

## 經由脫水快速降低體重對技擊類運動員之影響

王中原<sup>1</sup>、周桂名<sup>1</sup>、方世華<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 國立臺灣體育運動大學技擊運動學系

<sup>2</sup> 國立臺灣體育運動大學競技運動學系

### 摘要

過去的調查顯示，技擊類選手在賽前都經歷過快速降低體重，賽前過磅時大多比平時體重減少了約 5%，同時有相當高比例的選手呈現脫水狀態。當過磅後，選手再以大量補充水分及能量的方式，於比賽前快速恢復體重。過去許多研究指出，快速降低體重會對生理造成許多不利的影響，然而選手除了符合賽前過磅的要求，還須藉由體重之調整，進而專注於賽前準備的情緒，以營造出更高專注力及必勝決心之意念，因此快速降低體重是技擊選手賽前之重要課題。快速降低體重最常使用的方法為限制食物與液體的攝取、伴隨大量流汗，但是營養及水分不足會減少紅血球生成素的產生，因而減少紅血球之生成。同時，紅血球聚集速率增加，進而降低氧氣運送到骨骼肌的效率，導致影響運動表現。目前發現運動員快速降低體重後，會出現神經肌肉相關檢測的結果較差、肌肉無力、下肢爆發力降低及產生負面情緒等現象，但之後若有充分的時間休息，則很快可以恢復。不過，反覆的降低與增加體重不僅對身體有害，也會增加往後降低體重的困難度。建議未來可以透過給予選手及教練運動營養的教育課程，宣導正確控制體重的觀念與做法，以維護選手的身心健康，並提升競技運動的表現。

**關鍵字：**技擊運動、快速降低體重、脫水

通訊作者：方世華

E-mail：shfang@ntupes.edu.tw

DOI：10.3966/2226535X2019010801001

## 壹、前言

技擊類運動項目逐漸成為世界上受關注的運動種類之一，除了這類競賽項目囊括了將近 25% 的奧運獎牌之外，全球喜好職業比賽如：拳擊及混合武術 (mixed martial arts, MMA) 的觀眾有數百萬人 (Lim, Martin, & Kwak, 2010)。這類運動比賽規則都是以體重作為分級，然而幾乎所有的選手平時都維持在超過比賽時的體重狀態下進行練習，在比賽過磅之前才以快速降體重方式達到參賽的體重標準，過磅後再以大量補充水及能量等方式在上場比賽前快速恢復體重。然而快速減重不僅會傷害健康、降低運動表現，嚴格來說算是違反運動精神。

## 貳、快速降體重是選手賽前的重要課題

快速降體重 (rapid weight loss) 的定義是在三天內減少原體重 3% 以上的重量 (Koral & Dosseville, 2009)。1997 年曾發生過三位角力選手因快速減重後死於心肺衰竭 (Centers for Disease Control and Prevention., 1998) 的悲劇。針對英國 130 位資深拳擊選手的調查結果顯示，在賽前 8-21 天僅僅降低了大約 1.7% 的體重，但在賽前 7 天竟然降低了大約 5.2% 的體重 (Smith, 2006)，選手雖然知道快速降體重對於自身代謝、心血管、內分泌及體溫調節系統等的危害，但為了符合比賽過磅的體重要求，還是會以限制營養攝取與熱環境下運動流汗的方式進行快速降體重，這呈現一個相當嚴重的現象。另一方面，從心理學的角度觀察 14 位分別為柔道、跆拳道、角力三種項目的瑞典國家級運動員，訪談結果發現賽前降體重有其正向的意義，特別是當選手自覺是一個真正的菁英運動員，透過體重的調整專注於賽前準備的情緒、營造出更加專注於比賽與必勝決心的意念，這對於技擊選手似乎已成為一個重要的賽前習慣 (Pettersson, Ekstrom, & Berg, 2013)。

## 參、快速降體重的方法

### 一、運動員常用降體重的方法

依據調查發現以重量分級的運動項目選手常在比賽前幾天內（平均約 5-7 天）減去 5% 以上的體重 (Reljic, Hassler, Jost, & Friedmann-Bette, 2013)，使用的方法如：嚴格限制食物與液體的攝取、伴隨穿著不透氣的衣物進行高強度的訓練或是三溫暖 (sauna) 以達到大量流汗的效果，同時在賽前 24-96 小時攝取低纖食物以減少腸中殘留物的重量 (Reale, Slater, & Burke, 2017a)，並減少鈉的攝取以降低身上所保留的水分 (He, Markandu, Sagnella, & MacGregor, 2001)，這些都可以達到降體重的效果。利用問卷了解 637 位分屬於巴西柔術 (Brazilian jiu jitsu)、泰拳，柔道、跆拳道、角力，拳擊及混合武術等項目選手減重時較常採用的方法 (Barley, Chapman, & Abbiss, 2018)，發現最常被使用的減重方式是增加運動量，約占所有選手的 85%；其次被選用的方法是省略一或二餐 (61%)，跆拳道跟角力選手中有 84% 的人最常使用這方法；還有約 94% 的角力選手、84% 的柔道及 84% 的跆拳道選手以限制水分攝取的模式減重。這群選手常用的其他降體重方式包括：在熱環境運動訓練、三溫暖、整天不進食、使用瀉劑、利尿劑或是減肥藥等 (Reale, Slater, & Burke, 2018)。除此之外，選手通常會同時採用多種方式來快速降體重。

### 二、流失身體內水分的方法

身體內的水分約佔體重的 70%，水分排出體外有許多種方式，(1) 經過呼吸過程流失水分，流失的量與濕度有關，濕度 80-20% 的狀況下所流失的水量分別是每分鐘 0.8-2.7 ml (Maughan, Shirreffs, & Leiper, 2007)；(2) 排尿所流失的水分量，正常一天排尿量約 1-2 L，脫水時可能只有 0.5 L (Sawka, Cheuvront, & Carter, 2005)；(3) 在激烈運動時流汗流失的水分可以達到 2 L/hr，在同樣的強度下，女性因賀爾蒙的因素，透過運動流失的水量約為男性流汗量的 70% 左右 (Ichinose-Kuwahara et al., 2010)；(4) 鈉的攝取減少也會降低水分保留在身體內，若連續 5 天採取低鈉飲食（每天

少於 500 mg)，體重可降低 1-2% (He et al., 2001)；(5) 由於肝醣是葡萄糖與水分以 1:2.7 的比例結合在骨骼肌中，因此藉由低碳水化合物飲食（每天少於 50 g），也可降低水分的保留，或是以高強度運動消耗肝醣後，也可以排除一些體內的水分 (Sawyer et al., 2013)。

## 肆、運動員脫水對健康的影響

### 一、脫水的檢測法

檢測脫水的最好方式是評估血液的滲透壓 (osmolality, Osm)、血紅素、血比容 (haematocrit) 等數值的變化，但若想以非侵入性的方式來了解脫水程度，尿液滲透壓已被證實與血液的滲透壓有正相關 (Popowski et al., 2001)。人體正常的飽水 (euhydrated) 狀態時尿液滲透壓為 250-700 mOsm/kgH<sub>2</sub>O，脫水 (hypohydrated) 時滲透壓為 701-1080 mOsm/kgH<sub>2</sub>O，嚴重脫水 (severely hypohydrated) 時滲透壓為 1081-1500 mOsm/kgH<sub>2</sub>O。有一個令人驚訝的發現是高達約 90% 技擊類運動項目的選手在平時處於脫水的狀態 (Zubac, Reale, Karnincic, Sivric, & Jelaska, 2018)。以 345 位技擊運動項目選手 (角力 157 位、跆拳道 152 位、拳擊 36 位) 為對象 (Fernandez-Elias et al., 2014)，在比賽過磅前一小時內所收集的尿液，採用各種方法分析尿液滲透壓、尿液比重 (urine specific gravity, U<sub>SG</sub>)、尿液顏色 (Shirreffs, 2003)、生物電阻抗分析 (bioelectrical impedance analysis, BIA) (Utter, McAnulty, Riha, Pratt, & Grose, 2012) 及口渴問卷量表 (thirst perception scale) (Riebe et al., 1997)，結果以尿液滲透壓區分為正常、脫水、嚴重脫水三個不同程度的狀態下，發現尿液比重與尿液滲透壓有相當高的相關性，尿液顏色雖然也能區分這三個不同程度的脫水狀態，但嚴重脫水時準確度下降，不過由於觀察很方便，尿液顏色仍然可以做為選手及教練自行監控脫水程度的快速指標。但口渴問卷量表僅能區分出飽水及脫水，而生物電阻抗分析無法顯著區分出這三個不同程度脫水狀態的差異。綜合以上結果發現，尿液比重檢測方式比尿液滲透壓分析更快、更便宜且更容易操作，是最適合的脫水指標。尿液比重大於 1.020 g/ml 時視為脫水，

除了缺乏液體的補充之外，還有其他因素也會升高尿液比重，例如：高強度的訓練、肌肉量增加、高蛋白飲食及尿液中代謝物 (urinary metabolites) 如：乳酸、尿酸等。尿液保存與判讀的方式也會影響最後的比重數值，當尿液保存在 22°C 或是 7°C，7 天後比重仍穩定，但尿液若是存放在 -20 或是 -80°C 後，尿液比重及滲透壓就會顯著下降 (Zubac, Reale, Karnincic, Sivric, & Jelaska, 2018)。

## 二、脫水對運動員健康之影響

調查發現 63 位菁英技擊類運動員在比賽當天早上有 88.8% 的選手是處於脫水 (尿液比重  $\geq 1.020$  g/ml) 的狀態，而其中 31 位在前一天傍晚過磅，經休息復水後，仍有 13 位 (41.9%) 的選手呈現嚴重脫水 (尿液比重  $> 1.030$  g/ml) 的狀態；另外 32 位在當天早上過磅，僅有短暫時間可恢復，所以有高達 17 位 (53.1%) 呈現嚴重脫水的狀態 (Pettersson & Berg, 2014)。另一研究發現 163 位技擊運動選手在比賽前過磅時有相當高的比例 (84%) 是呈現脫水的狀態，甚至其中的 42% 是呈現嚴重脫水的狀態，嚴重脫水的選手在神經肌肉相關的檢測如：卧推收縮速度 (bench press contraction velocity) 和握力 (grip strength)、反動作跳躍 (countermovement jump) 的表現較差 (Pallares et al., 2016)。

過去研究指出在熱環境下運動、高強度運動流汗及運動過程體內產生的代謝熱容易使運動員脫水的情況更嚴重，導致腎臟功能如：腎小球濾過率 (glomerular filtration rate) 下降，甚至發現腎臟損傷指標如：肌酸酐 (creatinine) 增高 (Bongers et al., 2018)。

## 三、脫水與運動傷害之相關性

由於技擊類運動項目包含肢體的接觸如：踢、踹及拋等，一般被認為是危險性較高的運動項目，除了運動種類的特性容易造成受傷之外，這幾個項目都是以體重分級的比賽，在賽前減重也會因為能量或水分的限制而降低生理功能的正常運作，也可能是導致比賽過程易受傷的原因之一。根據過去的調查研究 (Bromley, Drew, Talpey, McIntosh, & Finch, 2018) 結果發現，不同運動項目選手易受傷的部位也不相同，拳擊項目最容易受傷的部位分別為頭/臉 45.8%、手腕 12.0%、下背 7.8%；柔道項目最容易受傷

的部位分別為下背 10.9%、肩膀 10.2%、膝蓋 9.7%；跆拳道項目最容易受傷的部位分別為手/腳指 19.4%、脛骨 18.2%、手前臂 10.8%；角力項目最容易受傷的部位為膝蓋 24.8%、肩膀 17.8%、頭/臉 16.6%。是否以脫水進行降體重會增加選手運動傷害發生的機率是未來值得關注的議題。

## 伍、快速降體重對於運動能力、生理及心理之影響

### 一、專項運動表現、有氧及無氧運動能力

過去許多研究對快速降體重如何影響運動能力的結論並不一致，針對歐洲 12 個國家共 83 位年輕拳擊選手（平均年齡  $17.1 \pm 0.9$  歲）的問卷調查，發現超過 45% 的選手知道快速降體重危害健康，33% 的選手體驗過降體重時肌肉無力的感覺 (Zubac, Karnincic, & Sekulic, 2018)。有研究針對降低 5% 體重的男性技擊運動選手過磅後 4 小時（模擬比賽時可恢復的時間），以手搖測功儀 (arm crank ergometer) 測量上肢做功，結果不管是經由快速降體重或是慢慢降體重與降體重前之臂力並無顯著差異 (Mendes et al., 2013)。柔道選手在降體重後經過 4 小時恢復，進行溫蓋特測試 (Wingate test)，結果無氧能力與之前也無顯著差異 (Artioli et al., 2010)。角力選手在降體重後立即進行溫蓋特測試，則發現下肢爆發力最大功率降低，同時上肢及下肢的疲勞指數 (fatigue index) 增加；經過 12 個小時的休息後，可恢復至降體重前的無氧運動能力 (Cengiz, 2015)。嚴重脫水的選手進行神經肌肉相關的卧推收縮速度和握力、反動作跳躍檢測結果較差，但在 13-18 小時休息復水後可以恢復到原來的水準 (Pallares et al., 2016)。雖然許多研究的結果都發現降低 5% 體重似乎是不影響表現的門檻，其實有氧與無氧能力受降體重影響與否，似乎跟檢測運動能力的時間點有相當大的相關性。若是在過磅後少於 1 小時的恢復期內進行檢測，則運動表現都是下降的，但若有 3 小時以上的恢復期後測試，則大部分的運動表現不受影響 (Artioli, Saunders, Iglesias, & Franchini, 2016)。由於跆拳道及角力等運動選手在賽前一天過磅，之後還有 16-24 小時左右的恢復期，因此，這段恢復時間對於競技表現相當重要。

## 二、生理變化

過去已有許多研究指出快速降體重會對生理造成許多不好的影響如：身體電解質不平衡 (Costill & Sparks, 1973)、心血管疾病 (Allen, Smith, & Miller, 1977)、體溫過高 (Oppliger, Case, Horswill, Landry, & Shelter, 1996)、增加骨質疏鬆 (Prouteau, Pelle, Collomp, Benhamou, & Courteix, 2006)、降低免疫功能 (Kowatari et al., 2001)、肝醣流失 (Sawyer et al., 2013)、荷爾蒙不平衡 (Roemmich & Sinning, 1997) 及心理負面影響 (Choma, Sforzo, & Keller, 1998)，甚至死亡 (Crighton, Close, & Morton, 2016; Tangprasert & Marukatat, 2017)。有研究針對 5 位男性跆拳道選手在 3.5 天內減少了原體重的 5%，分別觀察在降體重前、過磅前及比賽前、後基本的血液檢測、紅血球聚集 (aggregation) 速度、心跳率、攝氧量及血糖與血乳酸變化，結果發現快速降體重後紅血球聚集速度增加，這可能會降低氧氣運送到骨骼肌的效率，但在休息後回到原來的數值，比賽中選手心跳率、攝氧量與血乳酸數值會顯著升高 (Yang, Heine, & Grau, 2018)。

一般而言，血紅素 (hemoglobin) 濃度的變化大多在 2-3% 左右，即使在高強度的運動或是血漿量突然改變時也不受影響。目前已知會影響血紅素濃度的因素主要是高地訓練、捐血或是違規輸血 (blood doping) 等。然而 17 位拳擊選手降體重 5.6% 後，血紅素降低了 5.3% (Reljic et al., 2013)，另外 28 位不同技擊運動種類的選手降體重 5.5% 後，血紅素降低了 4.1%，可能因為減重者會限制食物與液體的攝取，降低紅血球生成素的產生，而減少紅血球產生，同時比賽前的身體訓練與心理壓力也可能會加重溶血 (hemolysis) 的產生 (Reljic, Feist, Jost, Kieser, & Friedmann-Bette, 2016)。血紅素的下降將會影響氧氣在體內的運送，進而妨礙運動表現的成績。

## 三、心理變化

在降體重期間會造成心理的負面情緒如：緊張易怒、疲勞、混亂及失去活力 (Filaire, Maso, Degoutte, Jouanel, & Lac, 2001; Hall & Lane, 2001)，進而減弱選手面對比賽的抗壓力，並使比賽場上的專注力下降。

## 陸、過磅後快速恢復方式的建議

### 一、針對賽前一天過磅運動項目的建議

由於柔道、跆拳道、角力運動項目在賽前一天過磅，之後約有 12-24 小時的時間可以恢復因降體重所流失的體液與營養。一般認為有 12 個小時以上的恢復時間，則足以回復原來水飽和度與競賽所需的熱量 (Fogelholm, 1994)。因此，建議賽前一天過磅後 30-60 分鐘之間先補充復水液體，復水時喝的運動飲料中的鈉濃度 (50-90 mmol/L) 要比一般的飲料高 (<30 mmol/L) (Maughan & Shirreffs, 1997)，另外通常推薦甜的牛奶如：巧克力牛奶，可以同時補充碳水化合物及蛋白質，睡前可飲用大約為流失體液 150% 量的液體。過磅後第 2 小時的恢復期，選手應開始補充固體的食物，這些食物最好是富含碳水化合物 (每日大約每公斤體重可以攝取 7-10 公克) 以回補肝醣，同時是低纖低脂，有助肝醣的回補。比賽當天睡醒後早餐 (約賽前 3-4 小時) 可以攝取每公斤體重 1 公克以上的碳水化合物 (Lambert, Flynn, Boone Jr, Michaud, & Rodriguez-Zayas, 1991)。

### 二、針對比賽當天過磅運動項目的建議

拳擊運動比賽與其他技擊種類不同的是，過磅時間點在比賽當天早上，也就是賽前幾小時，而且不是在一天內完成所有賽程，而是預賽、準決賽及決賽分別在接下來的幾天舉行，每次比賽當天早上都須再進行過磅，因此，在每次過磅後至比賽前這段時間液體或是營養品的補充還需限量，以因應通過下一次過磅的體重要求 (Reale, Slater, & Burke, 2017b)。針對拳擊項目，過磅後距離比賽的時間內的營養補充以不會造成腸胃不適為原則，可以飲用大約為流失體液 150% 量的液體。過去的研究顯示，每小時不超過 60 公克碳水化合物的補充速度造成腸胃不適的機會最小，同時若能搭配不同的醣類 (例如：葡萄糖跟果糖)，將更有助於腸道吸收 (Jeukendrup & Moseley, 2010)，並在比賽當天提供高碳水化合物的食物。

建議所有的技擊運動項目選手都在比賽過程每一回合之間以含有碳水化合物的液體濕潤口腔，有研究顯示以含碳水化合物液體漱口 10 秒可

以活化中樞神經系統，有助於大腦的運動皮質區活化 (corticomotor activity) (Burke & Maughan, 2015)。

## 柒、運動營養在體重控制的重要性

控制體重對於以摔抓為主的柔道與角力可能有其重要性，但對於跆拳道及拳擊選手而言，保持速度、速耐力與彈性才是致勝的關鍵，由奧運的結果分析發現有較高身高及較低身體質量指數較有利於成功 (Kazemi, Casella, & Perri, 2009)。過去曾有研究分析五種技擊運動 (角力、跆拳道、拳擊、柔道、混合武術) 選手降體重後快速增加體重的幅度，目前已知以混合武術的增減幅度最大，降體重約 10.0%後，之後快速增加約 11.7%，其他運動項目體重變化的幅度大多在 0.9 至 5.1%左右 (Matthews, Stanhope, Godwin, Holmes, & Artioli, 2018)。

運動營養被認為與輔助訓練、促進運動表現及損傷修復都有密切的關係 (Bytomski, 2018)，在運動後須注意蛋白質 (如：瘦肉、豆類等約 20-30 公克) 的補充，若為運動後立刻補充，以脫脂牛奶、乳清蛋白等液體形式為主，降低肌肉組織的流失，在修復期可以增加 1.2 至 1.5 倍的蛋白質攝取。另外限制酒精的攝取將有利於肌肉蛋白的合成 (Parr et al., 2014)。對於骨骼修復，可以多攝取鈣、維生素 D 等；由於運動後身體內處於發炎的狀態，可攝取含有抗發炎效果的蔬果如：維生素 C 等 (Atalay, Lappalainen, & Sen, 2006)。針對 41 位高中教練進行 2 次 90 分鐘的運動營養課程之後，追蹤 2 個月，期間教練對選手提醒次數增多，同時給予運動相關健康營養的內容正確性也提高 (Jacob et al., 2016)。許多營養補充品的增補都須依照選手的需求進行評估與建議，才能達到最大的效益。

## 捌、結語

教練對於選手的影響非常深遠，除了專項運動技術、體能訓練指導之外，對選手健康管理與運動營養的教育也是選手重要的知識來源，對於年

輕的選手影響力更大。建議未來可以透過給予選手及教練的運動營養教育課程來宣導正確控制體重的觀念與做法，避免因反覆的減重與增重，增加之後降體重的困難度；同時也可以藉由專業的心理諮商來改變選手面對比賽的心態，而不必再以降體重來達到專注比賽的效果，以維護選手的健康與運動能力。

## 參考文獻

- Allen, T. E., Smith, D. P., & Miller, D. K. (1977). Hemodynamic response to submaximal exercise after dehydration and rehydration in high school wrestlers. *Medicine and Science in Sports*, 9(3), 159-163.
- Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., . . . Lancha Junior, A. H. (2010). Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. *Journal of Sports Sciences*, 28(1), 21-32. doi:10.1080/02640410903428574
- Artioli, G. G., Saunders, B., Iglesias, R. T., & Franchini, E. (2016). It is Time to Ban Rapid Weight Loss from Combat Sports. *Sports Medicine*, 46(11), 1579-1584. doi:10.1007/s40279-016-0541-x
- Atalay, M., Lappalainen, J., & Sen, C. K. (2006). Dietary antioxidants for the athlete. *Current Sports Medicine Reports*, 5(4), 182-186.
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2018). Weight Loss Strategies in Combat Sports and Concerning Habits in Mixed Martial Arts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 933-939. doi:10.1123/ijsp.2017-0715
- Bongers, C., Alsady, M., Nijenhuis, T., Tulp, A. D. M., Eijsvogels, T. M. H., Deen, P. M. T., & Hopman, M. T. E. (2018). Impact of acute versus prolonged exercise and dehydration on kidney function and injury. *Physiological Reports*, 6(11), e13734. doi: 10.14814/phy2.13734
- Bromley, S. J., Drew, M. K., Talpey, S., McIntosh, A. S., & Finch, C. F. (2018). A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 8-16. doi:10.1136/bjsports-2016-097313
- Burke, L. M., & Maughan, R. J. (2015). The Governor has a sweet tooth—mouth sensing of nutrients to enhance sports performance. *European Journal of Sport Science*, 15(1), 29-40.
- Bytowski, J. R. (2018). Fueling for Performance. *Sports Health*, 10(1), 47-

53. doi:10.1177/1941738117743913
- Cengiz, A. (2015). Effects of self-selected dehydration and meaningful rehydration on anaerobic power and heart rate recovery of elite wrestlers. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(5), 1441-1444. doi:10.1589/jpts.27.1441
- Centers for Disease Control and Prevention (1998). Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--North Carolina, Wisconsin, and Michigan, November-December 1997. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 47(6): 105-8.
- Choma, C. W., Sforzo, G. A., & Keller, B. A. (1998). Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(5), 746-749.
- Costill, D. L., & Sparks, K. E. (1973). Rapid fluid replacement following thermal dehydration. *Journal of Applied Physiology*, 34(3), 299-303. doi:10.1152/jappl.1973.34.3.299
- Crighton, B., Close, G. L., & Morton, J. P. (2016). Alarming weight cutting behaviours in mixed martial arts: a cause for concern and a call for action. *British Journal of Sports Medicine*, 50(8), 446-447. doi:10.1136/bjsports-2015-094732
- Fernandez-Elias, V. E., Martinez-Abellan, A., Lopez-Gullon, J. M., Moran-Navarro, R., Pallares, J. G., De la Cruz-Sanchez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2014). Validity of hydration non-invasive indices during the weightcutting and official weigh-in for Olympic combat sports. *PLoS One*, 9(4), e95336. doi:10.1371/journal.pone.0095336
- Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International Journal of Sports Medicine*, 22(6), 454-459. doi:10.1055/s-2001-16244
- Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*, 18(4), 249-267. doi:10.2165/00007256-199418040-00004

- Hall, C. J., & Lane, A. M. (2001). Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *British Journal of Sports Medicine*, 35(6), 390-395.
- He, F. J., Markandu, N. D., Sagnella, G. A., & MacGregor, G. A. (2001). Effect of salt intake on renal excretion of water in humans. *Hypertension*, 38(3), 317-320.
- Ichinose-Kuwahara, T., Inoue, Y., Iseki, Y., Hara, S., Ogura, Y., & Kondo, N. (2010). Sex differences in the effects of physical training on sweat gland responses during a graded exercise. *Experimental Physiology*, 95(10), 1026-1032. doi: 10.1113/expphysiol.2010.053710
- Jacob, R., Lamarche, B., Provencher, V., Laramee, C., Valois, P., Goulet, C., & Drapeau, V. (2016). Evaluation of a Theory-Based Intervention Aimed at Improving Coaches' Recommendations on Sports Nutrition to Their Athletes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(8), 1308-1315. doi:10.1016/j.jand.2016.04.005
- Jeukendrup, A. E., & Moseley, L. (2010). Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20(1), 112-121. doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00862.x
- Kazemi, M., Casella, C., & Perri, G. (2009). 2004 olympic tae kwon do athlete profile. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 53(2), 144-152.
- Koral, J., & Dosseville, F. (2009). Combination of gradual and rapid weight loss: effects on physical performance and psychological state of elite judo athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(2), 115-120. doi:10.1080/02640410802413214
- Kowatari, K., Umeda, T., Shimoyama, T., Nakaji, S., Yamamoto, Y., & Sugawara, K. (2001). Exercise training and energy restriction decrease neutrophil phagocytic activity in judoists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 519-524.
- Lambert, C. P., Flynn, M. G., Boone Jr, J. B., Michaud, T. J., & Rodriguez-

- Zayas, J. (1991). Effects of Carbohydrate Feeding on Multiple-bout Resistance Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 5(4), 192-197.
- Lim, C. H., Martin, T. G., & Kwak, D. H. (2010). Examining television consumers of mixed martial arts: The relationship among risk taking, emotion, attitude, and actual sport-media-consumption behavior. *International Journal of Sport Communication*, 3(1), 49-63.
- Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E. J., & Artioli, G. G. (2018). The Magnitude of Rapid Weight Loss and Rapid Weight Gain in Combat Sport Athletes Preparing for Competition: A Systematic Review. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 1-32. doi:10.1123/ijsnem.2018-0165
- Maughan, R. J., & Shirreffs, S. M. (1997). Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. *Journal of Sports Sciences*, 15(3), 297-303. doi:10.1080/026404197367308
- Maughan, R. J., Shirreffs, S. M., & Leiper, J. B. (2007). Errors in the estimation of hydration status from changes in body mass. *Journal of Sports Sciences*, 25(7), 797-804. doi:10.1080/02640410600875143
- Mendes, S. H., Tritto, A. C., Guilherme, J. P., Solis, M. Y., Vieira, D. E., Franchini, E., . . . Artioli, G. G. (2013). Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role? *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1155-1160. doi:10.1136/bjsports-2013-092689
- Oppliger, R. A., Case, H. S., Horswill, C. A., Landry, G. L., & Shelter, A. C. (1996). American College of Sports Medicine position stand. Weight loss in wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 28(6), ix-xii.
- Pallares, J. G., Martinez-Abellan, A., Lopez-Gullon, J. M., Moran-Navarro, R., De la Cruz-Sanchez, E., & Mora-Rodriguez, R. (2016). Muscle contraction velocity, strength and power output changes following different degrees of hypohydration in competitive olympic combat sports. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 10.

- doi:10.1186/s12970-016-0121-3
- Parr, E. B., Camera, D. M., Areta, J. L., Burke, L. M., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2014). Alcohol ingestion impairs maximal post-exercise rates of myofibrillar protein synthesis following a single bout of concurrent training. *PLoS One*, *9*(2), e88384. doi:10.1371/journal.pone.0088384
- Pettersson, S., & Berg, C. M. (2014). Hydration status in elite wrestlers, judokas, boxers, and taekwondo athletes on competition day. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, *24*(3), 267-275. doi:10.1123/ijsnem.2013-0100
- Pettersson, S., Ekstrom, M. P., & Berg, C. M. (2013). Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage? *Journal of Athletic Training*, *48*(1), 99-108. doi:10.4085/1062-6050-48.1.04
- Popowski, L. A., Oppliger, R. A., Patrick Lambert, G., Johnson, R. F., Kim Johnson, A., & Gisolf, C. V. (2001). Blood and urinary measures of hydration status during progressive acute dehydration. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *33*(5), 747-753.
- Prouteau, S., Pelle, A., Collomp, K., Benhamou, L., & Courteix, D. (2006). Bone density in elite judoists and effects of weight cycling on bone metabolic balance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *38*(4), 694-700. doi:10.1249/01.mss.0000210207.55941.fb
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017a). Acute-Weight-Loss Strategies for Combat Sports and Applications to Olympic Success. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *12*(2), 142-151. doi:10.1123/ijsp.2016-0211
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017b). Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. *European Journal of Sport Science*, *17*(6), 727-740. doi:10.1080/17461391.2017.1297489
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2018). Weight Management Practices of Australian Olympic Combat Sport Athletes. *International Journal of Sports*

- Physiology and Performance*, 13(4), 459-466. doi:10.1123/ijsp.2016-0553
- Reljic, D., Feist, J., Jost, J., Kieser, M., & Friedmann-Bette, B. (2016). Rapid body mass loss affects erythropoiesis and hemolysis but does not impair aerobic performance in combat athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 26(5), 507-517. doi:10.1111/sms.12485
- Reljic, D., Hassler, E., Jost, J., & Friedmann-Bette, B. (2013). Rapid weight loss and the body fluid balance and hemoglobin mass of elite amateur boxers. *Journal of Athletic Training*, 48(1), 109-117. doi:10.4085/1062-6050-48.1.05
- Riebe, D., Maresh, C. M., Armstrong, L. E., Kenefick, R. W., Castellani, J. W., Echegaray, M. E., . . . Camaione, D. N. (1997). Effects of oral and intravenous rehydration on ratings of perceived exertion and thirst. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(1), 117-124.
- Roemmich, J. N., & Sinning, W. E. (1997). Weight loss and wrestling training: effects on growth-related hormones. *Journal of Applied Physiology* (1985), 82(6), 1760-1764. doi:10.1152/jappl.1997.82.6.1760
- Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Carter, R., 3rd. (2005). Human water needs. *Nutrition Reviews*, 63(6 Pt 2), S30-39.
- Sawyer, J. C., Wood, R. J., Davidson, P. W., Collins, S. M., Matthews, T. D., Gregory, S. M., & Paolone, V. J. (2013). Effects of a short-term carbohydrate-restricted diet on strength and power performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(8), 2255-2262. doi:10.1519/JSC.0b013e31827da314
- Shirreffs, S. (2003). Markers of hydration status. *European Journal of Clinical Nutrition*, 57(S2), S6.
- Smith, M. S. (2006). Physiological profile of senior and junior England international amateur boxers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5(CSSI), 74-89.
- Tangprasert, P., & Marukatat, S. (2017). Scottish Muay Thai boxer: heat stroke death. <https://www.bangkokpost.com/learning/advanced/1222121/scottishmuay>

- thai-boxer-heat-stroke-death. Retrieved October 28, 2018
- Utter, A. C., McAnulty, S. R., Riha, B. F., Pratt, B. A., & Grose, J. M. (2012). The validity of multifrequency bioelectrical impedance measures to detect changes in the hydration status of wrestlers during acute dehydration and rehydration. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 9-15. doi:10.1519/JSC.0b013e318238ea51
- Yang, W. H., Heine, O., & Grau, M. (2018). Rapid weight reduction does not impair athletic performance of Taekwondo athletes - A pilot study. *PLoS One*, 13(4), e0196568. doi:10.1371/journal.pone.0196568
- Zubac, D., Karnincic, H., & Sekulic, D. (2018). Rapid Weight Loss Is Not Associated With Competitive Success in Elite Youth Olympic-Style Boxers in Europe. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(7), 860-866. doi:10.1123/ijsp.2016-0733
- Zubac, D., Reale, R., Karnincic, H., Sivric, A., & Jelaska, I. (2018). Urine specific gravity as an indicator of dehydration in Olympic combat sport athletes; considerations for research and practice. *European Journal of Sport Science*, 18(7), 920-929. doi:10.1080/17461391.2018.1468483

## The Effects of Rapid Weight Loss Through Dehydration on Combat Athletes

Chung-Yuan Wang<sup>1</sup>, Kuei-Ming Chou<sup>1</sup>, Shih-Hua Fang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Combat Sport, National Taiwan University of Sport

<sup>2</sup>Department of Sport Performance, National Taiwan University of Sport

### *Abstract*

According to previous investigation, almost all the combat sport athletes had the experience of rapid weight loss before the competition by around 5%. Meanwhile, a relatively high ratio of players are under hypohydration. Usually after weighing, they restored their weight quickly before playing the game with plenty of water and energy. Several previous studies have pointed out that rapid weight loss might exert many bad effects on player's physiology. However, in addition to meet the weighing request of the game, the players had to focus on emotion preparation for the game by adjusting the weight to establish a higher focused and determined mind. Rapid weight loss is an important issue for all the combat sport athletes before the competition. The most common method for rapid weight loss is to limit the intake of food and fluids, accompanied by a lot of sweating. The result of insufficient nutrition and water will lead to a decrease in the production of erythropoietin which decreased the production of red blood cells. Moreover, increased red blood cell aggregation rate reduced the efficiency of oxygen transport to skeletal muscles and further affecting athletic performance. Nowadays, it is known that athletes had poor neuromuscular-related test response, muscle weakness, lower extremity explosiveness and psychological negative emotions after rapid weight loss. But if they have enough time to rest, the athletes can recover quickly. However, repeated weight loss and weight gain are not only harmful to the body, but also cause difficulty in losing weight later. It is suggested that the concept and practice of correct weight control can be promoted through sports nutrition education courses given to athletes and coaches in the future. Consequently, the players can maintain good physical and mental health, and enhance their performance in sports.

**Keywords: combat sport, rapid weight loss, hypohydration**