

運動員的有效體液補充法

Effective Fluid Replacement for Athletes

劉昉青 Faung-Ching Liu

眾所週知，運動員在訓練或比賽中，短時間內大量出汗的情形相當常見（49），也因此脫水的發生率在運動員來說，是普遍存在的。運動員若無有效的攝取水分，可能帶來實質脫水的發生，脫水的結果往往造成，包括訓練能力、比賽的成績表現的降低，以及體溫調節和心血管功能的受損（21）。

水分的有效補充，其關鍵在於運動中或競技時的防止脫水，因此了解體液是如何從身體失去及再補充的重要性，有助於體液的回補。目前的研究焦點，著重如何進行最有效率的補充水分之法，瞭解其中行為策略及水分特性的實踐與應用，則有助運動員達成此一目標。

【體液流失的途徑】

靜坐作業的人每天體液流失率大約3公升（25），如果身體訓練統合於每天的生活中，體液流失的量可能兩倍於靜坐作業的情況，體液流失的途徑包括：出汗0.5-1.2L/d、不感性出汗0.35L/d，呼吸道0.25-0.35L/d，糞便尿液1-1.5L/d（27，49）。流汗的個人差異與變動的範圍相當的大，流汗量的多寡，是決定補充水分的重要因素。流汗是散熱的主要機制，身體活動（physical activity）增加肌肉熱的產生，有時百倍於休息時候（33），由於維持身體最佳機能的體溫範圍相當狹窄，所以產生的熱必須快速散去。輻射、對流及傳導只能提供運動員或活動個人少量散熱的途徑，（除了自由車賽者的對流散熱、游泳者的對流和部份傳導散熱外），蒸發是重要的散熱途徑。1公升汗液的蒸發，可以散發將近600Kcal的熱，在一些競技成績表現的運動，出汗率超過每小時2L在運動員之中是很普遍的情況。身為運動員不能不知道影響出汗率的因素，這些因素包括：身體的大小或較大比例的皮膚表面積；作業強度（熱產生率成立的基準）；以及環境的因素（特別是包含溫度和濕度的熱指數）（28）；另其他因素如性別、成熟、身體狀況的順化（

Acclimatization) 與否 (23)、體能狀況、身體含水的程度 (31) 等。

【體液流失的影響】

一、生理機能 (Physiological Functions)

脫水的不利作用，主要在於心血管和體溫調節的兩個系統 (30)，約有下列的幾點影響：

- (一)運動中因皮膚血管普遍擴張，血管中容納的血量增多，相對的減少肌肉的血循環量。
- (二)出汗造成的脫水使血漿容量下降，血循環量的減少導致回心血量的減少，雖心跳率增加，但每次心搏量減少，整體心輸出量則是減少，因而影響運動成績表現。
- (三)較有趣的研究指出，脫水造成細胞內液和細胞外液濃度的改變，破壞體內水與電解質的平衡，體內環境發生紊亂，影響工作能力。
- (四)隨著脫水程度的進展，體溫調節系統反應的結果，出現核體溫 (core temperature) 的升高，由於血循環量的減少，造成無法散熱，且愈脫水，出汗愈少，導致無法蒸發散熱，驅使體溫上升。
- (五)最近的臨床研究結果，顯示在運動中攝取些許水分，或可維持免疫功能，模擬馬拉松比賽之研究，攝取含碳水化合物比未含碳水化合物水分，血中的自然殺手細胞 (NKC; natural killer cells) 的濃度，明顯受到影響 (36)。攝取含碳水化合物的飲料能鈍化皮質固醇 (Cortisol) 的釋放，而皮質固醇有壓制NKC活性及抑制一般的免疫系統機能 (35)。

二、成績表現 (Performance)

脫水影響運動成績表現，其成績表現則視其運動類型以及脫水的程度而定，脫水是絕無可能促進成績表現，大部分情形是降低運動成績。基於能量供應系統的特徵，可分為三型。

- (一)脫水對單次高爆發力運動類型的影響：角力的受試者，習慣於脫水，可能不受影響，但沒能習慣於脫水的選手，即有不利的影響；當在進行需要最大努力的運動時，如有脫水，則無法十分有效發揮運動能力

，肌肉會有自我牽制的情形發生，肌肉運動雖在短時間內不需依賴血流輸送氧氣，亦不致於造成體溫的升高以至疲勞；反之，2小時的長時間運動，若有脫水，則可能影響到訓練能力。

(二)高強度或連續或重複間歇性運動的影響：一般的文獻是不明朗的，此類型運動，血流和無氧代謝在回復期是重要的因素，特別是在運動或工作間歇間的休息期，當有脫水時，其成績表現會有較大的影響，因血流減少造成熱生成的累積之餘，最終運動能力成績呈現負面的影響。

(三)耐力類型運動的影響：脫水損害耐力運動的運動能力是清楚的，和心血管系統及氧化代謝有密切的關係。肌肉血流的減少，降低氧量和脂肪酸的輸送及熱的散發，脫水狀況時腎上腺素和肌肉溫度上升，導致肌肝醣早期枯竭，降低耐力運動時間，同時增加知覺上的工作負擔，亦減少運動的忍耐時間（30）。

【體液補充的推進力量】

須靠行為策略和應用補充液體的特性

一、行為策略（Behavioral Strategies）

一些研究，Noakes與其同僚報告（37）指出耐力運動員，在訓練時間中自由飲水的結果，只補充失去的體液的50%。Burke的結論是汗的流失量和水分攝取量間的不足差額，比較容易發生在某些團隊運動項目的運動員身上，這種非預設的不足差額的結果，約有0.5-1.4升或3%體重的脫水情形發生（7，37），造成不足差額的行為上的可能理由，包括運動員過於把注意力放在腸胃的不適感和膨脹感；然而，如果建立飲水的策略，且統合此策略在訓練的常規裡，運動員學習在運動中習慣性的飲水，運動員所在意的不適感和膨脹感，將大為放開，和緩下來。為了鼓勵正確的飲水策略，美國運動醫學學會（American College of Sports Medicine；ACSM）最近出版的見解，有關在運動中水分攝取的文章中（2），提供運動員及一般身體活動的個人策略達成之指引（見表一），其內容最重要且不同的是，以前推薦再補充量是流失體液的100%，或流失每磅體液則飲用1品脫（pint，約0.47L），俾使在運動後進行水合代謝，亦即，失去1公斤體重攝取1公斤的水分。但最近的研

究指出或許需要再補充的水分至少是所失去體液的150%，以確保完整的體液再水合的情形，Shirreffs等人（44）指出運動後攝取失去體液的100%，其後一小時因尿的排出，可再飲用0.5公升的水分來補足不足的量。從研究的實驗期觀察得知，受試者應攝取150%或200%失去的量，代償排出的尿量，才能保持幾近100%運動前的體重。若運動中能堅持運用這些指引，便能協助確保有效的體液再補充。Rico-Sanz等人（40）的發現，年輕足球選手實行這個行為策略，實驗觀察的一週裡，比自發性的飲水量（約有2公升多），多增加約1公升的飲水量。在高水合狀態下，進行可以表現足球運動能力的球場特殊性試驗結果，成績雖沒有改變，但受試者顯示出改善體溫調節的能力。

表一、液體攝取指引

時 間	攝 取 量	採 取 方 法
運動前 (2小時前)	飲用500ml	無
運動中	每小時飲用600-1200ml	每15-20分鐘飲用150-300ml
運動後	運動前後體重差為基準 飲用足夠的液體回復體重	飲用超出回復運動前體重之 液體量的50%

From ACSM position stand 美國運動醫學會之見解（參考21，54）

二、液體特性（Characteristics of the Fluid）的應用

液體的特性包括美味、吸收狀況、所含的電解質成分及生能效益等。

（一）美味（Palatability）

美味包括風味、味覺、口感及溫度，一般的共識認為添加一些有味道，如含鈉的液體，較能增加水分的消費量，水分消費的愈多則發展成脫水的機會愈少，一些研究指出，運動中或甫後，受試者較難接

受高甜度及強烈風味的飲料。

飲料的風味是否容易入口，會影響其攝取量，在參加1992年巴塞隆那（Barcelona）奧林匹克運動會，馬拉松比賽項目的幾位選手都獲得不錯的成績，日本選手的給水法在事後報刊的說法是飲用所謂的生物茶（biotea），它的內容物是一種綠茶的水抽出液，與一般從熱水浸泡出來之液體有所不同，此種抽出液沒有澀味，容易入口，且含有刺激交感神經成分，提高正腎上腺素的分泌，活化能量代謝，及促進脂肪細胞釋放出脂肪酸，活化脂肪的能量代謝，節約肝醣的消費。生物茶除了容易飲用外，稍微含有某成份，但並無多餘的成份含於其中，因而受到歡迎。液體的補給不但要著重效果，且要求能增加它的攝取量，因為在極為疲憊困頓下，不知不覺中會降低它的攝取量（51）。大部份的研究指出，尤其是自發性的飲水，往往因其味道的關係，影響到攝取量。添加飲料風味之內容物包括醣類、鈉，此在熱環境中可預防脫水。

飲料的溫度可以左右飲料喝起來是否可口，ACSM見解文中指出大量消費飲料，最能接受的飲料溫度為15~20°C，而一般5°C會被優先選擇，至於大量攝取時之理想溫度的研究並不多（22）。目前ACSM見解提出的祇是參考性，並非絕對的；相對於一般的觀念，冷溫度的液體並不比其在溫和時的吸收來得快，在1970年代中期的某些錯誤觀念，認為冷液體較易刺激胃壁，且較快排空（10）。最近用追跡方法學（tracer methodology）研究，液體的溫度並不影響吸收率，只是冷液體增加可口感，進而鼓勵運動員多喝。

（二）吸收（Absorption）

液體的腸胃排空速度太慢或延遲吸收，是令人難以忍受的，大約30%~50%運動員經歷過腸胃道的不適（6，39），運動員或許為了運動成績，避免有不舒服感和潛在的精神渙散，而甘冒脫水的危險。

醣類雖是最佳能量供給型態，但尚未被認可會有某一理想濃度的醣類溶液，能同時提供水份和能量的需要，因受到胃的排空及吸收的限制。以下是影響腸胃吸收的幾個因素：

1. 碳水化合物的濃度 一般商業性的飲料範圍2.5%~12%，已知8%是飽和狀態，多餘的碳水化合物在腸管呈現逆向吸收（18，42）。
2. 碳水化合物的種類 最適當的選擇，一般是葡萄糖、蔗糖且帶少量

的果糖（與葡萄糖的莫耳比，小於1），葡萄糖與果糖是一種促進性輸送，可能藉二糖體酵素有關的輸送系統（DSRT；disaccharidase-related transport system），糖溶液通過腸黏膜時，引起滲透壓，促進水分的吸收。

3. 鈉的存在與否 細胞外液存有大量的鈉，藉由葡萄糖-鈉互為運送，糖溶液進入腸黏膜，改變滲透壓，引起水分的吸收（49，52）。
4. 滲透壓 即溶液的分子濃度，主要是測定碳水化合物及電解質的濃度。應用腸腔內擴散的模式，滲透壓範圍約在180mEq/L~400mEq/L，能刺激十二指腸、空腸，增加吸收的速度（43），因此把溶液調成此範圍的滲透壓，可增加水分吸收。

市面販售的運動飲料，本來是馬拉松比賽中利用的，理當是理想的飲料，但由於含有相當成分的糖份，一流選手很少飲用（51），即使利用，亦是以水稀釋2至3倍飲用反而多見，其實幾乎看不到歐美選手利用市售的運動飲料，頂多飲用礦泉水；市售的運動飲料，適合用於訓練期的水份補給；或每天訓練後及比賽後之能量補給，反而較為適切（49，51）。

（三）電解質成分（Electrolyte Content）

電解質的存在可以影響自發性的水分攝取，其關鍵的電解質似乎是鈉，口渴的機制觀點來看，無庸置疑，鈉是個關鍵角色。脫水致使血漿容量減少，增加血液的滲透壓及鈉濃度，由於血量的減少，造成血壓受容器之變化，此滲透壓信號傳至腦部，引起口渴的反應。當未含鈉的液體被消費後，滲透壓和血量回復正常，因此口渴信號被抑制。攝取添加鈉的飲料，有助維持血清的滲透壓（37），此受試者和在相同環境工作卻攝取未添加鈉的飲料之受試者相比，較能飲用多量的液體，且十分鏗合的解決受試者所真正需要的水分（20，38，47，48）。此外，升高的血漿滲透壓刺激口渴，添加鈉同時能協助維持體液的平衡、血漿容量（5，8，9）和總體液的平衡（17，19，38，47），後者在回復過程更為重要，所以運動員的訓練或競技之後隨即應處於水合狀態，即補充液體。液體中欠缺鈉或含利尿劑（咖啡、酒精），似乎較不能有助於運動員在運動後達成正常的水合狀態（19）。運動中血漿容量的確保，將可維持最佳的心血管和體溫調節的機能，以及延後疲勞的出現。有趣的是鈉和碳水化合物的水合溶液的補充，甚至

有某種的相互作用存在，能同時維持血漿容量（5，8，9），但這樣的研究觀察，有些文獻並不完全一致（14）。

鈉和其他有關的電解質，尚有兩個功能，包括回補汗液中所流失的鈉和電解質，以及協助刺激腸管吸收所補充的液體和碳水化合物。Costill等人（10）的研究，運動所引起的脫水達到體重的5.8%，會導致電解質的急速流失，但肌肉並沒有疲勞的發生；因此再補充液體時，並不一定需要完完全全補充運動時汗液中所流失的各種電解質，如鉀、氯等。總之，鈉能提供飲料的可口性、影響刺激口渴的血漿滲透壓、以及促進腸內液體的吸收，所以鈉在水合溶液中是最基本且重要的電解質（54）。

（四）生能效益（Ergogenic Benefit）

雖然一些具有生能效益的飲料，卻無法直接刺激飲用的意願，它或許可以促進運動成績的表現，誘使運動員消費這些特殊的飲料，間接的促進水分補充。這方面的飲料，主要的成分是具有能量的碳水化合物、脂肪、或蛋白質。雖然不是所有的研究者都認同碳水化合物的生能作用（12），但在持續長時間負荷的運動時，攝取含碳水化合物的液體，能增加耐力的運動時間，已是不爭的事實（11，12，16，32）。當肌肉肝醣量轉低時，攝食的葡萄糖轉變成作為肌肉肝醣的基質。在競技比賽或是屬於運動能力表現的作業時，攝取葡萄糖可以節省肌肝醣；最近的研究亦支持這項看法，節省肌肝醣是發生在慢速率動纖維（Type I Fiber）（49），各種耐力運動型的比賽成績表現之研究結果，不管以時間或距離的實驗，攝取葡萄糖能促進運動能力（5，9，32）；即使是長跑的最後衝刺，攝取碳水化合物，同樣顯示出可以提高運動成績。由此結果來看，攝食碳水化合物，其運動能力表現是可以被提升的。雖然單獨攝取水分比未攝取水分，有較好的成績表現；且碳水化合物的攝取，則有額外增加水分攝取的作用（5）。

碳水化合物的類型 與補充的液體有關，如單獨食用葡萄糖或果糖之其中一種時，葡萄糖的氧化率高於果糖（1），有趣的是當混合葡萄糖和果糖在運動中供給，其氧化率明顯較高於單獨使用葡萄糖或果糖的氧化率。

碳水化合物的效用 最近被評估在非傳統的運動中，尤其是短時間高強度、間歇性快跑，試驗其成績表現，在研究的模擬足球比賽，

重複來回快跑、短時間休息等實驗，在運動休息之間，補給碳水化合物，顯示快跑能力的提昇（15）。

促進運動能力的機制主要在於節省肌肝糖或一部份肝醣的再儲存，特別是屬於快速牽動纖維在中間休息時的回補（21），曲棍球（44）和足球選手的球場研究，利用生檢（biopsy），指出在賽前、或半場中、或兩半場間，攝取碳水化合物，有助於節省肝醣或增加肝醣的再儲存。因此建議運動員在跑跑停停的比賽中補充碳水化合物。

脂肪被認為是因高能量密度，而不易消化，且胃排空的速度緩慢。即使低強度的運動，脂肪所參與的能量亦極少量（45）。因此脂肪不適合添加到飲料裡，不過，一些脂質類的複合物卻引起運動科學家和運動員的興趣，有些學者的看法認為其胃部排空速度並不慢（4），氧化速度亦和碳水化合物相差無幾，這些結果仍需慎重考慮，因仍有不少的研究結果無法一致（21）。

甘油（glycerol）是脂質的另一種複合物，可作為燃料；運動前的補給，若與葡萄糖的作用相比較，並不是提供能量或是促進運動能力的物質。所謂的甘油負載（glycerol loading）計畫，亦已被應用在運動比賽前1~4小時，口服攝取甘油，可以增加身體總水分（41），雖是如此，但其利益仍比不上使用碳水化合物-電解質的飲料（24）。

蛋白質的氧化在運動中提供相對極少的能量，但蛋白質或特殊的胺基酸（amino acids）能促進某些作用，如協助或加速運動員訓練後的回復。胺基酸在腸道是一種可輸送的溶液，某些科學家認為特殊胺基酸加到飲料中可促進溶液的吸收（43）。目前已有一些研究，提及添加蛋白質的飲料，運動後可刺激肌肝醣的回復。最近的研究顯示碳水化合物的攝取量，在肝醣合成是一個關鍵的因素，只要攝取足量的碳水化合物，飲料中的蛋白質應沒有額外的作用，一般肌肝醣的完整回復期需要24小時的時間（52）。

總之，運動員及常活動的個人發生體液流失的情形相當嚴重，一般自發性的飲水，並不能解決其實際真正需要的水份。尤其重要的是大量訓練時，以行為策略的方法、補充體液，以維持足夠的水份，因此美國運動醫學學會所提出見解的行為策略是被推崇的。液體特性的善加利用，將可協助及增加提供運動員解決補充體液流失問題之一個最有效的機會。

參考文獻 Reference

1. Adope, e., F. Peronner, D. Massicotte, G. R. Brisson, and C. Hillaire - Marcel. Respective oxidation of exogenous glucose and fructose given in the same drink during exercise. *J. Appl. Physiol.* 76:1 014-1019, 1994.
2. American College of Sports Medicine. Position stand on exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28:i-vii, 1996.
3. Bartoli, W.P., M.R. Horn, and R. Murray. Delayed gastric emptying during exercise with repeated ingestion of 8% carbohydrate solution. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27:S13, 1995.
4. Becker, E. J., A. E. Jeukeendrup, F. Brouns, A. J. M. Wagenmakers, and W. H. M. Saris. Gastric emptying of carbohydrate-medium chain triglyceride suspensions at rest. *Int. J. Sports Med.* 13:581-584, 1992.
5. Below, P. R., R. Mora-Rodriguez, J. Gonzalez-Alonso, and E. F. Coyle. Fluid and carbohydrate ingestion independently improve performance during 1 h of intense exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(2):2 00-210, 1995.
6. Brouns, F., W. H. M. Saris and N. J. Rehrer. Abdominal complaints and gastrointestinal functions during long-lasting exercise. *Int. J. Sport Med.* 8:175-189, 1987.
7. Burke, L. M., and J. A. Hawley. Fluid balance in team sports. Guidelines for optimal practices. *Sports Med.* 34:38-54, 1997.
8. Candas, V., J. P. Libet, G. Bradenberger, J. C. Sagot, and C. Amoros. Hydration during exercise: Effect on thermal and cardiovascular adjustments. *Eur. J. Appl. Physiol.* 55:113-122, 1986.
9. Carter, J. E., and C. V. Gisolfi. Fluid replacement during and after exercise in the heat. *Med. Sci. Sports Exerc.* 21:532-539, 1989.
10. Costill, D. L., and B. Saltin. Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J. Appl. Physiol.* 37(5): 679-683. 19

74.

11. Coyle, E. F., and A. R. Coggan. Effectiveness of carbohydrate feeding in delaying fatigue during prolonged exercise when fed carbohydrates. *Sports Med.* 1:446-458, 1984.
12. Coyle, E. F., S. J. Montain. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24(9): S324-S330, 1992.
13. Davis, J. M., W. A. Burgess, C. A. Slentz, W. P. Bartoli. Fluid availability of sports drinks differing in carbohydrate type and concentration. *Am. J. Clin Nutr.* 51: 1054-1057, 1990.
14. Davis, J. M., W. A. Bruggess, C. A. Slentz, W. P. Bartoli and R. R. Pate. Effects of ingesting 6 % and 12 % glucose/electrolyte beverages during prolonged intermittent cycling in the heat. *Eur. J. Appl. Physiol.* 57:563-569, 1988.
15. Davis, J. M., D. A. Jackson, M. S. Broadwell, J. L. Query and C. L. Lambert. Carbohydrate drinks delay fatigue during intermittent, high-intensity cycling in active men and women. *Int. J. Sports Nutr.* 7:261-273, 1997.
16. Febbraio, M. A., P. Murton, S. E. Selig, S. A. Clark, D. L. Lambert, D. Angus and M. F. Carey. Effect of CHO ingestion on exercise metabolism and performance in different ambient temperatures. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 1380-1387, 1996.
17. Gabel, K., A. Aldous and C. Edington. Dietary intake of two male cyclists during 10 day, 2,050-mile ride. *Int. J. Sports Nutr.* 5: 56-61, 1995.
18. Gisolfi, C. V., R. W. Summers, H. P. Shell and T. L. Bleiler. Intestinal water absorption from select carbohydrate solutions in humans. *J. Appl. Physiol.* 73 (5): 2142-2150, 1992.
19. Gonzalez-Alonso, J., C. L. Heaps and E. F. Coyle. Rehydration after exercise with common beverages and water. *Int. J. Sports Med.* 13:399-406, 1992.
20. Greenleaf, J. E. Problem: Thirst, drinking behavior, and involuntary

- dehydration. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24(6): 645-656, 1992.
21. Horswill, C. A. Effective fluid replacement. *Int. J. Sport Nutr*, 8:175-195, 1998.
 22. Hubbard, R. W., B. L. Sandick, W. T. Matthew, R. P. Francesconi, J. B. Sampson, M. J. Durkot, O. Maller and D. B. Engell. Voluntary dehydration and alliesthesia for water. *J. Appl. Physiol.* 57(3): 868-875, 1984.
 23. Kirby, C. R. and V. A. Convertino. Plasma aldosterone and sweat concentrations after exercise and heat acclimation. *J. Appl. Physiol.* 61:967-970, 1986.
 24. Lamb, D. R., W. S. Lightfoot and M. Myhal. Prehydration with glycerol does not improve cycling performance vs. 6 % CHO-electrolyte drink. *Med Sci. Sports Exerc.* 29:S249, 1997.
 25. Leiper, J. B., A. Carnie and R. J. Maughan. Water turnover rates in sedentary and exercising middle aged men. *Br. J. Sports Med.* 30:24-26, 1996.
 26. Maughan, R. J., J. H. Owen, S. M. Shirreffs, and J. B. Leiper. Post-exercise rehydration in man: Effects of electrolyte addition to ingested fluids, *Eur. J. Appl. Physiol.* 69:209-215. 1994.
 27. MaArdel, W. D., F. I. Katch and V. L. Katch. *Exercise Physiology. Energy, Nutrition, and Human Performance.* 田口貞善、失部亦之助、宮村實晴、福永哲夫監譯，杏林書局，printed in Japan. 1992.
 28. Meyer, F., O. Bar-Or, D. MacDougall and G. J. F. Heigenhauser. Sweat electrolyte loss during exercise in the heat: Effects of gender and maturation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24:776-781, 1992.
 29. Millard-Stafford, M., L. B. Roskopf, T. K. Snow and B. T. Hinson. Water versus carbohydrate-electrolyte ingestion before and during a 15-km run in the heat. *Int. J. Sport Nutr.* 7:26-38, 1997.
 30. Montain, S. J., and E. F. Coyle. The influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J. Appl. Physiol.* 73(4):1340-1350, 1992.
 31. Murray, R. Fluid needs in hot and cold environments. *Int. J. Sport*

- Nutr. 5:S62-S73, 1995.
32. Murray, R., W. Bartoli, D. Eddy and M. Horn. Physiological and performance responses to nicotinic-acid ingestion during exercise. *Med. Sci. Sport Exerc.* 27(7): 1057-1062, 1995.
 33. Nadel, E. R. Temperature regulation and prolonged exercise. In *Perspective in Exercise Science and Sports Medicine: Prolonged EXERCISE*, D. R. Lamb and R. Murray (Eds.). Carmel, In: Benchmark Press, 1988, pp.125-151.
 34. Nehlsen-Cannarella, S. L., O. R. Fagoaga, D. C. Nieman, D. A. Henson, D. E. Butterworth, R. L. Schmitt, E. M. Bailey, B. J. Warren, A. Atter and J. M. Davis. Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running. *J. Appl. Physiol.* 82:1662-1667, 1997.
 35. Nieman, D. C., O. R. Fagoaga, D. E. Butterworth, B. J. Warren, A. Atter, J. M. Davis, D. A. Henson S. L. Nehlsen-Cannarella. Carbohydrate supplementation affects blood granulocyte and monocyte trafficking but not function after 2.5 h of running. *Am. J. clin. Nutr.* 66: 153-159. 1997.
 36. Nieman, D. C., D. A. Henson, E. B. garner, D. E. Butterworth, B. J. Warren, A. Atter, J. M. Davis, O. R. Fagoaga and S. L. Nehlsen-Cannarella. Carbohydrate affects natural killer cell redistribution but activity after running. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23: 1318-1324, 1997.
 37. Noakes, T. D., B. A. Adams, K. H. Myburgh, C. Greeff, T. Lotz and M. Nathan. The danger of an inadequate water intake during prolonged exercise. *Eur. J. Appl. Physiol.* 57:210-219, 1998.
 38. Nose, H., G. W. Mack, X. Shi and E.R. Nadel. Role of osmolality and plasma volume during rehydration in humans. *J. Appl. Physiol.* 65:325-331, 1988.
 39. Rehrer, N. J., M. van Kemenade, W. Meester, F. Broums, and W. H. M. Saris. Gastrointestinal complaints in relation to dietary intake in triathletes. *Int. J. Sport Nurt.* 2:48-59, 1992.
 40. Rico-Sanz, J., W.R. Frontera, M.A. Rivera, A. Rivera-Brown, P.A.

- Mole and C.N. Meredith. Effects of hyperhydration on the total body water, temperature regulation and performance of elite young soccer players in a warm climate. *Int. Sports Med.* 17:85-91, 1996.
41. Riedesel, M. L., D. Y. Allen, G. T. Peake and K. Al-Qattan. Hyperhydration with glycerol solutions. *J. Appl. Physiol.* 63:2262-2268, 1987.
 42. Schedl, H. P., R. J. Maughan and C. V. Gisolfi. Intestinal absorption during rest and exercise: Implications for formulation an oral rehydration solution (ORS). *Med. Sci. Sports Exerc.* 26(3): 267-280, 1994.
 43. Shi, X., R. W. Summers, H. P. Schedl, S. W. Flanagan, R. Chang and C. V. Gisolfi. Effects of carbohydrate type and concentration and solution osmolality on water absorption. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27(12):1607-1615, 1995.
 44. Shirreffs, S. M., A. J. Taylor, J. B. Leiper and R. J. Maughan. Post-exercise rehydration in man: Effects of volume consumed and drink sodium content. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: 1260-1271, 1996.
 45. Simard, J., A. Tremblay and M. Jobin. Effects of carbohydrate intake before and during an ice hockey game on blood and muscle energy substrates. *Res. Q. Exerc. Sport* 59:144-147, 1988.
 46. Spector, S. A., M. R. Jackman, L. A. Sabounjian, C. Sakkas, and W. T. Wills. Effect of choline supplementation on fatigue in trained cyclists. *Med. Sci Sports Exerc.* 27:668-673, 1995.
 47. Wemple, R. D., T. S. Morocco and G. S. Mack. Influence of sodium replacement on fluid ingestion following exercise-induced dehydration. *Int. J. Sports Med.* 7:104-116, 1997.
 48. Wilk, B., and O. Bar-Or. Effect of drink flavor and NaCl on voluntary drink and hydration in boys exercise in heat. *J. Appl. Physiol.* 80(4):1112-1117, 1996.
 49. Wolinsky, I., and J. F. Hickson. *Nutrition in exercise and sport.* (2ed.). U.S.A.: CRC press. 1994. pp246-259.

日文

50. Rolf Donath/Klaus-Peter Schuler, (1990) 奧恆行等譯，勝利的運動營養學，南江堂，東京，pp65-68。
51. 鈴木正成，(1993) 實踐的運動營養學，文光堂，東京，pp67-68。
52. 小林修平監譯，(1992) 運動指導者的運動營養學，南江堂，東京，p71。
53. 小林修平監譯，(1992) 運動指導者的運動營養學，南江堂，東京，p86。
54. Short, S. H. (1991) 勝利的營養計畫—營養學者的營養計畫 (國際運動營養研討會) 鈴木正成監修，運動營養學最前線，NHK Enterprises printed in Japan. pp81-90。