

液體攝取方案對女子足球員訓練後的血糖與運動強度自覺 之影響

黃玉娟¹ 周台英² 王秀銀³

摘要

目的：研究旨在探討女子足球員在訓練期間接受液體攝取方案對其血糖與運動強度自覺的影響。**方法：**18 位女子足球員（年齡： 20.6 ± 1.6 歲、身高： 162.6 ± 5.6 公分、體重： 56.71 ± 5.04 公斤、球齡： 10.7 ± 2.5 年），分為攝取飲用水（W 組）與攝取運動飲料（CE 組），在舒適環境下進行 90 分鐘的足球訓練比賽，期間在預定的時間點攝取液體，W 組與 CE 組的攝取量，分別為 1259.33 ± 95.42 毫升與 1234.11 ± 116.35 毫升。訓練前後皆進行血糖及運動強度自覺之測量。**結果：**兩組間訓練後的血糖，W 組 91.67 ± 9.07 毫克/分升，顯著低於 CE 組 129.78 ± 18.47 毫克/分升；兩組間訓練後的運動強度自覺無顯著差異，但 W 組的運動強度自覺，訓練後 3.56 ± 1.33 顯著高於訓練前 1.11 ± 1.36 。**結論：**液體攝取方案中，攝取運動飲料較有益於訓練期間的血糖維持與提高，若只攝取飲用水，訓練後的運動強度自覺會高於訓練前。

關鍵詞：脫水、液體補充、運動飲料

1 銘傳大學體育室副教授

2 國立臺灣師範大學運動競技學系助理教授

3 銘傳大學體育室助理教授

通訊作者：黃玉娟，E-mail: ychuang@mail.mcu.edu.tw

壹、前言

一場足球比賽的時間為 90 分鐘，上、下半場各 45 分鐘，以及不超過 15 分鐘之半場休息。2014 年在巴西舉辦的世界盃中，因巴西北部十分炎熱，國際足總 (Federation International de Football Association [FIFA]) 為了應付炎熱的天氣，首創准許某些比賽，球員在比賽上及下半場第 30 分鐘時，可暫停休息約三至四分鐘來補充水分 (百度百科, 2014)。此項規則修正的創舉，對維護足球員的健康是非常有利的。

激烈的足球運動，常造成球員體能大量消耗，根據 FIFA (2014) 統計巴西世界盃中，球員比賽的跑動距離高達 12 公里。球員不斷的在攻守轉換間的比賽中，反覆的進行衝刺跑 (Mohr, Krustup, Andersson, Kirkendal, & Bangsbo, 2008; Rampinini et al., 2007)，在此高強度耐力型的比賽期間，球員常會因液體攝取量不足，造成身體發生脫水情況 (Edwards et al., 2007; Newell, Newell, & Grant, 2008)，更可能影響體內的血糖代謝功能，進而發生低血糖狀況 (Russell, Benton, & Kingsley, 2014)，而不利於生理反應，可見重視足球員在運動期間的液體補充，對維護其生理狀態是重要的。

足球員要有成功的運動表現，重要的關鍵之一，是在比賽及訓練期間選擇運動飲料 (含碳水化合物-電解質飲料[CE]) 來補充流失的水分，因為不論在何種環境氣候下，球員在運動期間常發生脫水，此時攝取運動飲料，可有效預防嚴重的脫水情形 (黃玉娟, 2007; 黃玉娟, 2013; Shirreffs et al., 2005)。攝取運動飲料的同時亦有助於維持足球員的技術表現，Ali, Williams, Nicholas and Foskett (2007) 的研究指出，運動期間球員攝取 6.4% CE 的液體，會比僅攝取安慰劑，更能維持技術和衝刺之運動表現。Ali and Williams (2009) 的研究更進一步發現，同樣攝入 6.4% CE 的液體，經過 90 分鐘的間歇訓練後，足球員運動後的傳球技術表現僅減少 3%，顯著優於下降 14% 的安慰劑組。

優秀的足球員在比賽時會出現短暫的疲勞，血糖會升高，且比賽過程中胰島素會降低 (Bangsbo, Iaia, & Krustup, 2007)，而在比賽及運動期間攝取運動飲料，其葡萄糖作用提高了血糖，有助於提升更快和更準確的認知功能表現 (Bandelow, et al., 2010)，亦有益於維持或提升其血糖 (Kingsley, Penas-Ruiz, Terry, & Russell, 2014; Russell, Benton, & Kingsley, 2012)。Russell et al. (2012, 2014) 研究發現在模擬比賽期間，足球員攝取 6% CE 後，相較於僅攝取電解質溶液者，在 45 分鐘時的血糖有提高，而到了下半場 60 分鐘時則減少了 $30 \pm 1\%$ ，另外相較於安慰劑組，足球員攝取 6% CE 後，在上半場 30 到 45 分鐘時血糖雖然較高，但到了下半場時，兩組的血糖是相近的。Kingsley et al. (2014) 也指出足球員在 90 分鐘的訓練中補充 CE，雖無法有效預防血糖的下降，但相較於攝取 5.6% CE，攝取 9.6% CE+ 咖啡因，可維持其上半場的血糖。由上述可知，目前在足球比賽期間，攝取 CE

確實可提高其血糖，但皆僅較有益於上半場之血糖維持，對於下半場則無助益，此外 CE %較高者，其血糖維持的效益也較佳。

運動強度自覺量表 (ratings of perceived exertion, RPE) (Borg, 1982)，是主觀判斷努力程度的指標，可協助測量運動員個人當下之運動強度感受。Ali, Gardiner, Foskett and Gant (2011)的研究指出，女子足球員進行 90 分鐘的間歇訓練後，無攝取水分的球員相較於有攝取水分者，其訓練期間的運動強度自覺較高。可見足球員脫水時，其運動強度自覺會增加。Goedecke 等人 (2013)發現足球員比賽後的運動強度自覺，攝取 7%碳水化合物的 700 毫升 (ml)液體與攝取安慰劑液體是接近的，更指出應增加碳水化合物的攝取量。由此可知 700ml 的液體攝取量，對足球員維持高強度的運動表現是不足的。

綜觀前述，可知足球運動對生理平衡機制產生巨大的考驗，於比賽或運動訓練期間，策略性的補充運動飲料，對足球員維護健康及理想運動表現是重要的，而瞭解血糖與運動強度自覺之變化，對促進其運動表現的生理與營養需求仍需探討。因此本研究採用先前設計的運動飲料攝取方案（黃玉娟，2013），安排優秀女子足球員，進行 90 分鐘相當於正式比賽運動強度的訓練，來檢驗液體攝取方案對足球員訓練後之血糖與運動強度自覺情形為本研究目的。

貳、研究方法

一、研究對象

受試者為國立臺灣師範大學女子足球員 18 位，皆有多年足球訓練及比賽背景，且多位為現役國家代表隊之隊員，年齡 20.6 ± 1.6 歲、身高 162.6 ± 5.6 公分、體重 56.71 ± 5.04 公斤及球齡 10.7 ± 2.5 年，攻守位置分別為 4 位前鋒、7 位中場、5 位後衛及 2 位守門員。受試者接受實驗前，皆已瞭解研究目的、方法、相關權益及所有程序後並簽署同意書。

二、研究地點與環境

研究地點於臺灣師範大學公館校區體育館綜合球場舉行，實驗環境之溫、溼度以電子溫溼度器 (CASIO ID-16)進行測量，測得之溫度為 $21.75 \pm 0.35^{\circ}\text{C}$ ，溼度為 $21.76 \pm 2.08\%$ ，此環境溫度介於 $20\sim 26^{\circ}\text{C}$ ，依中央氣象局公告為舒適環境(中央氣象局，2015)。

三、液體攝取方案

液體攝取分為飲用水及市售運動飲料（含碳水化合物-電解質飲料）。運動飲料成分中，每 100ml 的營養成分有 26 大卡熱量，碳水化合物含量為 6.6 公克、糖 6.1 公克、鈉 49 毫克，鈉含量符合 CNS12149 號國家標準，電解質濃度如下：

Na⁺ (鈉):21、K⁺ (鉀):4.9、Ca²⁺ (鈣):1、Mg²⁺ (鎂):0.5、Cl⁻ (氯):16、Citrate³⁻ (檸檬酸鹽):10 及 Lactate⁻ (乳酸鹽):1 (Pocari Sweat, 2015)。總攝取量、攝取時間等規劃，取自黃玉娟 (2013) 在舒適環境下 (20~26°C) 之足球液體攝取方案 (表 1)，該方案設計主要是以 70 公斤體重之總攝取量為 1600ml 來計算，受試者再依個別體重，於熱身前、上半場訓練前、中場休息及下半場訓練後，攝取 17%、17%、39% 及 27% 的液體量，簡易總攝取量計算為每公斤體重乘以 22.85ml，此外，守門員因運動量較少，其總攝取量以少於一般球員 6 公斤的體重來選擇，亦即體重 70 公斤的守門員，選擇 64 公斤的體重來攝取。

表 1 舒適環境下(20~26°C)足球訓練期間液體攝取方案

體重 (公斤)	熱身前 攝取量 (毫升)	上半場訓練前 攝取量 (毫升)	中場休息 攝取量 (毫升)	下半場訓練後 攝取量 (毫升)	總攝取量 (毫升)
60	233	233	535	370	1371
61	237	237	544	376	1394
62	241	241	553	383	1417
63	245	245	561	389	1440
64	249	249	570	395	1462
65	252	252	579	401	1485
66	256	256	588	407	1508
67	260	260	597	413	1531
68	264	264	606	420	1554
69	268	268	615	426	1577
70	272	272	624	432	1600

四、運動強度自覺量表

Borg (1982) 制定的運動強度自覺量表 (ratings of perceived exertion, RPE)，是受試者主觀努力程度的很好指標，本研究採用「0 至 10 運動自覺量表」，0~10 分數的代表情形如下：0 沒有感覺、1 非常輕、2 輕、3 適度、4 有些強、5 重、7 非常重、10 非常非常重 (Powers & Howley, 2001/2002)。

五、研究步驟

全體受試者在實驗前一天，統一進行輕微的身體活動，並接受相同的標準餐。受試者由教練依前鋒、中場、後衛及守門員等位置安排，分為飲用水的 W 組 9 位，攝取量 $1259.33 \pm 95.42\text{ml}$ ；運動飲料的 CE 組 9 位，攝取量 $1234.11 \pm 116.35\text{ml}$ 。比賽前填寫健康情況調查表，受試者當日的健康狀況良好皆可參與研究。實驗早上 8:00，受試者量測體重後，採用單次使用採血針，自手指上取一滴血液，利用德國羅氏活力 Active 血糖機以取得血糖值。運動期間為求血糖測試時效性，

由教練選取 1 位前鋒、2 位中場及 1 位後衛，共 4 位受試者配戴 Polar RS 800 心率錶，來代表瞭解訓練的運動強度。受試者先進行 20 分鐘的熱身，接著完成 90 分鐘的足球訓練比賽，中場休息 15 分鐘，期間依攝取方案補充液體。比賽後 20 分鐘內全體受試者再次量測體重與檢測血糖。比賽後立即填寫運動強度自覺量表 (Borg, 1982)。

六、資料處理與統計方法

實驗所得資料以 SPSS for Windows 12.0 中文版套裝軟體進行分析，以描述性統計說明各項結果，全部數值以平均值 \pm 標準差 (mean \pm SD) 表示，以相依樣本 t 考驗分析不同組間與前後各項結果的差異，以二因子變異數分析不同組間對血糖與運動強度自覺的影響，統計顯著水準 $\alpha = .05$ 。

參、結果與討論

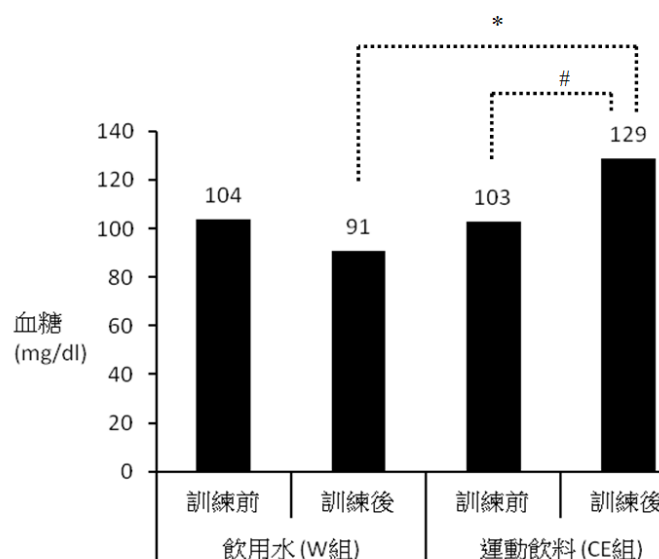
一、血糖

圖 1 發現女子足球員接受液體攝取方案後，血糖值每分升毫克 (mg/dl) 在訓練比賽前後之變化情形，分別為：W 組 104.22 ± 13.53 mg/dl 與 91.67 ± 9.07 mg/dl，CE 組 103.00 ± 17.21 mg/dl 與 129.78 ± 18.47 mg/dl。兩組訓練後的血糖，W 組顯著低於 CE 組。CE 組訓練後的血糖顯著高於訓練前。

結果發現在足球運動前、中及後，策略性的攝取運動飲料，相較於只攝取水，可有效提升女子足球員運動後的血糖。此結果更優於多數研究指出於足球運動期間，攝取碳水化合物液體後，僅較有益於上半場之血糖的維持，對下半場則無助益之發現 (Kingsley et al., 2014; Russell et al., 2012; Russell et al, 2014)。

本研究發現運動後仍然維持較高的血糖，原因可能與較多的運動飲料攝取量有關，因為依液體攝取策略規劃（表 1），體重 60 公斤的球員，於運動期間總攝取量為 1371ml（體重*22.85ml），而 Russell et al. (2012) 的類似研究中，血糖到下半場 60 分鐘時則減少了 $30 \pm 1\%$ ，其液體攝取策略規劃是每一公斤體重攝取 3.5ml 共攝取 5 次，以體重 60 公斤的球員而言，一次是攝取 210ml*5 次，其總攝取量為 1050ml。

已知運動飲料中主要成份中的碳水化合物，其葡萄糖作用可有效維持足球員的血糖，有助於提升更快和更準確的認知功能及運動技術表現 (Ali & Williams, 2009; Bandelow, et al., 2010)，研究發現攝取運動飲料的女子足球員，訓練後的血糖仍高於訓練前，顯示策略性的攝取運動飲料，可避免女子足球員運動後發生低血糖現象，而影響生理、心理及運動表現。



* $p < .05$ 表 W 組與 CE 組訓練後血糖達顯著差異；

$p < .05$ 表 CE 組訓練後血糖顯著高於訓練前

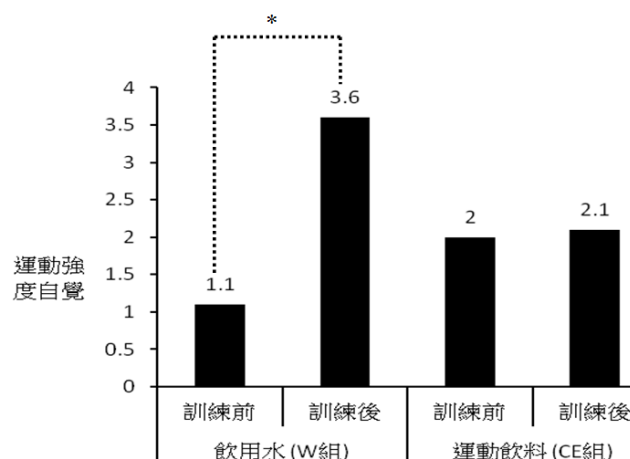
圖 1 女子足球員接受液體攝取方案後血糖變化情形

二、運動強度自覺

如圖 2 所示，女子足球員接受液體攝取方案後，運動強度自覺在訓練比賽前後之情形，分別為：W 組 1.11 ± 1.36 與 3.56 ± 1.33 ，CE 組 2.00 ± 2.78 與 2.11 ± 1.67 。研究發現 W 組與 CE 組兩組訓練後的運動強度自覺無顯著差異，但 W 組的運動強度自覺訓練後顯著高於訓練前。

研究指出女子足球員在運動期間接受液體攝取方案，並不因飲用水或運動飲料之液體不同而影響自覺努力程度。結果類似 Goedecke 等人 (2013) 的研究發現，足球員液體攝取為碳水化合物和安慰劑，其比賽後的運動強度自覺是接近的。原因可能與在舒適環境進行訓練比賽有關，因黃玉娟 (2013) 指出攝取方案中的攝取時間與攝取量，能有效協助足球員在舒適環境下運動後，避免因液體攝取不足發生的嚴重脫水情形。顯示在舒適環境進行足球訓練比賽，計畫性的攝取飲用水或運動飲料，不影響其運動強度知覺情形。

由於運動強度自覺指數越高代表知覺運動強度越強，研究發現女子足球員在運動期間接受液體攝取方案中只攝取飲用水，訓練後的運動強度自覺是顯著高於訓練前，表示女子足球員感受到較高的運動強度，恐增加身心疲勞狀態，不利於訓練期間的運動表現。此外，由於 Ali et al. (2011) 指出女子足球員進行 90 分鐘的間歇訓練後，無攝取水分的球員相較於有攝取水分者，其訓練期間的運動強度自覺較高。綜合上述結果，得知足球員要降低運動訓練後的運動強度自覺，必須計畫性的優先攝取運動飲料，其次是水，絕對要避免完全不攝取任何液體。



* $p < .05$ 表訓練後運動強度自覺顯著高於訓練前

圖 2 女子足球員接受液體攝取方案後運動強度自覺變化情形

三、心跳率與體重變化

為了瞭解受試者進行的 90 分鐘足球訓練的運動強度，檢驗了 4 位受試者每分鐘訓練的心跳率次數 (beats per minute, bpm)，發現全場心跳率為 143 ± 22 bpm。在類似的足球實地研究中，國外男子足球員的全場心跳率為 136bpm (Shirreffs et al., 2005)，國內女子足球員的全場心跳率為 145 ± 20 bpm 與 136 ± 22 bpm (黃玉娟，2007)，因此確認本研究訓練的運動強度要求是符合正式比賽。

體重變化是瞭解身體脫水與失水的重要指標，研究發現訓練後 W 組與 CE 組體重的變化如下：減少的體重為 0.17 ± 0.26 公斤與 0.53 ± 0.30 公斤、脫水為 $0.70 \pm 0.51\%$ 與 $0.24 \pm 0.46\%$ 、每小時排汗率為 0.76 ± 0.19 公升與 0.90 ± 0.21 公升。上述資料中發現兩組訓練後體重皆僅呈現輕微失水情形，顯示攝取方案的攝取量，對體重維持是有益的，不會因液體種類不同造成體重劇烈變化而影響生理狀態。此結果亦優於類似研究指出足球員常因液體攝取量不足，而造成身體發生脫水情況 (Edwards et al., 2007; Newell et al., 2008)。

肆、結論與建議

一、結論

運動飲料液體攝取方案，有益於足球員維持與提高訓練期間的血糖，充分提供身體對能量的需求，幫助維護其生理狀態，更可能提升耐力運動表現，進而有利於運動員參與下一次競賽的生理準備。液體攝取方案若配合攝取飲用水，訓練後會感受到較強的運動強度，結果可能不利於訓練期間的運動表現，亦可能會增加受傷的風險，以及延緩運動後的恢復情況。

二、建議

由於稀釋過的運動飲料對增進運動表現一樣有效，建議可嘗試搭配攝取飲用水加運動飲料之混合液，以瞭解液體攝取方案對女子足球運動員訓練後的血糖與運動強度自覺之改變，進而避免單獨飲用運動飲料可能造成口感太甜之感覺，以及較高經濟成本之負擔。此外，運動強度自覺量表簡易測量且極具應用性，非常適合於足球運動訓練的監控，相信可協助教練與球員即時瞭解運動期間的生理壓力與訓練效果。

參考文獻

- 中央氣象局 (2015)。氣象觀測系列 (二) 溫度與濕度。2015 年 4 月 25 日。取自 <http://www.cwb.gov.tw/>
- 百度百科 (2014)。2014 年巴西世界盃／高溫暫停。2014 年 10 月 25 日，取自 <http://baike.baidu.com/view/1229527.htm>
- 黃玉娟 (2007)。運動飲料攝取方案可改善熱環境中女子足球運動員訓練後體重之失衡。體育學報，40 (3)，1-14。
- 黃玉娟 (2013)。液體攝取方案對女子足球運動員運球與速度表現之影響。運動生理暨體能學報，16，1-10。
- Powers, S. K & Howley, E. T. (2001/2002). Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance: From McGraw-Hill.
- 林正常、林貴福、徐台閣、吳慧君 (譯)。運動生理學：體適能與運動表現的理論與應用。臺北市：藝軒。
- Ali, A., Gardiner, R., Foskett, A., & Gant, N. (2011). Fluid balance, thermoregulation and sprint and passing skill performance in female soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(3), 437-445.
- Ali, A., & Williams, C. (2009). Carbohydrate ingestion and soccer skill performance during prolonged intermittent exercise. *Journal of Sports Sciences*, 27(14), 1499-1508.
- Ali, A., Williams, C., Nicholas, C. W., & Foskett, A. (2007). The influence of carbohydrate-electrolyte ingestion on soccer skill performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(11), 1969-1976.
- Bandelow, S., Maughan, R., Shirreffs, S., Ozgüven, K., Kurdak, S., Ersöz, G., et al. (2010). The effects of exercise, heat, cooling and rehydration strategies on cognitive function in football players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science In Sports*, 20(3), 148-160.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic Response and Fatigue in Soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2, 111-127.
- Borg, G. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Edwards, A. M., Mann, M. E., Marfell-Jones, M. J., Rankin, D. M., Noakes, T. D., & Shillington, D. P. (2007). Influence of moderate dehydration on soccer performance: physiological responses to 45 min of outdoor match-play and the immediate subsequent performance of sport-specific and mental concentration tests. *British Journal of Sports Medicine*, 41(6), 385-391.

- Federation International de Football Association. (2014). *2014 FIFA World Cup Brazil/Statistics/Distancet*. Retrieved October 25, 2014, from <http://www.fifa.com/worldcup/statistics/players/distance.html>
- Goedecke, J. H., White, N. J., Chicktay, W., Mahomed, H., Durandt, J., & Lambert, M. I. (2013). The effect of carbohydrate ingestion on performance during a simulated soccer match. *Nutrients*, 5(12), 5193-5204.
- Kingsley, M., Penas-Ruiz, C., Terry, C., & Russell, M. (2014). Effects of carbohydrate-hydration strategies on glucose metabolism, sprint performance and hydration during a soccer match simulation in recreational players. *Journal of Science And Medicine In Sport*, 17(2), 239-243.
- Mohr, M., Krstrup, P., Andersson, H., Kirkendal, D., & Bangsbo, J. (2008). Match activities of elite women soccer players at different performance levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 341-349.
- Newell, M., Newell, J., & Grant, S. (2008). Fluid and electrolyte balance in elite gaelic football players. *Irish Medical Journal*, 101(8), 236-239.
- Pocari Sweat (2015). *Products/Ion water*. Retrieved August 25, 2015, from <http://www.pocari.com.tw/products/pocari.php>
- Rampinini, E., Bishop, D., Marcora, S. M., Ferrari Bravo, D., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 28(3), 228-235.
- Russell, M., Benton, D., & Kingsley, M. (2012). Influence of carbohydrate supplementation on skill performance during a soccer match simulation. *Journal of Science And Medicine In Sport*, 15(4), 348-354.
- Russell, M., Benton, D., & Kingsley, M. (2014). Carbohydrate ingestion before and during soccer match play and blood glucose and lactate concentrations. *Journal of athletic training*, 49(4), 447-453.
- Shirreffs, S. M., Aragon-Vargas, L. F., Chamorro, M., Maughan, R. J., Serratos, L., & Zachwieja, J. J. (2005). The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *International Journal of Sports Medicine*, 26(2), 90-95.

投稿日期：2015/11/09 接受日期：2016/01/26

Effect of Fluid Ingestion Protocol on the Blood Sugar and Ratings of Perceived Exertion after Training in Female Soccer Players

Yuh-Chuan Huang¹ Tai-Ying Chou² Hsiu-Yin Wang³

Abstract

Purpose: To investigate the effect of fluid ingestion protocol on blood sugar and ratings of perceived exertion in female soccer players during the training. **Methods:** 18 female soccer players (age: 20.6 ± 1.6 year-old, height: 162.6 ± 5.6 cm, weight: 56.71 ± 5.04 kg, years of playing soccer: 10.7 ± 2.5 years), were divided into two groups. One group drank water (W group) while other group drank sport drinks (CE group). For 90 minutes training under comfortable environment, test subjects were given liquid at designed time during training. The liquid supplement of W and CE were 1259.33 ± 95.42 ml and 1234.11 ± 116.35 ml. Blood sugar concentration and ratings of perceived exertion were measured before and after training. **Results:** The study indicated that the blood sugar level of W was 91.67 ± 9.07 mg/dl which is significantly lower than 129.78 ± 18.47 mg/dl of CE; and there were no significant changes between W and CE in the ratings of perceived exertion after the training, though the ratings of perceived exertion after training of W was 3.56 ± 1.33 significantly higher than before training at 1.11 ± 1.36 . **Conclusion:** Thus, in summary, sport drinks are better at maintaining the blood sugar concentration during training, but only consuming water will result in an increase of rated perceived exertion after training.

Keywords: dehydration, fluid supplement, sports drinks

1 Associate Professor, Office of Physical Education, Ming Chuan University

2 Assistant Professor, Department of Athletic Performance, National Taiwan Normal University

3 Assistant Professor, Office of Physical Education, Ming Chuan University

Corresponding Author: Yuh-Chuan Huang, E-mail: ychuang@mail.mcu.edu.tw