理抗疲劳能力相适应。

根据参与运动的肌肉组织质量，我们分为：一是局部肌肉耐力，使用的是少于全身肌肉组织的1/7到1/6（相当于一腿的肌肉）；二是一般耐力，要求使用的是多于整个肌肉质量的1/7到1/6。

出于运动实践的原因和本书顺利过渡的考虑，下面我们将不遵循根据生理学与教学法观点对后者的划分，不谈一般耐力，仅谈与运动项目相关的耐力。

对积极从事耐力运动的人来说，他的运动项目比我们贫乏的定位意味的多得多，部分已成为生活态度作用到他的生活习惯，也时常突破目标。我们不想在这里兜售“耐力思想”，而是提供信息与咨询，根据自己的经验和对此问题职业的研究分析时，拿出可靠的主观评价。

任何一个生物体系的衍生都是对变化的环境条件的适应（生物适应），该适应过程当然也适用于各种负荷条件下的人体组织。

体育运动中的耐力负荷便是这样一种刺激：对未受训人群来说，每天10分钟中等强度的大肌群负荷，如跑步、骑自行车、游泳、划船、越野滑雪等，即可提高耐力能力（小训练计划）。每个人通过质量、持续时间和密度刺激的系统化与对运动水平的个体适应，就能进行例如耐力领域的运动训练。

运动心脏

一个最有名并在医学界广为争论的耐力运动适应现象之一，就是人称的“运动心脏”。

运动心脏的定义：从纯解剖学的角度看，运动心脏通常是由于心腔扩大和心壁的加厚（肥大，见图1.1和1.2），心脏几近一致的加大（扩张）。

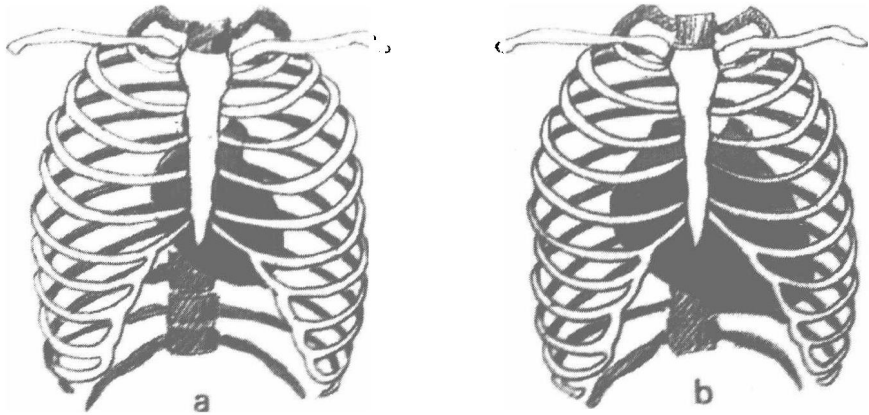


图1.1 未经训练的心脏与运动心脏的区别

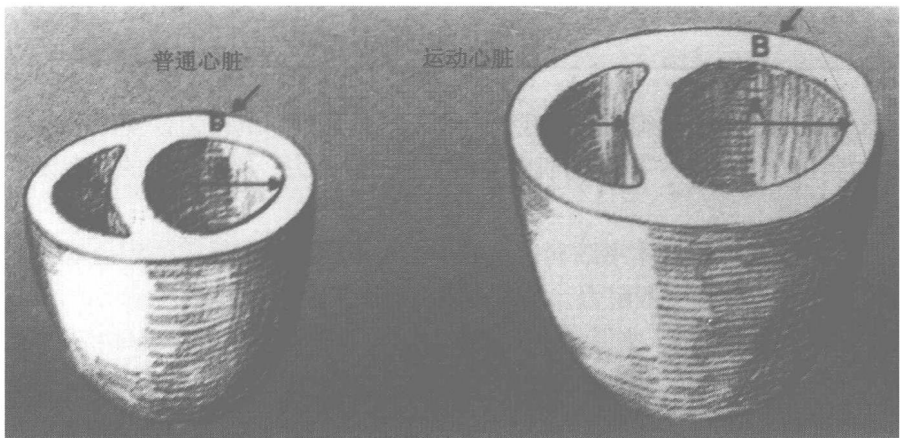


图1.2 通过左（大一点的、A, a）和右（小一点的、A', a'）心室横截面图来表现一般与运动心脏之间容量与心壁强度的区别

因此，运动心脏比普通心脏更重、容积更大。为了看得更清楚，给出几组数据：

未经训练的成年人的心脏重量为250~300克之间，心容积为600~800毫升，而受过耐力训练的人的这两个值分别为350~500克和900~1300毫升，女子的值比男子略低一些。

迄今为止测量到的最大心容积是一个公路自行车运动员的，为1700毫升。

心脏扩大的生理优势表现在静态和负荷时每搏输出量提高，血液循环和氧运输能提高一倍。在负荷条件下，高水平的竞技运动员的心脏每分钟可泵30~40升血液，而未受训人的心脏每分输出量只有20升。

除这些肉眼可辨的变化外，我们还能看到只有用显微手段可见的结构变化，其中最重要的是，由于蛋白结构的增多，肌纤维密度增加，细胞核、线粒体和酶数量上升。

所有这些变化都是为了适应负荷的增加，改善心肌工作能力，因而心脏储备扩大，还能额外通过心肌血液供应的改善支持冠状动脉。

心脏对耐力负荷的另一个适应机制是植物转换，也称作迷走神经兴奋，它使安静心率

明显下降到50次/分以下，极端情况下到30次/分，而未经训练的成年人为60~80次/分。应力应变情况下，迷走神经兴奋极化的运动心脏反应明显比普通人安静得多。

备注：植物中枢神经系统自主调节心脏工作，即心脏行为不受意识的影响，这两种植物调节神经叫做迷走神经（副交感神经）和交感神经，迷走神经对心脏有镇静和降低频率的作用，交感神经系统起到激活和提高频率的作用，这两个系统适当地调节使心脏机能适应负荷环境。

◆ 谁得到一颗运动心脏

不是每项体育活动都能练成运动心脏。只有在竞技条件（系统的大众体育、竞技体育和高水平竞技体育）下有规律的耐力负荷才有发展运动心脏的生物刺激。

在竞技体育的力量性项目中，有时遇到心壁略微变厚的现象，但绝不是舒张，因此不是运动心脏。这就是说，一个力量项目运动员加大的心脏往往被怀疑有病。

青少年耐力运动员运动心脏的原基已在青春期前出现，不会导致未来生活中的副作用。也就是说，青少年时期的耐力竞技不会对心脏进一步的发育产生致病的影响。

运动心脏的形成不受性别和年龄的影响，而是与相应的耐力刺激相关。但女子的适应程度明显比男子低，女子最大的容量为1100毫升（赛艇运动员）。

◆ 运动心脏医学特性

运动员要注意，他的运动心脏虽明显表现出更好的竞技广度。但是，在安静条件下特别是由卧到站立的快速体位变换时，有时也会出现短时的血压下降，略有不安或眩晕感。患急性病毒感染（呼吸道感染、流感）时，运动心脏比“正常心脏”更易出现严重的节律障碍，急性感染时绝不要从事体育活动的原则是最高座右铭。

有时对心电图变化的错误解释造成运动员不快和医生的倒霉，对运动心脏来说，它是典型的正常诊断结果，但对正常的心脏则是严重疾病的诊断结果。

有一个极端的事例，说有一位马拉松运动员，在一次马拉松长跑结束时虚脱，经过急救室、住院部和接下来的疗法的“长途漂泊”，4天后，根据心电图的变化，这个平时不太引人注意的临床诊断结果是怀疑他得了心肌梗，然而通过与马拉松赛前的心电图作比较，实际是毫无危险的运动心脏诊断结果。为防止类似的“事故”的发生，耐力运动员做心电图的诊断时，要告诉医生他所从事的体育活动，这样会使心电图变化的评定容易些。

最常见的运动心脏心电图变化有：

* 安静心率变慢（迷走神经兴奋）：窦性心律过缓；替代节奏；逸搏心率；心室传导阻滞。

* 肥大迹象（过大的心脏）：R波过高；不完整/完整的右束支传导阻滞。

* 假梗塞迹象（假的心肌梗塞迹象）：ST段抬高；分离的R波损失；T-负向（多为V₃/V₄）。

区分运动心脏与病态心脏最重要的辅助是负荷测试（负荷心电图）

* 负荷时，运动心脏可疑的诊断结果消失或不变。

* 负荷条件下，病态心脏结果变坏。

再用超声心脏检查（UEG）可做出很好的评定，分清是运动心脏还是心脏病。

◆ 运动心脏再退化

认为有运动心脏的竞技体育选手在结束运动生涯后心脏受损的看法是错误的！停止训练后，只要没患病，扩大的心脏几乎无一例外地会退化。如果运动生涯结束得太突然，可能出现没有危险的、但感觉不适的机能失调，如心悸和没有危险的节律失调等现象。人们把它们统称为急性去负荷并发症或急性运动退役综合症，出于这个原因，建议运动员要逐渐停训。

再强调一下，突然中止体育活动后，不会有心肌梗塞或“心脏肥大”的危险！

总而言之，运动心脏是具有很高竞技广度的健康心脏，不论年龄，男性女性经过有规律的耐力训练都可以练就运动心脏，运动生涯结束后又会退化。

血管系统对耐力负荷的适应

心脏是发动机，血管是循环系统的路。一方面，血管担负着血液和血成分输送的功能；另一方面，它还可以在末流道路（毛细血管）中进行氧气、营养和代谢物的交换。如图1.3所示，各器官系统的供血程度取决于负荷程度：这样一来，安静状态下的血流模式与运动负荷时明显不同。

图1.3中显示的血液重新分配可受植物中枢神经系统（交感神经/副交感神经）和激素（脑下腺和肾上腺激素）的调控。

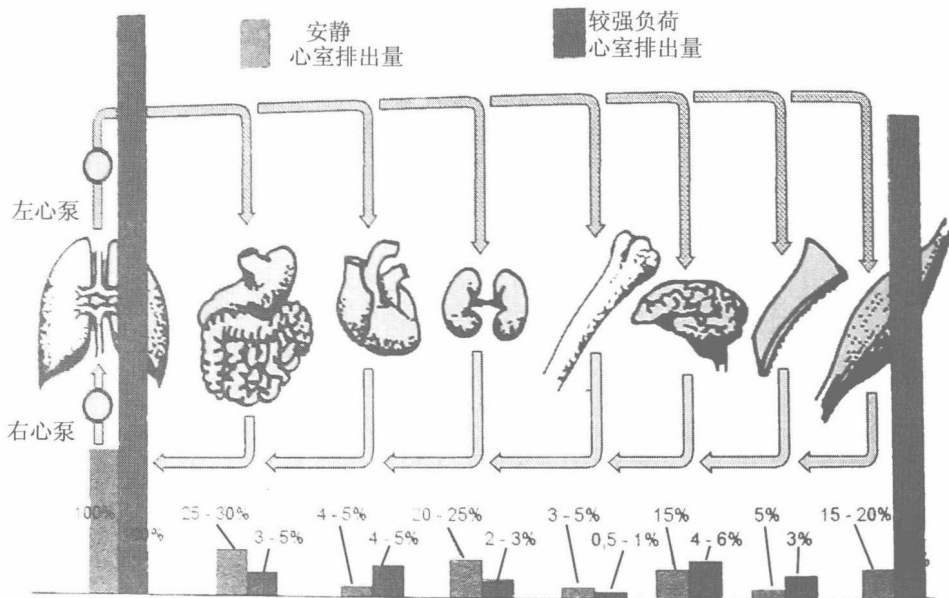


图1.3 几个重要器官安静（左柱）与负荷时（右柱）的血流示意图，根据Findeisen等人的图修改

耐力训练会导致血管系统下列的适应结果：

（1）安静和各个负荷阶段的动脉血压降低（通过训练和心脏做功的改善，健康人在最大做功时也会有更高的血压）。

血压下降的原因是：

- 改善与保持大血管高度的弹性程度（气室功能）；
 - 更高的迷走神经兴奋；
 - 血容量重新分配给肌肉组织。
- （第八章将论述血压降低对健康的益处）

（2）肌肉毛细血管改善。

我们发现，在训练有素的耐力运动员肌肉组织中，血管系统（毛细血管网络）更密，一方面通过新的毛细血管构成，另一方面通过所谓的旁路构成（图1.4）。

毛细血管增多的好处是改善氧和养分供给，更有利于有毒代谢物和疲劳物的排泄。

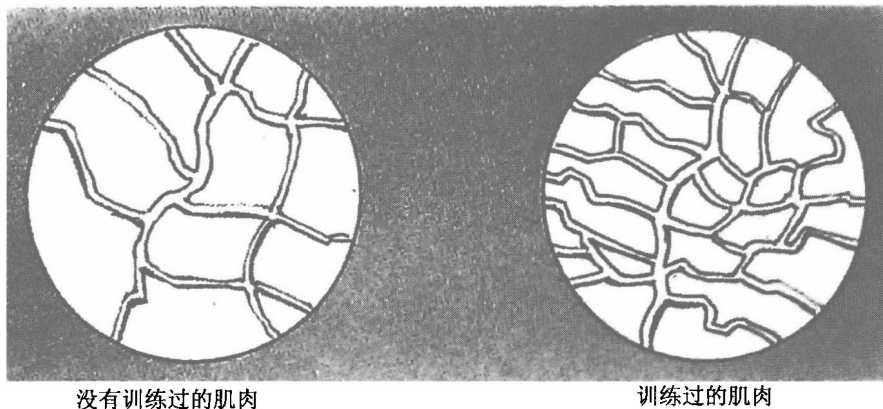


图1.4 没有受过训练与受过训练肌肉的肌肉组织毛细血管供给

(3) 血管调控功能经济化。

训练与安静条件下，血流重新分配的经常变换促进植物和激素系统对心理生理领域负荷提高的适应，植物调节功能的经济化能使训练者具备在比赛环境下更高的负荷能力，同时有更高的抵抗动静脉部位的血管病的能力。

血流重新分配有多强，连外行也看得出来：在长跑运动员最大负荷阶段，躯干和膝腘肌部位出现白斑，这是皮肤缺血的迹象。经验丰富的运动员利用这个腿部最大负荷现象作为迷惑对手的战略手段（短时间的速度提高），以迫使对手乳酸过度。

在血管系统中，定期的耐力训练可使血压下降、肌肉毛细血管增多和动、静脉部位血管调节的改善。

血液对耐力做功增加的适应

人们把循环系统的成分统称为血液，没有受过训练的成年人全身血量在5~6升之间，血液组成部分与机能见下面的图1.5。

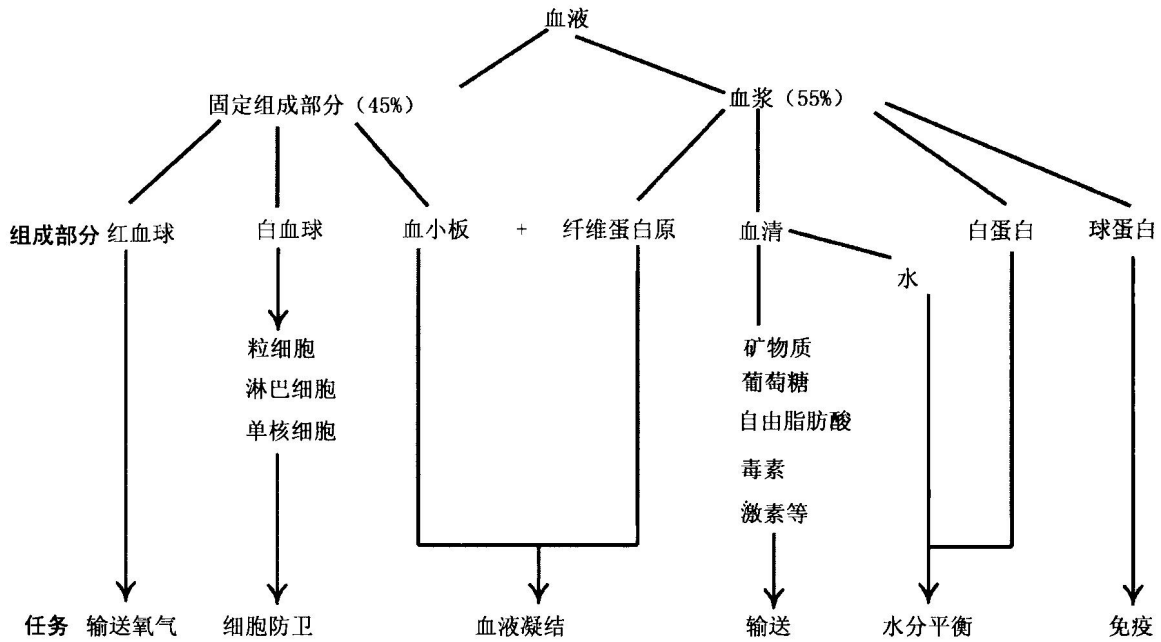


图1.5 血的成分与其机能意义 (根据Weineck修改)

耐力训练造成血液系统最重要的反应：

- 整个血容量提高多至25%，成年人相当于增加1~2升，这时的血浆容量增加约2/3，血球（红细胞）容量增加约1/3。

第一，与红细胞同比例增加的水分有稀释血液的优点，血流通畅（黏度降低）；第二，耐力运动时，体液交换提高，身体具有水储备（温度平衡等）。

红细胞的增加提高血液运输氧的能力，由于组织供氧改善（改善的氧利用），因此极端要求时的竞技能力提高。血流慢时红细胞形成栓塞（聚合）的可能性减少，各个细胞能弹性变形，更好地通过狭窄的地方（图1.6）。

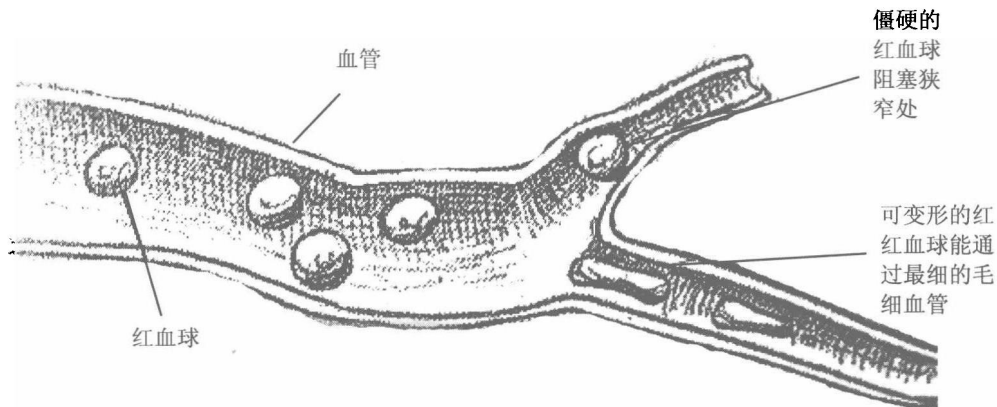


图1.6 作为适应反应的红血球可塑性改善