

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.

營養與運動表現

總編譯: 王香生 (香港中文大學 體育運動科學系)

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

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

翻譯: 王香生、胡美怡 (香港中文大學 體育運動科學系)

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

這是美國營養師協會(ADA)、加拿大營養師協會(DC)及美國運動醫學會(ACSM)的立場,最佳的營養可提升活動量、運動表現及運動後的恢復。這些組織建議選擇合適的食物和飲料、進食時間及補充品以達致最佳健康和運動表現。此更新的立場文章結合嚴謹、有系統及實證,分析有現今科學數據支持以營養和表現為專題的文獻,內容包括能量的需求、體成分的評審、體重改變的策略、營養素和流質的需要、在訓練及比賽期間的特別營養需求、補充品和強力劑的使用、素食運動員的營養建議,還有運動專科營養師的角色和責任。在高活動量期間,能量和主營養素的需要—特別是糖和蛋白質—必須配合來維持體重、補充糖原儲備及提供充足的蛋白質以製造及修補組織。攝取足夠的脂肪提供必需脂肪酸和脂溶性維他命,並且提供能量維持體重。雖然體重和體成分能影響運動表現,但這些體格測量不應該被視為運動表現的唯一準則;因此不鼓勵每天量度體重及體成分。運動前、運動中及運動後應攝取足夠的食物和流質以維持在運動中的血糖濃度、增至最大運動表現,及改善恢復時間。運動員在開始運動前體內應有足夠的體液;在運動中和運動後亦應飲足夠的飲料以平衡體液的流失。在開始運動前、運動中和運動後飲用含糖和電解質的運動性飲料有助維持血糖濃度、為肌肉提供燃料、減低脫水及低血鈉的風險。如果多元化飲食已提供足夠的能量以維持體重,維他命和礦物質補充品是不需要的。然而,如果運動員限制能量的攝取、執行嚴厲的減重計畫、從飲食中除去一種或以上的食物類別,或進食只含低微量營養素的不均餐膳,則可能需要服用補充品。由於監管營養強力劑的條例被貧乏地執行,這些產品應被仔細評估其安全性、有效性、潛力及合法性才能謹慎地被使用。合資格的運動專科營養師—特別美國《委員會認證的運動營養專家》(Board Certified Specialist in Sports Dietetics)—應有全面評審營養後才提供個人化的營養指引。

立場聲明

這是美國營養師協會(ADA)、加拿大營養師協會(DC)及美國運動醫學會(ACSM)的立場,最佳的營養可提升活動量、運動表現及運動後的恢復。這些組織建議選擇合適的食物和飲料、進食時間及補充品以達致最佳健康和運動表現。

這份ADA的立場文獻使用ADA的《證據分析程式》(Evidence Analysis Process)及其《證據分析庫》(Evidence Analysis Library, EAL)的資料。DC《實踐為本的營養證據》(Practice-based Evidence in Nutrition, PEN)亦提供類似資料。相對以前的評論方法,證據為本的方法更能提供額外重要的好處。這種方法的最大好處是更嚴謹統一化評論準則,這樣減少評論員有偏見

的可能性及增加對不同意見文章作出比較的容易度。ADA《證據分析程式》網址詳細描述《證據分析程式》 <http://adaeal.com/eaprocess/>。

結論聲明由專家工作小組根據系統的分析及有關研究證據的評估分配一個等級：一等＝好、二等＝良、三等＝有限制、四等＝只屬於專家意見及五等＝因為沒有證據支援或反對結論，所以不能提供等級。

有關證據為本的資料及其他主題可從網址 www.adaevidencelibrary.com 及 www.dieteticsatwork.com/pen獲得。非ADA會員亦可從 <https://www.adaevidencelibrary.com/store.cfm>訂閱。DC及非DC會員可從網址 http://www.dieteticsatwork.com/pen_order.asp訂閱PEN的資料。

重點

以下重點概括現時給予活躍成人和競賽運動員有關能量、營養素及流質的建議。運動營養專家能調整這些普及建議配合個別運動員對健康、運動、營養需求、食物偏好、體重和體成分目標的關注。

- 在進行高強度及／或者是長時間訓練時，運動員需要攝取足夠能量以維持體重及健康，還有最大化訓練效果。低能量攝取量可導致肌肉流失、經期失調、骨質密度流失；並且增加疲勞、受傷、患病及延長恢復期的風險。
- 體重和體成分不應該被視為參與運動的唯一準則；因此不鼓勵每天量度體重及體成分。最佳身體脂肪水準視乎性別、年齡、遺傳及運動項目本身而定。體脂評估技術有內在的差異及限制。最好的減重(減肥)計劃應安排在運動停賽季節或比賽季節之前，並包括有合資格的運動專科營養師。
- 運動員糖建議攝取量介乎每天每公斤體重6-10克(每天每磅體重2.7-4.5克)。糖維持運動中血糖水準及補充肌糖原。份量視乎運動員每日總能量消耗量、運動類型、性別及環境狀況。
- 耐力性或阻力訓練運動員的蛋白質建議量介乎每天每公斤體重1.2-1.7克(每天每磅體重0.5-0.8克)。這些蛋白質建議攝取量可通過飲食獲得，無需服食蛋白質或氨基酸補充品。最佳的蛋白質使用和表現需要攝取足夠的能量以維持體重才可行的。
- 脂肪攝取量應介乎20%-35%總能量攝取量。脂肪攝取量少於20%總能量攝取量對表現沒有益處。因為脂肪是能量、脂溶性維他命及必需脂肪酸的其中一種來源，所以攝取脂肪對運動員來說是重要的。高脂肪飲食模式並不建議給運動員。
- 運動員限制能量的攝取或執行嚴厲的減重計畫、從飲食中減去一種或以上的食物類別、進食高糖或低糖而低微量營養素密度的餐膳，都有最高缺乏微量營養素的風險。運動員的飲食最少要符合每日建議微量營養素的攝取量(RDA)。
- 脫水(水分負差超過2-3%體重)減低運動表現；所以，運動前、運動中及運動後補充足夠的流質有助健康及達到最佳表現。飲用流質的目標是防止運動時所出現的脫水及不應飲用超過個人流汗速度的分量。在運動中每減少1磅體重(0.5公斤)，運動員在運動後應補充約16-24安士(450-675毫升)的流質。
- 在運動前，主餐或小食應提供足夠的流質以維持體液水準、為較低脂肪和纖維素以促進胃排空和減少腸胃不適、含較高糖以維持血糖水準、含適量蛋白質、並需為運動員所熟悉和接受的食物和組合。

- 在運動中，攝取營養的首要目的是補充流失的體液及提供糖（每小時約30 –60 克）以維持血糖水準。這些營養指引對進行超過一小時的耐力運動、在運動前未能進食足夠食物或流質；或在極端環境下運動（炎熱、寒冷或高原）的運動員尤其重要。
- 在運動後，飲食目標是要提供足夠流質、電解質、能量和糖補充肌糖原和確保快速恢復。首30分鐘糖進食量約為每公斤體重1.0–1.5 克（每磅0.5–0.7克）及往後4–6 小時內每2 小時重複以上份量以補充糖原儲備。在運動後進食蛋白質可提供製造及修補肌肉組織的氨基酸。
- 一般而言，如果運動員從多元化的飲食獲得足夠能量來維持體重，是沒有需要服食維他命和礦物質補充品的。服食補充品的建議適用於與運動無關的情況－例如有懷孕可能性的女性應跟從服用葉酸補充品的指引。如果運動員進行節食、飲食習性中缺少一些食物或食物群組、患病或從傷患中恢復或缺乏某一種微量營養素，則可能需要服食多種維他命或礦物質補充品。單一一種營養素補充品可能在特定的醫學或營養原因下才需要服用（例如鐵補充品改善缺鐵性貧血）。
- 運動員應諮詢有關合適的強力劑的用途。這些產品應被仔細評估其安全性、有效性、潛力及合法性後才被使用。
- 素食運動員有攝取能量、蛋白質、脂肪及關鍵微量營養素如鐵質、鈣質、維他命D、核黃素、鋅質及維他命B12不足的風險。諮詢運動專科營養師可避免出現這些營養問題。

實證分析

編寫這份立場文獻主要是透過《美國國立醫學圖書館》(National Library of Medicine, NLM)的PubMed資料庫及CENTRAL資料庫所識別的研究，還有研究文獻及評論文章。五個特定標題的問題(表1)被實證分析確認，並且被併入此立場文獻，用以更新之前的營養和表現立場文獻(1)。被使用的搜尋詞彙包括運動員、表現、力氣、力量、耐力；或者比賽和主營養素、主餐、糖、脂肪、蛋白質、或能量。為了符合這種分析，歸入準則包括介乎18–40歲的成人、所有運動背景、受過訓練的運動員、正在受訓中的運動員、或有恆常運動的個別人士。由於分等級系統提供對研究設計的彈性，實證分析不限於隨機對照試驗。研究設計的優先性為隨機對照試驗或臨床對照研究、大型非隨機觀察研究及群組病例對照研究。所有樣本數量需要包括在內，並且不能超過20%中途退出比率。實證分析刊登日期跨越1995年至2006年。如果有一位作者出現在多於一份內容相似的評論文獻或原創性研究文章，最近期的文章會被接納，較早期的則會被剔除。但是，當一位作者出現在多於一份內容不相同的評論文獻或原創性研究文章，則兩份評論文獻都會同時被接納。

以下是適用於所有被識別的研究的排除準則：

- 超過40歲的成人、嬰兒、兒童及18歲以下的青年
- 背景和運動無關
- 非運動員
- 患有危疾和其他疾病及狀況
- 超過20%中途退出率
- 刊登日期早於1995年
- 同一位作者出現在多於一份內容相似的文章
- 非英文文章

標題	問題
能量平衡及體成分	能量平衡/ 失衡、體成分、和/或者體重管理和運動表現有何關係?
訓練	有甚麼證據支援在訓練期間一個特定餐膳的時間、卡路里攝取及主營養素的攝取能達致最佳運動表現?
比賽	有甚麼證據支援在比賽前24小時在比賽期間一個特定餐膳的時間、卡路里攝取及主營養素的攝取能達致最佳運動表現?
恢復	有甚麼證據支援在恢復期間一個特定餐膳的時間、卡路里攝取及主營養素的攝取能達致最佳運動表現?

表1: 用於營養與運動表現計劃中證據分析環節的特定標題及個別問題

結論聲明是被程式化以總括關於每一條問題的證據強度(表1)。以下為評定證據強度的元素: 質素、一致性、跨越性、數量及普及性。有關這種實證分析更詳細的方法論的描述可在ADA的網址找到www.eatright.org/cps/rde/xchg/ada/hs.xsl/8099_ENU_HTML.htm。

能量代謝

能量消耗必須於能量攝取相同才能達致能量平衡。運動中肌肉運動的能量系統包括磷肌酸及解糖(兩者為無氧)及氧化(有氧)路徑。磷肌酸系統運用於維持數秒之間的高強度活動。三磷酸腺苷(ATP)及肌磷酸提供肌肉能量。骨骼肌的ATP的數量(每公斤濕重5微摩爾)不足夠提供持續性的能量,特別是進行高強度運動中。肌磷酸是肌肉內ATP的儲備,能隨時維持約3-5分鐘的活動。骨骼肌的肌磷酸數量多於ATP約四倍,所以作為高強度、短時間的主要能量,例如舉重時挺舉動作或籃球活動中的快攻動作。

進行無氧解糖路徑時,肌糖原和葡萄糖透過解糖串聯快速地被無氧地代謝。此路徑可維持60-180秒的活動。大約25%-35%總肌糖原儲備會在單一項30秒短跑或者一回阻力性運動中被使用。無論是磷肌酸或解糖路徑都不能迅速提供維持超過~2-3分鐘高速肌肉收縮的能量。

氧化路徑提供維持超過2-3分鐘的活動項目。主要的基質包括肌及肝糖原、肌內、血液及脂肪組織中的三酸甘油酯;以及從肌肉、血液、肝臟及腸道中提供微不足道份量的氨基酸。利用氧化路徑作為主要能量供應途徑的活動項目例子有1500米賽跑、馬拉松、半馬拉松;及耐力性單車賽或≥1500米游泳項目。由於運動中的肌肉更能供應氧氣,身體利用較多有氧(氧化)路徑及較少無氧(磷肌酸及解糖)路徑。只有透過三羧酸循環及電子傳送系統等有氧路徑才能隨著時間產生較多ATP。有氧路徑不會突然增大其依賴性,亦不會完全地依賴一條路徑。活動的強度、進行時間、頻率、種類;性別、個人的體能水準;以及之前的營養素攝取量和能量儲備等都會決定何時從有氧為主轉為無氧路徑(2)。

隨時間而改變能量來源。在進行1-4小時70%最大攝氧量的持久運動時，大約50%-60%的能源是來至糖，其餘來至遊離脂肪酸的氧化(3)。隨著運動強度減低，較大比例的能量是從氧化肌內三酸甘油脂中的遊離脂肪酸而獲得(3)。訓練不會改變總能量消耗量，不過會改變從糖及脂肪而來的能量比例(3)。有氧訓練的結果是增加從脂肪得來的能量及減少從糖得來的能量。進行同一個工作量時，一位受過訓練的人士相對一位未受過訓練的人士使用較大百分率的脂肪(2)。當一位人士進行輕度至中度強度有氧運動時，身體較偏向使用從儲存的肌內三酸甘油脂獲得的長鏈脂肪酸作燃料(4)。

能量需要

運動員攝取營養的優先目標是符合能量需求。攝取足夠能量提高最佳運動表現。此部分將提供關於如何決定個人的能量平衡的資料。能量平衡是能量攝取量(食物、飲料及補充品而來的能量總和)等於能量消耗量或從基礎代謝率(BMR)、食物的生熱作用、活動的生熱作用(TEA)，即用於有計畫的運動；及非運動性活動的生熱作用等所消耗的能量總和(5)。隨意的運動亦包括在TEA。

當進行運動訓練時運動員需要攝取足夠能量來維持合適的體重和體成分(6)。雖然以每公斤體重計算，很多高訓練量女運動員的一般能量攝取量和男運動員相若，不過有部分女運動員也許其能量攝取量低於能量消耗量。女運動員低能量攝取量(例如每天<1800-2000大卡路里)是一個重要的營養關注點，因為持續處於負能量平衡能引致體重下降及內分泌功能紊亂(7-10)。

相對於能量消耗量，能量攝取不足會減弱運動表現和抵銷訓練產生的益處。限制攝取能量會導致身體脂肪及肌肉被用作為燃料。損失瘦體重導致力量和耐力的損失，亦損害免疫、內分泌及肌肉和骨骼的功能(11)。此外，長期低能量攝取量引致營養攝取不足，特別是微量營養素，因而可引致與營養缺乏及被降低的靜止代謝率(RER)有關連的代謝性功能失調。可用性能量是一個較新的概念，其定義為能量攝取量減運動時的能量消耗量，並以去脂體重來標準化。此可用性能量的份量是減去運動訓練時的消耗量後用作維持身體所有其他功能。多位研究人員建議女性可用性能量的下限為每天每公斤去脂體重30大卡路里(12-15)。

運動員及活躍人士的能量需求可用不同的方法作估計。《營養素參考攝入量》(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)提供由輕度活躍至非常活躍男性及女性的能量建議。這些建議基於利用雙標水法(DLW)得出預測公式，DLW技術亦可以用作估計運動員的能量需求(表2)。

不同種類運動的能量消耗量視乎運動進行時間、頻率和強度，還有運動員性別及以前的營養狀態。遺傳、年齡、身體體積及去脂體重影響能量消耗量。越多能量應用在活動上，越需要攝取更多能量以達致能量平衡。

常規實驗室設施一般不能合資格去決定總能量消耗量。所以預測公式較常用作估計BMR或RMR。Cunningham公式(1980)(18)及Harris-Benedict公式(19)被認為最貼近能量消耗量的預測公式。由於Cunningham公式需要知道瘦體重的數值，所以運動專科營養師普遍地使用Harris-Benedict公式。估計總能量消耗量時，BMR或RMR乘合適活動因數(1.8-2.3分別代表中度至非常高活動量水準)。這些數字上的指引(8)只能提供一位運動員平均能量需要的一個約數。其他估計運動時能量消耗量的方法包括紀錄24小時的等代謝量(METs)。任何其他決定能量攝取需要的方法都可被使用，並且作為當運動專科營養師給予運動員和活躍人士提供能量需求指引時的一個基礎。

DRI方法預計一位成年男士的能量需要=
 $662 - 9.53(\text{年齡/歲}) + \text{PA} [15.91(\text{體重/公斤}) + 539.6(\text{身高/米})]$

預計一位元元成年女士的能量需要=
 $354 - 6.91(\text{年齡/歲}) + \text{PA} [9.36(\text{體重/公斤}) + 726(\text{身高/米})]$

活動量(PA)的定義如下:

- 1.0- 靜態、典型日常傢俱活動(例如家務、步行去乘巴士)
- 1.39
- 1.4- 低活躍、典型日常傢俱活動加每天30-60分鐘中強度活動(例如步行速度為每小時
- 1.59 5-7公里)
- 1.6- 活躍、典型日常傢俱活動加每天60分鐘中強度活動
- 1.89
- 1.9- 非常活躍、典型日常傢俱活動加每天最少60分鐘中強度活動及額外60分鐘激烈活
- 2.5 動或120分鐘中強度活動

表2: 利用營養素參考攝入量(DRI)方法預計成人能量需要(17)

體成分

體成分和體重是其中兩個達到最佳運動表現的因素。這兩個同時存在的因素可影響一位運動員在特定的運動上成功的潛力。體重能影響一位元運動員的速度、耐力及力氣，但是體成分能影響則能影響運動員的力量、敏捷性及外觀。一個瘦體格，即較高肌肉對脂肪比率，通常有利於和速度有關的運動。

很多因素影響體成分(21)，所以運動表現不能單單透過體重及體成分等數值就能準確地被預測。一些運動要求運動員達致不利運動員本身的體重及體成分。參與分體重等級的運動如摔角和輕量划艇的運動員被要求減低或增加體重以取得符合該特定體重等級的資格。有審美成分的運動，例如舞蹈、體操、花式滑冰或跳水，運動員受到壓力要減低體重及體脂以達致纖瘦體型，儘管以健康和表現來說他們現在的體重已是合適的。

個別評估每一位運動員的體成分、體重或體像也許才對改善運動表現有益處。年齡、性別、基因及運動的要求對每位運動員的體成分有影響。當一位運動員是健康及在最佳表現狀態時，就擁有最佳競賽體重和相對體脂。

評估體成分的方法及儀器一定要容易獲取及具成本效益。不是所有以下的方法都符合評估者的準則。此外，運動員和教練應知道所有測量體成分的技術都存有誤差，因此不適合為個別運動員設定一個特定體脂百分率目標。取而代之，應建議設定一個體脂百分率數值的範圍。

評估方法。評估體成分有三種評估技術級別(22)。第一級別的技术是透過分析屍體作出直接評估，不過不能應用在臨床實踐。另外兩個技術層面是非直接評估(第二級別)及雙重非直接評估(第三級別)。水密度測量法或水下重量測量法、雙能量X光吸收法(DXA)，及空氣換置體積描記

法屬於第二級別技術；皮摺量度法及生物電阻分析(BIA)屬於第三級別技術。運動專科營養師使用第二及第三級別技術。

水下重量測量法曾經是標準的典範，不過不再普遍。DXA原本是用作測量骨質密度，亦能用於分析體成分(21)。雖然DXA是相當準確、快速及非侵略性，不過其價格及可接觸度限制其實際應用。空氣換置體積描記法(BodPod: Life Measurement, Inc, Concord, CA)利用身體密度決定體成分(22)，並利用Siri (23)或Brozek (24)的公式計算體脂百分率。雖然此測量體成分的方法提供有效及可靠的評估，成人或兒童也許被低估2%-3%體脂(25)。

兩種最常被使用的第三級別方法是皮摺量度法及生物電阻分析(BIA)。再者，運動專科營養師評估體成分時慣常地量度體重、身高、手腕及肚圍，及皮摺。通常七個皮摺部位包括腹部、二頭肌、前大腿、中段小腿、肩胛骨下端、腰側及三頭肌會被量度。Heymsfield et al. (22) 及 Marfell-Jones et al. (26)提供標準技術及每個上述提及部位的定義。若干預測公式利用皮摺量度數據決定體脂含量。此測量法可解釋約50%-70%身體密度的變異。此外，人口差異限制交替預測公式的能力，還有不同的量度者對皮摺位置及皮摺量度技術的標準化存有差異。甚至皮摺量度夾都是變異的來源(22)。雖然皮摺量度法存有先天的問題，不過由於此技術方便及經濟，所以此技術仍然維持使用。美國奧林匹克委員會(USOC)利用《國際身體型態測量促進協會量》(International Society for Advances in Kinanthropometry, ISAK)的技術(26)不斷努力地統一全球量度法。USOC提倡以ISAK的標準為基礎，重複兩次量度皮摺體位，以數據範圍作為結果，而非體脂百分率。

BIA的原理是瘦組織相對於脂肪或骨頭更容易傳送電子訊號(22)。總體重減去由BIA得出的FFM預測脂肪重量。透過貼在手腕及足踝的電極測量全身的電阻可相當準確地預測總身體水分及FFM(22)。若干因素影響生物電阻分析，要獲得準確的預測，測量時產生的失誤應計算在內。體液狀態是最為影響體脂百分率預測的因素。BIA預測的準確性和皮摺量度法相若，不過由於BIA不需要類似皮摺量度法的技術技巧，所以較傾向被選用(27)。現時已有測量上肢和下肢的生物電阻儀器，不過還沒有在運動員群組中作評估。

體成分和運動表現。運動員的體脂百分率取決於運動員性別及運動本身。男和女運動員維持身體健康的最低脂肪水準分別預計為5%及12%(22)。然而，個別運動員最佳身體脂肪比率也許比最低值還要高，所以應該視乎個別情況而確定。ISAK七個皮摺數值的總和顯示男和女運動員群組的範圍分別為30-60毫米和40-90毫米(26)。體成分分析不應被運動團體作為甄選運動員的準則。體重管理計畫應被周全地設計以免對特定表現及體成分產生有害的結果(即是損失瘦體重)。表3為對運動員體重管理的實用指引。

設定和監控目標

- 設定實際體重和體成分目標。詢問運動員：
 - 什麼是你可接受是最高體重?
 - 沒有持續節食時你曾經可維持的最低重量?
 - 你如何決定你的目標體重?
 - 令你表現最好時的體重和體成分?
- 鼓勵減少集中於體重數值、多集中於健康習慣如壓力處理和選擇健康食物。
- 通過測量運動表現及能量水準的改變、預防受傷、正常月經功能及整體現況等監察進度。

- 協助運動員為自己維持健康體重而培養生活模式的改變，而不是為運動、教練、朋友、父母或證明一件事。

攝食建議

- 低能量餐不會維持運動訓練。取而代之，攝取較正常少10% 至20%的能量可達到減重而不會令運動員感到被剝奪或過度饑餓。利用低脂食物代替全脂食品、減少進食高能量的小食、注意分量及當不饑餓時做其他進食以外的活動都是有效的策略。
- 運動員在適當時可以減少脂肪攝取量；但是要知道如果不能達到負能量平衡(減少能量的攝取和增加能量的消耗)，低脂肪飲食不保證能減重。脂肪攝取量不應被減至少於15%總能量攝取量，因為一些脂肪是必需要以維持身體健康的。
- 強調增加進食全麥穀物和穀類食品、豆科食物。
- 每天最少五份或以上水果和蔬菜提供營養素和纖維。
- 節食中運動員不應節省蛋白質並需要維持足夠鈣攝取量。相應地，建議選擇低脂肪乳製品、瘦肉、魚及禽肉。
- 整日中任何時間選擇飲用不同種類的流質飲品—特別是清水，包括運動之前、期間及之後。禁止利用脫水作為到達目標體重的方法。

其他體重控制策略

- 鼓勵運動員不要略過餐膳(特別是早餐)及讓自己感到過份饑餓。他們應做好饑餓時的預備，包括攜帶營養豐富的小食。
- 運動員不應該剝奪進食自己喜愛食物的權利或設定不切實際的飲食規則或指引。相反，飲食目標應該是帶靈活性和可達到的。運動員應該緊記所有食物都可溶入健康生活模式。不應設定“好”和“壞”的食物清單。
- 協助運動員認識自己飲食上弱點和計畫解決這些弱點的策略。
- 提醒運動員確立持久的飲食改變以獲得健康體重及優質營養水準，而非追求短期節食。

表3: 運動員體重管理策略。獲得及容許修改: Manore MM. Chronic dieting in active women: what are the health consequences? *Womens Health Issues*. 1996;6:332 - 41

結論聲明。四份研究報導對有關限制能量及蛋白質對運動表現未能有結論性的結果，不過有關限制糖危害運動表現則有結論。兩份研究顯示對分體重等級的運動員而言，比賽前減重沒有對表現有明顯影響，視乎重新餵飼計畫(三等證據=有限制)。

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

主營養素的需求和運動

運動員不需要一個完全和《美國國民膳食指引》(Dietary Guidelines for Americans) (16) 及《加拿大良好飲食食物指引》(Eating Well with Canada's Food Guide) (28) 不一樣的飲食模式。雖然過去一直提倡高糖飲食(超過60%總能量攝取量)，不過這些特定比例作基本的餐膳安排需要小心建議給運動員。例如當每天能量攝取量為4000-5000大卡路里，就算一個糖佔50%總能量攝取量的飲食會提供500-600克糖(或者以一位70公斤(154磅)運動員而言，約每公斤體重提供7-8

克(每磅3.2-3.6克))，足夠維持每天肌糖原儲備。同樣地，如果蛋白質佔相同的飲食10%總能量攝取量，實際蛋白質攝取量(每天100-125克)超過給運動員蛋白質攝取量的建議(每天每公斤體重1.2-1.7克或以一位70公斤運動員而言提供84-119克)。相反地，當每天能量攝取量低於2000大卡路里，一個糖佔60%能量攝取量的飲食不能維持一位60公斤(132磅)運動員最佳糖儲備(每公斤4-5克或每磅1.8-2.3克)。

蛋白質。性別、年齡、運動強度、進行時段及類別；還有能量攝取量及糖供應量可影響運動中及運動後蛋白質的代謝。更多有關這些因素及蛋白質與這些因素的關係、還有活躍人士的需要等詳細評論文獻能從其他地方找到(30, 31)。現時每日建議攝取量(RDA)為每公斤體重0.8克，主營養素適用範圍(AMDR)給予超過18歲的成人蛋白質攝取量為10%-35%總能量(15)。由於沒有強力證據支持健康成人進行耐力或阻力性運動時需要攝取額外膳食蛋白質，現時蛋白質及氨基酸的DRI沒有明確地認同活躍人士及競爭性運動員對蛋白質有獨特需要。但是為了維持最佳運動表現，在實際上蛋白質攝取量高於RDA已是司空見慣。

耐力運動員。進行耐力運動時增加蛋白質的氧化，結合氮平衡的研究，提供建議在高強度耐力訓練後增加蛋白質攝取量作恢復的基礎(32)。氮平衡的研究建議耐力性運動員達致氮平衡的膳食蛋白質攝取量為每天每公斤1.2至1.4克(29-31)。超耐力性運動員連續進行數小時活動或持續數天進行間歇性運動應每天每公斤攝取1.2-1.4克或稍微調高份量(32)。能量平衡或攝取足夠的卡路里—特別是糖—對蛋白質代謝非常重要以確保氨基酸留給製造蛋白質來符合這些額外的需要，而非被氧化作能量(33, 34)。再者，討論對不同性別在運動中的蛋白質代謝反應有否不同仍然持續(35, 36)。

力量性運動員。阻力性運動和耐力性運動可能需要超出RDA的蛋白質攝取量，因為額外的蛋白質，特別是必需氨基酸，配合足夠能量以支持肌肉生長(30, 31)。此攝取量在需要增加肌肉體積的早期力量訓練階段尤其正確。因為有常規阻力訓練的人士利用蛋白質的效率較佳，所以維持肌肉重量的蛋白質份量可以較低(30, 31)。受力量訓練的運動員的每天蛋白質建議攝取量約為每公斤1.2-1.7克(30, 32)。

蛋白質及氨基酸補充品。自古以來高蛋白質飲食都非常流行。雖然早期這方面的研究包括個別氨基酸補充品(37, 38)，更多近期研究顯示完整高質素蛋白質如乳清、酪蛋白、黃豆有效地維持、修補及製造骨骼肌蛋白質以回應訓練效果。蛋白質或氨基酸的攝取量貼近力量性及耐力性運動能促進維持、甚至增加骨骼肌肉(39, 40)。因為不能證明蛋白質或氨基酸補充品對運動表現有正面影響(41, 42)，所以蛋白質補充品的建議仍為謹慎，並且應以優化訓練效果及運動後恢復為首要。從實踐觀點而言，給運動員建議蛋白粉及氨基酸補充品之前進行針對運動員目標的全面營養評審是重要的。

脂肪。脂肪是正常飲食中的一個必需成分，提供能量、細胞膜及相關營養素如維他命A、D及E的基本元素。主營養素適用範圍(AMDR)的脂肪量為20%-35%總能量攝取量(17)。《美國國民膳食指引》(16)及《加拿大良好飲食食物指引》(28)建議由脂肪酸而來的能量比例為10%飽和脂肪、10%多元不飽和脂肪及10%單元不飽和脂肪，並包括必需脂肪酸的來源。運動員應該遵照這些建議。一些脂肪佔 \geq 70%能量攝取量的飲食建議以改善運動表現(43, 44)的研究並不支持此概念(45)。

維他命和礦物質

微量營養素在產生能量及製造血紅蛋白、維持骨質健康、確保免疫功能及保護身體組織對抗氧化傷害中擔當著重要角色。這些微量營養素輔助運動後恢復及傷患後製造和修補肌肉組織。運動抑制很多需要微量營養素的代謝機制，還有運動訓練可能造成肌肉生化的適應導致增加微營養素的需求。常規運動可能增加身體微量營養素的流通及流失。因此，運動員可能需要攝取更多微營養素以抵消增加製造、修補和維持瘦組織的需求。

運動員飲食中最常關注的維他命及礦物質為鈣質及維他命D、維他命B群、鐵質、鋅質、鎂質，還有一些抗氧化物如維他命C及E、乙胡蘿蔔素及硒質(46-50)。運動員限制能量的攝取或執行嚴厲的減重計畫、從飲食中減去一種或以上的食物類別、進食低微量營養素密度的不均餐膳，都屬有缺乏微量營養素最高風險的一族。這些運動員可能從服食多種維他命及礦物質補充品得益。營養均衡的人士服食維他命或礦物質補充品不會改善表現(46-48, 50)。

維他命B：硫胺、核黃素、煙酸、維他命B6、泛酸、生物素、葉酸及維他命B12

攝取足夠維他命B的重要在於確保最佳能量的製造、製造及修補肌肉組織(48, 51)。維他命B群有2個直接與運動有關的主要功能。硫胺、核黃素、煙酸、維他命B6、泛酸及生物素和運動中能量的製造有關連(46, 51)，不過葉酸和維他命B12用於產生紅血球、製造蛋白質、修補及維持包括中央神經系統在內的組織。維他命B中的核黃素、泛酸、葉酸和維他命B12的攝取量在女性運動員中通常較低，特別是素食或有失調飲食習慣的女性。

有限的研究曾測試運動會否增加維他命B群的需要(46, 48)。一些資料建議運動輕微增加這些維他命的需要或多至兩倍現有建議份量(48)；但是，這些提高的需要量普遍地在較高能量攝取量中獲得。雖然短期稍微缺乏維他命B未有發現影響表現，但是嚴重缺乏維他命B12、葉酸、或缺乏兩者引致貧血及降低耐力表現(46, 47, 52)。所以，運動員攝取足夠的微營養素以支持最佳表現及健康是重要的。

維他命D

維他命D協助鈣質吸收、調節血清中鈣和磷水準；並且提升骨質健康。維他命D亦調節神經系統及骨骼肌肉的發展和平衡(53-55)。長年居於北緯度或主要在戶內受訓的運動員例如體操員和花式溜冰者有維他命D水準不足的風險，尤其是她們沒有進食已添加維他命D的食物(50, 56, 57)。這些運動員可從服食根據DRI水準的補充品得益(19-49歲人士每天5微克或200國際單位)(54, 56, 58-61)。越來越多專家提倡維他命D的RDA不足夠(53, 62, 63)。

抗氧化物：維他命C及E、乙胡蘿蔔素及硒質

抗氧化營養素－維他命C及E、乙胡蘿蔔素及硒質－擔當在保護細胞膜免被氧化傷害中一個重要角色。由於運動能增加氧氣消耗量10至15倍，所以有被假設長期運動對肌肉和其他細胞產生一種持續的「氧化壓力」(49)引致細胞膜的脂肪過氧化。雖然短期運動可能增加脂肪過氧化副產品的水準(64)，但有研究顯示日常運動提高抗氧化系統和減少脂肪過氧化(50, 65)。因此，一位受過訓練的運動員可能相對一位靜態人士有更完善的內在抗氧化系統。運動是否具有增加對抗氧化營養素的需要仍然具爭議性。只有少數證據指抗氧化補充品提升運動表現(49, 50, 64, 66)。運動員選擇低脂肪飲食、限制攝取能量或水果、蔬菜或全麥食品有攝取抗氧化劑不足的最高風險(29, 66)。

仍然沒有明確證據證明結合多種抗氧化物或單一抗氧化物如維他命 E 在激烈運動後減少發炎或肌肉酸痛(42, 67)。雖然有關維他命E對運動表現的促力潛能未能清晰地紀錄，耐力運動員對此維他命的需求可能需要提高。事實上，維他命E補充品被顯示在進行有氧或耐力運動中減少脂肪過氧化，不過對力量性訓練的效果則有限(66)。有一些證據從某些活躍人士身上發現維他命E可能舒緩運動引致DNA的損害及加速恢復；但是仍需更多研究支持此證據(66)。運動員的抗氧化物攝取量不應超過上限攝取量(UL)因為高劑量有潛在促氧化性的負面影響(46, 64, 68)。

如果飲食已提供足夠的維他命C，此維他命補充品似乎沒有促力功效。由於有研究顯示激烈及持續運動增加維他命C的需求，所以缺乏維他命C或介乎邊緣水準能影響運動表現。運動員參與恆常激烈及持久運動應每天攝取100-1000毫克維他命C(47, 69, 70)。

礦物質：鈣、鐵、鋅及鎂質

運動員—特別是女運動員—主要從飲食攝取不足的礦物質為鈣、鐵、鋅及鎂質(47)。低礦物質攝取量通常歸咎於限制能量的攝取或避免進食動物性食物(70)。

鈣質。鈣質對生長、維持及修補骨組織、維持血鈣水準、調節肌肉收縮、神經傳送及血液凝固尤其重要。膳食中鈣質及維他命D攝取不足增加低骨質密度(BMD)及骨折的風險。低能量攝取量、沒有進食或進食不足乳製品或其他鈣質豐富食物及有經期失調的女運動員有低骨質密度的最高風險(47, 52, 55, 71-73)。

鈣質及維他命D補充品需經過營養評審後才決定是否需要。現時給予有飲食失調、閉經及早期骨質疏鬆風險的運動員每天元素鈣及維他命D的建議量分別為1500毫克及400-800國際單位(50, 72, 73)。

鐵質。鐵有助形成攜帶氧氣的蛋白質、血紅蛋白和肌紅蛋白，以及配合產生能量的酵素(50, 74)。耐力性運動需有良好的攜氧量、正常神經功能、行為及免疫系統(64, 74)。鐵不足(低鐵儲備)是運動員—特別是女運動員—最常缺乏的營養素(75)。鐵缺乏症—無論有否貧血—能損害肌肉功能及限制運動能力(47, 58, 75, 76)。耐力性運動員—特別是長跑者—約需要增加70%鐵需求量(58, 74)。素食或有慣常捐血的運動員應設定高於RDA鐵質攝取量的目標(即是男性及女性分別需要>8毫克及>18毫克)。

運動員鐵不足通常歸咎於不足能量攝取量。其他衝擊鐵水準的因素包括低鐵質供應量的素食飲食模式、從汗液、糞便、尿液或經血中的流失、血管內溶血、掌擊地引致的溶血、固定捐血或傷患(50, 75, 77)。運動員—特別是女性、長跑者、青年或素食者—應該定期檢查及監控鐵水準(75, 77, 78)。

由於扭轉缺鐵性貧血需時3-6個月，所以在缺鐵性貧血顯現之前開始營養治療是有益效的(47, 75)。雖然鐵儲備不足(低血清鐵蛋白)常在女運動員出現，但運動員患缺鐵性貧血的比率和非運動女性人口中相近(50, 75, 77)。持續地攝取鐵質不足引致長期鐵缺乏症—無論有否貧血—能負面地影響健康、體格及精神表現，需要即時醫學治療及監控(76, 78)。

一些運動員也許在訓練初期經歷暫時性鐵蛋白及血紅蛋白下降，下降的原因是血漿容量增加，這種稱為【血素淡化】或【運動性貧血】的情況對營養治療不起反應。這改變似乎是適應帶氧訓練的益處，而不會負面地影響表現。

如果運動員有鐵不足情況，證據指出鐵補充品不單改善血液生化數值及鐵水準，而且增加運動時的攜氧量、減低心跳率、及降低乳酸濃度從而改善運動能力(47)。亦有一些證據指鐵不足但沒有貧血的運動員未能透過鐵補充品獲得益處(50, 75)。最近的調查額外支援當服食100毫克硫酸

鐵4-6星期後能提供改善運動表現(即減低骨骼肌肉疲勞)(76)。改善鐵水準的益處包括改善運動能力及耐力、增加攝氧量、降低乳酸濃度及減少肌肉疲勞(50)。

鋅質。鋅質負責肌肉組織的成長、製造及修補；製造能量及維持免疫水準。飲食中攝取較少動物性蛋白質、高纖維及素食與低鋅質攝取量有關係(50, 52)。有研究顯示鋅水準直接地影響甲狀腺賀爾蒙水準、BMR及蛋白質的使用，因而能負面地影響健康及體能表現(50)。

調查資料指出很大數目的北美人士鋅攝取量低於建議水準(74, 75, 79)。運動員—特別是女性—有鋅缺乏症的風險(79)。低鋅攝取量對鋅水準評估的衝擊是由於未有建立清晰的評估標準及血漿鋅濃度不能反映整體鋅水準變化所致(47, 79)。不足鋅質水準降低心肺功能、肌肉力量及耐力(47)。鋅質攝取上限(UL)為40毫克(74)。運動員應注意很多單一鋅補充品都超出攝取上限，不必要的鋅補充品可減低高密度脂蛋白膽固醇(HDL)及幹擾其他營養素如鐵及銅質的吸收，引致營養素失衡(47)。再者，鋅補充品對體能表現的益處並未成立。

鎂質。鎂質的角色包括細胞中的代謝(解醣、脂肪及蛋白質代謝)及調節細胞膜平衡和神經肌肉、心血管、免疫及荷爾蒙功能(47, 55)。缺乏鎂質會增加氧氣需求來應付次大強度運動，損害耐力表現。有報告指分體重等級及注意外觀運動如搏擊、芭蕾舞、體操及網球的運動員從膳食中攝取鎂質不足。運動員應被指導那些食物有良好鎂質來源。低鎂質水準的運動員可能從補充品中獲得益處(47)。

鈉質、氯及鉀質

鈉質是一種重要的電解質，特別是對高汗液流失的運動員(80-83)。不少耐力運動員需要高於攝取上限(UL)的鈉質(每天2.3克)和氯(每天3.6克)。特別是運動員在進行耐力性運動項目(>2小時)時建議需要含有鈉質(每公升0.5-0.7克)和鉀質(每公升0.8-2.0克)，並且糖的運動性飲料(50, 80, 82, 83)。

鉀質負責體液及電解質平衡、神經傳送及主動傳送機制。進行激烈運動中血漿鉀濃度降低的幅度傾向少於鈉質。運動員的飲食含不同種類的蔬菜、水果、果仁/種子、乳製品、瘦肉及全麥產品通常都足夠維持正常鉀水準(32, 83)。

水平衡

維持體液平衡可達到最佳運動表現。相反，脫水增加有潛在生命威脅的熱傷害如中暑的風險；因此運動員應爭取在運動之前、期間及之後維持良好的體液平衡。特別在炎熱天氣下，脫水(流失>2%體重)能影響帶氧運動表現及可損害精神/認知表現(83)。

美國運動醫學會(ACSM)有關運動和流質補充的立場聲明(83)提供在運動之前、期間及之後如何維持充足體液的全面研究評論及建議。此外，ACSM亦刊登有關在特別環境狀況下的立場聲明(84, 85)。以下建議是取材至立場聲明的要點。

流質和電解質的平衡

• 運動前

個人應最少在運動前4小時飲用每公斤體重5-7毫升(每磅~2-3毫升)水或運動飲料。這個建議容許足夠時間達致最佳水分平衡狀態及排出任何多餘的液體例如尿液。利用會膨脹細胞外液及細胞內液空間的液體(例如水和甘油而成的溶液)使身體有過量水分會增加被取消比賽資格的風險(83)，亦沒有相比足夠水平衡更大的生理和表現益處，所以絕不應允許此方法(83)。

• 運動中

運動員在活動期間透過輻射、傳導、對流及水分蒸發等作用散熱。在炎熱、乾燥環境下，蒸發作用佔超過80%新陳代謝的熱耗。在任何特定活動下，流汗速度會根據四周溫度、濕度、體重、基因、熱適應速度及代謝效率而變化。視乎運動及情況，流汗速度可低至每小時0.3公升到高至2.4公升(83)。除水之外，汗液包含有相當多但可變數量的鈉質。汗液中鈉質平均濃度約為每公升50微摩爾或每公升1克(雖然濃度改變甚大)。流失的汗液中有適量的鉀質及少量礦物質如鎂和氯。

運動中攝取液體的目的是避免超過2%體重的水分流失。流質補充的份量及速度決定在個別運動員的流汗速度、運動進行時間及可飲用的機會(83)。ACSM的立場聲明有針對不同體型、流汗速度、運動種類等的建議，鼓勵讀者在可能的情況下設定個人化的水平衡計畫(83)。

飲用含電解質及糖的飲料能協助維持體液和電解質平衡與及耐力運動表現(83)。運動種類、強度及進行時間還有環境狀態可改變流質及電解質的需要(83)。含有鈉及鉀質的流質有助補充汗液中流失的電解質，而鈉質刺激口渴及保留體液，還有糖提供能量。進行運動項目超過1小時應飲含6%-8%糖的飲料(83)。

運動中並不是經常可達致體液平衡，主因是最大流汗速度超過最大胃排空速度因而限制流質的吸收。再者，運動員運動中流質攝取速度未能追及胃排空及腸道的吸收。當胃內有高分量的流質時胃排空速度是最高的；當攝取高滲流質或高於8%糖的流質時會減低胃排空速度。

運動員出現體液及電解質平衡紊亂包括由於脫水、低水分狀態及低血鈉症(83)。運動引致脫水主要是由於體液的流失超過吸收所導致。雖然有些人士在運動開始前水分充足，在過一段時間後才會脫水；但是一些運動員在訓練或比賽前可能已出現脫水狀態，主要原因是運動分段之間沒有補充足夠的水分(82)。另外一個因素可使一位運動員出現脫水是因為某些特定運動或項目需要【做磅】。運動員令自身在分體重等級運動(例如搏擊、拳擊、輕量級賽艇、武術)比賽項目前去水而出現低水分狀態。在運動項目前限制流質的攝取、進行某些運動模式、使用利尿劑或進行桑拿能出現低水分狀態。此外，運動員在炎熱環境下參與多項或持久運動的訓練時可能延伸體液負差(84)。

持續並大量流汗而未能補充鈉質，或者是攝取過多水分能導致低鈉血症(血清鈉濃度每公升少於130微摩爾)。低血鈉症較常出現在體重不屬於輕型、慢速度、低流汗或在馬拉松比賽前、比賽期間或比賽後量的新手身上(83)。

骨骼肌肉抽筋和脫水、電解質不足及肌肉疲倦有關。非熱適美式足球員通常經歷脫水及肌肉抽筋情況，特別是夏天後期進行的正式季前練習。運動員參加網球比賽、長途單車賽、晚季三項鐵人賽、足球及沙灘排球都較容易出現脫水及肌肉抽筋。冬季運動員亦會出現肌肉抽筋例如越野滑雪者及冰上曲棍球員。流失的汗液中含大量鈉質的人士較常出現肌肉抽筋(83)。

• 運動後

因為很多運動員在運動中沒有攝取足夠的流質平衡體液的流失，他們在完成運動項目時已有一定程度的脫水狀況。給予足夠時間進食餐膳及飲用流質可補充在運動中失去的體液及電解質，重新達致水平衡狀態。在運動中每減少一磅的體重(0.5公斤)在運動後飲用最少16-24安士(450-675毫升)的流質可快速及完全地從過度脫水的情況中恢復。攝取恢復飲料及主餐/小食中的高鹽分食物能補充體液及電解質的流失(83)。

特別環境狀況

炎熱和潮濕環境。在炎熱、潮濕環境下顯著地增加脫水和熱傷害的風險(84)。當周遭溫度超過體溫，體熱無法透過輻射作用散發。而且，當相對濕度高時，利用蒸發作用揮發汗水散熱的潛能會顯著地降低。當溫度和濕度都同樣高時，就有非常高出現熱病的風險。如果比賽項目在這些情況下進行，應有一切措施確保運動員身體水分充足、容易獲得流質，並且被受監測與熱相關的病徵。

寒冷環境。在涼快或寒冷的天氣下亦有機會出現脫水(85)。在寒冷環境下導致脫水的因素包括呼吸液體的流失及在高強度運動中穿著絕緣衣服所汗液的流失。脫水亦能發生在低流質攝取率。如果運動員感到寒冷並且可提供的流質是低溫度的，飲用的動力明顯地減低。最後，由於去除多層衣服去排尿對一些運動員有所不便及困難－特別是女性，他們自願地限制流質的攝取(86)。

高原。除了運動時所流失的體液外，暴露於>2,500米(8,200呎)的高原身體會強制性利尿、在呼吸時大量流失水分，並且令胃口下降，所以導致體液流失。男性和女性在呼吸時每天水分的流失分別可高至1900毫升(1.9公升)及850毫升(公升)(87,88)。暴露在高原時總液體攝取量應每天接近3-4公升以維持最佳腎臟功能及維持成人每天~1.4公升尿液量(87)。

訓練時的飲食

運動員和其他普通人士飲食的基本分別是運動員需要額外流質補充汗液的流失及提供能量支援活動。就前文提及，適合的額外能量主要為糖。比例上增加的能量需求似乎超出比例上增加的大部分營養素。相應地，當能量需求增加時，運動員的首要目標應為攝取合適他們需要並以糖為基礎的食物組別(麵包、穀物、豆、奶及奶製品、蔬菜及水果)的最高份量。這些食物組別的最高分量提供超出很多運動員的能量需求(每天大卡路里)。相反地，低能量需求或細小的運動員應留意從高營養素密度的食物獲得糖、蛋白質、必需脂肪及微營養素。

有關主餐和小食的進食時間，常識指在運動訓練期進食食物及流質是因應運動員的腸胃特性及訓練進行時間及強度來決定。例如，進行低強度訓練1小時前運動員可接受一份牛奶及三文治的小食。但在進行非常高強度訓練前同一份小食則未必能夠被適應。進行艱苦訓練或一天內進行多次訓練可能需要每天進食超過三餐主餐及小食，並考慮每次可以進食的場合。這些運動員應考慮在訓練完結前進食、在下午多進食一餐小食，或者在睡前進食一餐有份量的小食。

結論聲明。二十三份研究調查訓練期間進食不同份量主營養素的運動表現受到評估。九份研究有報導進行訓練期間及比賽前一個星期進食高糖飲食(>60%能量)改善肌肉糖原濃度及/或者明顯改善運動表現。兩份研究報導每天每公斤體重攝取6克糖沒有額外提升表現的益處。兩份研究報導性別上的差異；女性透過增加糖的攝取而增加肌肉糖原濃度的能力可能較低，特別是當能量攝取量不足。一份研究根據進食十天高脂肪飲食(>65%能量)然後進食三天高糖飲食(>65%能量)有明顯改善運動表現。九份研究報導訓練期間及比賽前一星期主營養素成分對運動表現沒有明顯效果(二等證據=良)。

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

運動前膳食

在運動前進食，有相對於在空腹狀態下運動，被證明可改善表現(89,90)。比賽或進行高強度的訓練前進食主餐和小食除了為運動員即將來臨的活動做好準備外，還有防止饑餓或有未被消化的食物留在胃部。相應地，應該使用以下關於主餐和小食的一般指引：應該攝取充足的流質維持水平衡狀態、食物應該是含較低脂及低纖維以促進胃排空及減少腸道不適、高糖以維持血糖和促進糖原儲備、適量蛋白質；並且是運動員所熟悉的。

運動前的主餐份量和進食時間是互有關連的。由於多數運動員不喜歡比賽時胃部被填滿，接近運動開始時間前建議進食較小巧的主餐，讓胃部有足夠時間排空。然而當運動或比賽前允許有較長時間的空間，建議可進食較大份的主餐。研究顯示有助改善表現的糖份量是在運動前3 至4 小時進食200 至300 克糖。不過有研究顯示運動前的進食對表現沒有影響或益處(91-98)。資料對於運動前的主餐中糖升糖值會否影響運動表現仍未能確定(92, 99-102)。

雖然上述指引是實際和有效的，但必須強調運動員的需要是個人化的。一些運動員在運動或比賽之前2-4小時能進食和享受一頓豐富的主餐(例如：薄煎餅、果汁及炒蛋)；然而，其他人士進食這樣的主餐後可能經歷嚴重腸胃不適，因而需要依靠流質餐。運動員應該經常通過在練習期間嘗試新的食物和飲料以確定最合適的食物及進食時間，並確保在合適的時間獲得這些食物。

結論聲明。十九份研究調查比賽前24小時進食不同主營養素組合的運動表現受到評估。在八份研究運動前90分鐘至4小時的進食與運動表現當中，有六份研究報導沒有明顯效果。六份針對運動前1小時內攝取食物和飲料的研究報導未有對運動表現有明顯的效果，儘管升高血糖、升高胰島素、增加糖的氧化及減少遊離脂肪酸的供應。不同的方法論使研究有關比賽前主餐中升糖值未能得出結論性的結果。(二等證據=良)。

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

運動中

現今研究支援透過運動性飲料提供糖(6%-8%)改善少於1 小時的耐力運動的表現(103-105)，特別是運動員在早上做運動，身體經過整夜空腹後肝糖原處於低水準。這種情況下通過外來提供的糖有助維持血糖水準和改善表現(106)。

在進行更長時間運動項目時，每小時每公斤體重進食0.7 克糖(大約每小時30-60 克)清晰地被證明可延續耐力表現(107, 108)。當運動員未有進行糖負荷、在運動前沒有進食或者為了減重而限制能量攝取時，運動中糖的攝取就顯得更為重要。在活動進行不久後應該開始進食糖；在2小時運動後進食特定份量的糖不及在2 小時運動中每隔15 至20 分鐘進食相同份量的效果(109)。糖的攝取應以選擇葡萄糖為首；單靠果糖不及葡萄糖有效之餘可能導致腹瀉，雖然葡萄糖和果糖的混合物還有其他簡單糖類及麥芽糖似乎是有效的(107)。如果糖和流質的總攝取份量是相同的，糖的進食形式似乎不是問題。有些運動員可能偏向飲用運動性飲料，但是其他可能喜歡進食糖小食或運動果凍配合飲水。在這份文獻其他地方曾提及，攝取足夠的流質仍有需要以助維持耐力表現。

結論聲明。三十六份研究調查運動中進食不同主營養素組合的運動表現受到評估。七份根據進行少於60分鐘的運動中攝取糖顯示對運動表現有分歧的結果。但是，十七份研究根據進行超過60分鐘運動及糖的攝取，當中的五份報導有改善代謝反應。十二份當中的七份研究報導有改善運動表現。有關運動中攝取糖時加入蛋白質對運動表現的證據未有結論性。七份根據運動前進食及運動中攝取糖的研究建議可提升運動表現。(二等證據=良)。

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

恢復期

比賽後或運動後進食主餐或小食的時間和食物組合的選擇取決於每節運動的長度和強度(即是糖原是否被耗盡)，以及何時進行下一次的激烈運動。例如，多數運動員在完成一場馬拉松時糖原儲備會被耗盡，而在一場90 分鐘的跑步訓練後較少糖原被消耗。由於運動員進行一場馬拉松比賽後很少會在下午再進行另一場賽事或激烈運動，所以對這些運動員來說運動後的膳食時間和食物組合就不太關鍵。相反，一名三項鐵人運動員在早上完成了一場90 分鐘的跑步並在下午進行一場

3 小時的單車練習，在兩節訓練之間需要獲得最大的恢復效果。為了符合這個目標，運動後的餐膳就為重要。

運動後糖攝取的時間短期內影響糖原的製造(110)。在運動30分鐘內進食糖(較常建議每隔2小時每公斤體重進食1.0-1.5 克糖直至6小時)相對運動後延遲2小時才進食更能獲得較高糖原水準(111)。對於運動員在激烈訓練之間能有一天或以上休息時間是不用實行這種糖原補充計畫，只要在每次運動後24小時內有攝取到足夠的糖(112)。儘管如此，在運動接近完結前進食一頓主餐或小食可能是重要的，讓運動員達到每日糖和能量的目標。

糖的種類亦能影響運動後糖原的製造。當比較簡單糖類時，在運動後2 小時內攝取每公斤體重1.5 克的葡萄糖或蔗糖似乎同樣有效；但是單獨只有果糖的效果則較遜(113)。至於整體食物而言，在進行糖原被耗盡的運動後的24 小時內，進食高血糖指數的糖較同樣份量但低血糖指數的糖更能提高肌糖原水準(114)。不過這些研究結果的應用需要考慮到運動員的整體飲食模式。進行耐力性(115)或阻力性(116)運動後進食相等卡路里的糖或糖配合蛋白質及脂肪，糖原製造速度是相似的。然而，在運動後的餐膳中包含蛋白質也許提供修補肌肉蛋白質和更能促進合成荷爾蒙模式的必需氨基酸(33)。

結論聲明。二十五份研究調查恢復期間進食不同主營養素組合受到評估。九份研究報導在恢復期間進食高糖飲食(>65%糖或每日每公斤體重0.8-1.0克糖)增加血漿葡萄糖及胰島素濃度及增加肌糖的重新製造。如果糖的攝取是足夠的，四份研究顯示額外提供蛋白質未有顯著益處；二份研究顯示餐膳時間對在恢復期間肌糖的重新製造沒有顯著的影響。研究集中在有4小時或以上恢復期間進食糖建議能改善運動表現。(二等證據=良)。

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

膳食補充品和強力劑

運動補充品排山倒海而來的供應對執業者及運動員來說是一個不間斷的挑戰，他們需要保持對這些聲稱的準確性及科學證據的更新。雖然膳食補充品和營養強力劑，例如有助提升表現的營養產品，是非常流行的；然而，能證明改善表現的事實卻是很少(117-119)，一些可能引起關注。

在美國，1994 年《食物補充品健康及教育法》(Dietary Supplements and Health Education Act) 允許補充品生產商列出有關產品對身體結構及作用的聲稱，而非治療性的聲稱如宣稱可【診斷、紓減、治理、治療或預防】某些特定的疾病或醫學相關狀況(117, 120)。只要有提供一個特別的補充品標籤列出有效成分和提供全部成分，無論是否有效都可以提出提高表現的聲稱。但是此法案使美國食品及藥物管理局(FDA)有負責評估及執行相關安全。在2003年，US/FDA《更好營養的消費者健康資訊專門小組》(Task Force on Consumer Health Information for Better Nutrition) 建議一個以證據為本模式的新系統評估健康聲稱，並打算協助消費者更可靠地決定強力劑和膳食補充品的效力(117)。雖然FDA要求所有生產商分析自家產品成份的特性、純度及強度，但是生產商不需證明產品的安全性及有效性。

加拿大規範補充品如同藥物或天然健康產品(NHP)。在加拿大受到NHP規範的產品必須符合《天然健康產品條例》(Natural Health Products Regulations)(2003)，生產商要有科學證據支持下產品可作出完整系列的聲稱(結構/功能、減低風險、治療、預防)(117)。在加拿大，《加拿大健康署的食品檢驗局》(Health Canada's Canadian Food Inspection Agency) 規範運動補充品例如運動性飲料、蛋白粉、能量條及代餐產品/飲品，而能量飲料、維他命/礦物質及草本補充品、受添加的維他命水及氨基酸補充品等則受到NHP條例監管。合成類固醇屬於藥物，受到《受管制藥物及物品法》(Controlled Drugs and Substances Act) 嚴格地規範。

運動專科營養師評估營養相關強力劑時應該考慮以下因素：相關營養和運動科學的聲稱的確實性、支緩性證據的品質（雙盲對照科學研究對比推薦書），及該聲稱的健康與法律後果（121, 122）。強力劑的安全性仍然是一個問題。膳食補充品和強力劑可能受到禁止或不被容許的物質污染仍然是一個關注點。所以運動專科營養師及運動員考慮使用這些產品時必須謹慎。最後，運動員需要對服用這些產品後所產生的任何後果負責。膳食補充品和強力劑永遠無法取代基因構造、訓練年期及最佳營養。

美國本土[《全國大學生運動協會》(National Collegiate Athletic Association) (NCAA; www.ncaa.org) 、《美國反興奮劑機構》(United States Anti-Doping Agency) (www.usantidoping.org)]及國際運動機構《世界反禁藥組織》[World Anti-Doping Agency (WADA; (www.wada-ama.org)]限制使用某些強力劑並要求運動員進行隨機的尿液測試以確保未有服用這些產品。在加拿大，《加拿大運動道德中心》(Canadian Centre for Ethics in Sport (www.cces.ca))是負責監察違禁藥品的組織。

服用聲稱可提升表現的物質的道德是個人的選擇及仍維持爭議性(117)。所以，合資格的運動營養專家應持有開放態度去有效地評審、推薦、教育及監管精英運動員，當這些運動員仔細考慮或正在使用一些膳食補充品及／或者強力劑。有關這些產品的可靠及重要資料應由合資格健康專家如《委員會認證的運動營養專家》(CSSD)提供，並且小心評估風險與效益比例並包括完整的膳食評審。

此文章的焦點不是評論北美運動員使用眾多強力劑的情況。從實際觀點而言，大部份強力劑可分為以下四種類別：1. 表現如同聲稱；2. 表現可能如同聲稱，但現階段沒有足夠證據證明效力；3. 不能表現如同聲稱；及4. 有危險、違禁或非合法的，所以不應被使用(122)。

1. 強力劑的表現如同聲稱

肌酸。肌酸是現時最常被運動員使用的強力劑，主要是希望增加肌肉及加速恢復(118, 123-125)。肌酸被證實在進行高強度帶重複性短速爆發力運動如短跑或舉重，三磷酸腺苷-肌磷酸(ATP-CP) 能量系統提供主要能量時有效；但是對耐力性運動如長跑卻沒有功效(32, 117, 126-128)。大部份有關肌酸的研究選擇男運動員並且在實驗室進行。

肌酸補充劑最常見的不良影響是體重（體液）的增加、抽筋、噁心，和腹瀉(32, 117, 129)。雖然有一些關於肌酸引致脫水、肌肉繃緊／撕裂、腎臟受損的報告受到廣泛的爭議，健康成人服用肌酸普遍被視為安全的。雖然仍未知道長期使用肌酸的效用，不過目前的研究沒有顯示肌酸補充劑對健康成人產生不良影響(133)。儘管如此，保健專家應該小心地審查有使用肌酸的運動員有否任何肝臟或腎臟失調，或者在罕有情況下，出現前脛骨部症候群。

咖啡因。咖啡因的潛在促力效果主要作為中樞神經系統的刺激物及提高遊離脂肪酸的流動性及騰出肌糖原(117, 134)。在2004年，咖啡因從WADA受限制清單中轉移至監測計劃。但是咖啡因仍被NCAA視為受限制物質，尿液中咖啡因水準>每毫升15微克屬於陽性藥檢反應。新證據顯示適量選用咖啡因不會導致脫水或電解質失衡(135-138)。但是，當運動員需要快速補充水分時，運動員應選擇非咖啡因或非酒精類飲料。

含有咖啡因的高能量飲料能減力及當服用過量或與其他刺激物或酒精或其他未受監管草本物質一起服用時有潛在危險，所以應受到阻止(32, 117, 139-141)。咖啡因的不良影響包括焦慮、

緊張不安、心跳加速、腸胃不適及失眠，並且能對剛開始服用人士有減力效果(134, 142)。有少部份證據宣傳單獨使用咖啡因可作為減重輔助品(118)。

運動飲料、能量果凍及能量條。運動飲料、能量果凍及能量條廣泛地受到忙碌的運動員或活躍人士作為方便的代餐或強力劑使用。合資格的營養專家應教育消費者有關標籤閱讀、產品成份及合適地使用這些產品(訓練及比賽前，期間及之後)。

碳酸氫鈉。碳酸氫鈉作為血液緩衝劑可能是一種有效的強力劑(酸鹼平衡及防止疲倦的角色)，不過其使用性有不舒適的不良影響如腹瀉(117, 143)。

蛋白質及氨基酸補充品。現時的證據指出當有足夠的能量時，攝取蛋白質及氨基酸補充品和攝取食物有相同增加瘦體重的效果(30, 31, 117)。雖然受到廣泛使用，蛋白粉及氨基酸補充品有可能成為禁藥的來源，例如含有沒有列在成份標籤上的合成代謝類固醇諾龍(144, 145)。

2. 強力劑的表現可能如同聲稱，但現階段沒有足夠證據證明效力

聲稱可提升健康及表現的強力劑包括穀胺醯胺、 β -羥基甲基丁酸(HMB)、初乳及核糖(117)。初步有關這些強力劑的研究沒有增加表現的結論。這些物質沒有被禁止運動員服用(www.wada-ama.org/en/prohibitedlist.ch2)。

3. 強力劑的表現不如聲稱

大部份市場上強力劑屬於此類別(122)。這些強力劑包括氨基酸、花粉、支鏈胺基酸、肉鹼、吡啶甲基銻、蟲草、輔酶Q10、共軛亞油酸、細胞色素C、二羥丙酮、丙種穀維素、人參、肌甘、中鏈脂肪酸、丙酮酸鹽、充氧水及鈣。此清單絕不是完整的，還有其他物質適合列入此類別。同樣地，經過科學探索及評估後，任何這些化合物最終有機會從這類別轉至另一類別。不過至今，沒有一個這些產品能被證明提升表現，並且很多這些產品都有不良影響(122)。

4. 危險、違禁或非法的強力劑

屬於這類別的強力劑被WADA禁止，不應被使用。雄脂烯二酮、脫氫表雄酮(DHEA)、19-去甲雄烯二酮、19-去甲雄烯二醇及其他合成類固醇、雄性類固醇、蒺藜、麻黃、番木鱉鹼及人體生長賀爾蒙。由於這個領域不斷增加，所以運動專科營養師需要持續留意不同營養強力劑的現況。

素食運動員

《美國營養師協會及加拿大營養師協會素食立場聲明》(2003)提供素食運動員合適的營養指引。此文章提供額外資料給予參與運動的素食人士。雖然研究這群組的研究有限(31, 146)，不過周詳素食飲食計畫同樣有效地支援可影響運動表現的因素。植物為本高纖維飲食可能會減少能量的供應性。監察體重及體成分是決定有否符合能量需要的可取方法。部份人士—特別是女性—可能為了一些運動傾向建立纖瘦的體成分而轉為素食者，因而避免進食紅肉或限制能量攝取。偶爾地，這可能會是飲食失調或增加女運動員三重綜合症風險的紅旗(72, 73)。因此，當運動員轉為素食時，教練、訓練員及其他健康專家應該警覺，並確保適當體重得以維持。

雖然大部份素食運動員能達到甚至超出總蛋白質的建議攝取量，不過他們的飲食中提供的蛋白質份量通常較其他非素食者所為低(31)。所以，一些個別人士也許需要更多蛋白質以符合訓練

或比賽的需要(31)。假設從不同種類食物能提供充足的能量，植物性蛋白質的質素應該是足夠的(31)。個別人士完全避免動物性蛋白質如牛奶及肉類(即全素食)，蛋白質質素值得關注。他們的飲食可能不足離氨酸、蘇氨酸、色氨酸或蛋氨酸(39)。

由於植物性蛋白質相對動物性蛋白質較難被消化，所以建議增加大約10%蛋白質攝取量(15)。因此，素食運動員的蛋白質建議攝取量大約為每天每公斤體重1.3 -1.8克(52)。攝取能量攝取量比較低的素食者應靈巧地選擇食物以確保符合這些建議。

素食運動員可能有攝取能量、脂肪、維他命B-12 及D、鈣、鐵及鋅不足的風險，因為這些營養素是普遍地從動物性食品中提供的。鐵質有特別的關注，因為來至植物的非血紅鐵的生物利用率較低。素食者的鐵儲備普遍地較雜食者低(52)。素食運動員，尤其是女性，出現鐵缺乏症或貧血的風險較高。素食運動員—特別是在快速生長期(即青年期及懷孕期)—被建議對鐵水準作定期監測。非常低脂飲食或完全避免動物性蛋白質可能導致必需脂肪酸的缺乏。運動專科營養師應教育剛開始素食的運動員如何制定餐單、烹調、採購—特別是高質素植物性蛋白質的組合及可接受的動物性蛋白質的來源(即乳製品及蛋)，以及那些食物含有或已添加關鍵營養素(鈣、維他命D及B12、核黃素、鐵及鋅)(52)。

運動專科營養師的角色和責任

由於營養資料越來越繁多及複雜，運動員及活躍人士面對無數有關合適和有效於活動及表現的營養的選擇及決定。漸增地，運動員及活躍人士尋求專家指引他們如何做出最佳食物及流質的選擇。雖然很多運動員及活躍人士以在一項賽事中勝出作為其膳食計畫有效的證據，運動專科營養師應帶出由健康和體質、提升的訓練容量及最佳運動表現等獲得的連帶目標。所以，專科營養師應要勝任以下範疇：

角色

- 進行全面營養評審及諮詢會診
- 教育有關食物的選擇、採購及預備
- 在私營機構、保健或運動中心提供營養醫學治療服務
- 識辨及處理影響健康及表現的營養問題
- 提出能量平衡及體重管理的問題
- 提出營養對表現的挑戰(腸胃不適、鐵耗盡、飲食失調、女運動員三重綜合症、食物敏感及補充劑的使用)
- 跟進及紀錄可量度的營養服務結果
- 提升傷口或傷患癒合
- 管理餐單計劃及設計，包括賽事和旅途之前和之後
- 發展及管理營養政策及程式
- 評估科學文獻及提供證據為本的評審和應用

責任

- 應用運動營養於體質及表現
- 發展個人化的營養與水平衡的策略
- 建議營養補充品、強力劑、代餐及流質代餐產品、運動飲料、運動棒及果動
- 評估膳食補充劑及運動食品的合法性、安全性及有效性

- 提供延緩運動中的疲倦及從訓練中快速恢復的營養策略
- 協助提升運動訓練量及表現
- 參與識別及處理失調飲食型態
- 提供減低病患／傷患的風險及促進恢復
- 促進學界和專業運動員及活躍人士的運動職業壽命
- 在執業時招募和保留客戶及運動員
- 作為跨領域／醫療／保健團隊提供運動營養的一員
- 提供可獲得賠償的服務(糖尿營養醫學治療)
- 設計及指導教育運動隊
- 擔任培育運動營養專家的模範導師
- 積極參與專業特設的持續教育活動以維持認證

以上提及的責任應是有雇用合資格運動專科營養師的運動及運動醫學組織，還有尋找正確運動營養資訊及建議的客戶和運動員的常規期望。

在2005年，《營養治療註冊委員會》(Commission on Dietetic Registration)(CDR; 美國營養師協會的認證機構)成立一個可認證專門執行運動營養行業的食物及營養專家的專科。在美國，《認證運動營養專家委員會》(Board Certification Specialist in Sports Dietetics (CSSD))的認證是最早為認證專業運動營養而設立的。運動營養專家提供運動員、運動機構及活躍人士和團體安全、有效、證據為本的營養評審、指引及健康和表現的諮詢。此認證要求包括要有現行註冊營養師(RD)的資格、維持最少2年RD的資格及在過去5年內最少執業1500小時運動專科的紀錄。讀者可從www.cdrnet.org/whatsnew/Sports.htm獲得更多資料。

ADA/DC/ACSM的立場於2000年7月12日被ADA《領導團隊代表議會》(House of Delegates Leadership Team)採立並於2005年5月25日再重申；於2000年7月12日被加拿大營養師協會批准；於2000年10月17日被美國運動醫學會《管理委員會》(Board of Trustees)批准。《加拿大教練協會》(Coaching Association of Canada)認可此立場文獻。此立場有效期至2012年12月31日。只要提供完整及合適的引用，ADA/DC/ACSM授權完全再版此立場文獻。只要不是用作引證產品及服務，讀者可複印及分派此文章。沒有ADA的批准，嚴禁商業性質的分派。選用此立場的部份章節必須聯絡ADA總部800/877-1600，內線4835，或ppapers@eatright.org。