

大学体育授業における運動時発汗量と回復期水分摂取量

河 端 隆 志 , 宮 側 敏 明

Sweat rate during exercise and fluid replacement by drinking
at recovery from exercise

Takashi KAWABATA and Toshiaki MIYAGAWA

(平成9年12月21日受付)

Abstract

Sixteen healthy young male subjects, allocated into two groups: the tap water intake group (TW group, n=8) and the salt water (Pokari sweat, Otsuka Pharmaceutical, Japan) intake group (SpD group, n=8), exercised for 30 min into indoor under conditions of WBGT 28.1°C and ingested either tap water or salt water for 30 min of recovery in a room at 25°C. The fluid loss due to sweating induced by exercise in the TW and SpD groups were 668.7 ± 66.1 g / 0.5h and 668.8 ± 74.4 g / 0.5h. The amount of fluid intake at recovery was significantly higher in the SpD group (484.3 ± 86.1 ml) compared with the TW group (314.0 ± 38.6 ml). The rehydration by drinking at recovery from exercise was only 41% with tap water while 71% of rehydration was found when they were provided with salt water. These results indicated that human subjects provided only tap water can replace less than half of their sweat loss but when certain electrolytes are provided the fluid replacement is enhanced.

key word: body weight loss, sweat rate, fluid intake, fluid replacement

1. 緒 言

高温環境下におけるスポーツ活動では、運動強度や発汗による血漿量の減少が静脈環流量の維持を困難にし、循環、体温調節能に影響を及ぼす。

そしてさらに脱水が進むと運動継続が困難になり、暑熱障害すなわち熱中症の発生の危険率が高くなる。したがって、運動時の水分・塩分補給は体液損失を補給し暑熱障害予防にも重要である^(1,2,3)。

また、運動場面における飲水状況の実態調査では練習中には発汗量に見合った水分が補給されていないのが現状であり、長期間にわたる強化練習が行われる場合には、脱水を翌日に持ち越すことになり暑熱障害の発生や運動能の低下が危惧される^(5,6,7,8)。

そこで今回は、大学で一般的に行われている授業形態をモデルとして、運動時の体重減少量と水分摂取量の関係について測定し、授業における運動時の水分バランスについて検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 被験者

健康な成人男子16名が、実験における内容を十分に理解したうえで、今回の実験に参加した。

2.2 実験手順

この実験は、水道水を摂取する場合（水道水群, n=8）とスポーツドリンクを摂取する場合（スポーツ飲料群, n=8）の2条件のグループに被験者をランダムに分けて行った（表1）。

実験は1997年6月19日の1030 ~ 1200に実施された。被験者には、はじめに200ccの水分を摂取させた後に排尿をさせて水分バランスを行った後に、25℃の準備室で、ショートパンツのみを着用して運動前の体重を測定した。そして、被験者は、体育館にて15分間のバスケットボールゲームを、

Table 1. Characteristics of experimental subjects

	Tap Water group	Salt Water group
N	8	8
Age (yrs)	18.5±0.2	18.3±0.2
Height (cm)	170.7±1.3	169.0±1.2
Weight (kg)	58.5±0.7	57.8±1.3
BMI (kg/sqr)	21.0±0.6	20.3±0.3
%Fat (%)	17.6±1.5	14.6±1.0

10分間の休息を間に取り2回、計30分間行った。運動時における水分摂取は禁止した。30分間の運動終了後直ちに25℃の準備室に戻り、ショートパンツのみの着用で、十分に汗を落としてから体重を測定し、その後30分間における水分摂取量を測定した。

2.3 測定項目

体重測定は、デジタル精密体重計（エーアンドディ社、UC-300）を用いて最小目盛50g単位で測定した。運動時の発汗量を運動前・後の差から算出した。飲水量を個人別に用意したペットボトルの重量差から算出した。さらに、自発的脱水量を発汗量と飲水量との差から算出した。なお、スポーツ飲料（Na: 23 meq / l, Cl: 18 meq / l, K: 5 meq / l, citric acid: 10 meq / l and glucose: 7 g / 100ml）は市販用ポカリスエット（大塚製薬）を使用した。飲水時の水道水およびスポーツ飲料水の水温は13℃~15℃であった。また、運動時の環境温度をWBGT計（京都電子工業、WBGT-101）を用いて連続測定した。

3. 結果

3.1 運動時の体重減少量、水分摂取量および発汗量

運動時の環境温度はWBGTで平均28.1℃であった。運動時の体重減少量およびは運動後の水分摂取量は、水道水群、スポーツ飲料群でそれぞれ、668.7±66.1 g / 0.5h, 314.0±38.6 mlと668.87 4.4 g / 0.5h, 484.3±86.1 mlであり、水分摂取量においてスポーツ飲料群が有意に(p<0.01)高値を示した（表2）。30分間の運動時発汗量、回復期水分摂取量および脱水回復について図1に示した。両群とも運動後の水分摂取量が運動時の発汗量を下回っていた。また、1.2±0.1 %の相対的な体重減少で、水道水群の52.3±6.9%に対し

Table 2. Changes in body weight, sweat rate during exercise and fluid intake at recovery

		Tap Water group	Salt Water group
Exercise duration	(h)	0.5	0.5
Body wt-preEX	(kg)	58.5±0.7	57.8±1.3
Body wt-postEX	(kg)	57.8±0.7	57.1±1.2
Body wt.loss	(g)	668.7±66.1	668.8±74.4
% body wt.loss	(%)	1.2±0.1	1.2±0.1
Sweat loss	(g)	668.7±71.2	668.8±74.4
Fluid intake	(ml)	314.0±38.6	484.3±86.1*

Values are mean±SE. Significant difference are indicated : *p<0.01

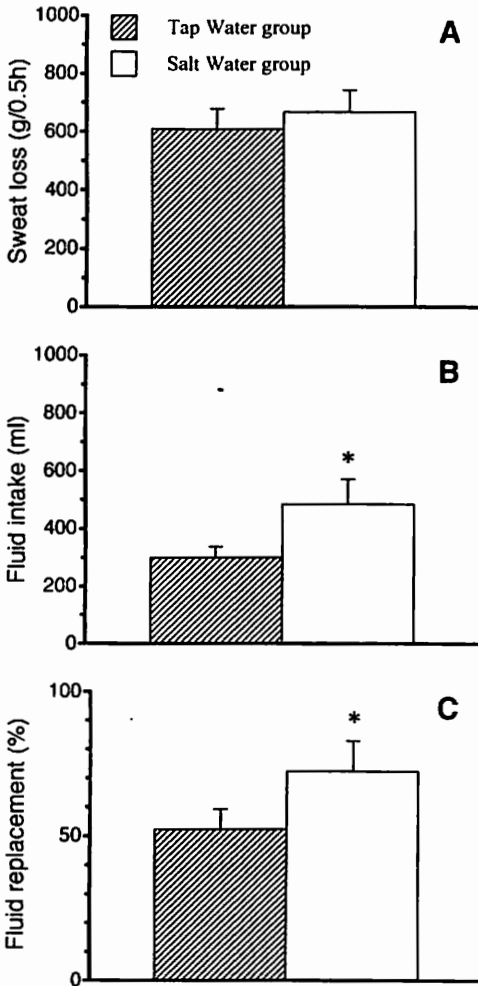


Figure 1: Sweat loss during exercise, fluid intake at recovery and fluid replacement in the tap water intake group and the salt water intake group. Values are mean ± SE in each group for 8 subjects. Significant difference are indicated: *p<0.01.

て、スポーツ飲料群では72.7±10.6%と有意(p<0.01)に高い回復過程を示した。

3.2 発汗量と水分摂取量

運動時の発汗量に対する自発的水分摂取量の関係を水道水摂取とスポーツ飲料摂取について示したものが図2である。発汗量に対する水分摂取量の関係を、両者の回帰直線の勾配から求めてみると、水道水群では発汗量の41%、スポーツ飲料群では71%の水分摂取による脱水回復が認められた。

4. 考 察

高温環境下の運動では、その運動強度や発汗により血漿量が減少し、結果として生じる温熱脱水が運動能に影響を及ぼすことが、これまでの研究から報告されている⁽¹⁴⁾。また、発汗によって失われた水分、電解質は外部から補給することで回復する。ヒトは脱水後、水を自由補給しても脱水量に満たない、いわゆる“自発的脱水”が起こる。すなわち、脱水後に水のみを摂取すると体液の浸透圧が低下して口渴中枢の興奮を抑制し、また血漿ADHレベルが低下して血液量が回復しないにもかかわらず摂取した水は利尿によって体外に排出されるために、血液量は脱水前に回復しない。森本ら(1981)のヒトにおける自発的脱水の解析の報告では、発汗量が1.6kgの温熱負荷を加えた被験者を水道水群とスポーツ飲料群に分けそれぞれ自由飲水させたところ、水道水群では発汗量の44

%、スポーツ飲料群では88%の水分摂取が認められ自発的脱水は前者で56%で、後者で12%であった¹⁰⁾。

河端ら(1993)はラットの温熱脱水負荷後の回復過程における水分イオン濃度の解析から、3%の脱水レベル以上でははじめに低張性のイオン濃度の水分摂取を行い、その後等張性のイオン濃度の水分摂取を選択したことから、脱水後回復期の水分摂取行動では、体液浸透圧調整が優先することを報告した¹⁰⁾。また、能勢ら(1988)は、脱水中に汗中に失われた塩分を補給することにより脱水回復が促進することを報告した¹⁰⁾。

今回の実験では、水道水群の水分摂取量は発汗量の41%で、スポーツ飲料群では71%であった。また、自発的脱水量は前者で59%であったのに反し後者では29%であった(図2)。このことは、ヒトにおいて、温熱脱水からの回復には水のみな

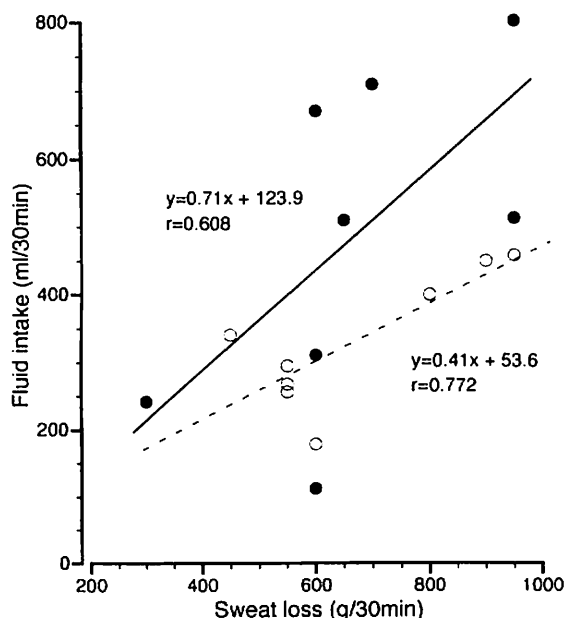


Figure 2: Correlations between sweat rate during the 30 min exercise and fluid intake at recovery in a room at 25°C. Closed circles and solid line indicated the relation when salt water was provided, while open circles and dotted line are for tap water. The regression coefficients indicated the degree of rehydration.

らず塩分を摂取することで脱水回復の程度が改善され、さらにはスポーツ飲料群における高い血液量の回復は、運動時の静脈環流量を維持して循環および体温調節能を改善することに有用であることが示唆された。

今回の実験は、大学体育の授業を想定して、30分間のバスケットボール運動を行った。運動時の環境温度はWBGT: 28.1°Cで、運動後脱水レベルは体重当たり約1.2%であった。運動後の水分摂取行動をみると、両群とも運動後の水分摂取量で運動時の発汗量を満たすことができなかった。しかし、水道水群に比してスポーツ飲料群の水分摂取量が有意に高値を示したことは、塩分を補給することにより脱水回復の程度が改善されることが認められた。環境温度の上昇にともない発汗量は増加することから、さらに温度の上昇が考えられる夏期での体育授業では、脱水レベルが増進することが示唆される。このことから、体育授業時の運動時における飲水の配慮というものは、今後指導者にとって重要なこととなると考える。

5. 結語

本学男子学生16名を対象に、一般的な大学体育授業を想定して、水道水群(n=8)とスポーツ飲料群(n=8)における運動時の体重減少量、水分摂取量および発汗量を測定し、運動時の水分バランスについて両群について検討した。

その結果、30分間の運動における体重減少量は、運動前の体重に対して水道水群で $1.2 \pm 0.1\%$ 、スポーツ飲料群では $1.2 \pm 0.1\%$ の脱水レベルであった。発汗量および運動後の水分摂取量は、水道水群およびスポーツ飲料群でそれぞれ 668.7 ± 66.1 g/0.5h, 314.0 ± 38.1 mlと 668.8 ± 74.4 g/0.5h, 484.3 ± 86.1 mlであり、両群とも発汗量に満たない水分摂取量を示した。しかし、その水分摂取量は水道水群の41%に比して、塩分の含まれている

スポーツ飲料群では71%と有意に高値を示すことから、温熱脱水後における水分摂取では、水のみならず塩分を摂取することにより脱水回復の程度が改善されることが認められた。

文 献

1. Morimoto, T. Restitute of body fluid after thermal dehydration. Heat stress: Physical exercise and environment, 1987.
2. Nose, H., G. W. Mack, X. Shi, and E. R. Nadel. Role of osmolality and plasma volume during rehydration human. *J. Appl. Physiol.* 65: 325-331, 1988.
3. Nose, H., A. Takamata, G. W. Mack, Y. Oda, T. Okuno, Duk-Ho Kang, and T. Morimoto. Water and electrolyte balance in the vascular space during graded exercise in humans. 70(6): 2757-2762, 1991.
4. Nose, H., A. Takamata, G. W. Mack, T. Kawabata, Y. Oda, S. Hashimoto, M. Hirose, E. Chihara, and T. Morimoto. Right atrial pressure and ANP release during prolonged exercise in a hot environment. *J. Appl. Physiol.* 76(5), 1882-1887, 1994.
5. Colye, E. F., and S. J. Montain,. Benefits of replacement with carbohydrate during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(9), Supplement, S324-S330, 1992.
6. Gisolfi, C. V., and S. M. Duchman. Guidelines for optimal replacement beverages for different athletic events. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(6), Supplement, 679-687, 1992.
7. 中井誠一、寄本 明、岡本直揮、森本武利. アメリカンフットボール練習時の発汗量と水分摂取量の実態. *臨床スポーツ医学*, 10(8), 973-977, 1993.
8. 中井誠一、寄本 明、岡本直揮、森本武利. 運動時の発汗量と水分摂取量に及ぼす環境温度(WBGT)の影響. *体力科学*. 43, 283-289, 1994).
9. Kawabata, T., T. Okuno, and T. Morimoto. The effect of dehydration level on the NaCl concentration chosen by rats. *physiol. Behav.*, 53(4) 731-736, 1993.