

## 報 告

## 暑熱環境下の運動における水分摂取の重要性

板井 美浩

本学の男子陸上競技部員12名（長距離3名，瞬発系9名）を対象に3日間の夏期合宿練習時における水分摂取量を調べた。初日と2日目は午前（9：00～11：30）と午後（14：00～16：30）の2部練習，3日目は午前のみ，合計で5回の練習を行った。任意に水分補給した練習後の体重減少は $1.1 \pm 0.6\%$ であった。長距離選手の体重減少（ $1.5 \pm 0.6\%$ ）は短距離選手（ $1.0 \pm 0.6\%$ ）に比べ大きかった（ $p < 0.01$ ）。練習による真の体重減少（体重減少分と摂取水分量の和）は，最も多いのが長距離の初日午前（ $3.5 \pm 1.1\%$ ），5回の平均で $2.7 \pm 0.9\%$ であった。短距離（5回の平均 $1.7 \pm 0.9\%$ ）は長距離に比して少なく（ $p < 0.01$ ），2%を超えるのは初日の午前のみであった。体重減少，水分摂取量の個人差は大きく，体重減少分を把握した上である程度意識的に調整して水分補給する必要があるものと考えられた。

（キーワード：暑熱環境，運動，水分摂取）

## I. はじめに

かつては疲労を促進する等の迷信的理由から運動中の水分補給は敬遠されていた。練習中に水を飲むのは根性がない証拠などといった声や飛ぶ光景も日本のスポーツ現場ではしばしば見られたものである。

しかし近年では運動中の水分摂取はむしろ常識的な行為として認識されている。体内への取り込みが水の何倍も早いという米国製スポーツ飲料が1970年代に日本でも発売されたことを発端に水分補給の重要性が徐々に広まっていった。現在では熱中症予防あるいは運動パフォーマンスの低下防止のため，運動で身体から失われた水分やミネラル等を補給する必要性があると謳ったスポーツ飲料が無数販売されるに至っている。情報もちまたにあふれている。試みにインターネット（Google）で検索すると「熱中症」では105万件，「運動&水分補給」では73万9千件もヒットするほどである。

運動部活動が盛んな本学においても練習の合間にスポーツ飲料やお茶を飲むことが習慣となっているが，具体的にどれだけの量を飲んで

いるのか把握していないのが実体である。特に東日本医科学学生総合体育大会（東医体）のほとんどの競技が夏の暑い盛りに開催されることからすると，日頃の練習や東医体直前の合宿練習は，熱中症予防を十分に考慮した上で練習を行うことが重要であると考えられる。

今回，本学陸上部の合宿練習における水分補給量を測定し，暑熱環境下での水分摂取法の量的指針を得たので報告する。

## II. 方法

## A. 対象および練習条件

対象は本学学友会陸上競技部に所属する男子12名であった。長距離を専門とする者3名（被験者A～C），瞬発系の種目（短距離，跳躍，投擲）を主にする者9名（被験者D～L）である。事前に本研究の趣旨と意義および練習の妨げになるような測定は行わない旨説明し参加の同意を得た。

合宿練習は7月下旬の3日間に渡り行われた。初日と2日目は午前（9：00～11：30）と午後（14：00～16：30）の2部練習，3日目は午

前のみ、合計で5回の練習を行った。練習の概要は、どの種目も午前中は走り込みを中心とした質・量ともに高いもの、午後は技術練習を主体とした強度が比較的軽い内容であった。3日間とも概ね曇り時々晴れ間が覗くといった天候で、初日は日中の最高気温が30℃を超える真夏日、2～3日目は25℃を超える夏日であった。

なお、通常は週3日、2時間(夕方5～7時)程度の練習を行っているのに加え、事前に3～6日間の2部練習を積んで1～2日休み、合宿練習を開始した。

### B. 水分の摂取方法

飲料には市販の粉末スポーツ飲料(ポカリスエット, 大塚製薬)をメーカー指示の2倍量に薄めて用いた。この濃度は飲みやすさなどの点から、経験的に多くの選手が用いる濃度である。摂取の量・タイミングは任意とし、目盛り付きのカップで飲んだ量をその都度記録した。体重は各練習の開始前と終了後に測定した。

### C. 統計処理

本論文の数値は特に断りのない限り平均値と標準偏差で示した。差の検定はt-testを用いて行い危険率5%以下をもって有意とした。

## III. 結果

摂取方法に制限を加えず好きなだけ水分補給したにもかかわらず、ほとんどの被験者が練習後には体重が減少した。しかし増加する被験者

も一例(J)あった。(表1)

練習後の体重減少率はいずれの回も1%前後であり、5回の平均では $1.1 \pm 0.6\%$ であった。

(図1)

種目による体重減少率を比較すると、長距離の方が瞬発系に比べ大きい傾向にあり2日目の午後練習では長距離( $2.1 \pm 0.6\%$ )の方が短距離( $1.4 \pm 0.6\%$ )に比べ有意に大きな体重減少率( $p < 0.01$ )を示した。(図2)

図3は、体重の減少分と摂取した水分量の和で、練習中に水分補給をしなかった場合の体重減少率(真の体重減少)を示したものである。

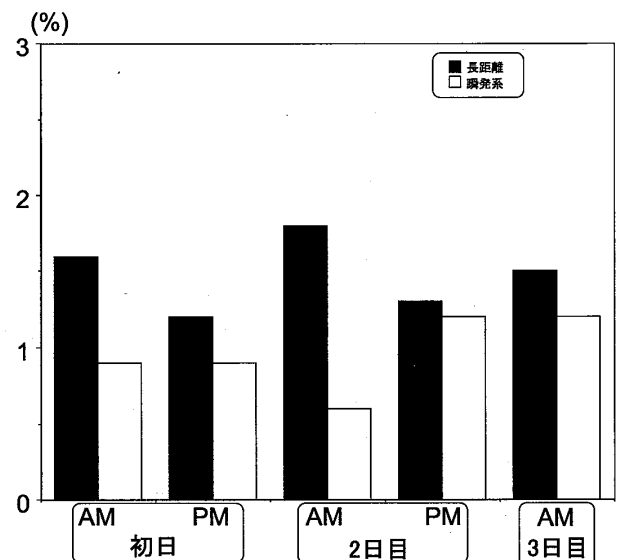


図2 練習後の体重減少率(長距離と瞬発系の比較)

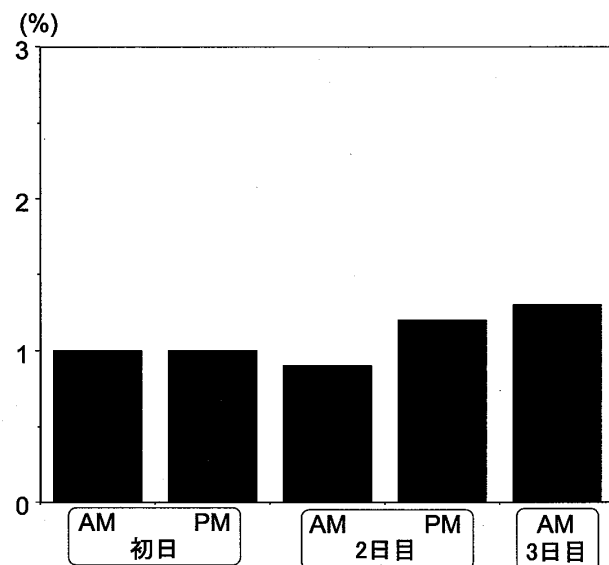


図1 練習後の体重減少率(全体の平均)

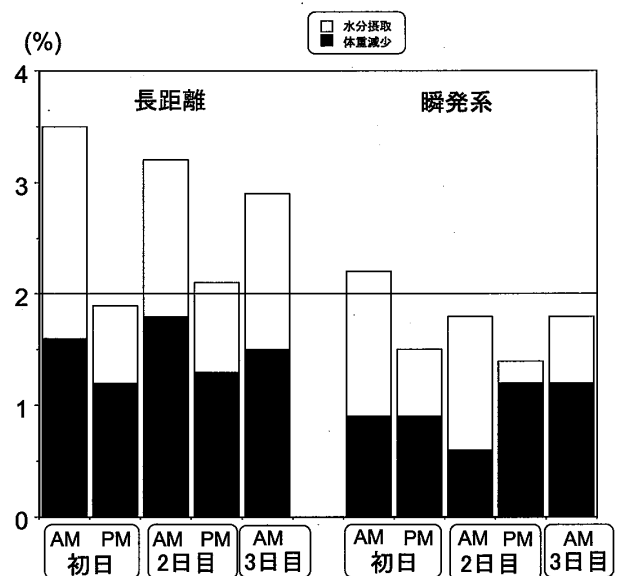


図3 真の体重減少

表 1 合宿練習中の体重変化と水分摂取量

注：カッコ内の数値は摂取した水分量を除いた場合の体重減少

(a) 初日：午前

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
長距離 A	53.6	53.4	1.0	0.2 (1.2)	0.4 (2.2)
B	56.8	55.8	1.2	1.0 (2.2)	1.8 (3.9)
C	55.4	54.0	1.0	1.4 (2.4)	2.5 (4.3)
mean±sd	55.3±1.6	54.4±1.2	1.1±0.1	0.9±0.6 (1.9±0.6)	1.6±1.1 (3.5±1.1)
短距離 D	67.4	66.8	0.8	0.6 (1.4)	0.9 (2.1)
E	64.0	62.8	0.6	1.2 (1.8)	1.9 (2.8)
F	57.0	56.4	0.7	0.6 (1.3)	1.1 (2.3)
G	68.2	67.8	1.0	0.4 (1.4)	0.6 (2.1)
H	76.8	76.2	0.7	0.6 (1.3)	0.8 (1.7)
I	81.4	80.4	0.4	1.0 (1.4)	1.2 (1.7)
J	62.6	63.0	1.8	-0.4 (-1.4)	-0.6 (-2.2)
K	62.8	62.0	1.0	0.8 (1.8)	1.3 (2.9)
L	57.8	57.4	1.0	0.4 (1.4)	0.7 (2.4)
mean±sd	66.4±8.2	65.9±8.0	0.9±0.4	0.6±0.5 (1.2±1.0)	0.9±0.7 (1.8±1.5)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	63.7	63.0	0.9	0.7 (1.6)	1.0 (2.6)
sd	8.6	8.6	0.4	0.5 (0.4)	0.8 (0.8)

(b) 初日：午後

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
A	54.2	53.8	0.4	0.4 (0.8)	0.7 (1.5)
B	57.0	56.0	0.5	1.0 (1.5)	1.8 (2.6)
C	55.4	54.8	0.2	0.6 (0.8)	1.1 (1.4)
mean±sd	55.5±1.4	54.9±1.1	0.4±0.2	0.7±0.3 (1.0±0.4)	1.2±0.5 (1.8±0.7)
D	67.4	67.0	0.8	0.4 (1.2)	0.6 (1.8)
E	63.8	63.4	0.5	0.4 (0.9)	0.6 (1.4)
F	57.4	56.8	0.5	0.6 (1.1)	1.0 (1.9)
G	67.8	67.2	0.6	0.6 (1.2)	0.9 (1.8)
H	76.4	76.0	0.5	0.4 (0.9)	0.5 (1.2)
I	81.4	80.4	0.3	1.0 (1.3)	1.2 (1.6)
J	63.4	62.9	0.8	0.5 (1.3)	0.8 (2.1)
K	63.2	62.4	0.6	0.8 (1.4)	1.3 (2.2)
L	57.8	57.0	0.2	0.8 (1.0)	1.4 (1.7)
mean±sd	66.5±8.0	65.9±7.9	0.5±0.2	0.6±0.2 (1.1±0.2)	0.9±0.3 (1.7±0.3)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	63.8	63.1	0.5	0.6 (1.1)	1.0 (1.8)
sd	8.4	8.4	0.2	0.2 (0.2)	0.4 (0.4)

(c) 2日目：午前

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
長距離 A	55.2	54.2	0.6	1.0 (1.6)	1.8 (2.9)
B	56.6	55.8	1.0	0.8 (1.8)	1.4 (3.2)
C	56.2	55.0	0.7	1.2 (1.9)	2.1 (3.4)
mean±sd	56.0±0.7	55.0±0.8	0.8±0.2	1.0±0.2 (1.8±0.2)	1.8±0.4 (3.2±0.3)
短距離 D	68.0	67.6	0.8	0.4 (1.2)	0.6 (1.8)
E	65.2	64.0	0.6	1.2 (1.8)	1.8 (2.8)
F	58.0	58.0	0.9	0.0 (0.9)	0.0 (1.6)
G	68.6	68.0	1.0	0.6 (1.6)	0.9 (2.3)
H	77.2	76.5	0.5	0.7 (1.2)	0.9 (1.6)
I	82.2	81.2	0.3	1.0 (1.3)	1.2 (1.6)
J	63.6	64.2	1.4	-0.6 (-0.8)	-0.9 (-1.3)
K	63.8	63.4	1.1	0.4 (1.5)	0.6 (2.4)
L	59.0	58.8	0.6	0.2 (0.8)	0.3 (1.4)
mean±sd	67.3±8.0	66.9±7.7	0.8±0.3	0.4±0.5 (1.1±0.8)	0.6±0.8 (1.6±1.2)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	64.5	63.9	0.8	0.6 (1.4)	0.9 (2.2)
sd	8.5	8.5	0.3	0.5 (0.4)	0.9 (0.8)

(d) 2日目：午後

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
A	54.4	54.2	0.6	0.2 (0.8)	0.4 (1.5)
B	56.6	55.6	0.5	1.0 (1.5)	1.8 (2.7)
C	55.8	54.8	0.2	1.0 (1.2)	1.8 (2.2)
mean±sd	55.6±1.1	54.9±0.7	0.4±0.2	0.7±0.5 (1.2±0.4)	1.3±0.8 (2.1±0.6)
D	68.6	67.2	0.3	1.4 (1.7)	2.0 (2.5)
E	64.8	64.4	0.1	0.4 (0.5)	0.6 (0.8)
F	58.4	57.8	0.1	0.6 (0.7)	1.0 (1.2)
G	68.6	67.6	0.3	1.0 (1.3)	1.5 (1.9)
H	76.8	75.6	0.4	1.2 (1.6)	1.6 (2.1)
I	81.6	80.6	0.0	1.0 (1.0)	1.2 (1.2)
J	64.0	63.4	0.1	0.6 (0.7)	0.9 (1.1)
K	63.8	63.0	0.0	0.8 (0.8)	1.3 (1.3)
L	59.0	58.6	0.1	0.4 (0.5)	0.7 (0.8)
mean±sd	67.3±7.7	66.5±7.5	0.2±0.1	0.8±0.4 (1.0±0.5)	1.2±0.4 (1.4±0.6)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	64.4	63.6	0.2	0.8 (1.0)	1.2 (1.6)
sd	8.5	8.3	0.2	0.4 (0.4)	0.5 (0.6)

(e) 3日目：午前

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
長距離 A	55.2	54.4	0.7	0.8 (1.5)	1.4 (2.7)
B	56.6	55.6	0.9	1.0 (1.9)	1.8 (3.4)
C	56.4	55.6	0.7	0.8 (1.5)	1.4 (2.7)
mean±sd	56.1±0.8	55.2±0.7	0.8±0.1	0.9±0.1 (1.6±0.2)	1.5±0.2 (2.9±0.4)
短距離 D	68.2	67.2	0.4	1.0 (1.4)	1.5 (2.1)
E	65.6	64.4	0.2	1.2 (1.4)	1.8 (2.1)
F	58.0	57.6	0.5	0.4 (0.9)	0.7 (1.6)
G	69.2	68.4	0.7	0.8 (1.5)	1.2 (2.2)
H	77.4	76.2	0.6	1.2 (1.8)	1.6 (2.3)
I	82.0	80.6	0.0	1.4 (1.4)	1.7 (1.7)
J	64.2	63.8	0.4	0.4 (0.8)	0.6 (1.2)
K	63.8	63.0	0.3	0.8 (1.1)	1.3 (1.7)
L	59.0	58.6	0.4	0.4 (0.8)	0.7 (1.4)
mean±sd	67.5±7.9	66.6±7.6	0.4±0.2	0.8±0.4 (1.2±0.4)	1.2±0.5 (1.8±0.4)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	64.6	63.8	0.5	0.9 (1.3)	1.3 (2.1)
sd	8.5	8.3	0.3	0.3 (0.4)	0.4 (0.6)

(f) 5回の平均

被験者	体重(kg)		摂取量 (l)	体重減少	
	練習前	練習後		(kg)	(%)
A	54.5	54.0	0.7	0.5 (1.2)	0.9 (2.2)
B	56.7	55.8	0.8	1.0 (1.8)	1.7 (3.2)
C	55.8	54.8	0.6	1.0 (1.6)	1.8 (2.8)
mean±sd	55.7±1.1	54.9±0.9	0.7±0.1	0.8±0.3 (1.5±0.3)	1.5±0.5 (2.7±0.5)
D	67.9	67.2	0.6	0.8 (1.4)	1.1 (2.1)
E	64.7	63.8	0.4	0.9 (1.3)	1.4 (2.0)
F	57.8	57.3	0.5	0.4 (1.0)	0.8 (1.7)
G	68.5	67.8	0.7	0.7 (1.4)	1.0 (2.1)
H	76.9	76.1	0.5	0.8 (1.4)	1.1 (1.8)
I	81.7	80.6	0.2	1.1 (1.3)	1.3 (1.6)
J	63.6	63.5	0.9	0.1 (0.1)	0.2 (0.2)
K	63.5	62.8	0.6	0.7 (1.3)	1.1 (2.1)
L	58.5	58.1	0.5	0.4 (0.9)	0.8 (1.5)
mean±sd	67.0±7.9	66.3±7.7	0.6±0.2	0.7±0.3 (1.1±0.4)	1.0±0.4 (1.7±0.6)
全体 n	12	12	12	12	12
mean	64.2	63.5	0.6	0.7 (1.2)	1.1 (1.9)
sd	8.5	8.4	0.2	0.3 (0.4)	0.4 (0.7)

sd : standard deviation

もし水分を摂らなかったとした場合、長距離は初日の午後を除く4回の練習で2%以上体重が減少していたことになる。最も多いのは初日の午前で $3.5 \pm 1.1\%$  (範囲2.2~4.3%, 1.2kg~2.4kg), 5回の平均で $2.7 \pm 0.9\%$ であった。短距離(5回の平均 $1.0 \pm 0.6\%$ )は長距離に比して少なく ( $p < 0.01$ ), 2%を超えるのは初日の午前のみであった。

#### IV. 考察

暑熱環境下の身体運動には大量の発汗を伴う。発汗により体内のナトリウムが不足すると全身の倦怠感や食欲不振, めまい, 嘔吐などの症状が現れる<sup>1)</sup>。また大量の発汗は熱中症を誘発し, 時には死亡事故に至る危険性も含んでいる。熱中症とは暑熱環境で発生する障害の総称で, 熱失神, 熱疲労, 熱けいれん, 熱射病などに分けられる<sup>2)</sup>。気温が高い時期ほど発生しやすい傾向にあるが, スポーツなどの運動中では気温 $20^{\circ}\text{C}$ 以下や屋内での運動中でも発生した例があり<sup>3)</sup>, 気温だけでなく湿度, 気流および輻射熱との関連も考慮しなければならない。さらに普段より練習時間や量が多いいわゆる合宿練習では, その1~2日目に発生しやすい<sup>4)</sup>こと, また経験の浅い新人部員に多いことなどから, 暑熱環境に対して身体を馴化しておくことも熱中症予防のために重要である<sup>5)</sup>。

その点からすると本研究の被験者が日頃の練習に加え合宿直前に行った日中の練習は, 暑熱環境への馴化を図り熱中症を未然に防ぐため, 医学生として正しい判断でありしかも十分有効であったと思われる。

今回は陸上競技部員を対象にしたが, 夏期スポーツ活動時の熱中症の発生には野球による発生頻度が最も高いことが報告されており<sup>6)</sup>, 立位姿勢での長時間にわたる暑熱暴露がその原因であるとされている。

ある大学におけるアメリカンフットボール, テニスおよび柔道部員の夏期練習時の調査によると, アメリカンフットボール(3.33時間), テニス(1.75時間), 柔道(2.20時間)の練習時間のうち, 水分補給率には3群間に差はなかったが総発汗量(体重減少量+飲水量)はテニスが最も多く, 飲水量は柔道が他の2群より有意に

少なかったことが報告されている<sup>7)</sup>。これらのことから夏期練習中の発汗量には練習時間の長短よりも各スポーツ種目の運動形態や練習場所(屋外, 屋内)等に大きく影響されるものであることが考えられる。

身体が脱水状態に陥ると運動能力の低下が引き起こされる。発汗量が体重の2%を超えると有酸素生作業能力(持久力)が急激に低下し, 無酸素生作業能力(瞬発系の運動)は3%を超えると低下が大きくなる<sup>8)</sup>。そのため, 運動後の体重減少は2%以内に収まるよう適宜水分摂取を行うことが推奨されている<sup>9)</sup>。

運動中に摂取する水分には0.1~0.2%の塩分と3~5%の糖分が含まれていると, 発汗により失った体液成分の補給, 体内への吸収および飲みやすさの点で好ましい<sup>10)</sup>。今回用いた粉末スポーツ飲料をメーカー指示<sup>11)</sup>の2倍に希釈するとこの濃度になるのである。多くのスポーツ選手はこの濃度を好む傾向にあるが, 経験的に良いものを模索した結果この濃度を選択したのであろう。

本研究では練習後の体重減少は平均で $1.1 \pm 0.6\%$ であったことから, 水分摂取が概ね良好に行われていたと考える。しかし, もし水分摂取をしなかった場合, 長距離選手の合宿初日の減少分は $3.5 \pm 1.1\%$ であったこと, しかも被験者Cにおいては4.3%もの体重が減少している(この被験者は水分摂取しても2.5%の体重が減少していた)。少年サッカーの試合中において意図的に水分摂取した場合と自由摂取の場合とでは, 自由摂取の方が試合後の体重減少が大きく体温の上昇率も高かったことが報告されている<sup>12)</sup>。これらのことから暑熱環境下での運動中には, 意識的, 計画的に水分を摂取する必要があるものと考えられる。

東医体(東日本医科学生総合体育大会)は運動系の部活動に所属する医学生の多くが最重要と位置づける大会であるが, ほとんどの競技が真夏の8月に実施される。第48回大会主幹校の安全対策局がまとめた競技中の事故報告書<sup>13)</sup>によると, 脱水あるいは熱中症と判断されたものが21件ある。屋外競技では7件, 屋内競技14件のうち, 卓球(7件)とバドミントン(5件)で全体の半数以上を占める。この2競技は, 球

やシャトルが風の影響を受けやすいデリケートな競技であるため、体育館内の空調施設を停止して行うのが通例である。適切な水分摂取の他に、通気性、発汗性に優れた被服を用い、さらに着替えを頻繁に行うなどの対処<sup>14)</sup>が必要であると思われる。

以上のことから夏の東医体に向けた熱中症予防対策として、日頃から練習を重ねること、合宿ではいきなり高強度で長時間に及ぶ練習を導入しないこと、事前に暑熱環境に十分馴化すること、意識的に運動中の水分補給を行うことが重要であると考えられた。

#### V. まとめ

本学の男子陸上競技部員12名を対象に夏期合宿練習時の水分摂取量を調べた。任意に水分補給した練習後の体重減少は約1%で、熱中症予防および運動能力低下防止のために概ね良好な減少に抑えることができた。ただし長距離の体重減少は瞬発系に比べ多く、また個人差も大きいことから、ある程度意識的に水分補給を行う必要性があると考えられた。

#### 引用文献

- 1) 高久史磨：「夏ばて」とその防止策. 健康百科 ライフメディコム, 2000, pp.56-59.
- 2) 武藤芳照, 村井貞夫, 鹿倉二郎, 他：各内科疾患への対処法「熱中症」. スポーツトレーナーマニュアル 南江堂, 1996, pp. 363-365.
- 3) 中井誠一, 森本武利：運動時熱中症死亡事故訴訟例の発生状況と環境温度. 体育の科学 47巻：815-819, 1997.
- 4) Kark JA, Burr PQ, Wenger CB, et al. : Exertional heat illness in Marine Corps recruit training. Aviat Space Environ Med 67 : 354-360, 1996.
- 5) Buono MJ, Heaney JH, and Canine KM : Acclimation to humid heat lowers resting core temperature. Am J Physiol 274 : 1295-1299, 1998.
- 6) 川原貴, 朝山正己, 花輪啓一, 他：ジュニア期の夏期スポーツ活動に関する研究. 平成12年度日本体育協会スポーツ医科学研究報告 日本体育協会, 2001, pp.1-78.
- 7) 高西敏正, 真来省二, 芳田哲也, 他：夏期スポーツ活動時の脱水と運動能の低下に関するField調査. 体力科学 46巻：913, 1997.
- 8) Yoshida T : The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: a practical field study. Eur J Appl Physiol 87 : 529-534, 2002.
- 9) 川原 貴, 朝山正己, 白木啓三, 他：体重で知ろう健康と汗の量. スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック 日本体育協会, 1998, pp.8.
- 10) 中井誠一：スポーツ活動における熱中症についてのQ&A. コーチングクリニック 17巻：16-19, 2003.
- 11) 大塚製薬ポカリスエットホームページ：<http://www.otsuka.co.jp/product/pocarisweat/>
- 12) 磯川正教, 長谷川博, 丸山剛生, 他：暑熱環境下のサッカーの試合における水分摂取効果. 体力科学 47巻：878, 1998.
- 13) 第48回 東日本医科大学生総合体育大会 平成17年度 第2回 理事会 配付資料
- 14) 川原 貴, 朝山正己, 白木啓三, 他：衣服と体温. スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック 日本体育協会, 1998, pp.42-44.

## Importance of Water Intake during Athletic Exercise in a Hot Climate

Yoshihiro ITAI

### Abstract

I researched the water intake of 12 male track and field members (long distance runners, n=3 ; sprinters, n=9) during practice at a summer training camp at Jichi Medical University. On the first day and the second day, the members practiced twice: in the morning (9 : 00~11 : 30) and in the afternoon (14 : 00~16 : 30) ; on the third day they practiced only in the morning. They practiced five times in total. The total amount of water intake varied from person to person. The average amount of body weight decrease after practice was  $1.1 \pm 0.6\%$ . But for the long distance runners ( $1.5 \pm 0.6\%$ ), the decrease was larger than that of the sprinters ( $1.0 \pm 0.6\%$ ,  $p < 0.01$ ). As for the true weight decrease as a result of the practice (decrease in weight and total of amount of intake of water), the morning of the first day was the maximum for the long distance runners ( $3.5 \pm 1.1\%$ ). It was  $2.7 \pm 0.9\%$  on an average of five times of practice. The true weight decrease for the sprinters ( $1.7 \pm 0.9\%$ ) based on the average of five times of practice was less when compared with the long distance runners ( $p < 0.01$ ). It exceeded 2% only on the morning of the first day. Because runners lose more water through perspiration than they think, they are advised to drink more water than they may feel is necessary.

(Key words: Hot climate, Athletic exercise, Water intake)