

Nutrition and athletic performance. (MSSE 2009 Mar;41(3):709-31.)
American Dietetic Association; Dietitians of Canada; American College of Sports Medicine, Rodriguez NR, Di Marco NM, Langley S.

营养与运动表现

总编译: 王香生 (香港中文大学 体育运动科学系)

Editor-in-Chief: Stephen H. S. WONG, Ph.D., FACSM.

(The Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong)

翻译: 王香生、胡美怡 (香港中文大学 体育运动科学系)

Translator: Daphne WU, M.Sc., S.R.D., Stephen H. S. WONG, Ph.D., FACSM.

(The Department of Sports Science and Physical Education, The Chinese University of Hong Kong)

概要

这是美国营养师协会(ADA)、加拿大营养师协会(DC)及美国运动医学会(ACSM)的立场,最佳的营养可提升活动量、运动表现及运动后的恢复。这些组织建议选择合适的食物和饮料、进食时间及补充品以达致最佳健康和运动表现。此更新的立场文章结合严谨、有系统及实证,分析有现今科学数据支持以营养和表现为专题的文献,内容包括能量的需求、体成分的评审、体重改变的策略、营养素和流质的需要、在训练及比赛期间的特别营养需求、补充品和强力剂的使用、素食运动员的营养建议,还有运动专科营养师的角色和责任。在高活动量期间,能量和主营养素的需要—特别是糖和蛋白质—必须配合来维持体重、补充糖原储备及提供充足的蛋白质以制造及修补组织。摄取足够的脂肪提供必需脂肪酸和脂溶性维他命,并且提供能量维持体重。虽然体重和体成分能影响运动表现,但这些体格测量不应该被视为运动表现的唯一准则;因此不鼓励每天量度体重及体成分。运动前、运动中及运动后应摄取足够的食物和流质以维持在运动中的血糖浓度、增至最大运动表现,及改善恢复时间。运动员在开始运动前体内应有足够的体液;在运动中和运动后亦应饮足够的饮料以平衡体液的流失。在开始运动前、运动中和运动后饮用含糖和电解质的运动性饮料有助维持血糖浓度、为肌肉提供燃料、减低脱水及低血钠的风险。如果多元化饮食已提供足够的能量以维持体重,维他命和矿物质补充品是不需要的。然而,如果运动员限制能量的摄取、执行严厉的减重计划、从饮食中除去一种或以上的食物类别,或进食只含低微量营养素的不均餐膳,则可能需要服用补充品。由于监管营养强力剂的条例被贫乏地执行,这些产品应被仔细评估其安全性、有效性、潜力及合法性才能谨慎地被使用。合资格的运动专科营养师—特别美国《委员会认证的运动营养专家》(Board Certified Specialist in Sports Dietetics)—应有全面评审营养后才提供个人化的营养指引。

立场声明

这是美国营养师协会(ADA)、加拿大营养师协会(DC)及美国运动医学会(ACSM)的立场,最佳的营养可提升活动量、运动表现及运动后的恢复。这些组织建议选择合适的食物和饮料、进食时间及补充品以达致最佳健康和运动表现。

这份ADA的立场文献使用ADA的《证据分析程序》(Evidence Analysis Process)及其《证据分析库》(Evidence Analysis Library, EAL)的资料。DC《实践为本的营养证据》(Practice-based Evidence in Nutrition, PEN)亦提供类似数据。相对以前的评论方法,证据为本的方法更能提供额外重要的好处。这种方法的最大好处是更严谨统一化评论准则,这样减少评论员有偏见的可能性及增加对不同意见文章作出比较的容易度。ADA《证据分析程序》网址详细描述《证据分析程序》<http://adaeal.com/eaprocess/>。

结论声明由专家工作小组根据系统的分析及有关研究证据的评估分配一个等级：一等=好、二等=良、三等=有限制、四等=只属于专家意见及五等=因为没有证据支持或反对结论，所以不能提供等级。

有关证据为本的数据及其它主题可从网址 www.adaevidencelibrary.com 及 www.dieteticsatwork.com/pen 获得。非ADA会员亦可从 <https://www.adaevidencelibrary.com/store.cfm> 订阅。DC及非DC会员可从网址 http://www.dieteticsatwork.com/pen_order.asp 订阅PEN的资料。

重点

以下重点概括现时给予活跃成人和竞赛运动员有关能量、营养素及流质的建议。运动营养专家能调整这些普及建议配合个别运动员对健康、运动、营养需求、食物偏好、体重和体成分目标的关注。

- 在进行高强度及 / 或者是长时间训练时，运动员需要摄取足够能量以维持体重及健康，还有最大化训练效果。低能量摄取量可导致肌肉流失、经期失调、骨质密度流失；并且增加疲劳、受伤、患病及延长恢复期的风险。
- 体重和体成分不应该被视为参与运动的唯一准则；因此不鼓励每天量度体重及体成分。最佳身体脂肪水平视乎性别、年龄、遗传及运动项目本身而定。体脂评估技术有内在的差异及限制。最好的减重(减肥)计划应安排在运动停赛季节或比赛季节之前，并包括有合资格的运动专科营养师。
- 运动员糖建议摄取量介乎每天每公斤体重6-10克(每天每磅体重2.7-4.5克)。糖维持运动中血糖水平及补充肌糖原。份量视乎运动员每日总能量消耗量、运动类型、性别及环境状况。
- 耐力性或阻力训练运动员的蛋白质建议量介乎每天每公斤体重1.2-1.7克(每天每磅体重0.5-0.8克)。这些蛋白质建议摄取量可通过饮食获得，无需服食蛋白质或氨基酸补充品。最佳的蛋白质使用和表现需要摄取足够的能量以维持体重才可行的。
- 脂肪摄取量应介乎20%-35%总能量摄取量。脂肪摄取量少于20%总能量摄取量对表现没有益处。因为脂肪是能量、脂溶性维他命及必需脂肪酸的其中一种来源，所以摄取脂肪对运动员来说是重要的。高脂肪饮食模式并不建议给运动员。
- 运动员限制能量的摄取或执行严厉的减重计划、从饮食中减去一种或以上的食物类别、进食高糖或低糖而低微量营养素密度的餐膳，都有最高缺乏微量营养素的风险。运动员的饮食最少要符合每日建议微量营养素的摄取量(RDA)。
- 脱水(水分负差超过2-3%体重)减低运动表现；所以，运动前、运动中及运动后补充足够的流质有助健康及达到最佳表现。饮用流质的目标是防止运动时所出现的脱水及不应饮用超过个人流汗速度的分量。在运动中每减少1磅体重(0.5公斤)，运动员在运动后应补充约16-24安士(450-675毫升)的流质。
- 在运动前，主餐或小食应提供足够的流质以维持体液水平、为较低脂肪和纤维素以促进胃排空和减少肠胃不适、含较高糖以维持血糖水平、含适量蛋白质、并需为运动员所熟悉和接受的食物和组合。
- 在运动中，摄取营养的首要目的是补充流失的体液及提供糖(每小时约30-60克)以维持血糖水平。这些营养指引对进行超过一小时的耐力运动、在运动前未能进食足够食物或流质；或在极端环境下运动(炎热、寒冷或高原)的运动员尤其重要。

- 在运动后，饮食目标是要提供足够流质、电解质、能量和糖补充肌糖原并确保快速恢复。首30分钟糖进食量约为每公斤体重1.0-1.5克（每磅0.5-0.7克）及往后4-6小时内每2小时重复以上份量以补充糖原储备。在运动后进食蛋白质可提供制造及修补肌肉组织的氨基酸。
- 一般而言，如果运动员从多元化的饮食获得足够能量来维持体重，是没有需要服食维他命和矿物质补充品的。服食补充品的建议适用于与运动无关的情况一例如怀孕可能性的女性应跟从服用叶酸补充品的指引。如果运动员进行节食、饮食习性中缺少一些食物或食物群组、患病或从伤员中恢复或缺乏某一种微量营养素，则可能需要服食多种维他命或矿物质补充品。单一一种营养素补充品可能在特定的医学或营养原因下才需要服用（例如铁补充品改善缺铁性贫血）。
- 运动员应咨询有关合适的强力剂的用途。这些产品应被仔细评估其安全性、有效性、潜力及合法性后才被使用。
- 素食运动员有摄取能量、蛋白质、脂肪及关键微量营养素如铁质、钙质、维他命D、核黄素、锌质及维他命B12不足的风险。咨询运动专科营养师可避免出现这些营养问题。

实证分析

编写这份立场文献主要是透过《美国国立医学图书馆》(National Library of Medicine, NLM)的PubMed数据库及CENTRAL数据库所识别的研究，还有研究文献及评论文章。五个特定标题的问题(表1)被实证分析确认，并且被并入此立场文献，用以更新之前的营养和表现立场文献(1)。被使用的搜寻词汇包括运动员、表现、力气、力量、耐力；或者比赛和主营养素、主餐、糖、脂肪、蛋白质、或能量。为了符合这种分析，归入准则包括介乎18-40岁的成人、所有运动背景、受过训练的运动员、正在受训中的运动员、或有恒常运动的个别人士。由于分等级系统提供对研究设计的弹性，实证分析不限于随机对照试验。研究设计的优先性为随机对照试验或临床对照研究、大型非随机观察研究及群组病例对照研究。所有样本数量需要包括在内，并且不能超过20%中途退出比率。实证分析刊登日期跨越1995年至2006年。如果有一位作者出现在多于一份内容相似的评论文献或原创性研究文章，最近期的文章会被接纳，较早期的则会被剔除。但是，当一位作者出现在多于一份内容不相同的评论文献或原创性研究文章，则两份评论文献都会同时被接纳。

以下是适用于所有被识别的研究的排除准则：

- 超过40岁的成人、婴儿、儿童及18岁以下的青年
- 背景和运动无关
- 非运动员
- 患有危疾和其它疾病及状况
- 超过20%中途退出率
- 刊登日期早于1995年
- 同一位作者出现在多于一份内容相似的文章
- 非英文文章

标题	问题
能量平衡及体成分	能量平衡/ 失衡、体成分、和/或者体重管理和运动表现有何关系?
训练	有甚么证据支持在训练期间一个特定餐膳的时间、卡路里摄取及主营养素的摄取能达致最佳运动表现?
比赛	有甚么证据支持在比赛前24小时在比赛期间一个特定餐膳的时间、卡路里摄取及主营养素的摄取能达致最佳运动表现?
恢复	有甚么证据支持在恢复期间一个特定餐膳的时间、卡路里摄取及主营养素的摄取能达致最佳运动表现?

表1: 用于营养与运动表现计划中证据分析环节的特定标题及个别问题

结论声明是被程序化以总括关于每一条问题的证据强度(表1)。以下为评定证据强度的元素: 质素、一致性、跨越性、数量及普及性。有关这种实证分析更详细的方法论的描述可在ADA的网址找到www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/8099_ENU_HTML.htm。

能量代谢

能量消耗必须于能量摄取相同才能达致能量平衡。运动中肌肉运动的能量系统包括磷肌酸及解糖(两者为无氧)及氧化(有氧)路径。磷肌酸系统运用于维持数秒之间的高强度活动。三磷酸腺苷(ATP)及肌磷酸提供肌肉能量。骨骼肌的ATP的数量(每公斤湿重5微摩尔)不足够提供持续性的能量,特别是进行高强度运动中。肌磷酸是肌肉内ATP的储备,能随时维持约3-5分钟的活动。骨骼肌的肌磷酸数量多于ATP约四倍,所以作为高强度、短时间的主要能量,例如举重时挺举动作或篮球活动中的快攻动作。

进行无氧解糖路径时,肌糖原和葡萄糖透过解糖串联快速地被无氧地代谢。此路径可维持60-180秒的活动。大约25%-35%总肌糖原储备会在单一项目30秒短跑或者一回阻力性运动中被使用。无论是磷肌酸或解糖路径都不能迅速提供维持超过2-3分钟高速肌肉收缩的能量。

氧化路径提供维持超过2-3分钟的活动项目。主要的基质包括肌及肝糖原、肌内、血液及脂肪组织中的三酸甘油酯;以及从肌肉、血液、肝脏及肠道中提供微不足道份量的氨基酸。利用氧化路径作为主要能量供应途径的活动项目例子有1500米赛跑、马拉松、半马拉松;及耐力性单车赛或≥1500米游泳项目。由于运动中的肌肉更能供应氧气,身体利用较多有氧(氧化)路径及较少无氧(磷肌酸及解糖)路径。只有透过三羧酸循环及电子传送系统等有氧路径才能随着时间产生较多ATP。有氧路径不会突然增大其依赖性,亦不会完全地依赖一条路径。活动的强度、进行时间、频率、种类;性别、个人的体能水平;以及之前的营养素摄取量和能量储备等都会决定何时从有氧为主转为无氧路径(2)。

随时间而改变能量来源。在进行1-4小时70%最大摄氧量的持久运动时，大约50%-60%的能源是来自糖，其余来自游离脂肪酸的氧化(3)。随着运动强度减低，较大比例的能量是从氧化肌内三酸甘油酯中的游离脂肪酸而获得(3)。训练不会改变总能量消耗量，不过会改变从糖及脂肪而来的能量比例(3)。有氧训练的结果是增加从脂肪得来的能量及减少从糖得来的能量。进行同一个工作量时，一位受过训练的人士相对一位未受过训练的人士使用较大百分率的脂肪(2)。当一位人士进行轻度至中度强度有氧运动时，身体较偏向使用从储存的肌内三酸甘油酯获得的长链脂肪酸作燃料(4)。

能量需要

运动员摄取营养的优先目标是符合能量需求。摄取足够能量提高最佳运动表现。此部分将提供关于如何决定个人的能量平衡的数据。能量平衡是能量摄入量(食物、饮料及补充品而来的能量总和)等于能量消耗量或从基础代谢率(BMR)、食物的生热作用、活动的生热作用(TEA)，即用于有计划的运动；及非运动性活动的生热作用等所消耗的能量总和(5)。随意的运动亦包括在TEA。

当进行运动训练时运动员需要摄取足够能量来维持合适的体重和体成分(6)。虽然以每公斤体重计算，很多高训练量女运动员的一般能量摄取量和男运动员相若，不过有部分女运动员也许其能量摄取量低于能量消耗量。女运动员低能量摄取量(例如每天<1800-2000大卡路里)是一个重要的营养关注点，因为持续处于负能量平衡能引致体重下降及内分泌功能紊乱(7-10)。

相对于能量消耗量，能量摄取不足会减弱运动表现和抵销训练产生的益处。限制摄取能量会导致身体脂肪及肌肉被用作为燃料。损失瘦体重导致力量和耐力的损失，亦损害免疫、内分泌及肌肉和骨骼的功能(11)。此外，长期低能量摄取量引致营养摄取不足，特别是微量营养素，因而可引致与营养缺乏及被降低的静止代谢率(RER)有关连的代谢性功能失调。可用性能量是一个较新的概念，其定义为能量摄入量减运动时的能量消耗量，并以去脂体重来标准化。此可用性能量的份量是减去运动训练时的消耗量后用作维持身体所有其它功能。多位研究人员建议女性可用性能量的下限为每天每公斤去脂体重30大卡路里(12-15)。

运动员及活跃人士的能量需求可用不同的方法作估计。《营养素参考摄入量》(Dietary Reference Intakes DRI)(15, 17)和《2005年膳食指引》(Dietary Guidelines 2005)(16) (http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/report/HTML/D3_Disccalories.htm)提供由轻度活跃至非常活跃男性及女性的能量建议。这些建议基于利用双标水法(DLW)得出预测公式，DLW技术亦可以用作估计运动员的能量需求(表2)。

不同种类运动的能量消耗量视乎运动进行时间、频率和强度，还有运动员性别及以前的营养状态。遗传、年龄、身体体积及去脂体重影响能量消耗量。越多能量应用在活动上，越需要摄取更多能量以达致能量平衡。

常规实验室设施一般不能合资格去决定总能量消耗量。所以预测公式较常用作估计BMR或RMR。Cunningham公式(1980)(18)及Harris-Benedict公式(19)被认为最贴近能量消耗量的预测公式。由于Cunningham公式需要知道瘦体重的数值，所以运动专科营养师普遍地使用Harris-Benedict公式。估计总能量消耗量时，BMR或RMR乘合适活动因子(1.8-2.3分别代表中度至非常高活动量水平)。这些数字上的指引(8)只能提供一位运动员平均能量需要的一个约数。其它估计运动时能量消耗量的方法包括纪录24小时的等代谢量(METs)。任何其它决定能量摄取需要的方法都可被使用，并且作为当运动专科营养师给予运动员和活跃人士提供能量需求指引时的一个基础。

DRI方法预计一位成年男士的能量需要=

$$662 - 9.53(\text{年龄/岁}) + \text{PA} [15.91(\text{体重/公斤}) + 539.6(\text{身高/米})]$$

预计一位元成年女士的能量需要=

$$354 - 6.91(\text{年龄/岁}) + \text{PA} [9.36(\text{体重/公斤}) + 726(\text{身高/米})]$$

活动量(PA)的定义如下:

- | | |
|------|--|
| 1.0- | 静态、典型日常家具活动(例如家务、步行去乘巴士) |
| 1.39 | |
| 1.4- | 低活跃、典型日常家具活动加每天30-60分钟中强度活动(例如步行速度为每小时 |
| 1.59 | 5-7公里) |
| 1.6- | 活跃、典型日常家具活动加每天60分钟中强度活动 |
| 1.89 | |
| 1.9- | 非常活跃、典型日常家具活动加每天最少60分钟中强度活动及额外60分钟激烈活 |
| 2.5 | 动或120分钟中强度活动 |

表2: 利用营养素参考摄入量(DRI)方法预计成人能量需要(17)

体成分

体成分和体重是其中两个达到最佳运动表现的因素。这两个同时存在的因素可影响一位运动员在特定的运动上成功的潜力。体重能影响一位运动员的速度、耐力及力气,但是体成分能影响则能影响运动员的力量、敏捷性及外观。一个瘦体格,即较高肌肉对脂肪比率,通常有利于和速度有关的运动。

很多因素影响体成分(21),所以运动表现不能单单透过体重及体成分等数值就能准确地被预测。一些运动要求运动员达致不利运动员本身的体重及体成分。参与分体重等级的运动如摔角和轻量划艇的运动员被要求减低或增加体重以取得符合该特定体重等级的资格。有审美成分的运动,例如舞蹈、体操、花式滑冰或跳水,运动员受到压力要减低体重及体脂以达致纤瘦体型,尽管以健康和表现来说他们现在的体重已是合适的。

个别评估每一位运动员的体成分、体重或体像也许才对改善运动表现有益处。年龄、性别、基因及运动的要求对每位运动员的体成分有影响。当一位运动员是健康及在最佳表现状态时,就拥有最佳竞赛体重和相对体脂。

评估体成分的方法及仪器一定要容易获取及具成本效益。不是所有以下的方法都符合评估者的准则。此外,运动员和教练应知道所有测量体成分的技术都存有误差,固此不适合为个别运动员设定一个特定体脂百分率目标。取而代之,应建议设定一个体脂百分率数值的范围。

评估方法。评估体成分有三种评估技术级别(22)。第一级别的技术是透过分析尸体作出直接评估,不过不能应用在临床实践。另外两个技术层面是非直接评估(第二级别)及双重非直接评估(第三级别)。水密度测量法或水下重量测量法、双能量X光吸收法(DXA),及空气换置体积描记

法属于第二级别技术；皮折量度法及生物电阻分析(BIA)属于第三级别技术。运动专科营养师使用第二及第三级别技术。

水下重量测量法曾经是标准的典范，不过不再普遍。DXA原本是用作测量骨质密度，亦能用于分析体成分(21)。虽然DXA是相当准确、快速及非侵略性，不过其价格及可接触度限制其实际应用。空气换置体积描记法(BodPod: Life Measurement, Inc, Concord, CA)利用身体密度决定体成分(22)，并利用Siri (23)或Brozek (24)的公式计算体脂百分率。虽然此测量体成分的方法提供有效及可靠的评估，成人或儿童也许被低估2%-3%体脂(25)。

两种最常被使用的第三级别方法是皮折量度法及生物电阻分析(BIA)。再者，运动专科营养师评估体成分时惯常地量度体重、身高、手腕及肚围，及皮折。通常七个皮折部位包括腹部、二头肌、前大腿、中段小腿、肩胛骨下端、腰侧及三头肌会被量度。Heymsfield et al. (22)及Marfell-Jones et al. (26)提供标准技术及每个上述提及部位的定义。若干预测公式利用皮折量度数据决定体脂含量。此测量法可解释约50%-70%身体密度的变异。此外，人口差异限制交替预测公式的能力，还有不同的量度者对皮折位置及皮折量度技术的标准化存有差异。甚至皮折量度夹都是变异的来源(22)。虽然皮折量度法存有先天的问题，不过由于此技术方便及经济，所以此技术仍然维持使用。美国奥林匹克委员会(USOC)利用《国际身体形态测量促进协会量》(International Society for Advances in Kinanthropometry, ISAK)的技术(26)不断地统一全球量度法。USOC提倡以ISAK的标准为基础，重复两次量度皮折体位，以数据范围作为结果，而非体脂百分率。

BIA的原理是瘦组织相对于脂肪或骨头更容易传送电子讯号(22)。总重量减去由BIA得出的FFM预测脂肪重量。透过贴在手腕及足踝的电极测量全身电阻可相当准确地预测总身体水分及FFM(22)。若干因素影响生物电阻分析，要获得准确的预测，测量时产生的失误应计算在内。体液状态是最为影响体脂百分率预测的因素。BIA预测的准确性和皮折量度法相若，不过由于BIA不需要类似皮折量度法的技术技巧，所以较倾向被选用(27)。

现时已有测量上肢和下肢的生物电阻仪器，不过还没有在运动员群组中作评估。

体成分和运动表现。运动员的体脂百分率取决于运动员性别及运动本身。男和女运动员维持身体健康的最低脂肪水平分别预计为5%及12%(22)。然而，个别运动员最佳身体脂肪比率也许比最低值还要高，所以应该视乎个别情况而确定。ISAK七个皮折数值的总和显示男和女运动员群组的范围分别为30-60毫米和40-90毫米(26)。体成分分析不应被运动团体作为甄选运动员的准则。体重管理计划应被周全地设计以免对特定表现及体成分产生有害的结果(即是损失瘦体重)。表3为对运动员体重管理的实用指引。

设定和监控目标

- 设定实际体重和体成分目标。询问运动员：
 - 什么是你可接受是最高体重？
 - 没有持续节食时你曾经可维持的最低重量？
 - 你如何决定你的目标体重？
 - 令你表现最好时的体重和体成分？
- 鼓励减少集中于体重数值、多集中于健康习惯如压力处理和选择健康食物。
- 通过测量运动表现及能量水平的改变、预防受伤、正常月经功能及整体现况等监察进度。
- 协助运动员为自己维持健康体重而培养生活模式的改变，而不是为运动、教练、

朋友、父母或证明一件事。

摄食建议

- 低能量餐不会维持运动训练。取而代之，摄取较正常少10%至20%的能量可达到减重而不会令运动员感到被剥夺或过度饥饿。利用低脂食物代替全脂食品、减少进食高能量的小食、注意分量及当不饥饿时做其它进食以外的活动都是有效的策略。
- 运动员在适当时可以减少脂肪摄取量；但是要知道如果不能达到负能量平衡(减少能量的摄取和增加能量的消耗)，低脂肪饮食不保证能减重。脂肪摄取量不应被减至少于15%总能量摄取量，因为一些脂肪是必需要以维持身体健康的。
- 强调增加进食全麦谷物和谷类食品、豆科食物。
- 每天最少五份或以上水果和蔬菜提供营养素和纤维。
- 节食中运动员不应节省蛋白质并需要维持足够钙摄取量。相应地，建议选择低脂肪乳制品、瘦肉、鱼及禽肉。
- 整日中任何时间选择饮用不同种类的流质饮品—特别是清水，包括运动之前、期间及之后。禁止利用脱水作为到达目标体重的方法。

其它体重控制策略

- 鼓励运动员不要略过餐膳(特别是早餐)及让自己感到过份饥饿。他们应做好饥饿时的预备，包括携带营养丰富的小食。
- 运动员不应该剥夺进食自己喜爱食物的权利或设定不切实际的饮食规则或指引。相反，饮食目标应该是带灵活性和可达到的。运动员应该紧记所有食物都可溶入健康生活模式。不应设定“好”和“坏”的食物清单。
- 协助运动员认识自己饮食上弱点和计划解决这些弱点的策略。
- 提醒运动员确立持久的饮食改变以获得健康体重及优质营养水平，而非追求短期节食。

表3: 运动员体重管理策略。获得及容许修改: Manore MM. Chronic dieting in active women: what are the health consequences? *Womens Health Issues*. 1996;6:332 - 41

结论声明。四份研究报导对有关限制能量及蛋白质对运动表现未能有结论性的结果，不过有关限制糖危害运动表现则有结论。两份研究显示对分体重等级的运动员而言，比赛前减重没有对表现有明显影响，视乎重新喂饲计划(三等证据=有限制)。

(www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250448)。

主营养素的需求和运动

运动员不需要一个完全和《美国国民膳食指引》(Dietary Guidelines for Americans) (16)及《加拿大良好饮食食物指引》(Eating Well with Canada's Food Guide) (28)不一样的饮食模式。虽然过去一直提倡高糖饮食(超过60%总能量摄取量)，不过这些特定比例作基本的餐膳安排需要小心建议给运动员。例如当每天能量摄取量为4000-5000大卡路里，就算一个糖占50%总能量摄取量的饮食会提供500-600克糖(或者以一位70公斤(154磅)运动员而言，约每公斤体重提供7-8克(每磅3.2-3.6克))，足够维持每天肌糖原储备。同样地，如果蛋白质占相同的饮食10%总能量摄

取量，实际蛋白质摄入量(每天100-125克)超过给运动员蛋白质摄入量的建议(每天每公斤体重1.2-1.7克或以一位70公斤运动员而言提供84-119克)。相反地，当每天能量摄入量低于2000大卡路里，一个糖占60%能量摄入量的饮食不能维持一位60公斤(132磅)运动员最佳糖储备(每公斤4-5克或每磅1.8-2.3克)。

蛋白质。性别、年龄、运动强度、进行时段及类别；还有能量摄入量及糖供应量可影响运动中及运动后蛋白质的代谢。更多有关这些因素及蛋白质与这些因素的关系、还有活跃人士的需要等详细评论文献能从其它地方找到(30, 31)。现时每日建议摄入量(RDA)为每公斤体重0.8克，主营养素适用范围(AMDR)给予超过18岁的成人蛋白质摄入量为10%-35%总能量(15)。由于没有强力证据支持健康成人进行耐力或阻力性运动时需要摄取额外膳食蛋白质，现时蛋白质及氨基酸的DRI没有明确地认同活跃人士及竞争性运动员对蛋白质有独特需要。但是为了维持最佳运动表现，在实际上蛋白质摄入量高于RDA已是司空见惯。

耐力运动员。进行耐力运动时增加蛋白质的氧化，结合氮平衡的研究，提供建议在高强度耐力训练后增加蛋白质摄入量作恢复的基础(32)。氮平衡的研究建议耐力性运动员达致氮平衡的膳食蛋白质摄入量为每天每公斤1.2至1.4克(29-31)。超耐力性运动员连续进行数小时活动或持续数天进行间歇性运动应每天每公斤摄取1.2-1.4克或稍微调高份量(32)。能量平衡或摄取足够的卡路里—特别是糖—对蛋白质代谢非常重要以确保氨基酸留给制造蛋白质来符合这些额外的需要，而非被氧化作能量(33, 34)。再者，讨论对不同性别在运动中的蛋白质代谢反应有否不同仍然持续(35, 36)。

力量性运动员。阻力性运动和耐力性运动可能需要超出RDA的蛋白质摄入量，因为额外的蛋白质，特别是必需氨基酸，配合足够能量以支持肌肉生长(30, 31)。此摄入量在需要增加肌肉体积的早期力量训练阶段尤其正确。因为有常规阻力训练的人士利用蛋白质的效率较佳，所以维持肌肉重量的蛋白质份量可以较低(30, 31)。受力量训练的运动员的每天蛋白质建议摄入量约为每公斤1.2-1.7克(30, 32)。

蛋白质及氨基酸补充品。自古以来高蛋白饮食都非常流行。虽然早期这方面的研究包括个别氨基酸补充品(37, 38)，更多近期研究显示完整高质素蛋白质如乳清、酪蛋白、黄豆有效地维持、修补及制造骨骼肌蛋白质以响应训练效果。蛋白质或氨基酸的摄入量贴近力量性及耐力性运动能促进维持、甚至增加骨骼肌肉(39, 40)。因为不能证明蛋白质或氨基酸补充品对运动表现有正面影响(41, 42)，所以蛋白质补充品的建议仍为谨慎，并且应以优化训练效果及运动后恢复为首要。从实践观点而言，给运动员建议蛋白粉及氨基酸补充品之前进行针对运动员目标的全面营养评审是重要的。

脂肪。脂肪是正常饮食中的一个必需成分，提供能量、细胞膜及相关营养素如维他命A、D及E的基本元素。主营养素适用范围(AMDR)的脂肪量为20%-35%总能量摄入量(17)。《美国国民膳食指引》(16)及《加拿大良好饮食食物指引》(28)建议由脂肪酸而来的能量比例为10%饱和脂肪、10%多元不饱和脂肪及10%单元不饱和脂肪，并包括必需脂肪酸的来源。运动员应该遵照这些建议。一些脂肪占 $\geq 70\%$ 能量摄入量的饮食建议以改善运动表现(43, 44)的研究并不支持此概念(45)。

维他命和矿物质

微量营养素在产生能量及制造血红蛋白、维持骨质健康、确保免疫功能及保护身体组织对抗氧化伤害中担当着重要角色。这些微量营养素辅助运动后恢复及伤员后制造和修补肌肉组织。运

动抑制很多需要微量营养素的代谢机制，还有运动训练可能造成肌肉生化的适应导致增加微营养素的需求。常规运动可能增加身体微量营养素的流通及流失。因此，运动员可能需要摄取更多微营养素以抵消增加制造、修补和维持瘦组织的需求。

运动员饮食中最常关注的维他命及矿物质为钙质及维他命D、维他命B群、铁质、锌质、镁质，还有一些抗氧化物如维他命C及E、乙胡萝卜素及硒质(46-50)。运动员限制能量的摄取或执行严厉的减重计划、从饮食中减去一种或以上的食物类别、进食低微量营养素密度的不均餐膳，都属有缺乏微量营养素最高风险的一族。这些运动员可能从服食多种维他命及矿物质补充品得益。营养均衡的人士服食维他命或矿物质补充品不会改善表现(46-48, 50)。

维他命B: 硫胺、核黄素、烟酸、维他命B6、泛酸、生物素、叶酸及维他命B12

摄取足够维他命B的重要在于确保最佳能量的制造、制造及修补肌肉组织(48, 51)。维他命B群有2个直接与运动有关的主要功能。硫胺、核黄素、烟酸、维他命B6、泛酸及生物素和运动中能量的制造有关连(46, 51)，不过叶酸和维他命B12用于产生红血球、制造蛋白质、修补及维持包括中央神经系统在内的组织。维他命B中的核黄素、泛酸、叶酸和维他命B12的摄取量在女性运动员中通常较低，特别是素食或有失调饮食习惯的女性。

有限的研究曾测试运动会否增加维他命B群的需要(46, 48)。一些数据建议运动轻微增加这些维他命的需要或多至两倍现有建议份量(48)；但是，这些提高的需要量普遍地在较高能量摄取量中获得。虽然短期稍微缺乏维他命B未有发现影响表现，但是严重缺乏维他命B12、叶酸、或缺乏两者引致贫血及降低耐力表现(46, 47, 52)。所以，运动员摄取足够的微营养素以支持最佳表现及健康是重要的。

维他命D

维他命D协助钙质吸收、调节血清中钙和磷水平；并且提升骨质健康。维他命D亦调节神经系统及骨骼肌肉的发展和平衡(53-55)。长年居于北纬度或主要在户内受训的运动员例如体操员和花式溜冰者有维他命D水平不足的风险，尤其是她们没有进食已添加维他命D的食物(50, 56, 57)。这些运动员可从服食根据DRI水平的补充品得益(19-49岁人士每天5微克或200国际单位)(54, 56, 58-61)。越来越多专家提倡维他命D的RDA不足够(53, 62, 63)。

抗氧化物: 维他命C及E、乙胡萝卜素及硒质

抗氧化营养素—维他命C及E、乙胡萝卜素及硒质—担当在保护细胞膜免被氧化伤害中一个重要角色。由于运动能增加氧气消耗量10至15倍，所以有被假设长期运动对肌肉和其它细胞产生一种持续的「氧化压力」(49)引致细胞膜的脂肪过氧化。虽然短期运动可能增加脂肪过氧化副产品的水平(64)，但有研究显示日常运动提高抗氧化系统和减少脂肪过氧化(50, 65)。因此，一位受过训练的运动员可能相对一位静态人士有更完善的内在抗氧化系统。运动是否具有增加对抗氧化营养素的需要仍然具争议性。只有少数证据指抗氧化补充品提升运动表现(49, 50, 64, 66)。运动员选择低脂肪饮食、限制摄取能量或水果、蔬菜或全麦食品有摄取抗氧化剂不足的最高风险(29, 66)。

仍然没有明确证据证明结合多种抗氧化物或单一抗氧化物如维他命E在激烈运动后减少发炎或肌肉酸痛(42, 67)。虽然有关维他命E对运动表现的促力潜能未能清晰地纪录，耐力运动员对此维他命的需求可能需要提高。事实上，维他命E补充品被显示在进行有氧或耐力运动中减少脂肪过氧化，不过对力量性训练的效果则有限(66)。有一些证据从某些活跃人士身上发现维他命E可能舒

缓运动引致DNA的损害及加速恢复；但是仍需更多研究支持此证据(66)。运动员的抗氧化物摄取量不应超过上限摄取量(UL)因为高剂量有潜在促氧化性的负面影响(46, 64, 68)。

如果饮食已提供足够的维他命C，此维他命补充品似乎没有促力功效。由于有研究显示激烈及持续运动增加维他命C的需求，所以缺乏维他命C或介乎边缘水平能影响运动表现。运动员参与恒常激烈及持久运动应每天摄取100-1000毫克维他命C(47, 69, 70)。

矿物质：钙、铁、锌及镁质

运动员—特别是女运动员—主要从饮食摄取不足的矿物质为钙、铁、锌及镁质(47)。低矿物质摄取量通常归咎于限制能量的摄取或避免进食动物性食物(70)。

钙质。钙质对生长、维持及修补骨组织、维持血钙水平、调节肌肉收缩、神经传送及血液凝固尤其重要。膳食中钙质及维他命D摄取不足增加低骨质密度(BMD)及骨折的风险。低能量摄取量、没有进食或进食不足乳制品或其它钙质丰富食物及有经期失调的女运动员有低骨质密度的最高风险(47, 52, 55, 71-73)。

钙质及维他命D补充品需经过营养评审后才决定是否需要。现时给予有饮食失调、闭经及早期骨质疏松风险的运动员每天元素钙及维他命D的建议量分别为1500毫克及400-800国际单位(50, 72, 73)。

铁质。铁有助形成携带氧气的蛋白质、血红蛋白和肌红蛋白，以及配合产生能量的酵素(50, 74)。耐力性运动需有良好的携氧量、正常神经功能、行为及免疫系统(64, 74)。铁不足(低铁储备)是运动员—特别是女运动员—最常缺乏的营养素(75)。铁缺乏症—无论有否贫血—能损害肌肉功能及限制运动能力(47, 58, 75, 76)。耐力性运动员—特别是长跑者—约需要增加70%铁需求量(58, 74)。素食或有惯常捐血的运动员应设定高于RDA铁质摄取量的目标(即是男性及女性分别需要>8毫克及>18毫克)。

运动员铁不足通常归咎于不足能量摄取量。其它冲击铁水平的因素包括低铁质供应量的素食饮食模式、从汗液、粪便、尿液或经血中的流失、血管内溶血、拳击地引致的溶血、固定捐血或伤员(50, 75, 77)。运动员—特别是女性、长跑者、青年或素食者—应该定期检查及监控铁水平(75, 77, 78)。

由于扭转缺铁性贫血需时3-6个月，所以在缺铁性贫血显现之前开始营养治疗是有益效的(47, 75)。虽然铁储备不足(低血清铁蛋白)常在女运动员出现，但运动员患缺铁性贫血的比率和非运动女性人口中相近(50, 75, 77)。持续地摄取铁质不足引致长期铁缺乏症—无论有否贫血—能负面地影响健康、体格及精神表现，需要实时医学治疗及监控(76, 78)。

一些运动员也许在训练初期经历暂时性铁蛋白及血红蛋白下降，下降的原因是血浆容量增加，这种称为【血素淡化】或【运动性贫血】的情况对营养治疗不起反应。这改变似乎是适应带氧训练的益处，而不会负面地影响表现。

如果运动员有铁不足情况，证据指出铁补充品不单改善血液生化数值及铁水平，而且增加运动时的摄氧量、减低心跳率、及降低乳酸浓度从而改善运动能力(47)。亦有一些证据指铁不足但没有贫血的运动员未能透过铁补充品获得益处(50, 75)。最近的调查额外支持当服食100毫克硫酸铁4-6星期后能提供改善运动表现(即减低骨骼肌肉疲劳)(76)。改善铁水平的益处包括改善运动能力及耐力、增加摄氧量、降低乳酸浓度及减少肌肉疲劳(50)。

锌质。锌质负责肌肉组织的成长、制造及修补；制造能量及维持免疫水平。饮食中摄取较少动物性蛋白质、高纤维及素食与低锌质摄取量有关系(50, 52)。有研究显示锌水平直接地影响甲状腺荷尔蒙水平、BMR及蛋白质的使用，因而能负面地影响健康及体能表现(50)。

调查资料指出很大数目的北美人士锌摄入量低于建议水平(74, 75, 79)。运动员—特别是女性—有锌缺乏症的风险(79)。低锌摄入量对锌水平评估的冲击是由于未有建立清晰的评估标准及血浆锌浓度不能反映整体锌水平变化所致(47, 79)。不足锌质水平降低心肺功能、肌肉力量及耐力(47)。锌质摄取上限(UL)为40毫克(74)。运动员应注意很多单一锌补充品都超出摄取上限, 不必要的锌补充品可减低高密度脂蛋白胆固醇(HDL)及干扰其它营养素如铁及铜质的吸收, 引致营养素失衡(47)。再者, 锌补充品对体能表现的益处并未成立。

镁质。镁质的角色包括细胞中的代谢(解糖、脂肪及蛋白质代谢)及调节细胞膜平衡和神经肌肉、心血管、免疫及荷尔蒙功能(47, 55)。缺乏镁质会增加氧气需求来应付次大强度运动, 损害耐力表现。有报告指分体重等级及注意外观运动如搏击、芭蕾舞、体操及网球的运动员从膳食中摄取镁质不足。运动员应被指导那些食物有良好镁质来源。低镁质水平的运动员可能从补充品中获益(47)。

钠质、氯及钾质

钠质是一种重要的电解质, 特别是对高汗液流失的运动员(80-83)。不少耐力运动员需要高于摄取上限(UL)的钠质(每天2.3克)和氯(每天3.6克)。特别是运动员在进行耐力性运动项目(>2小时)时建议需要含有钠质(每公升0.5-0.7克)和钾质(每公升0.8-2.0克), 并且糖的运动性饮料(50, 80, 82, 83)。

钾质负责体液及电解质平衡、神经传送及主动传送机制。进行激烈运动中血浆钾浓度降低的幅度倾向少于钠质。运动员的饮食含不同种类的蔬菜、水果、果仁/种子、乳制品、瘦肉及全麦产品通常都足够维持正常钾水平(32, 83)。

水平衡

维持体液平衡可达到最佳运动表现。相反, 脱水增加有潜在生命威胁的热伤害如中暑的风险; 因此运动员应争取在运动之前、期间及之后维持良好的体液平衡。特别在炎热天气下, 脱水(流失>2%体重)能影响带氧运动表现及可损害精神/认知表现(83)。

美国运动医学会(ACSM)有关运动和流质补充的立场声明(83)提供在运动之前、期间及之后如何维持充足体液的全面研究评论及建议。此外, ACSM亦刊登有关在特别环境状况下的立场声明(84, 85)。以下建议是取材至立场声明的要点。

流质和电解质的平衡

• 运动前

个人应最少在运动前4小时饮用每公斤体重5-7毫升(每磅~2-3毫升)水或运动饮料。这个建议容许足够时间达致最佳水分平衡状态及排出任何多余的液体例如尿液。利用会膨胀细胞外液及细胞内液空间的液体(例如水和甘油而成的溶液)使身体有过量水分会增加被取消比赛资格的风险(83), 亦没有相比足够水平衡更大的生理和表现益处, 所以绝不应允许此方法(83)。

• 运动中

运动员在活动期间透过辐射、传导、对流及水分蒸发等作用散热。在炎热、干燥环境下, 蒸发作用占超过80%新陈代谢的热耗。在任何特定活动下, 流汗速度会根据四周温度、湿度、体重、基因、热适应速度及代谢效率而变化。视乎运动及情况, 流汗速度可低至每小时0.3公升到高至2.4公升(83)。除水之外, 汗液包含有相当多但可变量量的钠质。汗液中钠质平均浓度约为每公升

50 微摩尔或每公升1克(虽然浓度改变甚大)。流失的汗液中有适量的钾质及少量矿物质如镁和氯。

运动中摄取液体的目的是避免超过2%体重的水分流失。流质补充的份量及速度决定在个别运动员的流汗速度、运动进行时间及可饮用的机会(83)。ACSM的立场声明有针对不同体型、流汗速度、运动种类等的建议,鼓励读者在可能的情况下设定个人化的水平衡计划(83)。

饮用含电解质及糖的饮料能协助维持体液和电解质平衡与及耐力运动表现(83)。运动种类、强度及进行时间还有环境状态可改变流质及电解质的需要(83)。含有钠及钾质的流质有助补充汗液中流失的电解质,而钠质刺激口渴及保留体液,还有糖提供能量。进行运动项目超过1小时应饮用含6%–8%糖的饮料(83)。

运动中并不是经常可达致体液平衡,主因是最大流汗速度超过最大胃排空速度因而限制流质的吸收。再者,运动员运动中流质摄取速度未能追及胃排空及肠道的吸收。当胃内有高份量的流质时胃排空速度是最高的;当摄取高渗流质或高于8%糖的流质时会减低胃排空速度。

运动员出现体液及电解质平衡紊乱包括由于脱水、低水分状态及低血钠症(83)。运动引致脱水主要是由于体液的流失超过吸收所导致。虽然有些人士在运动开始前水分充足,在过一段时间后会脱水;但是一些运动员在训练或比赛前可能已出现脱水状态,主要原因是运动分段之间没有补充足够的水分(82)。另外一个因素可使一位运动员出现脱水是因为某些特定运动或项目需要【做磅】。运动员令自身在分体重等级运动(例如搏击、拳击、轻量级赛艇、武术)比赛项目前去水而出现低水分状态。在运动项目前限制流质的摄取、进行某些运动模式、使用利尿剂或进行桑拿能出现低水分状态。此外,运动员在炎热环境下参与多项或持久运动的训练时可能延伸体液负差(84)。

持续并大量流汗而未能补充钠质,或者是摄取过多水分能导致低钠血症(血清钠浓度每公升少于130微摩尔)。低血钠症较常出现在体重不属于轻型、慢速度、低流汗或在马拉松比赛前、比赛期间或比赛后量的新手身上(83)。

骨骼肌肉抽筋和脱水、电解质不足及肌肉疲倦有关。非热适美式足球队通常经历脱水及肌肉抽筋情况,特别是夏天后期进行的正式季前练习。运动员参加网球比赛、长途单车赛、晚季三项铁人赛、足球及沙滩排球都较容易出现脱水及肌肉抽筋。冬季运动员亦会出现肌肉抽筋例如越野滑雪者及冰上曲棍球员。流失的汗液中含大量钠质的人士较常出现肌肉抽筋(83)。

• 运动后

因为很多运动员在运动中没有摄取足够的流质平衡体液的流失,他们在完成运动项目时已有一定程度的脱水状况。给予足够时间进食餐膳及饮用流质可补充在运动中失去的体液及电解质,重新达致水平衡状态。在运动中每减少一磅的体重(0.5公斤)在运动后饮用最少16–24安士(450–675毫升)的流质可快速及完全地从过度脱水的情况中恢复。摄取恢复饮料及主餐/小食中的高盐分食物能补充体液及电解质的流失(83)。

特别环境状况

炎热和潮湿环境。在炎热、潮湿环境下显著地增加脱水和热伤害的风险(84)。当周遭温度超过体温,体热无法透过辐射作用散发。而且,当相对湿度高时,利用蒸发作用挥发汗水散热的潜能会显著地降低。当温度和湿度都同样高时,就有非常高出现热病的风险。如果比赛项目在这些情况下进行,应有一切措施确保运动员身体水分充足、容易获得流质,并且被受监测与热相关的病征。

寒冷环境。在凉快或寒冷的天气下亦有机会出现脱水(85)。在寒冷环境下导致脱水的因素包括呼吸液体的流失及在高强度运动中穿着绝缘衣服所汗液的流失。脱水亦能发生在低流质摄取率。如果运动员感到寒冷并且可提供的流质是低温度的，饮用的动力明显地减低。最后，由于去除多层衣服去排尿对一些运动员有所不便及困难—特别是女性，他们自愿地限制流质的摄取(86)。

高原。除了运动时所流失的体液外，暴露于>2,500米(8,200呎)的高原身体会强制性利尿、在呼吸时大量流失水分，并且令胃口下降，所以导致体液流失。男性和女性在呼吸时每天水分的流失分别可高至1900毫升(1.9公升)及850毫升(公升)(87,88)。暴露在高原时总液体摄取量应每天接近3-4公升以维持最佳肾脏功能及维持成人每天~1.4公升尿液量(87)。

训练时的饮食

运动员和其它普通人士饮食的基本分别是运动员需要额外流质补充汗液的流失及提供能量支持活动。就前文提及，适合的额外能量主要为糖。比例上增加的能量需求似乎超出比例上增加的大部分营养素。相应地，当能量需求增加时，运动员的首要目标应为摄取合适他们需要并以糖为基础的食物组别(面包、谷物、豆、奶及奶制品、蔬菜及水果)的最高份量。这些食物组别的最高分量提供超出很多运动员的能量需求(每天大卡路里)。相反地，低能量需求或细小的运动员应留意从高营养素密度的食物获得糖、蛋白质、必需脂肪及微营养素。

有关主餐和小食的进食时间，常识指在运动训练期进食食物及流质是因应运动员的肠胃特性及训练进行时间及强度来决定。例如，进行低强度训练1小时前运动员可接受一份牛奶及三文治的小食。但在进行非常高强度训练前同一份小食则未必能够被适应。进行艰苦训练或一天内进行多次训练可能需要每天进食超过三餐主餐及小食，并考虑每次可以进食的场合。这些运动员应考虑在训练完结前进食、在下午多进食一餐小食，或者在睡前进食一餐有份量的小食。

结论声明。二十三份研究调查训练期间进食不同份量主营养素的运动表现受到评估。九份研究有报导进行训练期间及比赛前一个星期进食高糖饮食(>60%能量)改善肌肉糖原浓度及/或者明显改善运动表现。两份研究报导每天每公斤体重摄取6克糖没有额外提升表现的益处。两份研究报导性别上的差异；女性透过增加糖的摄取而增加肌肉糖原浓度的能力可能较低，特别是当能量摄取量不足。一份研究根据进食十天高脂肪饮食(>65%能量)然后进食三天高糖饮食(>65%能量)有明显改善运动表现。九份研究报导训练期间及比赛前一星期主营养成分对运动表现没有明显效果(二等证据=良)。

(www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250447)。

运动前膳食

在运动前进食，有相对于在空腹状态下运动，被证明可改善表现(89,90)。比赛或进行高强度的训练前进食主餐和小食除了为运动员即将来临的活动做好准备外，还有防止饥饿或有未被消化的食物留在胃部。相应地，应该使用以下关于主餐和小食的一般指引：应该摄取充足的流质维持水平衡状态、食物应该是含较低脂及低纤维以促进胃排空及减少肠道不适、高糖以维持血糖和促进糖原储备、适量蛋白质；并且是运动员所熟悉的。

运动前的主餐份量和进食时间是互有关连的。由于多数运动员不喜欢比赛时胃部被填满，接近运动开始时间前建议进食较小巧的主餐，让胃部有足够时间排空。然而当运动或比赛前允许有较长时间的空间，建议可进食较大份的主餐。研究显示有助改善表现的糖份量是在运动前3至4小时进食200至300克糖。不过有研究显示运动前的进食对表现没有影响或益处(91-98)。数据对于运动前的主餐中糖升糖值会否影响运动表现仍未能确定(92,99-102)。

虽然上述指引是实际和有效的，但必须强调运动员的需要是个人化的。一些运动员在运动或比赛之前2-4小时能进食和享受一顿丰富的主餐(例如：薄煎饼、果汁及炒蛋)；然而，其它人士进食这样的主餐后可能经历严重肠胃不适，因而需要依靠流质餐。运动员应该经常通过在练习期间尝试新的食物和饮料以确定最合适食物及进食时间，并确保在合适的时间获得这些食物。

结论声明。十九份研究调查比赛前24小时进食不同主营养素组合的运动表现受到评估。在八份研究运动前90分钟至4小时的进食与运动表现当中，有六份研究报导没有明显效果。六份针对运动前1小时内摄取食物和饮料的研究报导未有对运动表现有明显的效果，尽管升高血糖、升高胰岛素、增加糖的氧化及减少游离脂肪酸的供应。不同的方法论使研究有关比赛前主餐中升糖值未能得出结论性的结果。(二等证据=良)。

(www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250452)。

运动中

现今研究支持透过运动性饮料提供糖(6%-8%)改善少于1小时的耐力运动的表现(103-105)，特别是运动员在早上做运动，身体经过整夜空腹后肝糖原处于低水平。这种情况下通过外来提供的糖有助维持血糖水平和改善表现(106)。

在进行更长时间运动项目时，每小时每公斤体重进食0.7克糖(大约每小时30-60克)清晰地被证明可延续耐力表现(107, 108)。当运动员未有进行糖负荷、在运动前没有进食或者为了减重而限制能量摄取时，运动中糖的摄取就显得更为重要。在活动进行不久后应该开始进食糖；在2小时运动后进食特定份量的糖不及在2小时运动中每隔15至20分钟进食相同份量的效果(109)。糖的摄取应以选择葡萄糖为首；单靠果糖不及葡萄糖有效之余可能导致腹泻，虽然葡萄糖和果糖的混合物还有其它简单糖类及麦芽糖似乎是有效的(107)。如果糖和流质的总摄取份量是相同的，糖的进食形式似乎不是问题。有些运动员可能偏向饮用运动性饮料，但是其它可能喜欢进食糖小食或运动果冻配合饮水。在这份文献其它地方曾提及，摄取足够的流质仍有需要以助维持耐力表现。

结论声明。三十六份研究调查运动中进食不同主营养素组合的运动表现受到评估。七份根据进行少于60分钟的运动中摄取糖显示对运动表现有分歧的结果。但是，十七份研究根据进行超过60分钟运动及糖的摄取，当中的五份报导有改善代谢反应。十二份当中的七份研究报导有改善运动表现。有关运动中摄取糖时加入蛋白质对运动表现的证据未有结论性。七份根据运动前进食及运动中摄取糖的研究建议可提升运动表现。(二等证据=良)。

(www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250453)。

恢复期

比赛后或运动后进食主餐或小食的时间和食物组合的选择取决于每节运动的长度和强度(即是糖原是否被耗尽)，以及何时进行下一次的激烈运动。例如，多数运动员在完成一场马拉松时糖原储备会被耗尽，而在一场90分钟的跑步训练后较少糖原被消耗。由于运动员进行一场马拉松比赛后很少会在下午再进行另一场赛事或激烈运动，所以对这些运动员来说运动后的膳食时间和食物组合就不太关键。相反，一名三项铁人运动员在早上完成了一场90分钟的跑步并在下午进行一场3小时的单车练习，在两节训练之间需要获得最大的恢复效果。为了符合这个目标，运动后的餐膳就为重要。

运动后糖摄取的时间短期内影响糖原的制造(110)。在运动30分钟内进食糖(较常建议每隔2小时每公斤体重进食1.0-1.5克糖直至6小时)相对运动后延迟2小时才进食更能获得较高糖原水平(111)。对于运动员在激烈训练之间能有一天或以上休息时间是实行这种糖原补充计划，只要

在每次运动后24小时内有摄取到足够的糖 (112)。尽管如此, 在运动接近完结前进食一顿主餐或小食可能是重要的, 让运动员达到每日糖和能量的目标。

糖的种类亦能影响运动后糖原的制造。当比较简单糖类时, 在运动后2 小时内摄取每公斤体重1.5 克的葡萄糖或蔗糖似乎同样有效; 但是单独只有果糖的效果则较逊(113)。至于整体食物而言, 在进行糖原被耗尽的运动后的24 小时内, 进食高血糖指数的糖较同样份量但低血糖指数的糖更能提高肌糖原水平(114)。不过这些研究结果的应用需要考虑到运动员的整体饮食模式。进行耐力性(115)或阻力性(116)运动后进食相等卡路里的糖或糖配合蛋白质及脂肪, 糖原制造速度是相似的。然而, 在运动后的餐膳中包含蛋白质也许提供修补肌肉蛋白质和更能促进合成荷尔蒙模式的必需氨基酸(33)。

结论声明。二十五份研究调查恢复期间进食不同主营养素组合受到评估。九份研究报导在恢复期间进食高糖饮食(>65%糖或每日每公斤体重0.8-1.0克糖)增加血浆葡萄糖及胰岛素浓度及增加肌糖的重新制造。如果糖的摄取是足够的, 四份研究显示额外提供蛋白质未有显著益处; 二份研究显示餐膳时间对在恢复期间肌糖的重新制造没有显著的影响。研究集中在有4小时或以上恢复期间进食糖建议能改善运动表现。(二等证据=良)。

(www.adaevidencelibrary.com/conclusion.cfm?conclusion_statement_id=250451)。

膳食补充品和强力剂

运动补充品排山倒海而来的供应对从业者及运动员来说是一个不间断的挑战, 他们需要保持对这些声称的准确性及科学证据的更新。虽然膳食补充品和营养强力剂, 例如有助提升表现的营养产品, 是非常流行的; 然而, 能证明改善表现的事实却是很少(117-119), 一些可能引起关注。

在美国, 1994 年《食物补充品健康及教育法》(Dietary Supplements and Health Education Act) 允许补充品生产商列出有关产品对身体结构及作用的声称, 而非治疗性的声称如宣称可【诊断、纾减、治理、治疗或预防】某些特定的疾病或医学相关状况(117, 120)。只要有提供一个特别的补充品标签列出有效成分和提供全部成分, 无论是否有效都可以提出提高表现的声称。但是此法案使美国食品及药物管理局(FDA)有负责评估及执行相关安全。在2003年, US/FDA《更好营养的消费者健康信息专门小组》(Task Force on Consumer Health Information for Better Nutrition) 建议一个以证据为本模式的新系统评估健康声称, 并打算协助消费者更可靠地决定强力剂和膳食补充品的效力(117)。虽然FDA要求所有生产商分析自家产品成份的特性、纯度及强度, 但是生产商不需证明产品的安全性及有效性。

加拿大规范补充品如同药物或天然健康产品(NHP)。在加拿大受到NHP规范的产品必须符合《天然健康产品条例》(Natural Health Products Regulations)(2003), 生产商要有科学证据支持下产品可作出完整系列的声称(结构/功能、减低风险、治疗、预防)(117)。在加拿大, 《加拿大健康署的食品检验局》(Health Canada's Canadian Food Inspection Agency)规范运动补充品例如运动性饮料、蛋白粉、能量条及代餐产品/饮品, 而能量饮料、维他命/矿物质及草本补充品、受添加的维他命水及氨基酸补充品等则受到NHP条例监管。合成类固醇属于药物, 受到《受管制药物及物品法》(Controlled Drugs and Substances Act) 严格地规范。

运动专科营养师评估营养相关强力剂时应该考虑以下因素: 相关营养和运动科学的声称的真实性、支援性证据的质量(双盲对照科学研究对比推荐书), 及该声称的健康与法律后果(121, 122)。强力剂的安全性仍然是一个问题。膳食补充品和强力剂可能受到禁止或不被容许的物质污染仍然是一个关注点。所以运动专科营养师及运动员考虑使用这些产品时必须谨慎。最后, 运动员需要对服用这些产品后所产生的任何后果负责。膳食补充品和强力剂永远无法取代基因构造、训练年期及最佳营养。

美国本土[《全国大学生运动协会》(National Collegiate Athletic Association)(NCAA; www.ncaa.org)、《美国反兴奋剂机构》(United States Anti-Doping Agency)(www.usantidoping.org)]及国际运动机构《世界反禁药组织》[World Anti-Doping Agency(WADA; (www.wada-ama.org))]限制使用某些强力剂并要求运动员进行随机的尿液测试以确保未有服用这些产品。在加拿大,《加拿大运动道德中心》(Canadian Centre for Ethics in Sport(www.cces.ca))是负责监察违禁药品的组织。

服用声称可提升表现的物质的道德是个人的选择及仍维持争议性(117)。所以,合格的运动营养专家应持有开放态度去有效地评审、推荐、教育及监管精英运动员,当这些运动员仔细考虑或正在使用一些膳食补充品及/或者强力剂。有关这些产品的可靠及重要数据应由合格健康专家如《委员会认证的 运动营养专家》(CSSD)提供,并且小心评估风险与效益比例并包括完整的膳食评审。

此文章的焦点不是评论北美运动员使用众多强力剂的情况。从实际观点而言,大部份强力剂可分为以下四种类别:1.表现如同声称;2.表现可能如同声称,但现阶段没有足够证据证明效力;3.不能表现如同声称;及4.有危险、违禁或非法的,所以不应被使用(122)。

1. 强力剂的表现如同声称

肌酸。肌酸是现时最常被运动员使用的强力剂,主要是希望增加肌肉及加速恢复(118, 123-125)。肌酸被证实在进行高强度带重复性短速爆发力运动如短跑或举重,三磷酸腺苷-肌磷酸(ATP-CP)能量系统提供主要能量时有效;但是对耐力性运动如长跑却没有功效(32, 117, 126-128)。大部份有关肌酸的研究选择男运动员并且在实验室进行。

肌酸补充剂最常见的不良影响是体重(体液)的增加、抽筋、恶心,和腹泻(32, 117, 129)。虽然有一些关于肌酸引致脱水、肌肉绷紧/撕裂、肾脏受损的报告受到广泛的争议,健康成人服用肌酸普遍被视为安全的。虽然仍未知道长期使用肌酸的效用,不过目前的研究没有显示肌酸补充剂对健康成人产生不良影响(133)。尽管如此,保健专家应该小心地审查有使用肌酸的运动员有否任何肝脏或肾脏失调,或者在罕有情况下,出现前胫骨部症候群。

咖啡因。咖啡因的潜在促力效果主要作为中枢神经系统的刺激物及提高游离脂肪酸的流动性及腾出肌糖原(117, 134)。在2004年,咖啡因从WADA受限制清单中转移至监测计划。但是咖啡因仍被NCAA视为受限制物质,尿液中咖啡因水平>每毫升15微克属于阳性药检反应。新证据显示适量选用咖啡因不会导致脱水或电解质失衡(135-138)。但是,当运动员需要快速补充水分时,运动员应选择非咖啡因或非酒精类饮料。

含有咖啡因的高能量饮料能减力及当服用过量或与其它刺激物或酒精或其它未受监管草本物质一起服用时有潜在危险,所以应受到阻止(32, 117, 139-141)。咖啡因的不良影响包括焦虑、紧张不安、心跳加速、肠胃不适及失眠,并且能对刚开始服用人士有减力效果(134, 142)。有少部份证据宣传单独使用咖啡因可作为减重辅助品(118)。

运动饮料、能量果冻及能量条。运动饮料、能量果冻及能量条广泛地受到忙碌的运动员或活跃人士作为方便的代餐或强力剂使用。合格的营养专家应教育消费者有关卷标阅读、产品成份及合适地使用这些产品(训练及比赛前,期间及之后)。

碳酸氢钠。碳酸氢钠作为血液缓冲剂可能是一种有效的强力剂（酸碱平衡及防止疲倦的角色），不过其使用性有不舒适的不良影响如腹泻(117, 143)。

蛋白质及氨基酸补充品。现时的证据指出当有足够的能量时，摄取蛋白质及氨基酸补充品和摄取食物有相同增加瘦体重的效果（30, 31, 117）。虽然受到广泛使用，蛋白粉及氨基酸补充品有可能成为禁药的来源，例如含有没有列在成份标签上的合成代谢类固醇诺龙(144, 145)。

2. 强力剂的表现可能如同声称，但现阶段没有足够证据证明效力

声称可提升健康及表现的强力剂包括谷胺酰胺、β-羟基甲基丁酸(HMB)、初乳及核糖(117)。初步有关这些强力剂的研究没有增加表现的结论。这些物质没有被禁止运动员服用(www.wada-ama.org/en/prohibitedlist.ch2)。

3. 强力剂的表现不如声称

大部份市场上强力剂属于此类别(122)。这些强力剂包括氨基酸、花粉、支链胺基酸、肉碱、吡啶甲基铬、虫草、辅酶Q10、共轭亚油酸、细胞色素C、二羟丙酮、丙种谷维素、人参、肌甘、中链脂肪酸、丙酮酸盐、充氧水及钒。此清单绝不是完整的，还有其它物质适合列入此类别。同样地，经过科学探索及评估后，任何这些化合物最终有机会从这类别转至另一类别。不过至今，没有一个这些产品能被证明提升表现，并且很多这些产品都有不良影响(122)。

4. 危险、违禁或非法的强力剂

属于这类别的强力剂被WADA禁止，不应被使用。雄烯二酮、脱氢表雄酮(DHEA)、19-去甲雄烯二酮、19-去甲雄烯二醇及其它合成类固醇、雄性类固醇、蒺藜、麻黄、番木鳖碱及人体生长荷尔蒙。由于这个领域不断增加，所以运动专科营养师需要持续留意不同营养强力剂的现况。

素食运动员

《美国营养师协会及加拿大营养师协会素食立场声明》(2003)提供素食运动员合适的营养指引。此文章提供额外数据给予参与运动的素食人士。虽然研究这群组的研究有限(31, 146)，不过周详素食饮食计划同样有效地支持可影响运动表现的因素。植物为本高纤维饮食可能会减少能量的供应性。监察体重及体成分是决定有否符合能量需要的可取方法。部份人士—特别是女性—可能为了一些运动倾向建立纤瘦的体成分而转为素食者，因而避免进食红肉或限制能量摄取。偶尔地，这可能会是饮食失调或增加女运动员三重综合症风险的红旗(72, 73)。因此，当运动员转为素食时，教练、训练员及其它健康专家应该警觉，并确保适当体重得以维持。

虽然大部份素食运动员能达到甚至超出总蛋白质的建议摄取量，不过他们的饮食中提供的蛋白质份量通常较其它非素食者所为低(31)。所以，一些个别人士也许需要更多蛋白质以符合训练或比赛的需要(31)。假设从不同种类的食物能提供充足的能量，植物性蛋白质的质素应该是足够的(31)。个别人士完全避免动物性蛋白质如牛奶及肉类(即全素食)，蛋白质质素值得关注。他们的饮食可能不足离氨酸、苏氨酸、色氨酸或蛋氨酸(39)。

由于植物性蛋白质相对动物性蛋白质较难被消化，所以建议增加大约10%蛋白质摄取量(15)。因此，素食运动员的蛋白质建议摄取量大约为每天每公斤体重1.3 -1.8克(52)。摄取能量摄取量比较低的素食者应灵巧地选择食物以确保符合这些建议。

素食运动员可能有摄取能量、脂肪、维他命B-12及D、钙、铁及锌不足的风险，因为这些营养素是普遍地从动物性食品中提供的。铁质有特别的关注，因为来至植物的非血红铁的生物利用

率较低。素食者的铁储备普遍地较杂食者低(52)。素食运动员，尤其是女性，出现铁缺乏症或贫血的风险较高。素食运动员—特别是在快速生长期(即青年期及怀孕期)—被建议对铁水平作定期监测。非常低脂饮食或完全避免动物性蛋白质可能导致必需脂肪酸的缺乏。运动专科营养师应教育刚开始素食的运动员如何制定餐单、烹调、采购—特别是高质素植物性蛋白质的组合及可接受的动物性蛋白质的来源(即乳制品及蛋)，以及那些食物含有或已添加关键营养素(钙、维生素D及B12、核黄素、铁及锌)(52)。

运动专科营养师的角色和责任

由于营养资料越来越繁多及复杂，运动员及活跃人士面对无数有关合适和有效于活动及表现的营养的选择及决定。渐增地，运动员及活跃人士寻求专家指引他们如何做出最佳食物及流质的选择。虽然很多运动员及活跃人士以在一项赛事中胜出作为其膳食计划有效的证据，运动专科营养师应带出由健康和体质、提升的训练容量及最佳运动表现等获得的连带目标。所以，专科营养师应要胜任以下范畴：

角色

- 进行全面营养评审及咨询会诊
- 教育有关食物的选择、采购及预备
- 在私营机构、保健或运动中心提供营养医学治疗服务
- 识辨及处理影响健康及表现的营养问题
- 提出能量平衡及体重管理的问题
- 提出营养对表现的挑战(肠胃不适、铁耗尽、饮食失调、女运动员三重综合症、食物敏感及补充剂的使用)
- 跟进及纪录可量度的营养服务结果
- 提升伤口或伤员愈合
- 管理餐单计划及设计，包括赛事和旅途之前和之后
- 发展及管理营养政策及程序
- 评估科学文献及提供证据为本的评审和应用

责任

- 应用运动营养于体质及表现
- 发展个人化的营养与水平衡的策略
- 建议营养补充品、强力剂、代餐及流质代餐产品、运动饮料、运动棒及果动
- 评估膳食补充剂及运动食品的合法性、安全性及有效性
- 提供延缓运动中的疲倦及从训练中快速恢复的营养策略
- 协助提升运动训练量及表现
- 参与识别及处理失调饮食型态
- 提供减低病患/伤员的风险及促进恢复
- 促进学界和专业运动员及活跃人士的运动职业寿命
- 在执业时招募和保留客户及运动员
- 作为跨领域/医疗/保健团队提供运动营养的一员
- 提供可获得赔偿的服务(糖尿营养医学治疗)
- 设计及指导教育运动队

- 担任培育运动营养专家的模范导师
- 积极参与专业特设的持续教育活动以维持认证

以上提及的责任应是有雇用合格运动专科营养师的运动及运动医学组织，还有寻找正确运动营养信息及建议的客户和运动员的常规期望。

在2005年，《营养治疗注册委员会》(Commission on Dietetic Registration) (CDR; 美国营养师协会的认证机构) 成立一个可认证专门执行运动营养行业食物及营养专家的专科。在美国，《认证运动营养专家委员会》(Board Certification Specialist in Sports Dietetics (CSSD)) 的认证是最早为认证专业运动营养而设立的。运动营养专家提供运动员、运动机构及活跃人士和团体安全、有效、证据为本的营养评审、指引及健康和表现的咨询。此认证要求包括要有现行注册营养师(RD)的资格、维持最少2年RD的资格及在过去5年内最少执业1500小时运动专科的纪录。读者可从www.cdrnet.org/whatsnew/Sports.htm获得更多资料。

ADA/DC/ACSM的立场于2000年7月12日被ADA《领导团队代表议会》(House of Delegates Leadership Team) 采立并于2005年5月25日再重申；于2000年7月12日被加拿大营养师协会批准；于2000年10月17日被美国运动医学会《管理委员会》(Board of Trustees) 批准。《加拿大教练协会》(Coaching Association of Canada) 认可此立场文献。此立场有效期至2012年12月31日。只要提供完整及合适的引用，ADA/DC/ACSM授权完全再版此立场文献。只要不是用作引证产品及服务，读者可复印及分派此文章。没有ADA的批准，严禁商业性质的分派。选用此立场的部份章节必须联络ADA总部800/877-1600，内线4835，或ppapers@eatright.org。