

運動時身體水分及電解質的流失與補充

蔡忠昌

一、體內水與電解質之恆定

人體中的水分與電解質雖然看似普通，不過兩者的恆定卻是影響各項生理功能重要的因子，水分幫助身體內所有物質運送，除此之外，身體內所有細胞中生化反應的進行也必須有水分子作為媒介，例如運動時肌肉必須反覆收縮放鬆，這期間細胞中鈣離子的移動、肝醣的分解、能量分子 ATP 的產生等等反應，均是藉由不同的酵素在水分子的環境中作用方得以進行。

人體水分佔體重 60~70%左右，以一個 70 公斤的成年人為例，他身體所含的水份大概有 42~49 公斤左右，是人體含量最多的成分。體內水分的分布主要可區隔為三個部分，包括血液、細胞間液、以及細胞內液。體內水分含量必須維持恆定，否則身體各項生理功能多會受到影響，例如，體內水分的流失可能會使血液的體積減少，血管中血液量的減少則進一步影響循環系統，由於身體所有組織所需的氧氣養分均需靠血液的運送，當血液體積過少，血液循環變差，血液週邊組織便可能因為血液量供應不足而缺少氧氣能量分子的供應，這時週邊的組織，像是肌肉細胞等的活動就可能產生變化，失去正常的功能。

血液、細胞間液、以及細胞內液三部分的水液當中均包含不等量的電解質，即鈉、鉀、氯、鈣等帶電離子，這些離子所造成的滲透壓差異造成三部分的水分彼此互相流通，除此之外，細胞內外的離子濃度差異也是神經肌肉細胞興奮的主要機制，如果體內電解質的恆定失去平衡，身體中神經肌肉細胞的活動會受到相當的影響。

運動時，體內水分及電解質含量通常隨著運動時間的增加而流失，而這兩種成分的流失主要是來自於汗液的排出，至於為什麼要有這種生理機

制，我們不妨從人體體溫的調節談起。

二、體溫調節

大家都知道人是恆溫動物，這是因為身體時時在作一些產熱和散熱的活動，以維持人體核心溫度在 37°C。人體中產熱的機制主要來自於耗能的代謝反應，因為這些耗能反應中能量並不是全數直接轉化為機械能或是化學能，大約有 50~90% 的能量無法避免的是以熱能的形式散失，在休息的狀態下，這些熱能可以用來提高體內的溫度，使之高於外界溫度，但是當體內的代謝活動增加，體內產生的熱能就可能過多，體內溫度自然就會隨之升高，高過人體所設定的 37°C。運動期間，身體代謝活動最旺盛的地方，毫無意外的就是全身各個部分的肌肉，當肌肉收縮時，其細胞中有旺盛生化反應的進行，身體的代謝速率通常會急速增加 5~15 倍不等，如前所述，這些耗能反應的進行除了提供收縮的動力之外，也有大量的熱能產生，使得體內的熱量大幅增加，體內的溫度也跟著上升，通常此溫度若上升到 41°C 以上，身體和精神的活動能力會受到相當的影響，這時，假若沒有適當的排熱機制，那麼身體很快就會面臨危機。

所以，為了維持一定的體溫，對於運動或是炎熱的環境中身體所產生的過多熱能，身體通常主要是以排汗的方式，藉由水分的蒸散將多餘的熱能排出體外，此外增加呼吸量也可從肺中氣體的排出帶走少部分的熱量。

三、排汗機制與汗液成分

人體排汗的速率隨著運動劇烈程度的增加而增加，此外也隨著外界溫度的增加而增加。普通的運動，如一般人的慢跑，排汗速率約在每小時 0.5~1 公升之間，運動員在競技期間，排汗速率則可能較高，約為每小時 1~3 公升，以優秀的馬拉松的男選手為例，2 小時 30 分完成一次競賽期間，他所排出的汗液大約是 5 公升左右，這個量佔體重 6~10%，可說相當的高。

排汗期間，身體表面的小動脈擴張，流到體表的血液增加，可增加體內熱能帶至體表，藉由汗腺分泌汗液及水分的蒸散，將過多的熱量排出體外，以維持體內溫度的恆定。人體汗腺排出水分的機制是由汗腺底部的細胞主動的將鈉離子等電解質打出，水分再由於滲透壓的因素將水分子排出，因此，汗腺底部排出的汗液中電解質的濃度其實和血漿相去不遠，但是在汗液流經汗腺管的過程當中，汗腺管壁的細胞會主動地回收部分的電解質，因此排出體外的汗液當中的電解質成分約只有血漿電解質成分的20~60%不等。在此，我們可以參考實際的數值，血液鈉離子濃度約為140 mM，而排出汗液的鈉離子濃度則約在20~100 mM之間。簡單的說，身體流汗的過程當中，水分的散失程度高於電解質的流失。

四、水分流失影響運動表現和生理機能

許多研究報告證實，體內水分流失會使血液的體積下降，而造成心輸出量降低，所謂心輸出量是心臟每分鐘打出的血液量，心臟打出的血液含有濃度高的氧氣，經血管系統送至全身組織，因此心輸出量減少組織所得到氧氣的供應隨之下降。此外，血液的水分減少，其黏稠度上升，血液在血管中的運送阻力增加，而從靜脈回到心臟的血液減少，心臟要打出正常的血液量就更不容易。

心輸出量減少的情形下，由於氧氣及養分供應不足，肌肉收縮的效能降低。此外，由於流至體表的血液量減少，藉由排汗降低體內溫度的效能也會降低。在水分和電解質流失過多，以及身體散熱效率低的情形下，往往會引起輕重不一的症狀，例如，當心輸出量減少，血液滯留在靜脈系統的情形下，可能發生腦部供應血液不足，引起臉色蒼白、視力模糊，所謂熱暈倒的現象。此外先前曾提過，細胞內外的離子濃度差異是神經肌肉細胞興奮的主要機制，當身體水分和電解質流失太多，血液和細胞間液的電解質濃度改變，神經與肌肉細胞外液中的電解質減少，容易引起四肢及腹

部肌肉抽筋，所謂熱痙攣或是熱衰竭等症狀。更嚴重的是，當汗腺過度排汗使得其功能減退，排汗效能降低甚至是無法排汗，體內熱能因而無法排出，體溫直線上升，這時，可能引起熱中暑症狀，若不快速降低體內溫度，腦部細胞很可能受到傷害，而有致命的危險。

五、水分補充

所以，在運動期間或是炎熱的環境當中，為了防止由於身體水分及電解質的流失以致影響運動表現和生理機能，就必須相當注意適當的補充水分和電解質。

一般而言，從事太不太劇烈或是一個小時以內短時間的運動時，在開始運動前一小時左右適量地喝上 300~500 cc 開水，可以防止開始運動後水分的流失，如果等到運動後由於水分流失感覺到口渴再補充水分，通常身體已經流失不少的水分，有點緩不濟急。在運動期間，每隔 10~15 分鐘再補充 100~200cc 水分就夠了，並不需額外補充電解質，因為身體排出的汗液可能只有一公升不到，其中所流失的電解質相當有限，通常正常的飲食當中即可補充這些流失的電解質。補充太多電解質，反而容易因為血液電解質濃度增加，引起口渴的感覺，而灌下一肚子水，徒增不適的感覺。

相對的，如果是劇烈的競技運動，或是一小時以上長時間的運動，像是籃球、網球、長跑等，特別是在炎熱的戶外場地中進行時，身體水分的流失，就可能是好幾公升，電解質的流失量也跟著增加，這個時候，除了水分的補充之外，適量電解質的補充就必須注意了，而坊間所謂的運動飲料，便是個不錯的選擇。

六、運動飲料

市面上的運動飲料除了水分之外，主要含少量的電解質，通常是濃度 10~20 mM（每 100cc 含 23~56 mg）的鈉離子或其他離子，以及 6~10%（每 100cc 含 6~10g）不等的碳水化合物。先前提過身體排出的汗液流經

汗腺管時管壁細胞會主動回收部分的鈉離子，排出的汗液當中的電解質濃度較血液中來的低些，因此運動飲料裡的電解質的濃度並不需要太高。

當我們喝下運動飲料時，水分連同電解質、碳水化合物經由食道、胃進入到小腸中，小腸是人體主要吸收的器官，小腸壁的絨毛細胞會主動吸收離子，水分便會因為滲透壓的力量經絨毛細胞進入血液之中，血液所流失的水分可藉此得到補充。

至於為什麼運動飲料大多會含有碳水化合物的原因有二：第一，碳水化合物在小腸中會被分解為單糖，其中的葡萄糖分子，可以增加小腸對於水分及電解質的吸收速率，換句話說，它們可以加速水分及電解質的吸收與補充。第二，葡萄糖等單糖分子進入血液中，可以隨者血液運送到代謝旺盛的組織，例如肌肉，提供骨骼肌收縮時能量的來源，研究證實，**運動飲料可以減少肌肉中肝醣的分解速率，避免肌肉中能量分子的匱乏**。尤其是在運動時間持續較長，食慾減低的情況下，運動飲料中的碳水化合物可以作為補充能量的來源。

比較適當的運動飲料所含有的碳水化合物濃度大約在6~8%(每100cc含6~10g)，這是因為當碳水化合物濃度超過10%反而會降低小腸吸收的速率，此外食物裡的碳水化合物量越多，或是溶質越多，胃排空的速率會減緩，這時候胃內食物中的食物越慢進入小腸，水分和電解質被小腸吸收的時間延後，體內所流失的水分和電解質就越慢得到補充，在劇烈運動中大量水分的流失情形下，越容易產生因為脫水、體溫上升的症狀。

下次有機會喝到運動飲料時，不妨注意包裝上的成分標示中，鈉離子等電解質及碳水化合物的含量。



參考文獻

1. Foss, M.L. and Keteyian, S.J. (1998) Temperature regulation: exercise in the heat and cold. In *Fox's Physiological basis for exercise and sport*, 6th ed. pp501-539. WCB/McGraw-Hill Company.
2. Guyton, A.C. and Hall, J.E. (1996) Body temperature, temperature, and fever. In *Textbook of medical physiology* 8th ed., pp911-922. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
3. Sawka, M.N. and Montain S.J. (2000) Fluid and electrolyte supplementation for exercise and heat stress. *Am. J. Clin. Nutr.* 72(suppl): 564S-72S.

