

【美】马克·克里恩（Mark Klion, MD）、特洛伊·雅各布森（Troy Jacobson） 著 王悦 译

铁人三项运动 解剖学

（全彩图解版）



纽约铁人三项比赛医疗联合主任

马克·克里恩

美国铁人三项教练委员会成员

特洛伊·雅各布森

联合
创作

针对铁人三项的全身肌肉训练

手臂、肩部、胸部、核心部位、
背部和颈部、腿部

提升游泳、跑步、骑行的运动表现
有效避免运动损伤

 中国工信出版集团

 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

铁人三项运动解剖学

(全彩图解版)

【美】马克·克里恩 (Mark Klion, MD)、特洛伊·雅各布森 (Troy Jacobson) 著

王悦 译

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

铁人三项运动解剖学: 全彩图解版 / (美) 马克·克里恩 (Mark Klion, MD), (美) 特洛伊·雅各布森 (Troy Jacobson) 著; 王悦译. — 北京: 人民邮电出版社, 2017.9
ISBN 978-7-115-44836-1

I. ①铁… II. ①马… ②特… ③王… III. ①铁人三项全能运动—运动解剖—图解 IV. ①G804.4-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第190666号

版权声明

Copyright © 2013 by Mark Klion, MD and Troy Jacobson

All rights reserved. Except for use in a review, the reproduction or utilization of this work in any form or by any electronic, mechanical, or other means, now known or hereafter invented, including xerography, photocopying, and recording, and in any information storage and retrieval system, is forbidden without the written permission of the publisher.

免责声明

作者和出版商都已尽可能确保本书技术上的准确性以及合理性, 并特别声明, 不会承担由于使用本出版物中的材料而遭受的任何损伤所直接或间接产生的与个人或团体相关的一切责任、损失或风险。

内 容 提 要

铁人三项运动是对人类技巧和耐力的严格考验, 不管是铁人三项的业余爱好者, 还是专业运动员, 都需要学习一定的铁人三项训练原理及方法, 才能够有效提升运动表现, 并预防损伤。

本书首先简单介绍了铁人三项运动, 详细讲解了如何做有氧运动以提升心血管及心肺功能, 然后提供了针对铁人三项运动的手臂、肩部、胸部、核心、背部、颈部、腿部及全身的训练动作。每个动作均配有全彩的肌肉解剖图, 深入解析骨骼、器官、肌肉、韧带和肌腱活动驱动人体运动的原理, 且每个动作都给出了详细的训练步骤、该动作使用的关键肌肉、涉及的主要肌群和次要肌群, 部分动作还配有变式练习, 以供有不同训练需求的读者使用。此外, 本书还帮助读者制订个性化的铁人三项训练计划, 最后一章“损伤预防”则可以帮助读者构建身体平衡、避免运动损伤并保持最佳的运动状态。

-
- ◆ 著 [美] 马克·克里恩 (Mark Klion, MD)
特洛伊·雅各布森 (Troy Jacobson)
译 王 悦
责任编辑 裴 倩
责任印制 周昇亮
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京市雅迪彩色印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 700×1000 1/16
印张: 12.75 2017年9月第1版
字数: 286千字 2017年9月北京第1次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2016-4052号
-

定价: 69.80元

读者服务热线: (010)81055296 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

谨以此书献给我的爱妻詹妮弗和我的孩子杰克、丽贝卡和凯尔，感谢他们坚持不懈地支持我的所有努力。没有他们的爱和理解，我不会有今天的美好生活。我爱你们。

马克·克里恩

谨以此书献给我美丽的女儿奥佩和克洛伊。祝你们梦想成真。特别感谢我父母多年来无私的支持，感谢珍始终不变的鼓舞和为我所做的一切带来灵感。

特洛伊·雅各布森

前言

在过去10年，参与铁人三项运动的人数显著增长。技术的进步为铁人三项运动的各方面训练和比赛铺平了道路。体育运动设备每年都得到改良，它们让参加铁人三项的运动员跑得更快、变得更健美和保持更好的身体状态。所有这些进步都离不开经费的投入。对入门级运动员而言，与技术的进步相比，参与铁人三项运动和完成比赛目标带来的纯粹乐趣更重要。

铁人三项运动的训练和比赛并不是伴随我们成长的活动。现在最流行的是小联盟比赛、足球巡回赛、其他个人和团队运动，以及许多活跃的周末体育运动。这些体育运动的参与者不愿意参加更严酷的铁人三项运动，仅有极少数人，包括专业及年龄组竞赛选手在内，能够在铁人三项的所有三个项目中均有极丰富的经验。今天，随着越来越多的青少年和儿童参加铁人三项运动，将有一批新的运动员有更好的机会成为优秀的铁人三项选手。铁人三项运动让你重回年轻状态！

有一些人认为铁人三项运动是在20世纪20年代起源于法国。而现代的铁人三项运动的第一次现代游泳、自行车和跑步比赛于1974年9月25日在加利福尼亚州的圣迭戈米逊湾举行。之后，因为比赛的全程距离具有高度的灵活性，所以包括像短距离、奥林匹克标准距离、半程铁人、全程铁人和全程铁人十日竞速在内，几乎每个周末在美国和世界各地都有比赛在进行。

不管距离是多少，训练原则没有改变。提高心肺功能、增加肌肉骨骼力量和爆发力能为提高成绩打下扎实的基础。铁人三项运动员常常喜欢说，“火车的引擎越大，它的速度就越快。”一个快速引擎因为过度训练而经常抛锚的情况不仅让人沮丧，也表明有问题存在。一个包括了力量和柔韧度的全方位训练计划，能够造就一台运转更加流畅的大尺寸引擎。

随着运动员在体育运动中投入更多时间和精力，损伤的预防和治疗将至关重要。不管是新手还是经验丰富的运动员，本书提供的信息都能让他们更好地理解肌肉骨骼系统是如何工作，以及特定的铁人三项锻炼和训练会给肌肉骨骼系统带来什么样的影响。

记住，在追求成绩的过程中，永远不要偏离安全的基本运动技能和有效的耐力运动训练。

第1章介绍铁人三项运动。第2~3章讨论作为引擎的心血管和心肺功能系统的训练。第4~10章提供运动专项训练的详细解剖图及其描述，这些训练已被证明能够提升力量和成绩。每项训练都有一个图标，分别表示铁人三项运动的3个项目。一些训练手段可能特定针对一个项目而某些可能指向多个项目。

通过图标来指导你的具体训练计划，以此来解决潜在弱项并在训练



和竞赛中优化和完善。为此，第3章对如何制订个性化训练计划非常有帮助。第11章提供关于预防损伤的重要信息，不仅描述了铁人三项运动员会遇到的常见损伤，而且介绍了合适的训练手段以及治疗原则来帮助运动员重回赛场。

《铁人三项运动解剖学（全彩图解版）》的一个特色是每项训练中都有解剖图，而且附有详细描述，我们希望它们对你有所帮助。解剖图会说明每个动作中用到的关键肌肉，用颜色来区分从动作开始到结束所涉及的主要肌群和辅助肌群。



参加铁人三项运动是对健康和体适能水平的追求。对一些运动员而言，比赛是为了至高无上的奖项，但对许多人而言，铁人三项运动是一种丰富多彩的生活方式，具体表现在训练、比赛和人们之间的信息分享上。这本书所包含的智慧结晶都是建立在经验的基础之上。我们将它拿出来与你分享，希望能够帮助你通过坚持参加铁人三项运动来保持健康的生活方式。用合理的训练让健康与你相伴。

目 录

前言

第1章 铁人三项运动简介	1
第2章 有氧运动训练	5
第3章 制订个性化训练计划	11
第4章 手臂训练	17
第5章 肩部训练	33
第6章 胸部训练	53
第7章 核心训练	71
第8章 背部和颈部训练	93
第9章 腿部训练	119
第10章 全身训练	153
第11章 损伤预防	175
关于作者	196



铁人三项运动简介

对速度的追求并不是什么新概念。人类追求速度的欲望可追溯到第一届奥林匹克运动会，并一直延续到近些年获得世界飞人称号的运动员。铁人三项运动的现代形式只出现了40年时间，但经历了令人难以置信的演变。从1974年一项只有15名选手参赛的首届铁人三项长距离比赛，谁能料到它会成为一种国际运动？人们参与铁人三项运动的热情仍在持续增长。最有经验的铁人三项运动员都知道，而新手也很快会知道，可通过网络报名的那些极受欢迎的铁人三项比赛，名额几分钟就被抢光了，即使不抢光也所剩无几。这种狂热的模式对这项运动是好是坏尚未有定论。但是它确实反映出人们对铁人三项运动有着令人难以置信的参与欲望。

美国铁人三项协会是美国铁人三项运动的国家理事机构，其会员数量十年以来猛增523%，从2000年的21 341增长到2010年的133 000。最新数据显示，有超过230万人参加了铁人三项运动。铁人三项运动作为项体育运动正在得到迅猛发展。

俗话说得好，“一分耕耘、一分收获”，铁人三项也是如此，它的时代到来了。每项体育运动都有其标志性事件。许多跑步运动员将马拉松比赛看作最终目标或者是自己的双腿能够征服的东西。自行车运动员经常梦想能够参加环法自行车赛，拿着一杯香槟和队友一起骑行，被车迷欢呼致意。山地自行车运动员渴望参加莱德维尔100千米赛。对于狂热的跑步爱好者，波士顿马拉松赛是他们心中的麦加。游泳运动员可能梦想着参加奥运选拔赛或横渡英吉利海峡。对许多铁人三项运动员而言，铁人称号的诱惑，尤其是科纳铁人三项世界锦标赛的铁人称号，深深吸引着他们。只有相对少的人，将梦想变成了现实，但是对其他人而言，能够作为铁人三项运动大家庭的一分子就够了。参与铁人三项运动成为他们的身份象征之一。这个大家庭的人数最近几年得到了快速增长的同时也孕育了一个能够满足每个成员需求的产业。

铁人三项出版物每个月都会公布技术进步带来的设备更新。对于好钻研的铁人三项运动员，目前可以找到关于训练技术、损伤预防、营养和几乎每一个可以想象到的主题文章。铁人三项俱乐部在每个社区中如雨后春笋般涌现。这些俱乐部通常提供训练搭档、教练服务、购买折扣，还有令人轻松的友谊氛围。有这么多资源可以使用，难怪很多铁人三项运动员的游泳、骑自行车和跑步都变得更快了，当然他们在运动中的穿着也看起来更加炫酷了。

铁人三项运动的赛程

不管赛程多长，铁人三项都是涉及多种体育运动的体育比赛，要求连续完成三种体育运动，即游泳、骑自行车和跑步。比赛有各种不同的赛程可供所有参与者挑选。常见的赛程是短距离、奥林匹克标准距离、半程铁人（或IM 70.3）和全程铁人（参见表1.1）。

表 1.1 铁人三项运动的赛程

	游泳	骑自行车	跑步
短距离	750 米	20 千米	5 千米
奥林匹克标准距离	1500 米	40 千米	10 千米
半程铁人	1.92 千米	89.6 千米	20.96 千米
全程铁人	3.84 千米	179.2 千米	41.92 千米

短距离铁人三项和其他更短距离的竞赛可能对铁人三项新手运动员更有吸引力，因为所投入的训练时间更短。此外，也有一些运动员非常擅长短距离竞赛，享受高强度、竭尽全力的速度竞赛带来的乐趣。短距离铁人三项的持续时间可能会有所不同，但是1小时20分钟通常被认为是具有竞争力的成绩，具体成绩水平还取决于选手所在年龄组。

在奥林匹克标准距离竞赛中，训练和比赛时间都相应增加。根据赛事主管约翰·科尔夫的描述，2010年在纽约市举行的奥林匹克标准距离的铁人三项比赛中，3 500多名运动员的平均完成时间为3小时4分39秒。冠军的完成时间为1小时48分11秒！

半程铁人和全程铁人的训练时间和比赛时间会更长。尽管用米制来表示铁人三项运动的赛程很方便，但是使用英里（1英里约为1.6千米）往往更加实用。半程铁人三项现在通常称为70.3，它表示完成比赛的总英里数。全程铁人三项现在通常称为140.6，依次由2.4英里的游泳、112英里的骑自行车和26.2英里的长跑组成。铁人三项运动继续作为一些运动员不懈追求的目标，并吸引着不同年龄、不同体格和不同运动水平的选手参赛。

转换

铁人三项运动的每个赛段之间会涉及从一个运动项目到另一个运动项目的过渡。这些过渡转换分别称为T1和T2。T1是指从游泳转换到骑自行车，T2是指从骑自行车转换到跑步。经验丰富的铁人三项运动员知道完成这些转换所花费的时间同样也需要计算到总时间中。转换区可能决定着比赛的输赢，它不是一个消磨时间的地方。转换区对比赛恢复起到重要的作用，运动员在那里可以片刻休息和处理比赛进程中出现的问题，包括补充营养、涂抹防晒霜和上厕所，这些都是比赛过程需面对的事情。

铁人三项运动的生物力学

铁人三项比赛包括三种运动：游泳、骑自行车和跑步。每种运动都需要一种肌肉协调运

动员的模式，让关节产生动作，从而产生力量驱动铁人三项运动员前进。随着铁人三项运动员从一个项目转换到下一个项目，其负重载荷也随之增加。

游泳需要铁人三项运动员处于俯卧位、脸在水中朝下并使用手臂和腿推动身体前进。大多数没有游泳背景的人很快就会发现游泳动作的效率和速度与游泳技术的关系非常大。对于在技术上受到挑战的运动员，胶衣（在特定水温下使用是符合规则的）可以提供浮力，帮助产生更好的游泳姿势，从而减少腿上的阻力。大多数铁人三项运动员更多地使用手臂而不是下肢来推动身体前进，这可能是为了防止骑自行车和跑步时下肢过早出现疲劳。

转换到骑行之后，更强调下肢和核心的力量。上肢起到促进稳定的作用，并协助骑行技术的发挥。

跑步在三项运动中负重载荷最大，会给身体带来巨大冲击，而且要求上肢和下肢平稳协调，以实现高效的步态模式。后面章节中所述的力量训练，包括分离式训练和专项训练，将有助于建立强大的基础来输出爆发力和速度，同时还可以预防损伤。

耐力考验

将所有铁人三项赛段贯穿在一起的共同纽带就是它们都需要具备长时间的运动耐力。这和许多其他运动不一样。职业美式橄榄球球员在60分钟的比赛每人平均上场12分钟。根据目前的计算，在平均90分钟的足球比赛中，一名足球运动员大约跑动10千米。即使是最短的铁人三项运动，要想保持持续运动，对运动员的耐力要求都比上述运动要高。

可以通过心肺和肌肉骨骼系统训练来提高这种耐力。随着对运动员进行有氧和无氧运动相关能力的深入研究，还有包括提高肌肉骨骼功能等（如力量，柔韧性）在训练技术方面的研究，强大的运动表现才可得以实现。

损伤的预防与治疗仍将是参与铁人三项运动的重要组成部分。身体遭受重复性应力会导致组织破损，继而引起损伤。一个有故障的引擎不会跑得很快。与损伤管理一样，训练和比赛的心理因素也是重要一环，包括学会不间断的努力，或者就像一些经验丰富的运动员所想说的，要学会忍受。进一步挖掘潜力是耐力运动比赛中影响成绩的重要因素。有些人似乎能够更努力和坚持更长时间，但是对大多数铁人三项运动员而言，由于训练和比赛的严酷，挖掘潜力有时与平衡家庭和工作的压力相冲突。铁人三项赛中的单身女性和男性在该运动群体中屡见不鲜。虽然这是开玩笑，但是这种压力和获得健康生活相对应的投入似乎会让铁人三项新手难以应对。在完成任意距离的铁人三项比赛之后，通常所有支持者会一起分享和庆祝这一激动人心的时刻，共同感谢这段投入和付出的经历。

训练注意事项

有了知识和装备，我们为什么不会像专业运动员一样训练和比赛？遗传对一个人的运动能力起到重要作用。一些人具有运动基因，一些人却没有。个人努力和周密安排的训练计划可

以帮助运动员提高成绩。

随着人体生理学基础知识的增加，我们知道我们的身体在周密的训练计划下会取得更好的成绩。没有计划的训练或无视常见的伤害警告将导致身体受伤。每一位运动员都有一个身体极限，超过该极限身体就会吃不消，会增加受伤风险。每个运动员的极限阈值都是不同的，而且该极限还取决于铁人三项比赛的参赛经验。这些年以来，关于训练总量与质量的理念变化已经在某些训练的训练量和训练类型上得以体现。这对成熟的运动员，即40岁以上的运动员来说尤其如此。

我们都喜欢想象自己仍然是孩子，然后不顾后果地参加训练，但是无论我们的年龄是多少，如果我们不注意自己的健康，我们的身体就会通过疼痛和潜在损伤等不同方式来提醒我们。耐力在35岁左右达到顶峰，然后逐步下降，到了大约50岁之后，将下降得更快。肌肉质量在20多岁时达到高峰，此后逐年下降。对不起，我说了些坏消息。但也有积极的一面，科学表明侧重于增加力量的锻炼可以减少肌肉的损失。随着年龄的增长柔韧性也会出现下降，这可以通过牵拉运动来改变，而且良好的柔韧性有助于维持肌肉功能并减少损伤的发生。成年运动员在耐力训练中需要特别注意和保护柔韧性，以此让训练和比赛计划得以顺利进行。

人们对于力量训练能够提高成绩的观点实际上仍然存在争议。任何教练或运动医生都支持井然有序的训练计划，其中包括力量和柔韧性训练。计划的目标应该是促进肌肉骨骼健康和提高身体机能，以应对在耐力活动中所遭受的重复性应力。在体育运动专项训练中增加力量，可以提高动作的效率并减轻活动时身体的相对阻力，这将有助于您跑得更快，并减少对身体的压力。

核心稳定性这个概念已成为运动表现训练中的时髦词语，可以将其定义为身体运动和产生力量的基础。腹部和骨盆的核心肌肉作为运动的稳定性和力量的来源尚未得到充分的开发使用。该部位力弱或功能不足可能是铁人三项运动员受伤的主要原因。如第7章所述，加强该部位的肌肉群锻炼有助于提升铁人三项运动能力中的爆发力和速度。

本书全部内容都是围绕解释身体的每一部分与铁人三项运动的关系而展开的。本书介绍了软组织的交互作用，包括肌肉、肌腱和韧带，以及骨骼和某些关节。每章都是以如何最大限度地加强这些部位为线索，以用于提升成绩和损伤预防方面的工作。所述的训练服务于运动专项训练，讨论常见损伤表现以及强调恢复和休息的重要性，其目的在于确保你在参与铁人三项运动中能够尽量避免损伤。第11章讨论如何组织和执行训练计划，帮助你减少受伤的可能。在第2章，我们探究与铁人三项运动有关的心血管和心肺系统如何运作的问题。在我们比赛和训练的时候，心脏将血液泵向肌肉。引擎越强意味着心脏就越强大，我们能够坚持的时间就越长，同时速度也越快。我们要刻苦训练，但更要聪明地训练。



有氧运动训练

CHAPTER 2

我们为什么锻炼？是否为了拥有更理想的身材？是否为了缓解生活中的压力？是否为了获得一种成就感？是的，所有这些，而且不止于此。医学研究表明，定期参加锻炼，包括每天适度运动30分钟，就能显著降低患心血管疾病、非胰岛素依赖型糖尿病、高血压、骨质疏松症和结肠癌的风险。因此对这类病患高危人群而言，体育健身尤为重要。

一些铁人三项运动员将追逐更快更强列为首要目标，对于他们来说，构建最大和最强的引擎是训练的终极目的。本章主要介绍了心血管和心肺系统的强化训练将如何有助于构建这样的引擎，同时介绍了心血管系统如何改善健康水平和提升运动成绩的内容。

心血管和心肺系统

心血管和心肺系统（参见图2.1）包括心脏、动脉、毛细血管、静脉、肺部及其血管，它们支持并提供完成训练所需的5个重要功能：

1. 心脏通过动脉向工作状态下的肌肉输送氧气；
2. 血液通过静脉回流至肺部补充氧气；
3. 工作状态下的肌肉所产生的热量通过动脉和毛细血管输送到皮肤，帮助调节体温；
4. 葡萄糖（提供能量）和激素（维持体内平衡）通过血液被输送到活动状态下的组织；
5. 通过静脉和淋巴管将活动状态下的组织代谢废物转离，让活动得以延续进行。

心脏向工作肌肉输送氧气

心脏是一个在响应训练中通过增大体积从而提升收缩力的肌肉组织。通过上述的适应性变化能够有效地将更多的血液泵向工作肌肉。心输出量（CO）是给定时间内左心室或右心室射入主动脉或肺动脉的血量，同时也是用于确定心脏功能的一项医学指标，其数值越高，表明心脏越强大。它通常用这个方程计算：

$$CO = \text{每搏输出量（每次收缩推出的血量）} \times \text{心率}$$

训练带给心脏的好处包括静息，运动以及恢复状态下所对应心率的降低。静息心率可以用于衡量运动后恢复以及整体的健康状况。静息心率为睡眠中醒来后，人体在静卧状态下测

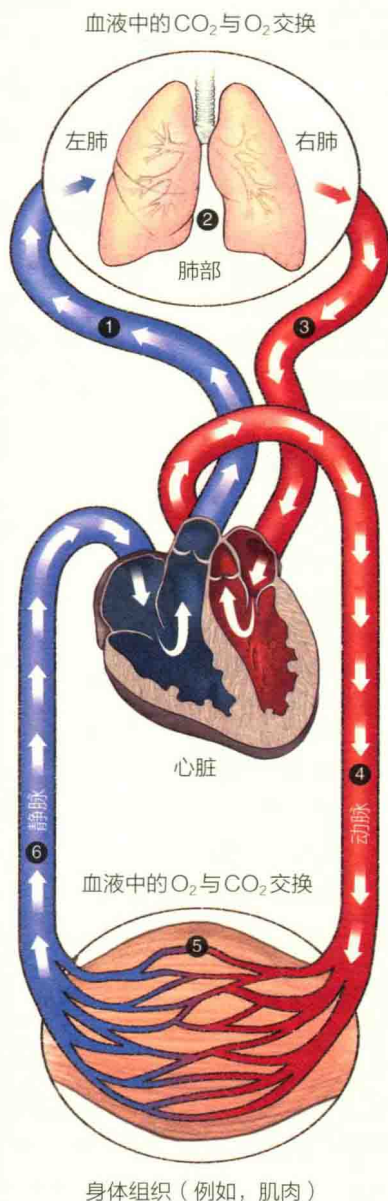


图2.1 血液通过心脏、肺和肌肉循环

百分比 ($VO_2 \max\%$)，它与另一个概念相关，即无氧阈或乳酸阈。乳酸阈指的是人体在递增负荷当中出现血乳酸急剧上升且运动表现无法维持的一个数值。本章后面将就此做更多讨论。通过有氧训练来增强细胞处理氧气的能力，以及通过乳酸盐阈值训练来开发更好的运动耐受能力，运动员可以构建一个更强大、更高效的引擎（该内容将在第3章做进一步讨论。）

量获得的心率，测量的静息心率只要高于日常静息心率5次，就可能暗示着即将患病或有过度训练倾向。运动心率可以在运动过程中通过手动测量或心率监视器测量出来。

一个受过良好的适应性训练的运动员可以以较低的心率游泳、跑步或骑自行车，从而降低代谢需求。一颗强大的心脏还可降低运动后心率恢复静息水平所需的时间，这称为心率恢复。医学研究表明，在运动之后的一分钟内，如果心率下降少于12次，就可能存在心血管疾病风险。

其他一些评估生理健康的重要指标包括最大心率、乳酸阈和最大摄氧量 ($VO_2 \max$)。这些指标的测定要使用专门的设备，而且需要受过培训的人帮助解释测定结果。

为了方便这里的讨论，我们将最大摄氧量 ($VO_2 \max$) 定义为个体输送和利用氧气的最大能力。许多病症会影响最大摄氧量，包括肺部疾病，它会减少扩散到血液的氧气量；心脏衰弱，不能将足够的血液泵向组织；以及缺乏训练的肌肉，其处理氧气的细胞器相对不足。虽然最大摄氧量被认为心肺健康和最大有氧运动能力的最佳单一指标，但是将它作为预测成绩的指标，效果通常不佳。最大摄氧量受许多可变因素的影响，包括年龄、性别、体重、健康水平和个体遗传因素。对大部分运动员而言，通过训练只能改变最多10%的最大摄氧量。在未受过训练和准备开始参与训练计划的人群中，最大摄氧量能够得到较大的提升。

测量运动员运动表现能力更准确的方法是测量其在最大摄氧量或接近最大摄氧量条件下所能执行游泳、骑行或跑步的时间，这称为最大摄氧量

血液返回肺部

在回流到心脏的血液中，红细胞中的氧气几乎耗尽。有一种叫作血红蛋白的蛋白质，绝大多数红细胞都是由它构成的。它与氧气结合，从而将氧气输送到身体各部位。肺及其毛细血管给耗尽氧气的红细胞补充氧气。红细胞在血液中的百分比称为红细胞压积，通常男性为45%，女性为40%。血液中的其他成分主要为含水量较高的血浆，溶性蛋白、葡萄糖、凝血因子、矿物质、荷尔蒙和二氧化碳等。

高原训练因为被认为在缺氧环境下可以诱导红细胞的增加，提高运动员携氧能力从而使心肺功能增强的原因而备受追捧，然而，“高海拔训练，低海拔比赛”这一概念在过去几年中受到了挑战，而且仍存在争议。适应高原训练过程在红细胞生成素的控制下可以让细胞数量增加，但是可能需要长达4周才会发生，因而在海拔超过某一高度进行训练实际上不利于提高成绩，更合理的训练计划是选择在高原或在可调节氧气含量的帐篷内睡眠的方式来刺激红细胞的合成再生，然后在低海拔的区域训练和比赛。过去用于增加红细胞的其他一些方法是非法的而且可能非常危险，例如使用提高运动表现的药物或进行血液回输。

热量被输送到皮肤进行体温调节

体温调节，即保持体温恒定的能力，可以通过调整机体的产热、散热过程实现体温调节。体温得不到调节可能会影响运动表现，而且在严重的情况下甚至会导致死亡。在运动过程中人体的内部器官和工作状态下的肌肉会产生热量，从而导致核心温度上升。当体表温度高于外界温度时，就会通过辐射和传导散热。汗水的产生和蒸发也促进散热。随着体温的上升，为皮肤提供血液的小动脉会扩张，将血流量导向皮肤的毛细血管床，然后通过传导和对流的方式散发热量。这种散热方式的典型特征是运动员在运动的过程中脸部、胸部和手臂发红。外界的湿度、风的流动状态和人为的穿着因素可以极大地影响运动员的散热控制能力。

高热引发的疾病可能发生在任何级别的铁人三项运动。人类的正常平均体温为37℃。体温过高，即体温调节失败导致核心温度升高的状态，其范围被界定为37.8 ~ 38.3℃。它的症状包括恶心、呕吐、头痛和低血压，上述症状可导致头晕以及昏厥。中暑后不及时治疗可能是致命的，防止中暑的技巧包括饮用适量以及温度适中的液体来补充水分、戴遮阳帽遮挡太阳，以及用水浇淋身体或者用冰敷头部以增加传导散热。

血液将葡萄糖和激素输送到活性组织

有氧运动和无氧运动是细胞代谢在存在氧气（有氧）或在缺乏（无氧）氧气参与条件下的描述术语。在训练中，有氧运动和无氧运动可基于训练强度和训练持续时间的变化而二者互相转化。

有氧运动，例如长跑，是以相对较低的强度和较长的时间来完成的运动，而且需要氧

气的参与来产生能量。无氧运动，例如举重或短跑，是持续时间短、强度高的运动，其执行过程不需要利用氧气来产生能量输出。在训练期间，有氧代谢和无氧代谢的动态平衡给工作的肌肉持续输出能量，然后根据可用的能量水平，肌肉进行收缩并产生力。一个显著的能量来源是我们吃的食物。食物首先在胃中消化，然后在经过小肠和大肠时被吸收。食物中的碳水化合物被肌肉和肝脏所吸收并转换成糖原存储起来。肝脏储藏大多数糖原，需要动用糖原时，肝脏可以迅速将糖原转换回葡萄糖并通过血液输送到肌肉。

脂肪以脂肪组织的形式储存在体内，而且必须通过一系列复杂的步骤才能分解成形式更简单的甘油和游离脂肪酸，然后作为能量而被使用。身体所储备的脂肪代表着一个巨大的能量库，但是由于脂肪的调动和转换成可用能量形式的速度比较慢，因此对高强度运动而言，脂肪能量动员过慢。

蛋白质也能为长时间的运动训练提供能量，但是类似于脂肪，它需要先分解成氨基酸才可用于有氧代谢。在耐力训练期间，这种能量来源只占到总能量消耗的5% ~ 10%。蛋白质在训练响应性中确实发挥重大作用，包括生成新组织，例如肌肉，修复受伤组织以及剧烈运动导致的受损组织。

荷尔蒙系统产生内啡肽来响应训练，它让运动员在跑步过程中变得兴奋，以及产生睾丸激素和生长激素，促进肌肉生长和损伤愈合。另一方面，过度运动和过度训练可以刺激皮质醇的生产，它会抑制免疫系统的正常运行，可能导致疾病的发生以及参与训练的时间的减少。

对于营养和能量产生，一个重要的影响因素是训练期间胃肠系统消化和吸收营养物质的能力。运动中血液从消化系统中被大量调离来供给工作中的肌肉，这就会减慢胃将食物转移到肠的速度，可引起腹胀、恶心和呕吐等症状。摄入过多热量，例如吃太多的果冻、能量棒或浓缩补充饮料都会加剧症状。如果通过降低运动强度或通过停止以及减缓营养摄入的方式都无法解决上述症状，可能会继而出现严重的肠胃不适。短时间内饮用适量淡水和在比赛期间避免吃固体食物有时可以缓解此类症状。

盐分流失也是讨论肠胃不适时的一个考虑因素。盐分流失很难量化，但是如果发现运动员在比赛之后衣服上有白渍，表明他很可能因为出汗而出现盐分大量流失。盐是人体不可缺少的，它的平衡对于运动的维持至关重要。盐分的补充可来自饮料或盐片补充剂，以及来自耐力铁人三项运动比赛救助站的营养补给。

将代谢产物从活性组织中移除

在高强度训练的前两分钟，无氧代谢是能量的主要来源。在该过程中，葡萄糖在无氧条件下转化为乳酸。随着运动的继续，有氧代谢提供持续的能量。如果运动强度仍然很高，乳酸的产生也继续进行，直到身体无法通过代谢来转化乳酸或将它从肌肉移除，这称为乳酸阈。

乳酸被认为是导致肌肉疲劳与高强度训练所产生的灼烧感的主要诱因。目前的研究表

明，这些症状是酸中毒引起的，即在无氧代谢过程中产生的氢离子导致肌肉pH值变化。血浆，血液的另一个主要组成部分，将这些代谢产物从活性组织运走，帮助维持肌肉的pH值平衡。在确立训练和比赛的强度与耐力运动表现的评估当中，运动员的乳酸阈值和最大摄氧量百分比是非常有用的指标。在最大有氧能力下，运动员的高强度活动究竟能够维持多长时间？这是非常有吸引力的问题！

心率训练

心脏是铁人三项运动员的发动机。有些人很幸运，与生俱来就有一个高性能的“V8涡轮增压引擎”，而其他人生来只有一个“四缸的发动机”。遗传对一个人成为耐力运动员的潜力起到巨大作用，但值得庆幸的是，我们都可以通过适当的开发和训练来提高心脏这台发动机的输出功率。

通过使用心率监控器我们能够测量引擎的输出能力以及适合训练的理想心率区间。正如汽车的转速计测量转速来帮助驾驶员知道何时换挡一样，心率监控器可以测量训练的相对强度。

心率训练虽然是一个有效的工具，但是并不是一门精确的科学。心率受一些外部可变因素的影响较大，从环境温度到当前个体的健康状况不等。许多运动员将心率训练作为参考标准或强度指导，并根据他们的感受相应地调整训练强度。

高效使用心率监控器的第一步是确定训练区域。这可以通过在比赛、训练或实验环境中执行简单的实地测试来实现。每种方法都有其优点和缺点，但是它们都能对建立运动表现的阶段目标以及设定训练的理想强度区间作出贡献。

对于所有三个运动项目，铁人三项运动员都有各种可用的场地测试。其中针对自行车和跑步的最简单、最有效的场地测试是20分钟阈值测试。

20分钟阈值测试

1. 热身运动10 ~ 20分钟，直到你感觉已经做好应对运动强度测试的准备。
2. 做一些正式测试前的适应性运动，执行15 ~ 30秒的高强度重复动作，然后休息相同的时间，例如高强度运动30秒，再休息30秒。
3. 选择无干扰可循环道路，进行非常努力状态下可持续20分钟的跑步，而且要以最佳的配速完成。记住，配速很重要的，所以不需要在测试开端进行过于激烈的冲刺。记录20分钟努力状态下跑步的平均心率作为测试结果。
4. 整理和放松运动10 ~ 20分钟。

一旦获得了该信息，你可以自信地找到大致的乳酸阈值（LTHR）所对应的心率范围，将误差控制在几个百分点内。该数值对设置你的目标训练强度区间起到至关重要的作用（参见表2.1）。

表2.1 基于乳酸盐阈值心率（LTHR）的心率训练区域

区域	描述	训练用途	心率范围
1	简单	热身运动	LTHR的60% ~ 70%
2	中等	发展有氧能力	LTHR的70% ~ 90%
3	难	发展有氧耐力（LTHR）	LTHR的90% ~ 100%
4	很难	增加有氧运动的经济性	LTHR的100% ~ 110%
5	极难	发展速度和力量	LTHR的110%至峰值

例如，如果你的LTHR是150，则你的区域1范围是90 ~ 105次/分（BPM），区域2的范围是105 ~ 135 BPM，区域3的范围是135 ~ 150 BPM，区域4范围是150 ~ 165 BPM，区域5范围是165 BPM至心率的峰值。对于铁人三项训练，你将主要在区域3和3的范围内进行训练，以开发有氧代谢能力和耐力（见第3章了解更多关于制订训练计划的内容）。

一旦你已经通过场地测试或通过运动表现实验室测试确定了自己的不同心率其所对应的区间，就可以以更有效的方式训练来构建和强化自己的引擎。

压缩服

每当讨论心血管方面话题，就一定要提及压缩服。研究表明，在运动中使用压缩服作为恢复辅助工具可能会减少肌肉疲劳、加快体能恢复并提升耐力运动表现。其中一些好处与它对心血管系统的影响有关。遗憾的是，这些作用目前还没有得到科学验证。

相比于动脉，静脉没有强大的“泵”来推动血液回流到心脏和肺。肌肉动作提供了一些推进力。静脉的单向瓣膜防止重力引起的血液回流。细胞活动产生的代谢产物就是通过这个低速血流系统返回到心脏和肺部的。静脉功能不全是一种病症，表现为下肢的静脉无法有效地让血液回流到心脏。当静脉变得堵塞时，腿部将产生静脉曲张，而可能引起疼痛和肿胀。其成因包括遗传倾向、妊娠期和长时间站立。耐力比赛也可能导致静脉曲张，而压缩服可能有助于血液流动从而辅助预防或治疗包括下肢肿胀、疼痛以及静脉曲张的症状。

提升驱动身体这个引擎的心血管和心肺系统只是改善健康和健身的一个环节。运动对这两个系统的影响是一个非常复杂的研究话题，而且不断得到更新和更深入的理解。在下一章中，你将发现制订有效训练计划的最佳办法，最终的目标不仅将是帮你拥有更佳的速度能力和力量输出，而且能同时帮助你预防运动造成的损伤。