

碳水化合物溶液漱口在運動上的應用

汪育珊

國立臺灣體育運動大學 運動健康科學學系碩士班

摘要

碳水化合物是長時間運動中最主要的能量來源。然而，對於尚未大量耗損體內肝醣的短時間高強度運動，是否應補充碳水化合物值得討論。有些研究顯示，只需補充少量碳水化合物或只是用碳水化合物容易漱口，就能有效果，身體將碳水化合物吸收消化轉化能量需要一定的時間，所以短時間內口中的碳水化合物並非由能量代謝途徑來促進運動表現，而是碳水化合物經由口腔中的受體，經由中樞神經的傳導，活化的大腦的獎勵中樞，進而提升運動表現。

關鍵詞：碳水化合物溶液漱口、運動表現

通訊作者：汪育珊 彰化縣和美鎮嘉鐵路 335 巷 32 號 國立臺灣體育運動大學運動健康科學學系碩士班

電話：0912326269

E-mail：dietician1010@yahoo.com.tw

壹、問題與背景

碳水化合物是運動中重要的能量來源，但運動時需要多少碳水化合物就與運動的時間與強度有很大的關係。對於長時間的運動，Jeukendrup (2011) 表示持續 30 分鐘或以上的耐力運動，造成運動疲勞的原因是脫水與碳水化合物耗盡。因為運動時外源性碳水化合物的氧化率是 1.0 至 1.1 g / min (Jeukendrup & Jentjens, 2000 ; Cerma & Loon, 2013) ，所以對於長時間運動，為了避免體內碳水化合物的耗盡，通常會建議運動員以 60 克/小時的速度補充碳水化合物。Coyle, Coggan, Hemmert and Ivy (1986) 表示長時間運動中補充碳水化合物可避免肌肉肝醣耗竭，使運動時間比沒有補充碳水化合物的還要長。Coggan and Coyle (1987) 也發現補充碳水化合物可以延緩運動的疲勞。所以運動員在長時間的劇烈運動過程中，飲用碳水化合物飲料是個常見的現象，除了可以維持血糖的穩定、避免肌肉肝醣的耗竭，也可以補充水分、防止脫水、延遲疲勞。但對於時間小於一小時並無大量肝醣耗竭的運動，或競技比賽過程緊湊中無足夠的休息時間，或激烈運動中喝太多液體會造成腸胃不適的運動員，或需要體重控制的運動員，並不適合攝取額外的碳水化合物溶液而增加身體的負擔，Jeukendrup (2013) 碳水化合物漱口對於短時間 (~1 小時)、高強度 (> 75% VO₂max) 的運動可促進 2% 至 3% 的運動表現，所以容易因為攝取液體而腸胃不適的運動員，確實很適合用漱口的方式替代飲用碳水化合物飲料的辦法。

貳、文獻探討

一、碳水化合物對短時間運動的機制

小於一小時的劇烈運動 (最大耗氧量 > 70%) ，在運動結束後，血糖與肌肉肝醣都還是維持在穩定的狀態 (Rollo & William, 2011) 。所以對於持續 30 分鐘到 1 小時短時間的運動，Jeukendrup (2014) 表示少量的碳水化合物或只是用碳水化合物溶液漱口就能帶來運動表現的好處。

對於補充少量的碳水化合物增進運動表現由以下實驗可證實，Jeukendrup, Brouns, Wagenmakers, and Saris (1997) 的短時間 (~1 小時) 高強度 (>75% Wmax) 40 公里單車計時研究，發現實驗組飲用碳水化合物溶液比對照組，縮短完成時間 (58.74 +/- 0.52 min vs 60.15 +/- 0.65 min) 並提高最大功率 (76.4 +/- 0.7% vs 74.8%) 。

就運動生理機制上來看，小於一小時的短時間的運動並不會引起血糖的降低，且吃進去的碳水化合物需要一段時間，經過消化、運輸、吸收，才能被肌肉運用，所以短時間

內吃進去的碳水化合物不太可能被拿來作為能量來源，進而促進運動的表現。從 McConell, Canny, Daddo, Nance, and Snow (2000) 的研究可以看到，一小時內的單車運動，6% 葡萄糖溶液飲用補充，對體內碳水化合物氧化、肌肉代謝沒有影響。同樣 40 公里單車計時研究，分成注射葡萄糖液與對鹽水的實驗組與對照組，在實驗過程中，發現注射葡萄糖的實驗組，血糖濃度有升高，但實驗組與對照組的完成時間沒有顯著差異，也就是一個小時內的單車計時實驗中，注射葡萄糖液無法提高運動表現 (Carter, Jeukendrup, Mann, & Jones, 2004)。故綜合 McConell 等 (2000) 與 Cater 等 (2004) 的實驗可知，在短時間的運動過程中，碳水化合物不太可能被拿來作為能量來源，進而促進運動的表現。

但短時間高強度單車實驗，飲用碳水化合物溶液卻有促進運動表現的效果 (Jeukendrup et al., 1997)，故碳水化合物在短時間、高強度運動對身體運作機制就值得探討。所以 Carter, Jeukendrup, and Jones (2004) 創新發想用碳水化合物溶液漱口，而不飲入的方式實驗，使受試者進行兩次的單車計時測驗，分別用 6.4% 麥芽糊精溶液與水溶液漱口，在每 12.5% 的距離用 25ml 的溶液，漱口 5 秒後吐出，發現 6.4% 麥芽糊精溶液漱口可縮短的完成時間 (59.57 ± 1.50 vs 61.37 ± 1.56 min)，並增加平均功率 (259 ± 16 vs 252 ± 16 W)，所以碳水化合物對短時間 (~1 小時) 高強度 ($> 75\% \text{VO}_{2\text{MAX}}$) 運動有促進效果，但可能不是走代謝途徑，而是碳水化合物經由口腔中的受體，透過中樞神經的傳導，活化的大腦的獎勵中樞，進而提升運動表現。

Fares and Kayser (2011) 表示唾液中含有澱粉酶 (amylase)，在使用麥芽糊精溶液漱口時，會使部分的麥芽糊精分解成葡萄糖，這可能就是活化口中的碳水化合物受體所需要的，且在漱口的過程是不允許吞下這些碳水化合物溶液的，所以幾乎不會有碳水化合物進入腸胃道中，所以就不會影響代謝途徑。

在 Konishi 等 (2017) 與 Ferreira 等 (2018) 的研究發現碳水化合物漱口不是走代謝途徑的證明，因為其用 6.4% 麥芽糊精溶液漱口實驗，運動前後的血糖並無顯著的差異。Murray, Paris, Fly, Chapman and Micklebiriugh (2018) 在研究中更發現，除了血糖無顯著差異外，實驗組與對照組胰島素與碳水化合物、脂肪氧化術率也都沒有差異。

透過功能性核磁共振 (functional magnetic resonance imaging, fMRI) 才能觀察到碳水化合物經由中樞神經對大腦反應。Chambers, Bridge, and Jones (2009) 分別用 6.4% 葡萄糖溶液、6.4% 麥芽糖糊精溶液與人工甜味劑糖精溶液漱口，除了觀察到 6.4% 葡萄糖溶液、6.4% 麥芽糖糊精溶液都比人工甜味劑縮短了單車計時實驗的時間，也發現 6.4% 葡萄糖溶液、6.4% 麥芽糖糊精溶液對大腦的活化區相似，包括島葉/額葉區域

(insula/frontal operculum)、眶額皮質 (orbitofrontal cortex) 和紋狀體 (striatum)，但人工甜味劑卻沒有此區的大腦活化作用，在 Ferreir 等 (2018) 也發現人工甜味劑不會活化葉/額蓋區域 (insula/frontal operculum) 和紋狀體 (striatum)。

眶額皮質 (orbitofrontal cortex) 是大腦皮質中有關食物或其他類型的獎勵與享樂感覺相連的最主要區域，也與主觀的愉悅感有關 (Kringsbach, 2005) (Kringsbach, 2004)。Kimura, Yamada and Matumoto (2003) 表示對獎賞相關的刺激會使紋狀體 (striatum) 反應。而島葉 (Insula) 的四大主要功能是負責感覺運動、嗅覺味覺、社交情感、和認知 (Kurth, Zilles, Fox, Laird, & Eickhoff, 2010; Uddin, Nomi, Hebert-Seropian, Ghaziri, & Boucher, 2017)，綜上所述，也就是說口腔中的碳水化物可以促進運動表現，是因為大腦的獎勵中樞與運動控制區域被活化了。

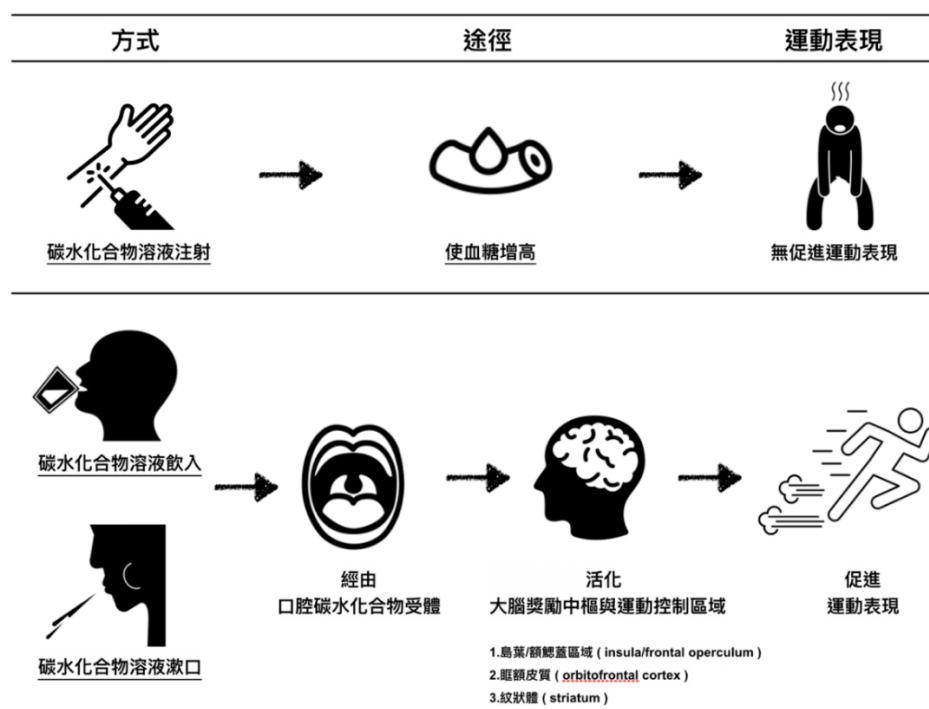


圖 1 碳水化合物補充方式對短時間運動的影響

資料來源：Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., & Jones, D. A. (2004) . The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (12) , 2107-2111. °Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., Mann, C. H., & Jones, D. A. (2004) . The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (9) , 154z-1550. °Chambers, E. S., Bridge, M. W., & Jones, D. A. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *The Journal of physiology*, 587(8), 1779-1794. °Fares, E. J., & Kayser, B. (2011). Carbohydrate mouth rinse effects on exercise capacity in pre-and postprandial States. *Journal of nutrition and metabolism*, 2011. °Ferreira, A. M. J., Farias-Junior, L. F., Mota, T. A. A., Elsangedy, H. M., Marcadenti, A., Lemos, T. M. A.

M., . . . Fayh, A. P. T. (2018) . The effect of carbohydrate mouth rinse on performance, biochemical and psychophysiological variables during a cycling time trial: a crossover randomized trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Jeukendrup, A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine*, 44 Suppl 1, S25-33. ◦ Jeukendrup, A. E, Brouns, F., Wagenmakers, A. J., & Saris, W. H. (1997) . Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *International Journal of Sports Medicine*, 18 (2) , 125-129. Konishi, K., Kimura, T., Yuhaku, A., Kurihara, T., Fujimoto, M., Hamaoka, T., & Sanada, K. (2017) . Mouth rinsing with a carbohydrate solution attenuates exercise-induced decline in executive function. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 45. McConell, G. K., Canny, B. J., Daddo, M. C., Nance, M. J., & Snow, R. J. (2000). Effect. of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. *The Journal of Applied Physiology* (1985), 89(5), 1690-1698. Rollo, I., & Williams, C. (2011). Effect of mouth-rinsing carbohydrate solutions on endurance performance. *Sports Medicine*, 41(6), 449-461.

二、碳水化合物溶液漱口對運動表現的影響

至此以後就有大量的碳水化合物溶液漱口漱口的研究，大部分實驗，確實可以提昇相關的運動表現，包括縮短運動完成時間（Carter et al., 2004；Baltazar-Martins & Del Cose, 2019）、改善運動期間的疲勞感（Konishi et al., 2017）、增進運動時的判斷、認知能力（Konishi et al., 2017）、減輕神經肌肉疲勞（Jeffer, Shave, Ross, Stevenson, & Goodall, 2015）等。Konishi 等（2017）研究 75%VO₂max 的強度在跑步機運動 65 分鐘中發現，每隔 10 分鐘用 25 毫升 6.4% 麥芽糊精溶液漱口 5 秒鐘的比用水漱口的人，縮短了斯特魯普顏色與文字實驗（Stroop Color and Word Test, SCWT）完成時間，SCWT 是一種顏色名稱與顏色的墨水顯示相同或不相同的判斷，例如紅色用黑色墨水顯示會比紅色用紅色墨水顯示，需要花比較多的時間判斷，所以若 SCWT 完成時間所短，就是表示碳水化合物漱口能改善運動時的執行功能（executive function），有助於運動時策略的判斷。且在這實驗中還發現 6.4% 麥芽糊精溶液漱口比起開水漱口組有更少的壓力賀爾蒙分泌，包括正腎上腺（Norepinephrine）與腎上腺素（Epinephrine），這也有助於延緩運動中執行功能的下降。Ferreira 等（2018）研究自行車選手盡可能以最短時間完成 30 公里的騎乘，每 3.75 公里用 25 毫升 6.4% 麥芽糊精漱口 10 秒鐘與隨意喝水的比較，完成時間並無顯著差異，但發現騎乘的最後段，有用碳水化合物溶液漱口的組別 RPE 分數較低。在 Konishi 等（2017）的跑步研究也發現 6.4% 麥芽糊精漱口組比對照組有顯著的低 RPE 分數，但早期的研究也有 RPE 分數實驗組與對照組間沒有顯著差別的（Carter et al., 2004）。

Simpson 等（2018）請受試者用 50%VO₂peak 騎乘五分鐘後做三組 10 秒鐘 7.5% kp / kg 的 Wingate 衝刺，每個衝刺間給 50 秒鐘的休息，此為一回合，共要做六回合，共計 48 分鐘完成，用來模擬自行車山地越野賽事，在每回合衝刺前給予 6.4% 麥芽糊精

漱口 10 秒鐘，發現有用碳水化合物溶液漱口的組別在第六回的平均功率顯著較高，故碳水化合物漱口能改善高強度間歇運動的表現。由以上研究可知，碳水化合物漱口能增進運動表現，不論是運動完成時間、改善運動期間的疲勞感、增進運動時的判斷認知能力、減輕神經肌肉疲勞等。

表 1

碳水化合物溶液漱口對運動表現的影響

作者	對象	運動 類型	實驗組	對照組	分析項目	評估	促進 運動 表現
Baltazar-Martins et al (2019)	運動員 -自行車 單車	單車	6.4%市 售家樂 福運動 飲料	0.0%市售家 樂福零卡運 動飲料	完成時間	↓ 2.5 ± 5.1 %	✓
					平均功率	↑ 3.7 ± 9.4 %	✓
					爬坡部分平均功率	↑ 4.2 ± 3.1 %	✓
					非爬坡平均功率	無顯著差異	
Carter et al (2004)	運動員 -自行車 單車	單車	6.4%麥 芽糊精	水	完成時間	↓ 2.9 %	✓
					平均功率	↑ 2.8 %	✓
Amanda et al (2018)	運動員 -自行車 單車	單車	6.4%麥 芽糊精	1.sucralose 蔗糖素溶液 (濃度為 0.08 g / L) 2.隨意飲用 隨意水	完成時間	無顯著差異	
					平均功率	無顯著差異	
					平均速度	無顯著差異	
					平均心率	無顯著差異	
					血糖	無顯著差異	
Konishi et al (2017)	非運動員之健 康者	跑步	6.4%麥 芽糊精	水	Stroop Color and Word Test 反應時間	實驗組 < 對照 組	✓
					血漿腎上腺素濃度	實驗組 < 對照 組	✓
					正腎上腺濃度	實驗組 < 對照 組	✓
					RPE	實驗組 < 對照 組	✓
					血糖	無顯著差異	
					RPE	無顯著差異	
Garet et al (2018)	運動員	單車	6.4%麥 芽糊精	水	疲勞指數	無顯著差異	
					血糖	無顯著差異	
					第六回的平均功率	實驗組 > 對照 組	✓
Kulaksız et al (2016)	非運動員之健 康者	單車	3%、6 %和 12 %麥芽 糊精	水	完成時間	無顯著差異	
					功率輸出	無顯著差異	
					心率，血乳酸鹽，血糖和 感覺勞累程度	無顯著差異	
Murray et al (2018)	運動員 -自行車 單車	單車	6.4%葡 萄糖	水	完成時間	↓ 1.1 %	✓
					血糖	無顯著差異	
					血漿胰島素濃度	無顯著差異	
					常量營養素的氧化速率	無顯著差異	

三、運用碳水化合物溶液漱口的注意事項

Hagger and Chatzisarantis (2013) 探討自我控制 (Self-Control) 能力與糖份間的關係，使 30 位受測者用握力器用力握住一枚銅板不放，並計算可以撐多久的時間，接著研究者端出餅乾與乾扁生蘿蔔，並要求他們在接下來五分鐘內要盡量忽略餅乾且只能吃蘿蔔，以上用來消耗意志力，再來分成兩組，一組用 18 % 的葡糖糖水漱口，一組用相同濃度的代糖水，然後再測握力器夾銅板的時間，發現用 18 % 的葡糖糖水漱口比對照組多握 10 秒鐘。

因為糖分刺激口腔內的感覺受器，將訊息傳遞到腦部的中樞神經，讓大腦誤以為有食物要進來消化系統了，大腦受到欺騙，進而疲憊感，持續地保持專注力。但若你沒有消耗掉你的體能或意志力的話，碳水化合物溶液漱口就不能產生效益。探討自我控制 (Self-Control) 能力與糖份間的關係，自我控制能力與體內糖分消耗殆盡時，用碳水化合物溶液漱口，可增強自我控制的能力，但在自我控制能力與體內糖分尚未消耗殆盡時，用碳水化合物溶液漱口，並不能增強自我控制的能力。這也可以應用時日常生活，比如在沈重的工作的過程，意志力已經被消耗到非常低的程度，就非常想喝手搖飲料來充電，所以若以體重控制的觀點來看，防止變胖的的風險，或許可以用含糖溶液漱口來提升意志力，滿足了味蕾，滿足了意志力。

然而在運動過程中，若體內能量不足，很難靠意志力維持很長的運動表現，糖是意志力來源，意志力耗盡後，再用碳水化合物溶液漱口後，就能恢復意志力。這與某些研究探討若在運動前空腹，運動時用碳水化合物漱口能增進運動表現，但若運動前非空腹，運動時用碳水化合物漱口能並不能增進運動表現的結果一致。因為當體內的碳水化合物充足，對於外來的碳水化合物的敏感度就會降低，進而降低碳水化合物漱口對運動表現的影響 (李旻軒、徐暉杰、鄭景峰，2017)。

另外碳水化合物溶液漱口對於自行車選手有部分的缺點，因為合適的騎乘姿勢是影響成績的關鍵，而漱口動作會干擾騎乘姿勢，需要把手從手把移開去拿水瓶，離開俯握姿勢 (aero-position)，破壞了原本流暢的空氣動力學而抵銷了碳水化合物溶液漱口帶來的好處，所以對於比較不強調騎乘姿勢的登山車或越野賽可能比較適合運用碳水化合物溶液漱口來增進運動表現，且漱口也會中斷呼吸模式，改變呼吸的頻率，可能會影響騎乘的速度 (Baltazar-Matrins & Del Coso, 2019)。所以因為運動中用碳水化合物溶液漱口與運動員習慣的直接飲入的方式不同，在運用此方式之前，運動員可能要於平常運動練習中，多做幾次的漱口練習使熟悉，以免在比賽時發生噎食或不熟練因而影響比賽成績。

參、結論

對於短時間高強度的運動，在運動員空腹時，碳水化合物溶液漱口可以發揮較大的效用，碳水化合物經由口腔中的受體，透過中樞神經的傳導，活化的大腦的獎勵中樞，進而縮短運動完成時間、改善運動期間的疲勞感、增進運動時的判斷認知能力等運動表現。

參考文獻

- 李旻軒、徐暉杰、鄭景峰 (2017)。碳水化合物溶液漱口對運動能力表現之影響。 *運動生理暨體能學報*, 24, 23-34
- Baltazar-Matrins, G., & Del Coso, J. (2019). Carbohydrate Mouth Rinse Decreases Time to Complete a Simulated Cycling Time Trial. *Nutrition*, 6, 65.
doi:10.3389/fnut.2019.00065
- Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., & Jones, D. A. (2004). The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (12), 2107-2111.
- Carter, J. M., Jeukendrup, A. E., Mann, C. H., & Jones, D. A. (2004). The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36 (9), 154z-1550.
- Cermak, N. M., & Loon, L. J. (2013). The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports Medicine*, 43(11), 1139-1155. doi:10.1007/s40279-013-0079-0
- Chambers, E. S., Bridge, M. W., & Jones, D. A. (2009). Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity. *The Journal of Physiology*, 587 (Pt 8), 1779-1794. doi:10.1113/jphysiol.2008.164285
- Coggan, A. R., & Coyle, E. F. (1987). Reversal of fatigue during prolonged exercise. by carbohydrate infusion or ingestion. *The Journal of Applied Physiology*(1985), 63(6), 2388-2395. doi:10.1152/jappl.1987.63.6.2388
- Coyle, E. F., Coggan, A. R., Hemmert, M. K., & Ivy, J. L. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *The Journal of Applied Physiology* (1985), 61(1), 165-172. doi:10.1152/jappl.1986.61.1.165
- Fares, E. J., & Kayser, B. (2011). Carbohydrate Mouth Rinse Effects on Exercise Capacity in Pre- and Postprandial States. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2011, 385962. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1155/2011/385962>. doi:10.1155/2011/385962

- Ferreira, A. M. J., Farias-Junior, L. F., Mota, T. A. A., Elsangedy, H. M., Marcadenti, A., Lemos, T. M. A. M., . . . Fayh, A. P. T. (2018). The effect of carbohydrate mouth rinse on performance, biochemical and psychophysiological variables during a cycling time trial: a crossover randomized trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0225-z>.
- Frank, G. K., Oberndorfer, T. A., Simmons, A. N., Paulus, M. P., Fudge, J. L., Yang, T. T., & Kaye, W. H. (2008). Sucrose activates human taste pathways differently from artificial sweetener. *Neuroimage*, 39(4), 1559-1569. doi:10.1016/j.neuroimage.2007.10.061
- Hawley, J. A., Palmer, G. S., & Noakes, T. D. (1997). Effects of 3 days of carbohydrate supplementation on muscle glycogen content and utilisation during a 1-h cycling performance. *European Journal of Applied Physiology*, 75(5), 407-412. doi:10.1007/s004210050180
- Jeffers, R., Shave, R., Ross, E., Stevenson, E. J., & Goodall, S. (2015). The effect of a carbohydrate mouth-rinse on neuromuscular fatigue following cycling exercise. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(6), 557-564. doi:10.1139/apnm-2014-0393
- Jeukendrup, A. (2014). A step towards personalized sports nutrition: carbohydrate intake during exercise. *Sports Medicine*, 44 Suppl 1, S25-33. doi:10.1007/s40279-014-0148-z
- Jeukendrup, A. E, Brouns, F., Wagenmakers, A. J., & Saris, W. H. (1997). Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance. *International Journal of Sports Medicine*, 18 (2) , 125-129. doi:10.1055/s-2007-972607
- Jeukendrup, A. E. (2011). Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. *Journal of Sports Sciences*, 29 Suppl 1, S91-99. doi:10.1080/02640414.2011.610348
- Jeukendrup, A. E. (2013). Oral carbohydrate rinse: placebo or beneficial? *Current Sports Medicine Reports*, 12(4), 222-227. doi:10.1249/JSR.0b013e31829a6caa
- Jeukendrup, A. E., & Jentjens, R. (2000). Oxidation of carbohydrate feedings during prolonged exercise: current thoughts, guidelines and directions for future research. *Sports Medicine*, 29(6), 407-424. doi:10.2165/00007256-200029060-00004
- Kimura, M., Yamada, H., & Matsumoto, N. (2003). Tonicly active neurons in the striatum encode motivational contexts of action. *Brain and Development*, 25 Suppl 1, S20-23. doi:10.1016/s0387-7604(03)90003-9
- Konishi, K., Kimura, T., Yuhaku, A., Kurihara, T., Fujimoto, M., Hamaoka, T., & Sanada, K. (2017). Mouth rinsing with a carbohydrate solution attenuates exercise-induced

- decline in executive function. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 45. doi:10.1186/s12970-017-0200-0
- Kringelbach, M. L. (2004). Food for thought: hedonic experience beyond homeostasis in the human brain. *Neuroscience*, 126(4), 807-819.
doi:10.1016/j.neuroscience.2004.04.035
- Kringelbach, M. L. (2005). The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(9), 691-702. doi:10.1038/nrn1747
- Kurth, F., Zilles, K., Fox, P. T., Laird, A. R., & Eickhoff, S. B. (2010). A link between the systems: functional differentiation and integration within the human insula revealed by meta-analysis. *Brain Structure and Function*, 214(5-6), 519-534.
doi:10.1007/s00429-010-0255-z
- McConnell, G. K., Canny, B. J., Daddo, M. C., Nance, M. J., & Snow, R. J. (2000). Effect of carbohydrate ingestion on glucose kinetics and muscle metabolism during intense endurance exercise. *The Journal of Applied Physiology*(1985), 89(5), 1690-1698.
doi:10.1152/jappl.2000.89.5.1690
- Hagger, M.S., & Chatisarantis, N.L. (2013). The sweet taste of success: the presence of glucose in the oral cavity moderates the depletion of self-control resources. *Personality and Social Psychology Bulletin*. doi:10.1177/0146167212459912
- Murray, K. O., Paris, H. L., Fly, A. D., Chapman, R. F., & Mickleborough, T. D. (2018). Carbohydrate Mouth Rinse Improves Cycling Time-Trial Performance without Altering Plasma Insulin Concentration. *Journal Sports Science and Medicine*, 17(1), 145-152.
- Rollo, I., & Williams, C. (2011). Effect of mouth-rinsing carbohydrate solutions on endurance performance. *Sports Medicine*, 41(6), 449-461.
doi:10.2165/11588730-000000000-00000
- Simposon, G. W., Pritchett, R., O'Neal, E., Hoskins, G., & Pritchett, K. (2018). Carbohydrate Mouth Rinse Improves Relative Mean Power During Multiple Sprint Performance. *International Journal of Exercise Science*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6033500/>
- Uddin, L. Q., Nomi, J. S., Hebert-Seropian, B., Ghaziri, J., & Boucher, O. (2017). Structure and function of the human insula. *Journal of Clinical Neurophysiology*(34(4)), 300-306. doi:10.1097/WNP.0000000000000377

The application of carbohydrate mouth rinse in sports

Yu-Shan Wang

Graduate Program, Department of Exercise Health Science

National Taiwan University of Sport

Abstract

Carbohydrates are the most important source of energy for long periods of exercise. However, it is worthwhile to discuss whether it is necessary to supplement carbohydrates for short-term high-intensity exercise. Some studies have shown that it is effective to add a small amount of carbohydrates or just use carbohydrate mouth rinsing. It takes a certain time to absorb and digest carbohydrates to convert energy. Therefore, the carbohydrates in the mouth are not promoted by the energy metabolism pathway in short-term exercise, but increase exercise performance by the receptors in the mouth, activity the central nervous system and the reward center of the brain.

Key words: carbohydrate mouth rinse, exercise performance

NCHU