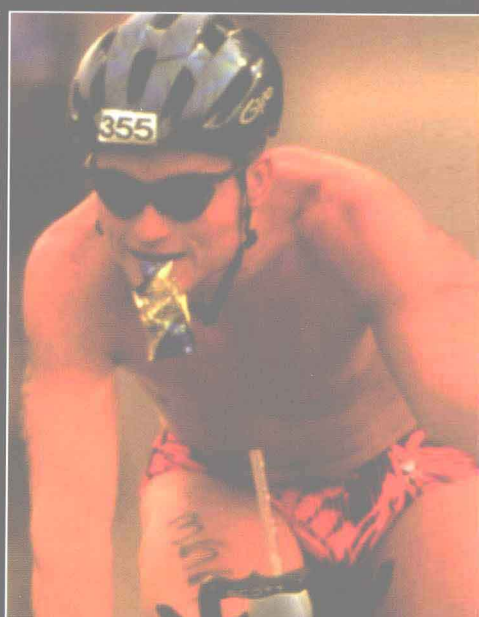
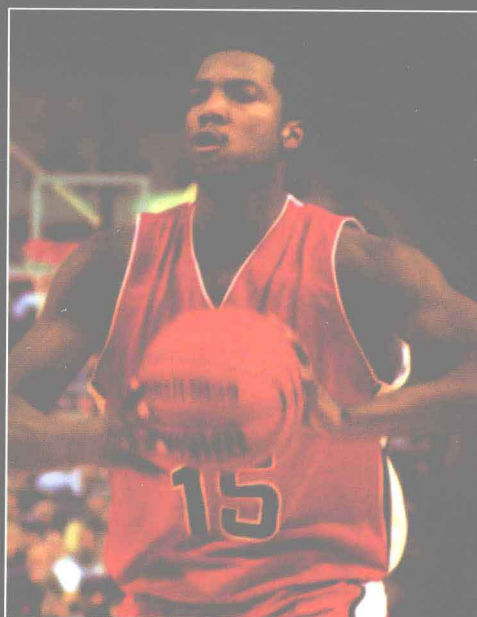
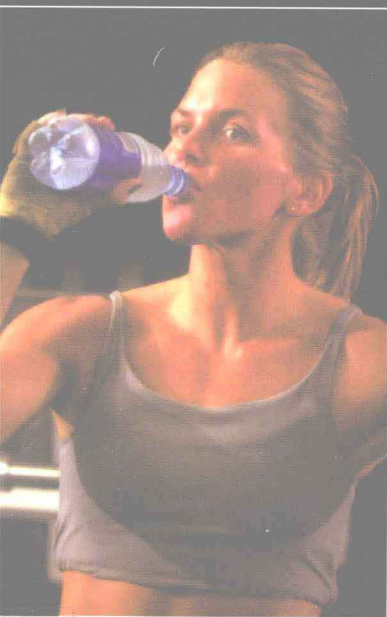


# 高级运动 营养学

细致调节膳食摄入  
实现最佳运动成绩



美]丹·贝纳多特 著

汤则宜 顾问

安江红 等 译

人民体育出版社

# 高级 运动营养学

---

[美] 丹·贝纳多特 著

(博士、研究总监、美国运动医学学会院士)

杨则宜 顾问  
安江红 等译

人民体育出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级运动营养学 / (美) 贝纳多特著; 安江红等译.

-北京: 人民体育出版社, 2011

书名原文: Advanced Sports Nutrition

ISBN 978-7-5009-3663-3

I. ①高… II. ①贝… ②安… III. ①体育卫生-营养学 IV. ①G804.32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045172 号

\*

人民体育出版社出版发行  
三河兴达印务有限公司印刷  
新华书店经销

\*

787×1092 16 开本 18.25 印张 450 千字  
2011 年 10 月第 1 版 2011 年 10 月第 1 次印刷  
印数: 1—3,000 册

\*

ISBN 978-7-5009-3663-3

定价: 36.00 元

---

社址: 北京市东城区体育馆路 8 号 (天坛公园东门)

电话: 67151482 (发行部) 邮编: 100061

传真: 67151483 邮购: 67118491

网址: [www.sportspublish.com](http://www.sportspublish.com)

(购买本社图书, 如遇有缺损页可与发行部联系)

# 翻译成员

顾问：杨则宜 国家体育总局运动医学研究所研究员，博士生导师

## 译校人员：

安江红 北京市体育科学研究所所长，副研究员

刘 勇 北京市体育科学研究所副研究员

赵之光 北京市体育科学研究所助理研究员

赵 凡 北京市体育科学研究所助理研究员

周帆扬 北京市体育科学研究所助理研究员

我的太太罗宾给我身心带来无限的动力，令我的每一天都快乐而有意义。

我的孩子雅各布与利亚对生活充满热情

这种热情感染着我和周围的人。

亚历克斯、乐玺与伊桑组成了完美的大家庭，

他们个性鲜明，又愉快地生活在一起。

无论工作多么辛苦，时间多么漫长

他们是我工作的动力。

谨以此书献给他们。

# 序

在体育事业中，把握时机（timing）就是一切——从诸如体操与花样滑冰等项目的瞬间调节，到在持续一整天的铁人比赛中进行能量的分配，无不如此。从营养角度来说，把握时机同样至关重要：运动员必须调节其代谢需求，从而确保达到最佳竞技成绩。而佐治亚州立大学（Georgia State University）的丹·贝纳多特教授更适时出版了《高级运动营养学》一书。2000年，丹·贝纳多特教授曾撰写了《专业运动员的营养学》，该书迅速成为人们倡导健康的运动生活方式的风向标。在该书中，贝纳多特教授也强调了把握时机的关键性。他提出了一种创新理念：即所吃的食物很重要，并非看起来那么简单；消化和运动之间存在着密切的动态关系。在该书的第一版中，贝纳多特教授运用了其最早的研究成果，供一般读者和专家参阅。

日前，该书的再版已进入准备阶段。过去的五年中，运动营养学研究有了太多的新发现，但是，旧内容的简单重复并不符合贝纳多特的想法和要求。毕竟，除了作为专业的营养学家，贝纳多特还因其领先的营养学研究的质量与数量，而被授予美国运动医学学会（American College of Sports Medicine）院士称号。与他的研究方向一致，《高级运动营养学》完全是一部全新的图书，着重概括了他2000—2005年间的文献著作，其中包括大量实用的参考知识。运动营养学领域发生了很多激动人心的事件，本书的适时出版，必定能够引起各方面的广泛关注。由于贝纳多特与不同项目（如田径、花样滑冰与体操）的顶级运动员保持着工作关系，并在以研究为本的理论中，融入了许多实用的智慧，所以阅读此书是一种愉快的体验。这部新书确实是一本饱含精神食粮的好书！

大卫·E·马丁博士 美国运动医学学会院士  
佐治亚州立大学荣誉退休校务委员心肺护理科学系保健科学教授

# 前 言

本书是运动员、教练员以及为其工作的医务人员的全面营养学指导书。书中的最终目的是帮助运动员保持更加健康的身体状态，并帮助他们理解如何进行最高水平的对决。许多人认为保持健康的同时进行高水平竞技是不太可能的。但我发现，那些既懂得进行高水平竞技，同时又能保持身体健康的运动员，总是能够获得更长的运动生涯，并在他们所从事的体育项目中不断进步，患慢性病的风险也相对较少。如果营养摄入适当，就能在保持健康的同时达到最佳竞技状态。

随着职业队规模的扩展与奥林匹克运动项目的不断增加，当前参加比赛的优秀运动员的数量也在增加。我们发现，现在竞技运动员的年龄跨度非常大。在夏威夷铁人三项中有处于60多岁与70多岁年龄组的专业运动员。这种现象的快速出现，刺激了人们对于不同人群的运动营养学信息的需求。考虑到体育领域人口统计状况的不断变化，本书中设有专门阐述影响营养需求的具体因素（如性别、年龄、体成分与体重）的章节。高原训练也会对营养需求产生特定的影响，在另一章节中专门阐述了这一论点。虽然超极限竞赛项目变得越来越普遍，人们对于伴随这种赛事而产生的营养应激仍然存在很多误解。为了阐明影响最佳成绩的营养因素，有章节专门阐述氧气利用效率、能量摄入、消化与吸收的时间调控，以及能量影响因素。

在实现最佳运动成绩并保持身体健康的策略方面，还存在很多误解。即便是随意观察，也可以发现市场上以提高运动成绩为主旨的各种“营养”产品。这些产品特别缺乏针对其所宣传功效的调查，而运动医学文献中也充斥着这样的案例：对服用其中产品的运动员造成了极坏的、甚至致命的后果。对标注有功能强化剂的产品调查发现，这些产品通常含有威胁到运动员健康与运动资格的违禁物质。所存在的潜在性问题是，许多年轻运动员试图通过训练和膳食补充在短期内迅速提高运动能力，但这种方法仅适用于训练有素的专业运动员。因为此方法会导致过度训练、损伤、营养不良与心理紧张——这一切都有可能断送年轻优秀运动员的前途。

考虑到体育竞技的现实以及已经达到事业顶峰的运动员可以获得的巨额奖金，对于运动员来说，对最能够帮助他们达到期望目标的合理的营养策略，保持完全清醒的认识

是很难的。营养产品的广告商们深知运动员是很容易被影响的目标人群。许多产品是建立在科学研究之上的，但有的产品却并非如此。运动员怎么能够了解其中的差别呢？从保健产品店的店员那里能得到可靠的信息吗？人们对营养的某些误解在很久以前就已被证实：高蛋白饮食与最佳运动成绩之间的关系并不成立。然而，运动员、教练员以及许多其他人都仍坚持这一观点。事实是，大部分钱花费在蛋白质与氨基酸补充剂上，只能使得有些人变得富有，却不能使运动员有任何提高。

运动营养学领域发展迅速。目前受到更多的研究者的关注，科技期刊上越来越多的文章集中在研究营养学与运动成绩之间的关系上。随着基础研究的日益扩展，旧的模式变得更加清晰，并产生了新的理念。在一定程度上，每个涉足体育领域的人，思想都必须足够开放，能够质疑旧观念，并接纳新观念。在美国饮食营养协会（American Dietetic Association）与美国运动医学学会关于运动营养学的意见论文中，有关影响运动成绩的营养因素的论述比以前要明确得多。这些学术论文中强调了运动员应关注营养习惯对自身短期与长期的影响。最近，一项关于水合作用的研究强调了准确表达的重要性，因为曲解是可能致命的。研究指出，参加波士顿马拉松身体状态不佳的运动员，如果摄入大量的水，就会增加患低钠血症的风险。但是，并非所有摄入的液体都是水，也并非所有的赛事都要耗时4个小时才能结束，而且状态良好的运动员与状态不佳的运动员相比，出汗的速率（在质和量上）也有所不同。然而，某报纸将这一发现解释为，由于具有患低钠血症的风险，所以你不能喝大量的液体，并声称患低钠血症的风险也并非都那么严重。显然，这并不是上述研究的结果。由于这些研究结果存在被曲解的可能性，所以可能会增加运动员脱水与中暑的风险。

如果运动员遵循合理的训练与营养计划，他们很可能会成功并保持健康，相反则可能会造成运动生涯的终止。通常情况下，锻炼与参与体育运动能够而且应该是一件益事。本书潜在的哲学是，参与体育活动应当能够改善终生健康状况，并非带来终生的问题，而良好的营养习惯能够帮助实现这一切。营养上处理得当，对运动员良好的训练与成功的竞技能力都具有积极的影响。



# 致 谢

作为一个学术团体的成员，撰写这本书对于我认识世界有深远的影响。在这个团队里有我从前熟识的朋友与同事，也有许多我以前没有接触过的人。他们都是无私的，你很难想象他们是如何完成工作的。虽然他们都有着各自繁忙的工作，但是，对于我的每次请求，他们都给予了迅速、完整与精确的答复。他们都是杰出的人，有许多好点子，理解科学，并了解可用来改善人们生活的关键信息。简单地说，他们是了不起的人，我在此非常感谢，正是他们对这本书以及运用其中知识的运动员和教练员的生活产生了积极的影响。

与我一起负责优秀运动员运动能力实验室的大卫·马丁博士，对于马拉松项目有着非常深刻的认识。他关于环境条件与跑道海拔对于人类长跑成绩影响的认识是任何人都难以匹敌的，这些认识也是 2004 年雅典奥林匹克运动会美国马拉松选手取得成功的关键。他为代表美国参加世界锦标赛与奥运会的马拉松选手组建的赛前训练营，已经成为一个传奇，并且对于这些天才运动员与教练员来说，已经成为必须经历的环节。在过去的几年中，我与戴夫（大卫的昵称）一起环游世界，他总是有办法巧妙地解释我们讨论中遇到的各种复杂问题。我特别钟爱的话题之一——“污染的解决方法是削减”，巧妙地回答了许多与分析运动员脱水引发的后果相关的问题。戴夫博士（认识他的人都这么亲切地叫他）集卓越的才华与朴素的老式幽默于一身，这一点非常难得。我对他充满感激。

沃尔特·汤普森博士是一位具有才干且精力充沛的运动生理学家。在完成委员会交给的全部任务、管理科研基金并在大学任教的同时，他还积极投身于改善贫民区青少年的福利。尽管工作繁忙，他还与太太迪昂一起贮存了一些我品尝过的最好的墨尔本红葡萄酒。许多年来，沃尔特一直都是我的知心同事（他曾是我婚礼上的伴郎），我们共同执笔了大量的论文与书籍章节。如果说我非常依赖于听取他的意见，也许听起来有点夸张，但确实如此。他是最想与之畅快辩论的人之一，他总是能让我的思维变得清晰。

米尔德里德·(米西)·科迪博士是一位食品科学家，她的知识面极其广泛。但米西保持着安静、乐观、自信的风度，这常常掩饰了她超人的精力。几乎在她所从事的所有工作中，米西都是“先锋”人物。人们想要更好地了解新电子媒体功能时，也会去找她。她经常调整课程内容与讲课方法，以便尽可能地使学生更好地掌握更多的知识。对我来说，米西除了是一位朋友与同事之外，还是很多创造性点子的源泉。你永远猜不到在吃午饭时能从她那里学到什么。有她在周围，绝对是快乐的。

与我一起为本书工作的 Human Kinetics 出版社的朋友们——特别是雅娜·哈特与凯斯·约翰斯顿，都非常友善和聪明，他们为本书运用了所有与写书有关的细节技巧。能够拥有他们，Human Kinetics 是幸运的；我也很庆幸能够由他们来负责我这本书。

我与运动员们一起合作。由于他们的人数太多，无法在致谢中一一提及，但你们知道，这一段正是为你们而写的。没有你们，我不可能得到任何有价值的东西，所以你们很难想象我是多么感谢你们。你们是最棒的，是你们激励着我做得比平时更好。谢谢你们。

本书所呈现的是上述所有人以及许许多多其他相关人士的共同智慧，包括我的太太罗宾，她一直无私地支持我。书中的观点源自许多地方，与教练的非正式交谈、某一会议的讲演者、与同事共进午餐时、与群体运动员共进晚餐时、对运动员竞技的观察——都是我提取信息的源泉，原料多样，口味各异。我知道，我的每个文字都受到其他人的影响，我对此非常感激。

# 目 录

序 .....	( 1 )
前言 .....	( 1 )
致谢 .....	( 1 )
<b>第 1 篇 运动员的营养来源 .....</b>	<b>( 1 )</b>
1 能量营养素 .....	( 2 )
2 维生素与矿物质 .....	( 29 )
3 液体与电解质 .....	( 60 )
4 机能强化剂 .....	( 82 )
<b>第 2 篇 达到最佳运动能力的营养因素 .....</b>	<b>( 97 )</b>
5 消化和吸收 .....	( 98 )
6 能量和液体摄入的时机 .....	( 106 )
7 有效的氧运转 .....	( 128 )
8 能源的限制和营养物质利用 .....	( 136 )
<b>第 3 篇 影响营养需要的因素 .....</b>	<b>( 143 )</b>
9 旅行 .....	( 144 )
10 高海拔 .....	( 151 )
11 性别与年龄 .....	( 158 )
12 体成分与体重 .....	( 168 )
<b>第 4 篇 特殊能量系统的营养策略 .....</b>	<b>( 187 )</b>
13 高强度爆发型与力量型运动员的无氧代谢 .....	( 188 )

## **2 高级运动营养学**

---

14 耐力型运动员的有氧代谢 .....	(211)
15 爆发力与耐力结合项目的代谢需求 .....	(226)
<b>第5篇 专项运动的营养计划 .....</b>	<b>(239)</b>
16 力量速度型运动项目 .....	(240)
17 耐力型运动项目 .....	(245)
18 力量耐力型运动项目 .....	(250)
<b>附录 食品交换表 .....</b>	<b>(255)</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>(259)</b>
<b>作者简介 .....</b>	<b>(275)</b>

# 第 1 篇

## 运动员的营养来源

# 1

## 能量营养素

运动员对能量营养素的需求很大，有大量的科学研究将注意力集中在优化能量物质的分布上，以支持不同强度与持续时间的训练。研究清楚地表明，对碳水化合物的依赖随训练强度的加大而增强，而且对于如何供给碳水化合物以优化糖原储存，如何在训练与比赛过程中最佳地提供碳水化合物，以及能量物质如何促进肌肉恢复，已经有许多研究为此提供了有价值的指导。现在，关于蛋白质对肌肉功能与恢复作用的理解较之以前大有提高，有许多新的科学研究，正关注于受碳水化合物、蛋白质与脂肪调节的神经和肌肉功能之间的关系。目前，高蛋白、高脂肪与低碳水化合物膳食的流行，对运动成绩有重要的影响。运动员与教练员清楚如何确定适当的能量摄入与能量物质分配，以优化神经与肌肉功能，这是非常重要的。本章介绍了运动过程中碳水化合物、蛋白质与脂肪代谢的基本要素，提出了关于这些基本物质如何优化运动成绩的重要科学的观点（表 1.1）。

表 1.1 能量物质的基本功能

<b>碳水化合物</b> (4 千卡 / 克)	能量与肌肉燃料 (来自淀粉、糖类与糖原) 胆固醇与脂肪控制 (来自膳食纤维) 帮助消化 (来自膳食纤维) 营养物质与水的吸收 (来自糖类)
<b>蛋白质</b> (4 千卡 / 克)	能量来源 (当碳水化合物减少时) 提供必需氨基酸 (机体需要但无法自行合成的氨基酸) 新组织生长的必需物质 (生长与损伤修复所必需的) 维持现有组织的必需物质 (帮助控制正常的损耗) 合成酶、抗体与激素的基本物质 体液平衡 (帮助控制细胞内外的水平衡) 血液中的物质载体 (把维生素、矿物质与脂肪运进/运出细胞)
<b>脂肪</b> (9 千卡 / 克)	运送脂溶性维生素 (维生素 A、D、E、K) 递送必需脂肪酸 (机体需要但自身无法合成的脂肪酸) 能量与肌肉燃料 (供低强度活动) 饱足控制 (从进食中获得满足感) 许多激素的成分

## 碳水化合物

碳水化合物有不同的种类，每种都在我们的身体中有不同的功能。例如：葡萄糖与糠麸都是碳水化合物，但它们处在能量谱的两个极端。葡萄糖能够快速进入血液，并引起高胰岛素反应，然而，由于糠麸的难消化性，以及通过减慢其他能量源进入血液的速度来调节胰岛素反应的特性，糠麸中所含有的能量从未进入血液。碳水化合物的这种自身差异，要求运动员必须仔细考虑在不同情况下最合适的碳水化合物的种类。葡萄糖是肌肉活动的主要燃料来源，而且运动的强度越大，对葡萄糖作为燃料的依赖性就越大。当葡萄糖耗尽时，运动员停止活动。因此，如何防止葡萄糖耗尽，应当成为运动员的营养实践中主要的关注点。与蛋白质或脂肪不同，机体维持足量的碳水化合物比较困难，因为人类储存碳水化合物的能力是有限的。在运动强度更高水平训练时，保持足量的碳水化合物尤其重要，因为在这种情况下，对作为肌肉燃料来源的碳水化合物依赖性更大。尽管多年的研究证实了保持碳水化合物供给对于维持肌肉耐力与神经功能的重要性，但许多运动员仍然相信蛋白质是取得比赛成功的关键性物质。虽然所有的物质都是重要的，但在合适的时间供给适当数量的碳水化合物，能够使有限的碳水化合物存储最优化，确保向大脑更好地输送碳水化合物，并且提高耐力表现。相比之下，注重过量摄入蛋白质对提高运动成绩或健康感收效甚微。

## 碳水化合物的种类

并非所有的碳水化合物都具有相同的形态、功能，并对健康起同样的作用。所有碳水化合物的基本单位是单糖（或单分子碳水化合物）。一般单糖都含有 6 个碳元素，虽然它们只在氢-氧排列上有细微的变化，但这些细微的变化是造成新陈代谢差异的重要原因。人类细胞基本的代谢单位是葡萄糖单糖，其他的单糖可以通过生化途径转化为葡萄糖。链结在一起的单糖的数量，是碳水化合物分类的主要基础（表 1.2）。

表 1.2 碳水化合物的分类

简单碳水化合物	糖类	单糖 (单分子碳水化合物)	葡萄糖（也称右旋糖） 果糖（也称左旋糖，或水果糖） 半乳糖	一些糖类或简单碳水化合物容易引起血糖快速升高，因此刺激过量的胰岛素生成并导致血糖快速下降。葡萄糖与麦芽糖对血糖的影响最大
		双糖 (两分子碳水化合物)	蔗糖 乳糖 麦芽糖	
复杂碳水化合物	部分可消化多糖	低聚糖 (3~20 分子碳水化合物)	麦芽糊精 低聚果糖 棉子糖 水苏糖 毛蕊花糖	部分可消化多糖通常存在于豆类，虽然它们容易产生气体与胀气，但仍被认为是健康的碳水化合物
	多糖	可消化多糖 (20 以上分子碳水化合物)	淀粉糖 支链淀粉 葡萄糖聚合物	这些复杂碳水化合物应当是碳水化合物能量的主要来源。葡萄糖聚合物是由淀粉水解成的，通常用于运动饮料与运动凝胶
其他		不可消化多糖 (20 以上分子非淀粉性碳水化合物)	纤维素 半纤维素 果胶 树胶 粘胶 海藻多糖 $\beta$ -葡聚糖 果聚糖	这些复杂碳水化合物提供纤维素，而纤维素对促进肠道健康与抗病能力是非常重要的
		其他碳水化合物	甘露糖醇 山梨糖醇 木糖醇 糖原 核糖（一种含有 5 个碳元素的糖类）	甘露醇、山梨糖醇与木糖醇（糖醇）是不会引起蛀牙的营养性甜味料。由于其保湿性与食物稳定性，通常用于产品加工中，但是它们的消化速度缓慢，如果大量服用，可引起肠胃不适。糖原是动物体内碳水化合物的主要存储形式，而核糖是遗传密码的组成成分（脱氧核糖核酸，或称 DNA）



三种主要单糖（葡萄糖、果糖与半乳糖）每一种都具有不同的溶解特性、甜度以及与其所存在的食物环境之间的反应性。除了作为高果糖（玉米）甜味剂存在于越来越多的加工食品中的果糖外，多数单糖都由食物中的双糖分解来供给。双糖是两个分子的碳水化合物（即由两个单糖连接而成）。

表 1.3 单糖与双糖之间的关系

双糖	含有这些单糖
蔗糖（甘蔗糖）	葡萄糖、果糖
乳糖（牛奶糖）	葡萄糖、半乳糖
麦芽糖（麦芽糖）	葡萄糖、葡萄糖

蔗糖、麦芽糖与乳糖是三种主要的双糖，每种双糖都含有不同的单糖组合（表 1.3）。单糖与双糖共同被称为简单碳水化合物或简单糖类，而多糖通常被称为复杂碳水化合物。难以消化的碳水化合物也属于复杂的碳水化合物，但是它们通常被称做膳食纤维。

糖类（单糖与双糖）具有不同的甜度特性，其中果糖最甜，其次是蔗糖、葡萄糖与乳糖（甜度最小）。另一方面，糖类在口感与溶解性上也有差别（如果糖比蔗糖更不易溶解），所有这些都对食品加工商在食品制作中的用糖产生影响。目前，运动员有大量运动饮料可以选择，每种饮料含有的单糖与双糖比例不同，而且都试图在口味、肠耐受、胃排空、电解质补充以及为运动的肌肉提供能量方面达到最佳的组合。

## 碳水化合物的代谢

人类能够储存大约 350 克（1400 千卡）的肌糖原，另有 90 克（360 千卡）的糖原储存在肝脏中，并有少量的葡萄糖（5 克左右，或大约 20 千卡）在血液中循环。肌肉的体积越大，潜在的糖原储存与潜在的需求就越大。

通过调节胰岛素与胰高血糖素，血糖维持在一个相对较小的变动范围内（70~110 毫克/100 毫升）。胰岛素与胰高血糖素是胰腺激素，它们相互作用以控制血糖（图 1.1）。胰岛素生成过多会导致低血糖，从而生成过多的脂肪；胰岛素生成不足可导致高血糖和糖尿病。

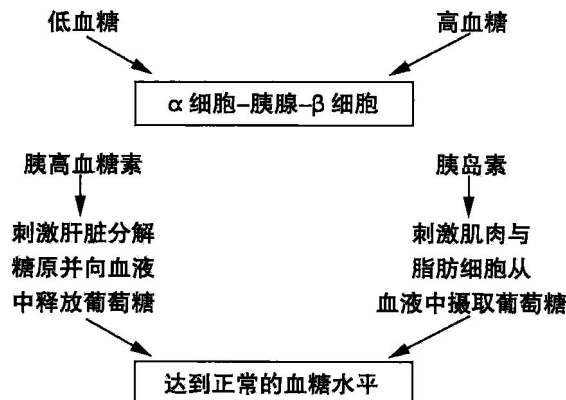


图 1.1 胰腺对维持血糖水平正常化的作用