

平成5年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.VIII スポーツ活動時における熱中症事故予防に関する研究

——第3報——

財団法人 日本体育協会
スポーツ科学委員会

オートレース公益
資金補助事業

平成5年度 日本体育協会スポーツ医・科学研究報告

No.VIII スポーツ活動時における熱中症事故予防に関する研究

— 第3報 —

班長 川原 貴¹⁾

班員 朝山正己²⁾ 小松 裕¹⁾ 白木 啓三³⁾
中井誠一⁴⁾ 森本武利⁵⁾

担当研究員 伊藤 静夫⁶⁾

目次

1. 3年間の研究のまとめ.....	1
2. スポーツ活動中の熱中症予防8ヶ条.....	4
3. 暑熱順化と熱中症.....	6
4. 脈拍は暑熱環境における運動時のストレスを示す指標となりうるか?	13
5. 運動時の環境温度と飲水量、発汗量に関する実態調査－その2－.....	20
6. スポーツ活動中の熱中症事故防止に関するアンケート調査.....	33

1) 東京大学 2) 中京女子大学 3) 産業医科大学 4) 京都女子大学

5) 京都府立医科大学 6) 日本体育協会スポーツ科学研究所

1. 3年間の研究のまとめ

報告者 川原 貴¹⁾

本研究班はスポーツ活動における熱中症予防のために、運動時の体温調節に関する基礎実験、スポーツ現場における測定、熱中症事故例の実態調査の3面から研究を進めてきた。最終年次である本年は、研究の成果を基に環境条件に応じた具体的な運動指針を作成するとともに、熱中症予防の原則を8ヶ条にまとめた。今後、この8ヶ条と運動指針がスポーツ現場に広く普及し、熱中症事故がなくなることを念願している。

この3年間の研究の概略は以下の通りである。

1. 第1年次の研究

1年次はこれまでの運動時体温調節の研究について、水分代謝と循環調節の観点からまとめるとともに、基礎研究、スポーツ現場での環境測定方法の検討を行なった。

1) 水分代謝と体温調節に関するこれまでの研究のまとめ

暑熱環境下のラットでは体重1%の脱水で体温は0.3度、心拍数は5-10拍上昇がみられる。自由飲水をさせると、水のみでは自発性脱水がおこるが、これを防ぐには低張食塩水の補給が適当である。水分の吸収は少量のグルコースを加えると促進される。人の最大酸素摂取量は血液量より血漿量と相関が強く、血漿量の維持が運動能力にとって重要である。

2) 暑熱環境における運動時の体温調節と循環調節のまとめ

高温環境では、循環の維持と体温調節（皮膚血流の増加）が拮抗するが、循環の維持が優先される。

3) 運動時の発汗漸減と熱出納

運動をしている青年男子5名を対象に、気温35度の条件で湿度75%，40%強度運動；湿度85%，40%強度運動；湿度75%，50%強度運動を行わせた。運動時の発汗漸減は安静時より大であり、高湿ほど大である。発汗漸減があっても有効発汗量は低下せず、体液の損失を防ぐ機構と考えられる。

4) 環境温度測定方法の検討

スポーツ現場で環境条件諸指標（WBGTなど）を測定し、その相互関係を検討した。実際のスポーツ活動中の環境条件は危険性が高く、熱中症は1年生、練習開始の初期、涼しい日が続き急に暑くなる時に発生している。グランドの気温は晴れて気温の高い日には気象台のデータより高くなる傾向があり、これはには地面からの輻射熱が関係している。

2. 第2年次の研究

2年次は基礎実験、スポーツ現場での測定、事故例の調査を行なった。また、本研究の成果も盛り込んだ「スポーツ活動における熱中症予防」ハンドブックを作成し、各地でのコーチセミナーで啓蒙を行なった。

1) 高温環境下の運動時における飲水と発汗漸減

高温環境下での運動の際、水分を補給すると発汗量は増加し、発汗漸減も著しくなる。2%程度の脱水では、体温には影響がみられなかった。

2) 暑熱環境における運動時の体温調節と循環動態

22度、32度の条件で、50%強度15分運動-5分休憩を4回繰り返した場合の反応を検討した。32度のほうが体温上昇が大で反応に差があるが、休息により危険域には達しなかった。

3) 暑熱応答に及ぼす運動強度の影響

1) 東京大学

気温4条件(WBGT22, 26, 30, 32.5度)と安静、運動2条件(150W/m²:約2.5RMR, 250W/m²:約5.0RMR)の組み合わせ12条件での反応をみた。150Wでは30-32.5度, 250Wでは26-30度の範囲以上で体温の上昇が大きくなり熱中症の危険が増す。

4) 日本の環境温度と運動時の体温調節反応

全国8カ所で春と夏の2回、種々のスポーツ現場で、環境温度測定(WBGT)と体重減少量、発汗量、飲水量を測定した。発汗量はWBGTと相関がみられ、種目別平均の最高値はアメリカンフットボールで1時間当たり1.13kgであった。体重減少量の各種目別平均は1時間当たり0.09kg(野球)から0.60kg(陸上競技)の範囲にあった。

5) 热中症事故発生の実態と発生時の環境温度

人口動態統計と新聞記事から過去20年間の事故発生数を調べ、新聞記事例での事故発生時の環境条件を調査した。熱中症事故は気温25度、湿球温20度、WBGT21度以上で発生しており、WBGT25度、28度で発生数の増加がみられた。

6) 小、中、高における熱射病死亡事故の実態調査

熱射病死亡事故は1975年以降増加している。高校生、男、低学年に多く、ほとんど部活動によるものであった。7月下旬から8月中旬にかけて多く発生しているが、春にも死亡事故が発生していた。午前10時から午後4時に多く発生しているが、夏では、早朝にも発生していた。運動開始から1時間以内にも少なからず発生していた。

3. 第3年次の研究

3年次は基礎実験、スポーツ現場での測定の追加を行ないつつ、熱中症予防の原則を8ヶ条とし

てまとめ、環境条件に応じた具体的な運動指針を示した。また、これらの成果を広く現場で利用してもらうために、新たに熱中症予防のハンドブックとパンフレットを作成した。各地でのコーチセミナーにおける啓蒙も引き続き行なった。

1) 暑熱馴化に関する研究のまとめ

暑熱馴化により、血液量の増加、ホルモン、体温調節反応に変化する。気温33度、湿度80%の条件の運動では3-4日で80%程度の馴化がえられる。

2) 運動時の環境温度と飲水量、発汗量の実態調査

全国8カ所で13の運動部を対象にスポーツ活動中の環境温度、飲水量、発汗量を調査した。室内競技、水泳も加え、一部では前後での体温(口腔温)も測定した。発汗量は環境温度と相関があり、WBGT27度以上では1時間当たり体重の1%以上の発汗がみられた。飲水群では発汗量が多くなり、体温上昇が少なかった。水泳での発汗量は他の競技の1/2から1/3と少なかった。

3) 热中症に関する意識調査

大学生1017名に熱中症の知識、暑さ対策に関するアンケート調査を行なった。熱中症を知っているものは20%未満で、熱中症に関する教育を受けたことがあるものは10%未満と低かった。暑さ対策としては、水を飲む24%、体の調子によって中止する19%、帽子などで日除けをおこなう17%であった。スポーツ活動中の飲水については、自然にまかせるが最も多く、飲まないと答えたものが9%あった。

4) 热中症予防8ヶ条の作成

5) 热中症予防のための運動指針の作成

2. 热中症予防 8 ケ条と热中症予防のための運動指針

報告者 川原 貴¹⁾

热中症予防の原則はすでに確立されたものであるが、スポーツ現場に広く普及させるために、これらの原則を 8 ケ条としてまとめ、環境条件に応じた具体的な運動指針を作成した。热中症予防 8 ケ条は覚えやすい標語とし、これに解説を付けその背景が理解できるようにしたものである。運動指針は、これまでの研究や外国の予防指針と本研究での成果を合わせて作成したものである。

スポーツ活動中の热中症予防 8 ケ条 —無知と無理でおこる熱中症—

1. 知って防ごう热中症

热中症とは、暑い環境下で激しい運動をした時などに生じる障害の総称で、次のような病型があります。

- 1) 热失神：皮膚血管の拡張による循環不全で、脈が速くて弱く、呼吸回数の増加、顔面そう白、血圧低下、一過性の意識喪失などがおこる。
- 2) 热疲労：脱水や塩分の不足による症状で、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、吐き気などがみられる。
- 3) 热けいれん：大量に汗をかき水だけを補給して血液の塩分濃度が低下した時に、足、腕、腹部の筋肉に痛みやけいれんがおこる。
- 4) 热射病：体温の上昇のため中枢機能に異常をきたした状態で、意識障害（うわごとや、呼んでも答えないなど）がおこり死亡率が高い。

2. 暑いとき、無理な運動は事故のもと

热中症の発生には気温、湿度、風速、輻射熱（直射日光など）が関係します。これらを総合的に評価する指標が WBGT（湿球黒球温度）です。同じ気温でも湿度が高いと危険性が高くなるので、注意が必要です。また運動強度が強いほど熱の発生

も多くなり、やはり热中症の危険性は高くなります。暑いところで無理に運動しても効果は上がりません。環境条件に応じた運動、休息、水分補給の計画が必要です。

3. 急な暑さには要注意

暑熱環境での体温調節能力には暑さへの馴れ（暑熱馴化）が関係します。热中症の事故は急に暑くなった時に多く発生しています。夏の始めや合宿の第 1 日目には事故が起こりやすいので要注意です。また、夏以外でも急に暑くなると热中症が発生することがあります。急に暑くなった時には運動を軽減し、暑さに馴れるまでの数日間は軽い短時間の運動から徐々に増やしていくようにしましょう。

4. 失った水と塩分取り戻そう

汗は体から熱を奪い、体温が上昇しすぎると防いでくれます。しかし失われた水分を補わないと脱水になります。体温調節能力や運動能力が低下します。暑いときにはこまめに水分を補給しましょう。汗からは水と同時に塩分も失われます。水分の補給には 0.2% 程度の食塩水が適当です。

5. 体重で知ろう健康と汗の量

毎朝起床時に体重を計ると疲労の回復状態や体調のチェックに役立ちます。また、運動前後に体重を計ると運動中に汗などで失われた水分量が求められます。体重の 3 % の水分が失われると運動能力や体温調節能力が低下しますので、運動前後の体重減少が 2 % 以下に納まるように水分を補給しましょう。

6. スケスケルックでさわやかに

皮膚からの熱の出入りには衣服が関係します。暑いときには軽装にし、素材も吸湿性や通気性のよいものにしましょう。大量の防具を付けるス

1) 東京大学

一つでは、休憩中に衣服を緩め、できるだけ熱を逃しましょう。

7. 体調不良は事故のもと

体調が悪いと体温調節能力も低下し、熱中症につながります。疲労、発熱、かぜ、下痢など、体調の悪い時には無理に運動をしないようにしましょう。体力の低い人、肥満の人、暑さに馴れていない人、熱中症をおこしたことのある人などは暑さに弱いので注意が必要です。

8. あわてるな、されど急救急処置

万一の緊急事態に備え、救急処置を知っておきましょう。

- 1) 熱失神、2) 熱疲労：涼しい場所に運び、衣服をゆるめて頭を低くして寝かせ、水分を補給すれば通常は回復します。足を高くし、手足を末梢から中心部に向けてマッサージするのも有効です。吐き気やおう吐などで水分補給ができない場合には病院に運び、点滴を受ける必要があります。
- 3) 熱けいけん：生理食塩水(0.9%)を補給します。
- 4) 熱射病：死の危険のある緊急事態です。

体を冷やしながら集中治療のできる病院へ一刻も早く運ぶ必要があります。いかに早く体温を下げて意識を回復させるかが予後を左右するので、現場での処置が重要です。

体温を下げるには、水や濡れタオルをかけて扇ぐ方法、頸、腋の下、足の付け根など太い血管のある部分に氷やアイスパックをあてる方法が効果的です。

循環が悪い場合には、足を高くし、マッサージをします。

症状としては、意識の状態と体温が重要です。意識障害は軽いこともありますが、うわごとをいったり、呼んでも返事をしないなど、少しでも意識がおかしい時には重症と考えて処置しましょう。

熱中症予防のための運動指針

この指針は、熱中症予防8ヶ条を踏まえた上で、実際にどの程度の環境温度でどのように運動したらよいかを具体的に示したものである。

	WBGT	湿球温	乾球温
ほぼ安全：適宜水分補給	21	18	24°C
注意：積極的に水分補給	25	21	28
警戒：積極的に休息	28	24	31
厳重警戒：激しい運動は中止	31	27	35
運動中止：運動は原則中止			

$$\text{屋外} : \text{WBGT} = 0.7 \times \text{湿球温} + 0.2 \times \text{黒球温} \\ + 0.1 \times \text{乾球温} \text{ (気温)}$$

$$\text{屋内} : \text{WBGT} = 0.7 \times \text{湿球温} + 0.3 \times \text{黒球温}$$

環境条件の評価は WBGT が望ましい。湿球温は気温が高いと過少評価される場合もあり、乾球温も参考にする。乾球温を用いる場合には、湿度に注意、湿度が高ければ、運動は 1 ランクきびしい環境条件の注意が必要

<解説>

ほぼ安全：この条件では通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給は必要である。市民マラソンなどでは、この条件でも熱中症が発生するので注意。

注意：WBGT21度以上では死亡事故が起こる可能性がある。熱中症の兆候に注意するとともに、運動の合間に積極的に水を飲むようにする。

警戒：熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。

厳重注意：熱中症の危険が非常に高く、激しい運動や持久走など熱負荷の大きい運動は避ける。運動する場合には、積極的に休息をとり、水分補給を行なう。体力の低いもの、暑さに慣れていない人は運動を中止する。

運動中止：この条件では、皮膚温より気温のほうが高くなる。特別の場合以外は運動は中止する。

3. 暑熱順化と熱中症

報告者 森本 武利¹⁾

熱中症の発生時期を調べてみると、梅雨の合間に突然気温が上昇した日や、梅雨明けの蒸し暑い日などに多く認められ、最も気温の上昇する8月中旬以降ではかえって発生件数が低下している。また合宿の初日や、練習の合間の休み明けにも多くみられ、さらに新入部員に多発するのが特徴である¹⁾。その原因としては、これらの条件では、身体が暑さに順化していないことが挙げられる。

高温環境下、特に運動時には放熱のための皮膚血管の拡張、運動筋への血流量の増加、さらには発汗による体液の喪失により、体液循環系には非常な負荷がかかる。生体の調節系は間質液や細胞内液からの水分移動により血液量を維持し、運動筋への血液の供給、および放熱のための皮膚血流量の維持をはかる。しかし、これらの転機による調節には限界があり、運動を続けると体温の上昇がみとめられ、場合によっては熱中症などの暑熱障害の原因となる²⁾。

暑熱環境への順化の過程では、血液量が増加し、上記の体温調節反応が起こりやすくなる。この状態を発汗準備状態と呼ぶこともあるが、その機序としては発汗により体液の喪失が起こり、これに反応して生体内で抗利尿ホルモン(ADH)やアルドステロンなどの、水分貯留ホルモンの分泌が増加するためである。

図1は血漿のADHレベルとNaイオン濃度を冬季と夏季、および冬季に暑熱順化させた場合についてプロットしたものである^{3,4)}。すなわち、冬季にはNaイオン濃度は高値を示し、ADHは低値をとる。冬季および夏季の○印はそれぞれ基礎条件下での値であり、●印は水負荷および発汗負荷後の値であるが、水負荷後にはADHが低下し、発汗後にはADHが上昇している。×印は冬季に暑熱順化した場合の値であるが、血漿Na濃度は低下し、ADHは上昇している。すなわち冬季に発汗負荷と水分の摂取を繰り返すことにより、血漿のNa濃度とADHのベクトルの方向へとシフトしていることが認められる。すなわち暑熱順化によるホルモンおよび体温の調節反応に変化が認められ⁵⁾、夏も後半に入った8月の半ば以降では暑熱順化が進み、

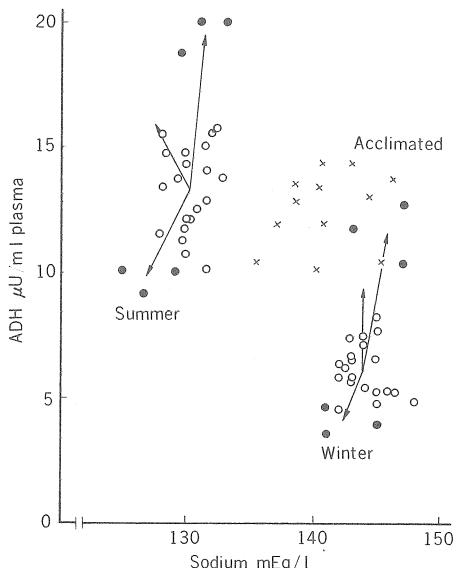
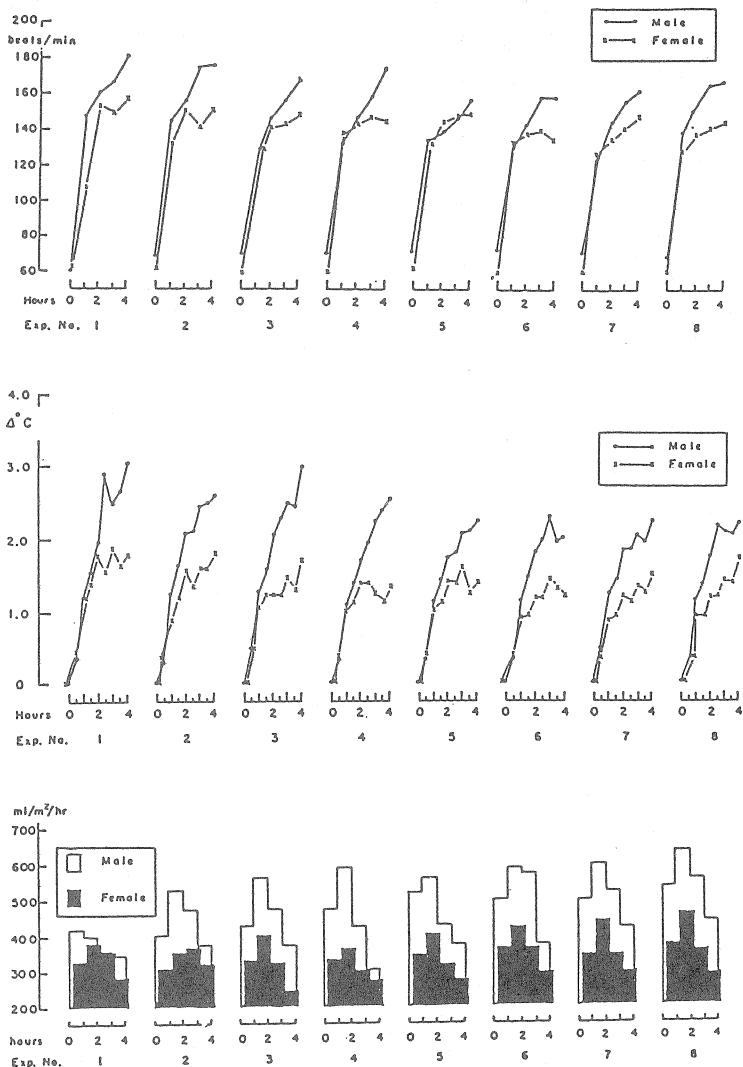


図1 冬季および夏季および冬季に暑熱順化した際の血漿Na濃度とADH

○印は基礎条件下、●印は水負荷（冬および夏の下の3点）および発汗負荷（それぞれ上の3点）後の値。×印は冬季に暑熱順化した際の値。暑熱順化時には反復して発汗負荷がかかり、まずADHが増加し水分の貯留が起こり、血漿量の増加が起こる。文献(4)より引用。

1) 京都府立医科大学



Acclimatization index

	Exposures							
	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6	E_7	E_8
Male	479 ± 144	450 ± 121	486 ± 127	612 ± 174	624 ± 156	631 ± 178	625 ± 165	680 ± 161
Female	424 ± 151	494 ± 286	589 ± 312	547 ± 218	556 ± 181	733 ± 282	762 ± 426	786 ± 400

Values are means \pm standard deviation from five subjects.

図2 暑熱順化過程における心拍数、直腸温、発汗量の変化
男女各5名を反復して8日間、4時間、33°Cの環境下で運動を負荷し、暑熱順化させた場合の変化。Acclimatization Indexとしては、直腸温1°Cあたりの発汗量より計算。文献(6)より引用。

体温調節反応が起こりやすく、暑熱障害も起こりにくい。一方暑熱順化の完成していない時期に運動を行う場合には、身体を充分暑さに慣らし、暑熱障害を予防する必要がある。

暑熱順化に必要な期間としては、 33°C 、相対湿度80%の環境下で、男女それぞれ5名の被験者にはほぼ最大の発汗量を記録する運動を4日間、8日間連続して負荷した実験室内での実験結果⁶⁾によると、ほぼ3-4日で発汗量および循環調節などの体温調節反応に約80%の順化が生じる(図2)。この過程での発汗量(Sw)の変化および体温上昇度($T^{\circ}\text{C}$)から順化のindexとしてSw/Tを求めるとき、特に男子では第4日目で第8日目の90%の値

を示している。またWyndhamら^{7,8)}も同様な報告をし、特に循環調節反応に関しては、まず第1日には1回拍出量が低下するが心拍数の増加により心拍出量は維持され、第2-3日には一回拍出量は増加傾向を示すが、心拍数は低下し心拍出量は変化しない。第4日以降では1回拍出量の増加により心拍出量が維持され、体温の上昇も抑えられるようになる(図3)。

これらの順化機構の背景には、水分代謝の改善による血液量の維持が重要な役割を持っている。すなわち血液量の維持が体温の上昇を抑える。また血液量、ことに血漿量と最大酸素摂取量との間には、高い相関が認められ(図4)，運動能の維持

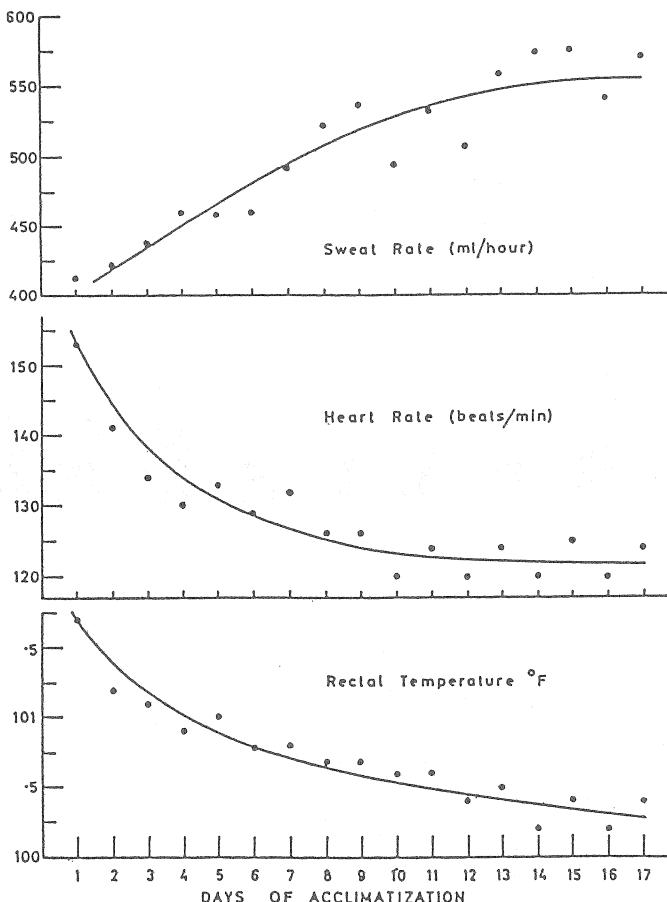


図3 暑熱順化過程における発汗量、心拍数、直腸温の変化。
男子6名の被験者を反復して8日間、4時間、 34°C の環境下
で運動を負荷し、暑熱順化させた場合の変化。
文献(7)より引用。

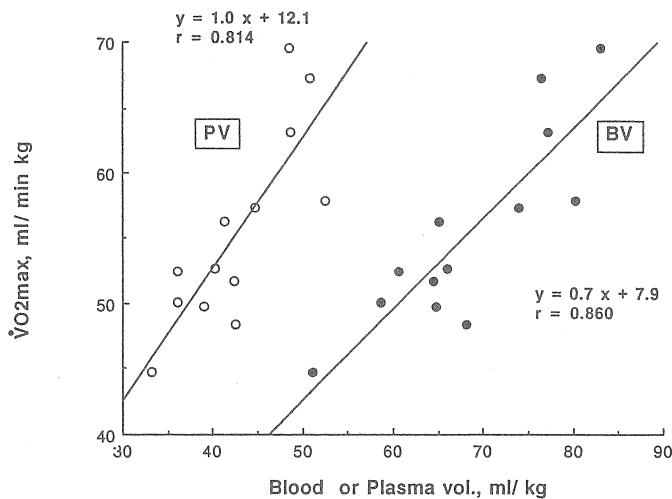


図4 運動能（最大酸素摂取量）と血液量および血漿量との関係。
血漿量が多いほど、最大酸素摂取量は高くなる。すなわち脱水
状態では運動能力は低下する。文献(9)より引用。

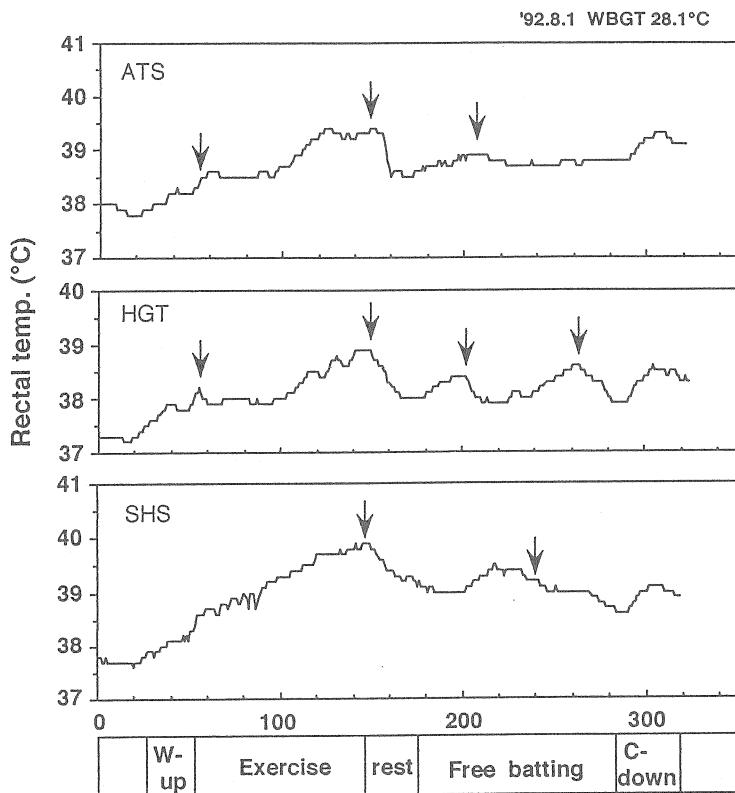


図5 野球の練習時の直腸温の変化。矢印は水分の摂取を示す。最
下段の水分摂取をしていない状態では、体温がほぼ40°Cにまで
上昇している。文献(13)より引用。

にも重要な役割を持ち⁹⁾、また体温の上昇が運動の制限因子となる¹⁰⁾。

実際の運動の現場では、環境条件や各個人のコンディションに合わせ、順化の指標としての発汗量と体温の上昇度に注意しつつ、暑さと運動に馴らしていく必要がある。

運動時の水分補給

30°C以上の環境温度のもとでは、ヒトは主として発汗によって体温を調節する。マラソンなどでは一般の人でも1000ワットもの熱を発生する。100ワットの電球10個分の熱が発生する訳であるが、この熱を発汗により放散する。丁度自動車のように水冷式で冷やしていることになる。汗は血液および細胞外液から供給される。したがって、発汗により失われた水分は飲水によって補う必要がある。大量発汗時には血液の浸透圧が上昇し、細胞の中から水を引きだし、また間質から血管の中へ水分を移動させるなどの調節反応が起こるが²⁾、この調節機構をこえて体液を失った場合には、単に運動能力が低下するに止まらず、体温が上昇し各種の熱障害が生じる。

一方、大量発汗時の飲水行動に関しては、1930年代より発汗中には発汗量に見合った量の飲水が起こらないことが報告され、この現象は自発的脱水 voluntary dehydration と呼ばれてきた。この自発的脱水の機序は希釈性の飲水停止であることが明らかになってきた。

われわれのからだには、0.9%の食塩水から成る血液が循環している。ところが大量の発汗が起ると、皮膚をなめると塩辛い味がすることからわかるように、塩分、主として食塩が失われる。この際水のみを大量に飲むと、血液の食塩濃度が薄まり、これ以上水が欲しくなり、同時に余分の水分を尿として排泄する反応が起こる¹¹⁾。その結果として体液の量を回復することが出来ず、この状態で運動を続けると運動能力が低下し、また体温が上昇して、熱中症の原因ともなる¹²⁾。

図5は野球の練習時に水分を自由に摂取した場合（上段および中段）と水分を摂取しなかった場合の直腸温の上昇度を比較したものである¹³⁾。図から明らかなように、水分を摂取しないと、ふつう

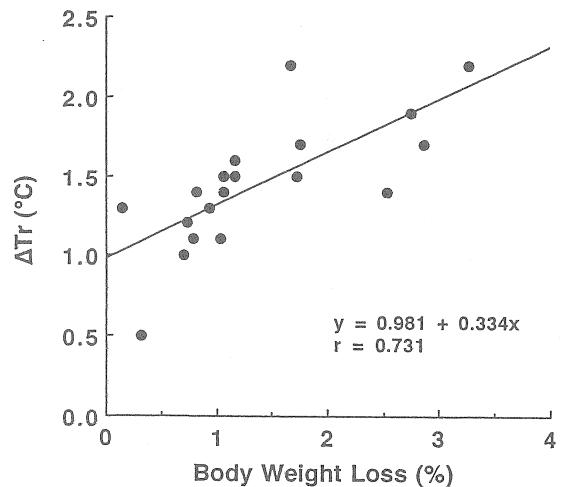


図6 野球の練習時の体重減少と直腸温の上昇。

野球の練習後の体温上昇度と体重減少との相関。体重減少が1%を越えるとほぼ1°Cの体温上昇を示し、それ以上の体重減少は1%あたり0.3°Cの体温の上昇を起こす。文献(13)より引用。

に行われているような野球の練習によって40°C近くまで体温が上昇している。また脱水そのものも体温上昇の原因となり、体重の1%の減少はほぼ0.3°Cの体温上昇を起こすことが図6の結果から分かる。

体温の上昇度は、水分の摂取量のみならず、環境の温度や運動強度、さらにはそれぞれの個人の暑熱順化の程度、下痢などによる脱水の程度などの身体条件の影響を受ける。

運動の強度と水分の補給

実際の運動条件としては、大まかに1) 1時間以内の非常に強度の強い運動（バスケットボールなど、運動強度が最大酸素消費量の75%から100%を越えるもの）、2) 1ないし3時間の運動（マラソンなど、強度最大酸素摂取量の50-90%）、および3) 3時間を越える運動（トライアスロンなど、運動強度30-70%）に分けることが出来、それによって水分の必要量ならびに摂取の仕方も変化させるべきである。

水分の摂取スケジュールとしては、環境条件によって発汗量が変化するので、この点を考慮に入れる必要はあるが、競技前に250-500mlの水をと

り、競技中には汗の量の70-80%を補給することが原則である。

われわれの実験によると、出来るだけ飲水休憩をとり、自由飲水を奨めることにより発汗量の80%の補給が可能であることを認めている。

摂取する水としては、5-15°Cに冷やした水を用いる、飲みやすい組成にする、胃にたまらない組成および量にする、などが必要である。

このためには、水分の組成としては0.1-0.2%の食塩水が飲みやすく、また3-5%程度の糖を含んだものが吸収されやすく、また胃に溜まらない。ただし最大酸素摂取量の75%を越える激しい運動時には、摂取した水の胃から排泄(gastric emptying)が遅れるので、注意が必要である。軽い短時間の運動時に、単なる水でも良いが、0.1-0.2%の食塩水を用いるとより飲みやすい点、また身体にたまりやすい点などを考慮すると食塩水が

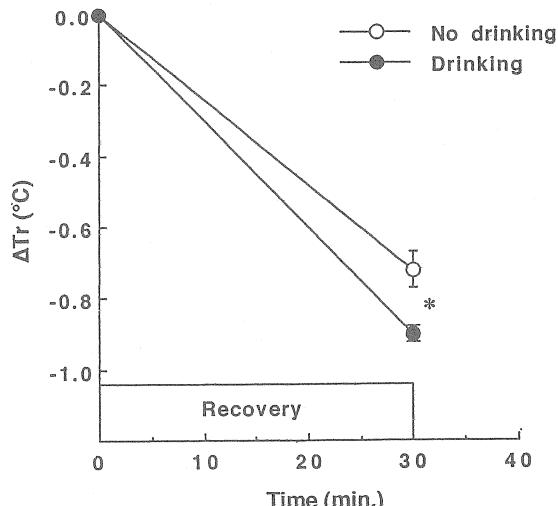


図7 練習後の体温の回復と水分の摂取。

野球練習後の回復時の体温回復に及ぼす水分摂取の影響。水分の摂取により体温の回復が有為に大きくなる。文献(13)より引用。

表1 運動強度と水分補給のめやす

運動強度			水分摂取量のめやす	
運動の種類	運動強度 (最大強度の%)	持続時間	競技前	競技中
トラック競技 バスケット サッカーなど	75 ~ 100%	1時間以内	250~500 ml	500~ 1,000ml
マラソン 野球 など	50 ~ 90%	1~3時間	250~500 ml	500~ 1,000ml / 1時間ごと
ウルトラマラソン トライアスロン など	30 ~ 70%	3時間以上	250~500 ml	500~ 1,000ml / 1時間ごと 必ず塩分を補給

注意

1. 温度条件によって変化しますが、発汗により体重減少の70-80%の補給を目指します。気温の特に高い時には15~30分ごとに飲水休憩をとることによって、体温の上昇が幾分抑えられます。
2. 水温は5-15°Cが望ましい。
3. 組成はまず口当たりがよく飲みやすいものとします。それには、0.2%程度の食塩と5%程度の糖分を含んだものが適当。

望ましい。また前述の3) の長時間の運動を行う場合、ないしは1) および2) の運動でも長時間反復する場合には、食塩濃度をやや高くする方が望ましい。トライアスロンなどで著明な血液のナトリウム濃度の低下による熱ひはいや熱痙攣などの障害が報告されているが、水のみを摂取することが原因である。また長時間の運動時にはエネルギー源としての糖質を水とともに摂取することが望ましいが、1) 激しい短時間の運動では運動前に、2) および3) のより長時間の運動では運動中に投与するのが効果的である。

運動の回復時においても水分を摂取することによって、図7に示すように体温の回復が早くなる¹³⁾。

なお運動時の水分補給のめやすを表1にまとめた。

文 献

- 1) 中井誠一, 寄本 明, 岡本直輝, 森本武利: 運動時の暑熱障害発生と温熱環境の関係—グラウンドの環境温度の観察から—. 臨床スポーツ医学, 8 : 41-45, 1991.
- 2) T. Morimoto: Thermoregulation and body fluids: Role of blood volume and central venous pressure. Jpn. J. Physiol. 40 : 165-179, 1990.
- 3) T. Morimoto, K. Shiraki, T. Inoue, and H. Yoshimura: Seasonal variation of water and electrolyte in serum with respect to homeostasis. Jpn. J. Physiol. 19 : 801-813, 1969.
- 4) H. Yoshimura, T. Morimoto: Seasonal and circadian variations in body fluid. In "Advances in Climatic Physiology", Ed. by S. Itoh, K. Ogata, H. Yoshimura, Igakushoin, Tokyo, pp.381-394, 1972.
- 5) T. Morimoto, K. Shiraki, and M. Asayama: Seasonal difference in responses of body fluids to heat stress. Jpn. J. Physiol. 24 : 249-262, 1974.
- 6) K.P. Weinman, Z. Slabochova, W.M. Bernauer, T. Morimoto, and F. Sargent, II: Reactions of men and women to repeated exposure to humid heat. J. Appl. Physiol. 22 : 533-538, 1967.
- 7) C.H. Wyndham, A.J.A. Benade, C.G. Williams, N.B. Strydom, A. Goldin, and A.J.A. Heyns: Changes in central circulation and body fluid spaces during acclimatization to heat.
- 8) C.H. Wyndham, G.G. Rogers, L.C. Senay, and D. Mitchell: Acclimatization in a hot, humid environment: Cardiovascular adjustments. J. Appl. Physiol. 40 : 779-785, 1976.
- 9) 森本武利: 運動能と血液量. 体力科学, 41 : 46-47, 1992.
- 10) B. Nielsen, J.R.S. Hales, S. Strange, N.J. Christensen, J. Warberg, and B. Saltin: Human circulatory and thermoregulatory adaptions with heat acclimation and exercise in a hot, dry environment. J. Physiol. 460 : 467-485, 1993.
- 11) T. Morimoto, H. Nose, E. Sugimoto, and T. Okuno: Role of sodium chloride in rehydration from thermal dehydration. In: Seventh Symposium on Salt, Vol. II, pp.389-393, Elsevier, Amsterdam.
- 12) 森本武利: 水分代謝と熱中症, 平成3年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告, No.VIII スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究, 日本体育協会, pp.14-26, 1991.
- 13) 寄本 明, 中井誠一, 芳田哲也, 河端隆志, 森本武利: 運動時および回復時における水分摂取の有無と直腸温の関係, 体力科学, 42 : 776, 1993.

4. 脈拍は暑熱環境における運動時のストレスを示す指標となりうるか？

報 告 者 白木 啓三¹⁾ 佐川寿栄子¹⁾ 森川 寿人¹⁾

緒 論

暑熱環境下での運動によって起こる重要な生体の反応は言うまでもなく、循環系の障害（循環不全）と、中枢神経系の障害（脳神経機能の不全）とが起こる事である。生命活動が正常に行われるには、我々の体温、特に中枢神経系を含む内部体温（中核部温）がある範囲内に保持されなければならない。熱そのものが細胞レベルから全身の臓器に及ぶ広範囲な変成を速やかに進行させる事が知られている。一方では、運動により血液の循環動態の変化が起り、循環不全を起こし易い状態を速やかに生じる事も知られている。循環状態が正常でないと中核部温はさらに上昇し、生命的危険を惹起するような悪循環が発生することが知られている。何故循環機能が、体温の上昇に大きく関与するかというと、運動によって筋肉内で発生した大量の熱（代謝性産熱）は身体の表面（皮膚）から放散されなければならない。この熱を身体の中核部から体表面に運搬するのが血液の流れである。この血液の流れ（血流）が阻害されれば中核部の体温は急速に危険な域値に達する。この一方では運動を継続するには、筋肉組織に酸素と栄養素を運搬し同時に代謝産物の除去が行なわなければならない。この役目を果たすのは言うまでもなく、やはり血液の流れである。

以上のように夏期のスポーツ活動の実施中には、体温調節機能あるいは循環機能への負荷が増加し、生体にとっては必ずしも好ましい状態にあるとはいえない。しかしながら、スポーツ選手の鍛錬においても、あるいは学校教育においても夏期のスポーツ活動は避けられないものとなっている。従って現在一般的に取り入れられている体育教育のプロトコールに従った方式での運動が循環機能、

体温調節機能にどのような影響を与えるかを検査し評価を与えなければならない。最も簡便でしかも一般に取り入れられている循環機能の評価法は脈拍（心拍数）を測定することである。これは少し習熟すれば誰にでも行なえる利点がある。しかも心拍数は運動強度のよい指標でもある。しかしこれは環境温度、特に暑熱環境では運動に関係なく体温の上昇と共に変化することが知られている。従って暑熱環境での運動時の循環機能の負担（ストレス）を推定する場合に単に心拍数をチェックすることで足りるかどうかを検討しておく必要がある。もし問題があるならばその対策についての知識が必要である。

この研究では人工的に作成した快適温度(22°C)および高温度環境(32°C)で心拍数が同じになるように運動強度を調節して、両環境温度での運動負荷量、体温、および循環機能を比較して、高温環境でも心拍数が循環機能のストレスを示す指標となりうるかどうかを検討した。

方 法

1. 被験者

8名の女子学生を被験者とした（表1）。総て運動部にて活発なクラブ活動を行なっている選手である。総ての被験者は実験の内容を理解した後に、検査に伴うリスクを説明し、任意に参加することに同意した。心電図を含め医学検査を行ない、健康であることを確かめた。月経周期と体温調節とは密接な関係があると言われている（Tinkersley et al, 1992）。この実験では実験中の性周期を統一するために月経終了日から、2週間以内の増殖期に実験を行なった。実験とは別の日に最大酸素摂取量を測定した。室温25°Cの部屋にて被験者は自転車エルゴメーターを使って運動を行なった。被験

1) 産業医科大学 第二生理学教室

者は dead-space のすくないマスクを装着した。酸素消費量は breath-by-breath で測定した。最大運動の負荷は、最初 1 分間は 300kpm の負荷を与え、次に 30 秒毎に 150kpm づつ負荷を増加して、all out になるまで、運動を続けた。最大運動負荷を行なってから少なくとも 1 週間の間隔をおいてから、以下のような 2 つの温度条件での運動負荷を行なった。

2. 温度条件

(1) 実験 1：室温 22°C での運動負荷

被験者はショートパンツと T シャツを着用し、22°C, rh60% に、温湿度を制御した人工気候室で心電図用電極、レーザードップラー皮膚血流用プローブ、連続血圧測定用センサーを装着した。皮膚温および食道温を連続測定した。皮膚温度は銅-コンスタンタン熱電対を皮膚の 4 点に装着し、平均皮膚温度は Ramanathon の方式で推定した。食道温は直径 0.5mm の銅-コンスタンタン熱電対を嚥下させて心臓の高さで測定した (Shiraki et al, 1988)。総てのデーターは 15 秒間隔でコンピュータ (EWS-4800, NEC 三栄) に収録し、on-line 分析を行なった。

皮膚血流量は血流センサーを右前腕橈骨筋上に

装着 (TSI-Laser-Doppler Flowmeter) 連続測定した。

室温で十分な安静をとらせてから、自転車エルゴメーター (Rode B.V. Corival400 Groningen, Netherlands) にのり、サドルの上で、15 分間、安静時の測定を行なった(安静時)。次に各人の最大心拍数の 70% になるように運動強度をフィードバックしながら調節して 30 分間運動を行なわせた。運動後に 30 分間の回復期をサドルの上で行ない、総ての期間を通じてデータの連続収録を行なった。この実験に要した時間は 75 分であった。

(2) 実験 2：室温 32°C での運動負荷

22°C での運動負荷から、少なくとも 3 日の間隔をおいて 32°C での実験を行なった。測定項目および実験測定法式は、22°C におけるものと全く同様であった。

実験 1 (快適温度環境) と実験 2 (暑熱環境) との順序は全く at random であった。

3. 酸素消費量の測定および運動負荷の決定。

被験者は軽くしかも dead-space の非常に少ないマスク (New Rudolph Mouth/Face Mask, Model 7923) を実験期間中常に装着して呼気量は、ニューモタコメーターで測定し、呼気中の O₂ および CO₂

表 1 身体的特徴および最大酸素消費量

Physical Characteristics

	Age (yr)	Height (cm)	B.W. (kg)	VO _{2max} (ml/min/kg)	Max HR (bpm)
M. B.	19	164.0	58.02	47.70	201
S. H.	19	160.8	55.23	45.03	200
M. I.	20	161.5	51.70	43.55	194
M. N.	20	155.5	55.45	42.25	190
S. N.	20	162.0	48.00	40.42	206
N. O.	20	163.0	54.91	52.89	203
H. S.	19	159.1	58.22	42.56	187
M. S.	19	166.0	57.44	43.69	204
N=8					
Mean	19.5	161.5	54.87	44.76	198.1
SE	0.2	1.1	1.24	1.38	2.5

濃度はマスクから直接導かれた小量の呼気サンプルを質量分析器(Westron)に導き分析し、各呼吸毎の酸素消費量は、コンピューター(NEC-9800 RA)と連結してオンラインでただちに表示された。

心拍数は心電図から測定し結果はただちに表示され、運動中の心拍数があらかじめ測定された各個人の最大心拍数の70%になるように自転車エルゴメーターの負荷量がフィードバック調節された。運動負荷量およびエネルギー消費量は連続測定された。

結 果

表1には今回の被験者の身体的特徴と最大酸素

消費量を示した。今回の実験には、総て大学の運動部で活躍する現役の選手を使ったために、身体のサイズ、最大酸素消費量および、最大脈拍量は平均的な日本人女性よりも高値である。

運動による体重の減少量は22°Cでは平均 $4.63 \pm 0.34\text{g/min}$ 、32°Cでは平均 $6.53 \pm 0.61\text{g/min}$ で32度環境の方が有意($P < 0.05$)に高かった。

1. 運動負荷指標

(1). 脈拍：図1（上段）に示すように安静時の心拍数は32度環境では22度環境よりも10beats/min高い($P < 0.05$)。運動期の脈拍は、最大心拍数の70%に固定され170beats/minでよくコントロール

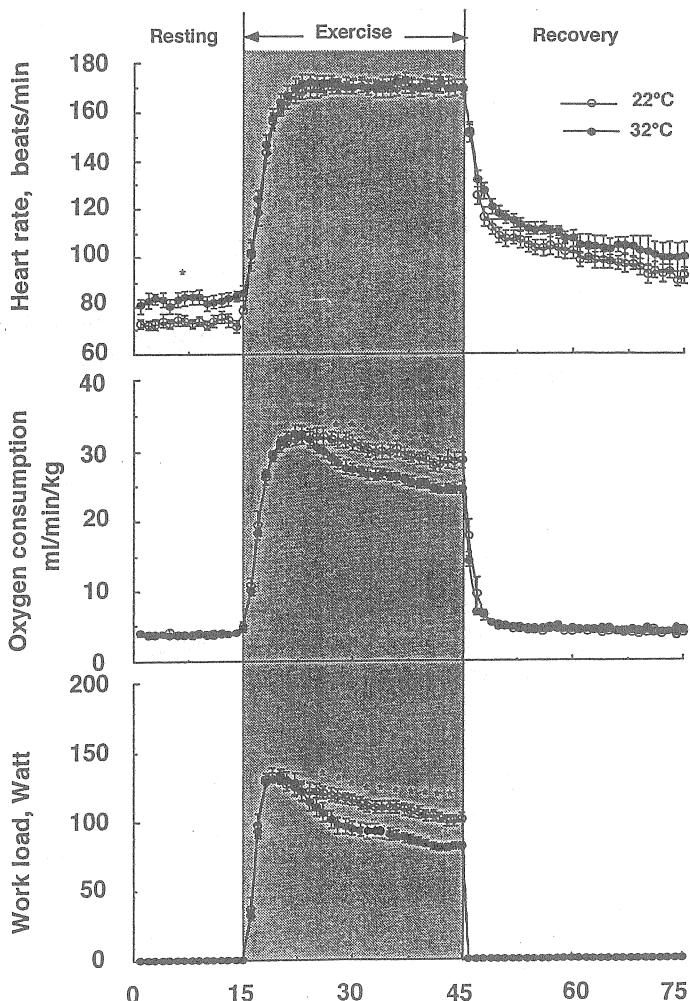


図1 運動中の脈拍（上段）、酸素消費量（中段）および負荷運動量（下段）。* $P < 0.05$ vs. 32度環境。

されている。回復時の心拍数には環境による差は見られなかった。

(2). 酸素消費量（図1中段）は32度環境では22度環境よりも14%低く（ $P < 0.05$ ），運動負荷量（図1下段）も32度環境の方が20%低値であった（ $P < 0.05$ ）。このことは暑熱環境では運動量が低くても循環機能のストレスは大きいことを示している。従って暑熱環境では快適温度環境と同等の心拍数の運動を行なうには、運動強度を20%軽減しなければならないことを示す。

2. 体温

(1). 食道温（図2上段）：運動開始前15分間の安静期には、食道温は環境温度による差は見られなかった。22度環境では運動開始と同時に明らか

な食道温の低下が起こった。これは”初期低下”と言われる現象と同じと考えられ運動開始により、冷たい皮膚の血液が、急速に中枢（心臓）に還流したものと解釈される。32度環境ではこのような現象は見られなかった。運動開始後10分間は両環境での食道温は急速に上昇し、それ以後運動中はほぼプラトーに達する。22度環境では初期低下があるため運動初期の10分間の食道温は32度環境よりも低値（ $P < 0.05$ ）であるがそれ以降は環境による差は見られない。運動中止によって直ちに低下するが、22度環境の方が低下速度は迅速であった。運動停止後30分では22度環境ではほぼ運動前のレベルに回復するのに対し、32度環境では運動終了後30分以内には、安静期レベルまでは回復せず高値であった（ $P < 0.05$ ）。

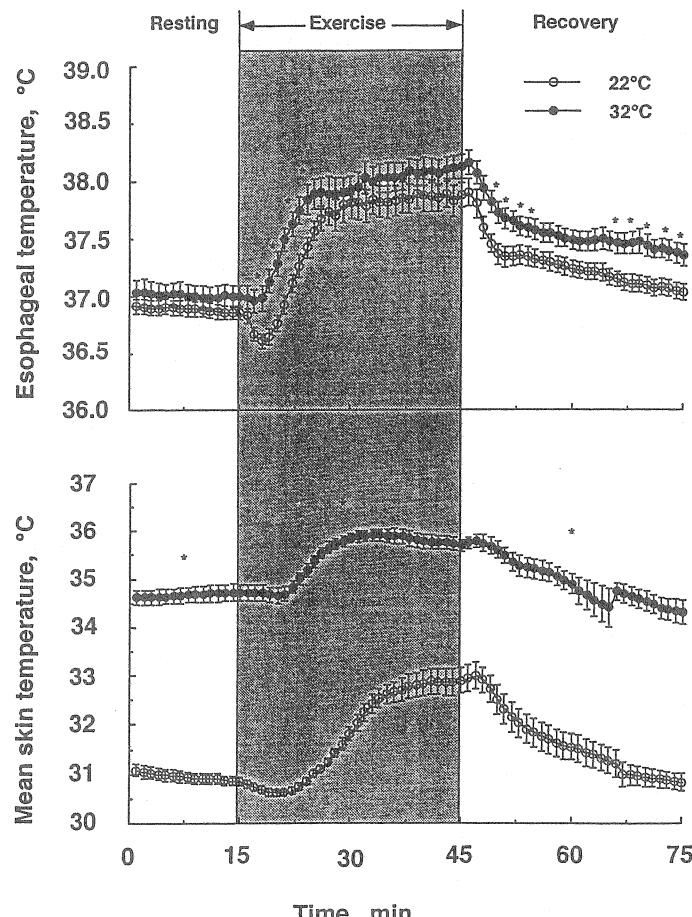


図2 運動中の中枢温（食道温）（上段）と平均皮膚温（下段）の変化（時間経過）。* $P < 0.05$ vs 32度環境。

(2). 皮膚温 (図2下段)：当然のことながら総ての期間を通じて皮膚温は32°C環境で高値である。運動中は皮膚温も上昇するが、運動開始と同時に上昇するのではなく、一時的な温度の下降が見られる。これは運動開始と同時に運動筋に多量の血液が必要なために皮膚血管の収縮が起り皮膚の血流が一時的に減少するためであると解釈されている(血流の再配分)。この程度は22°C環境の方が顕著である。

3. 循環機能

(1). 皮膚血流量：図3（上段）に示すように、Laser-Doppler法によって測定した皮膚血流量は、安静期間および運動期間を通じて環境温度が高いと明らかに上昇する。運動開始と同時に急速に増

加するが、この増加の割合は環境温度が高いほど急峻であった。運動終了と同時に低下し、22°Cでは20分以内に安静期のレベルに回復するのに対し、高温環境では、30分後も完全に回復せず高値を示した($P < 0.05$)。以上の皮膚血流の結果より、同じ運動負荷量によって高温環境ではより多くに血液が皮膚に流入することが判明にした。

(2). 血圧：図3（下段）には実験中の平均血圧を示した。安静期の平均血圧は32度環境の方が低値であった($P < 0.05$)。両環境ともに運動開始と共に血圧は急速に上昇し5分後にはピーク値に達しその後運動の継続につれて次第に減少し30分後にはほぼ安静時のレベルまで低下した。各運動後に血圧は速やかに低下し5分間の休憩によって運動前値に回復した。

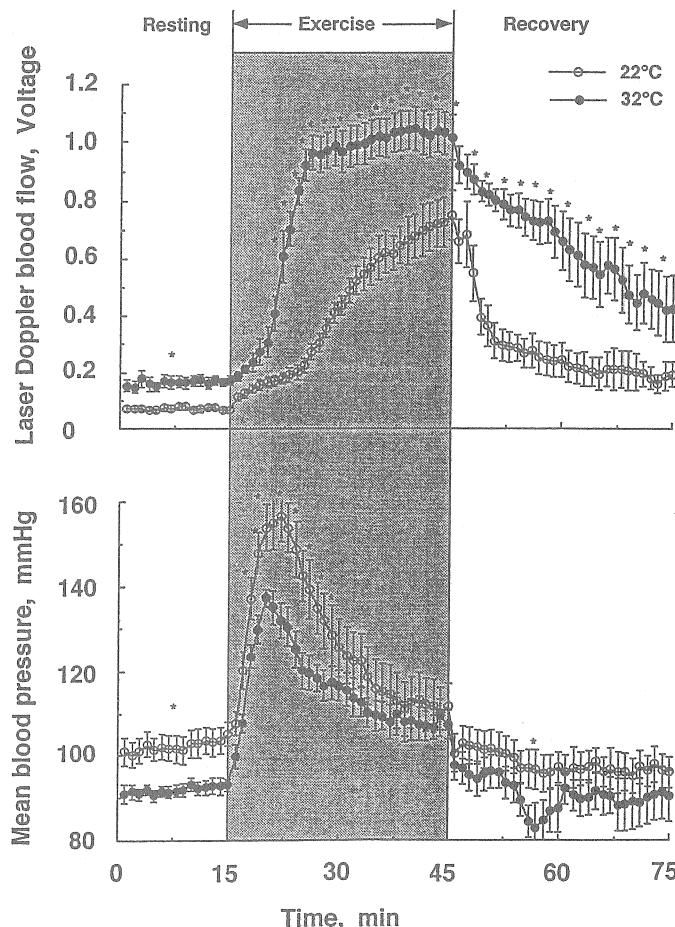


図3 運動中の皮膚血流量（上段）および平均血圧（下段）の変化（時間経過）。* $P < 0.05$ vs. 32度環境。

回復時の血圧の変動に環境温度に依存する興味のある差が見つかった。すなわち22度環境では回復時の血圧が安静時のレベルで安定しているのに對し、32度環境では血圧の変動が大きく、特に5—10分では安静時の血圧よりも低値を示した。このことは運動後の循環機能の保持に重要であるようと考えられた。実際今回の実験で8名のうち、2名の被験者が回復期のこの時間に syncope をおこした。この例を図4に示した。

4. 循環不全 (syncope) を起こした例

図4には32度環境での運動の回復期に syncopic

episode が見られた例を示した。運動後5—6分に急速な血圧の低下が見られ15分後に syncope が見られた。心拍数も syncope 直前に急速に低下したが、皮膚血流両には著明な変化は見られなかった。この被験者は仰臥位により直ちにすべての循環器能は正常に回復し、全く支障を来たすことはなかった。

考 察

我々は運動中は常に二つの相反する問題を抱えているのである。すなわち、高温環境での運動時には第一に皮膚、筋肉組織、及びその他の生命維

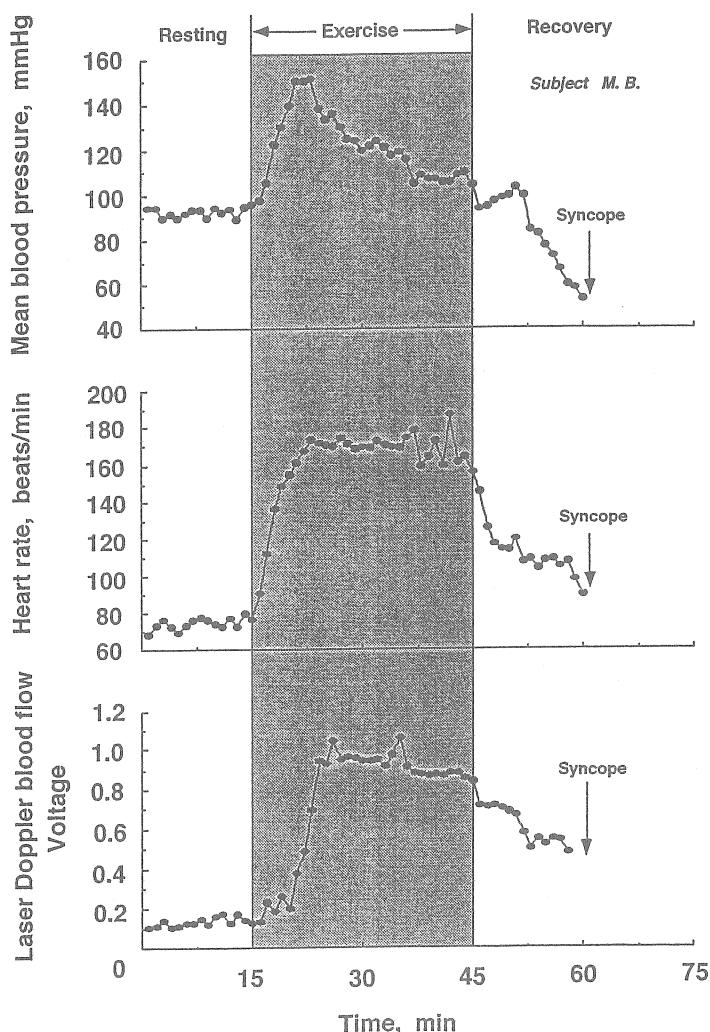


図4 Syncpe を起こした例の平均血圧（上段）、心拍数（中段）皮膚血流量（下段）の変化（時間経過）。

持のために重要な内臓器官への血流の確保をしなければならないという事と、第二に体温を低下させるのに役立つ発汗機能が発揮されるに必要な皮膚への血液量を確保しなければならないということである。回復期の低血圧(syncopic episode)はこのうちの第二の機能が優先されたための結果であろう。

運動中の循環系の変化のうち主なものに皮膚への血流の変化がある。今回の実験によっても観察されたように、運動に対する皮膚血管の反応は、初期には血管収縮である (Bevegard and Shepherd, 1966)。中核温度が上昇するにつれて血管収縮の程度は少なくなり、次第に積極的な血管拡張反応にとってかわる。運動中は中核温度がある程度上昇するまでは、皮膚血流量を低下させる。これは安静時とは異なる現象である。この減少は運動中の血液の流れを理解する上で非常に重要である。

皮膚血流量の運動時の増加が、高温環境では明らかに高いということは、中枢への血液の流れを考える上で大切である。

Johnson らは (Johnson et al., 1974) 皮膚温を一定に保持 (38°C) するために一定の温度の水を循環させたスーツを着用させて運動を行ない食道温と皮膚血流量の変化を測定した。その結果同じ中核温度で比較すると運動時の皮膚血流量は、安静時よりも低いということを報告している。このことの生理学的な意義は次のように解釈される。中核温度の上昇に比して皮膚血流の上昇が少ない事は、運動中に中心への血液の還流の低下する事を防ぎ、1回心拍出量及び血圧が大きく低下しないようにする事に役立つ。即ち運動継続のためには都合のよい生体反応である。したがって今回の実験で観察されたような高温環境での皮膚血流量の明らかな増加は体温調節のために皮膚への血流の増加が優先されるために重要な臓器への血流が犠牲になっている可能性を考えなければならない。

ま と め

以上の測定結果から暑熱環境では快適環境よりも運動強度が低くても、体温や循環機能に及ぼす運動の影響が大きいことが判明した。特に運動中止後の回復期には血圧の変動が大きく低血圧発作が見られることがあるので細心の注意が必要である。運動継続中は心拍出量が増加しているために、暑熱環境でより大きく増加した皮膚血流量をある程度代償することが出来血圧の急速な低下にはつながらないが、運動中止によって、心拍出量は急速に減少するにもかかわらず (1993年度本報告書を参照されたい) 暑熱環境では皮膚血液流量がなかなか低下しないために (図3) 中心静脈還流が低下して血圧の低下を惹起したものと推定される。

文 献

- Bevegard, B. S., and J. T. Shepherd (1966). Reaction in man of resistance and capacity vessels in forearm and hand to leg exercise. *J. Appl. Physiol.* 21, 123-132.
- Johnson, J. M., L. B. Rowell, and G. L. Brengelmann (1974). Modification of the skin blood flow-body temperature relationship by upright exercise. *J. Appl. Physiol.* 37, 880-886.
- Shiraki, K., N. Konda, and S. Sagawa (1986). Esophageal and tympanic temperature responses to core blood temperature changes during hyperthermia. *J. Appl. Physiol.* 61, 98-102.
- Tankersley C. G., W.C. Nicholas, D. R. Deaver, D. Mikita, and W. L. Kenney (1992). Estrogen replacement in middle-aged women: thermoregulatory responses to exercise in the heat. *J. Appl. Physiol.* 73, 1238-1245.

5. 運動時の環境温度と飲水量、発汗量に関する実態調査 その2

報告者	中井 誠一 ¹⁾	朝山 正己 ²⁾	平田 耕造 ³⁾	花輪 啓一 ³⁾
	丹羽 健市 ⁵⁾	井川 正治 ⁶⁾	平下 政美 ⁷⁾	菅原 正志 ⁸⁾
研究協力者	大森 重宣 ⁹⁾	高橋 英一 ¹⁰⁾	田井村明博 ⁸⁾	原嶋 友子 ⁶⁾
	宮村 茂紀 ³⁾	森 智 ²⁾	胡 揚 ²⁾	

はじめに

高温環境下におけるスポーツ活動時あるいは身体運動時には体温調節反応として皮膚血流量が増加すると共に発汗が生じる。発汗による体液の損失は運動能力の低下を招くだけでなく暑熱障害すなわち熱中症の誘因となる。従って運動時の水分補給は熱中症予防や、運動能力の低下を防ぐためにもきわめて重要である^{5,8,9,10,11)}。近年、運動時の水分補給が体温の上昇を抑制すること等の効果についての報告^{1,4,9,17,18)}や水分補給量のガイドライン等も報告されている^{2,3,6,7)}が、熱中症の予防や運動能力の低下を防ぐために運動中の水分補給の効果的な方法や補給量の目安について検討することが重要である。

発汗量は環境温度と運動強度や着衣量の影響を強く受ける。特に運動場（グラウンド、体育館）の環境温度は気温、湿度だけでなく輻射熱が高いことが特徴¹²⁾であり、輻射熱を考慮した環境温度と生体反応も興味あることである。輻射熱環境を考慮した温熱指標としてWBGT (Wet-Bulb Globe Temperature; 湿球黒球温度) が熱中症予防のための温熱指標として採用されている¹³⁾ので、WBGTと運動時の発汗量や飲水量との関係を検討する必要がある。

すでに、我々は平成3年度および4年度において全日本各地において運動時の環境温度と発汗量ならびに飲水量の実態調査を実施し、その結果について報告した¹⁵⁾。そこで、平成4年度の報告では

調査対象として屋外スポーツ種目が中心であったので、平成5年度においては屋内スポーツ種目を新たに加えて調査を実施した。また、本調査では水分補給、発汗量に影響を与える因子として体温の上昇および着衣量を、一部の地域を対象として調査項目を追加した。

方 法

1. 測定項目

測定項目は(1)発汗量(練習前後の体重測定)、(2)飲水量、(3)練習時間、(4)環境温度(乾球温度、湿球温度、黒球温度およびWBGT)、(5)体温(口内温度)、(6)着衣量(着衣体重と裸体体重の差)である。

(1) 発汗量の測定

練習前後において半裸体状態(パンツ1枚)で体重を測定した。体重計はデジタル体重計(A&D, UC-300, 最小表示50g)を用いた。発汗量は練習前後の体重と飲水量から次式で算出した。

$$\text{発汗量} = (\text{練習前体重} + \text{飲水量}) - \text{練習後体重}$$

発汗量は比較するに当たって、練習時間や調査対象者の体重がそれぞれ異なるので、単位時間、体重1 kgあたり(g/kg·hr⁻¹)で表わした。なお、時間あたりの発汗量の算出に用いる時間は練習前の体重測定から練習後の体重測定までの時間とした。

(2) 飲水量の測定

飲水は指定の飲料(スポーツ飲料)を被験者ごとの個人用ボトルを用いて自由摂取させ、飲水前

1) 京都女子大学 2) 中京女子大学 3) 神戸女子大学

4) 小樽商科大学

5) 山形大学 6) 日本体育大学 7) 金沢経済大学 8) 長崎大学 9) 星陵女子短期大学 10) 東京農業大学

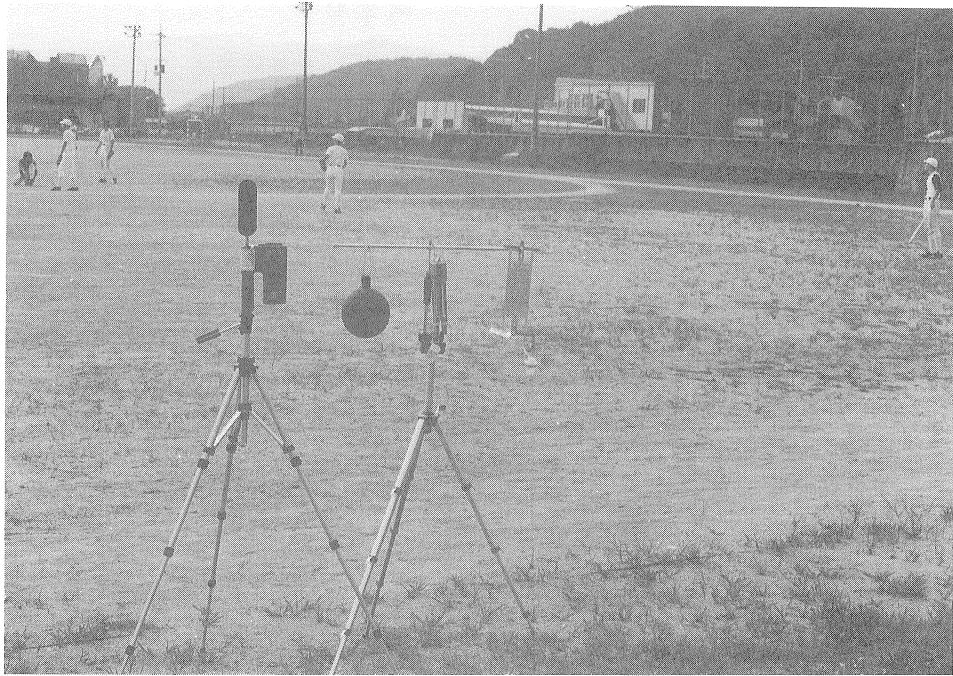


図1 グラウンドでの環境温度の測定風景

と後のボトル重量の差から飲水量を求めた。

夏季練習時の飲水量は1ℓ以上に及ぶため10ℓ容量のシャグボトルに飲料を準備し、適時グラウンドにおいて個人用ボトルに飲料を補給した。なお、用いたスポーツ飲料は粉末状の市販用ポカリスエット（大塚製薬）で、濃度については特に規制しなかったが、聞き取り調査では規定の濃度の2倍に溶解したものを用いる場合が多くあった。また、飲料の温度についても統一しなかったが、氷を入れることにより飲みやすい状態で供給するようにした。

(3) 環境温度の測定

運動の練習時間は2時間から3時間、運動種目によってはそれ以上に及ぶために、環境温度は30分ごとに測定し、求められた値の平均値をもってその日の環境温度として検討を行った。

乾球温度と湿球温度の測定はAugust温度計を、黒球温度の測定は黒球の大きさが直径6インチの黒球温度計を用いた。また、同時にリアルタイムでWBGTが標示されるWBGT計（京都電子工業）を併用した。これらの温度計は1.2mの高さに

固定して測定した（図1参照）。

WBGTの算出は以下の式によって求めた。

【屋外で日光照射のある場合】

$$WBGT = 0.7 \times (\text{湿球温度}, ^\circ\text{C}) + 0.2 \times (\text{黒球温度}, ^\circ\text{C}) + 0.1 \times (\text{乾球温度}, ^\circ\text{C})$$

【屋内で日光照射のない場合】

$$WBGT = 0.7 \times (\text{湿球温度}, ^\circ\text{C}) + 0.3 \times (\text{黒球温度}, ^\circ\text{C})$$

なお、これらの環境温度の測定は中井らの方法を^{12,13,15)}参考にして実施した。

(4) 調査の対象

報告者らが勤務する大学が存在する北は北海道の小樽、東北の山形、関東の東京、横浜、中部の愛知、北陸の金沢、関西の神戸、九州の長崎まで全国8ヵ所で13の運動部を対象として調査を実施した。調査対象の運動種目と被験者の年令、身長および体重を表1に平均値と標準偏差で示した。被験者は主として大学運動部員であるが、表中の最下段にあるように、1対象だけ小学生のチーム（ミニバスケット）が含まれている。調査日数は延べ84日（1日2回の練習についての調査がある

ので104回の練習についての調査である), 被験者は220人に及ぶ調査であった。

調査実施期間は7月から9月までで、屋外の運動種目が5、屋内の運動種目が8種であった。資料の整理に当たっては屋外の運動種目と屋内の運動種目に分類して比較した。

調査結果

全国8地域において13種の運動部についての調査結果を表2から表14までに示した。各表に示した値は各調査対象集団の調査日ごとの平均値(±標準偏差)と対象人数、体重減少量、飲水量および発汗量(g/Kg·hr⁻¹)である。また、一部には体温上昇量および着衣体重が示してある。

表1 調査対象の運動種目と被験者の身体的特徴

	運動種目	学校	性別	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)
屋外種目	テニス	大学生	男	13	19.671.3	169.875.1	59.975.2
	水泳	大学生	女	16	19.971.1	163.574.3	58.976.7
	サッカー	大学生	女	22	19.271.1	157.474.7	52.774.4
	陸上競技	大学生	女	17	19.171.1	158.473.7	49.173.9
屋内種目	ハンドボール	大学生	男	14	20.271.7	170.675.2	61.775.5
	柔道	大学生	男	16	20.071.2	173.374.0	71.0710.7
	フェンシング	大学生	男	14	19.571.0	172.576.0	65.578.5
	バレーボール	大学生	男	12	20.271.5	176.175.9	66.075.8
	バレーボール	大学生	女	17	18.970.7	167.774.0	60.073.7
	バスケットボール	大学生	女	14	18.870.7	165.275.9	58.376.6
	バレーボール	大学生	女	21	19.471.3	166.474.1	61.874.3
	剣道	大学生	女	17	19.771.0	158.474.4	55.874.0
	ミニバスケット	小学生	女	20	11.070.6	143.776.6	35.076.9

年齢、身長、体重は平均±標準偏差を示した。

表2 テニス練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
男子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
7月28日午前	13	20.4±0.3	4.698±2.103	6.370±2.211	11.068±1.342	0.34±0.08	0.45±0.17
28日午後	12	21.4±1.7	4.889±1.794	3.979±1.794	8.868±1.585	0.37±0.11	0.42±0.12
29日午前	13	18.6±0.5	4.220±1.673	3.954±1.460	8.175±1.499	0.41±0.20	0.50±0.20
29日午後	13	20.6±1.7	4.484±1.943	4.399±1.822	8.883±1.548	0.39±0.12	0.41±0.13
30日午前	13	19.6±0.7	2.855±1.519	5.278±2.442	8.133±2.175	0.38±0.11	0.37±0.15
30日午後	13	19.2±1.3	4.963±1.898	2.962±2.048	7.924±2.187	0.35±0.09	0.97±0.57

表3 ハンドボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
男子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
8月2日午後	12	21.9±0.6	7.778±2.810	3.496±2.507	11.274±2.761	0.50±0.23	0.72±0.44
3日午前	12	18.7±0.5	5.360±2.021	2.842±1.612	8.202±2.453	0.37±0.11	0.45±0.13
3日午後	14	21.4±0.5	6.801±2.115	2.465±1.434	9.266±2.231	0.45±0.24	0.66±0.40
4日午後	14	18.6±0.6	7.497±1.597	0.106±0.269	7.603±1.571	0.46±0.31	0.52±0.32
4日午後	14	21.3±0.6	5.147±1.631	2.750±1.353	7.898±1.731	0.45±0.27	0.57±0.42
5日午前	14	19.0±0.7	7.192±2.783	0.277±0.575	7.469±2.684	0.40±0.19	0.44±0.17
5日午後	14	22.2±0.6	7.242±2.148	2.201±1.221	9.443±2.294	0.44±0.22	0.61±0.40
6日午前	13	19.6±0.5	7.997±2.253	0.565±0.578	8.562±1.940	0.34±0.14	0.56±0.33
6日午後	13	21.6±0.2	7.429±2.846	3.086±1.913	10.515±2.289	0.40±0.23	0.37±0.15

表4 サッカー練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
7月19日	22	24.3±0.6	4.063±2.100	4.963±2.100	9.026±1.997	0.28±0.14	0.21±0.08
20日	22	26.1±1.6	3.338±1.760	6.207±2.929	9.544±2.725	0.20±0.21	0.26±0.24
21日	21	24.7±0.8	3.307±2.089	5.673±2.352	8.979±2.252	0.22±0.08	0.28±0.12
22日	22	27.3±0.2	4.599±2.163	6.975±3.277	11.574±4.582	0.23±0.12	0.28±0.13
26日	21	29.6±0.5	3.025±2.544	8.045±3.017	11.069±2.425	0.26±0.07	0.31±0.11
27日	22	28.0±1.1	3.218±2.339	7.941±3.344	11.159±2.421	0.24±0.05	0.29±0.06
28日	22	27.4±0.5	2.976±3.048	8.640±2.854	11.616±2.755	0.23±0.07	0.28±0.09
29日	22	29.5±1.2	3.899±2.074	7.226±2.279	11.125±1.732	0.26±0.28	0.28±0.08

表5 陸上競技練習時の体重減少量、飲水量、発汗量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr
8月23日	13	31.3±0.8	5.579±3.422	4.546±2.317	10.125±2.593
24日	14	29.6±2.0	7.437±2.658	3.470±1.816	10.907±2.655
25日	12	30.6±0.7	6.485±3.123	4.073±2.235	10.559±2.722
26日	10	28.4±1.1	6.033±2.201	4.800±3.351	10.833±4.132
27日	15	26.3±1.3	4.660±2.296	3.858±2.425	8.518±2.065
28日	11	24.1±0.8	6.639±3.578	4.756±2.698	11.369±2.971
30日	14	26.8±1.5	5.958±3.533	4.032±2.559	9.990±2.133
31日	15	27.0±2.1	7.757±4.945	5.206±4.394	12.903±7.855

表6 水泳練習時の体重減少量、飲水量、発汗量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr
8月 9日前	16	19.9±0.5	1.216±5.522	0.173±0.479	1.389±5.604
9日前	16	20.6±0.4	2.563±1.444	0.295±0.622	2.858±1.624
10日前	16	21.8±0.6	2.839±1.849	0.783±1.090	3.623±1.903
10後	16	21.1±0.4	2.448±1.714	0.514±0.663	2.962±1.593
12日前	16	28.0±0.5	3.775±2.203	1.356±1.021	5.131±2.218
12後	16	27.6±1.4	3.795±2.325	0.916±1.033	4.710±2.401
13日前	16	27.3±0.4	3.289±1.966	1.184±1.150	4.472±2.340
13後	16	25.6±1.3	2.907±3.219	1.839±1.688	4.746±3.105
14日前	16	23.9±0.8	3.316±2.156	0.875±1.321	4.190±2.326
14後	14	24.6±0.4	3.269±2.406	0.436±0.958	3.705±2.395

表7 柔道練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および体温変動
男子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	体温上昇 °C
8月 4日	14	24.0±0.6	5.170±1.643	2.161±1.026	7.331±1.397	0.79±0.63
6日	11	24.2±0.4	4.458±2.592	2.994±1.104	7.373±1.653	0.78±0.46
9日	12	25.8±0.3	6.930±3.131	3.954±1.460	8.175±1.499	0.62±0.45
11日	8	23.0±0.2	7.488±2.085	2.314±1.531	9.801±1.269	0.14±0.52
17日	13	22.9±0.2	3.946±1.062	2.485±1.062	6.431±1.582	0.63±0.05
20日	14	23.7±0.8	2.847±1.590	2.372±1.398	5.218±2.214	1.19±0.88

表8 フェンシング練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
男子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
9月6日午後	13	24.8±0.4	3.265±1.896	4.852±1.857	8.117±1.916	1.77±0.36	2.24±0.33
7日午前	11	22.3±1.1	2.044±1.161	2.358±0.911	4.402±1.005	1.92±0.26	2.07±0.31
7日午後	11	22.7±0.3	4.534±4.531	4.375±4.088	8.910±7.760	1.98±0.31	2.34±0.43
8日午前	14	22.1±0.3	1.823±1.098	2.690±0.891	4.513±1.052	1.95±0.38	2.06±0.49
8日午後	14	22.3±0.3	3.095±1.890	2.380±1.684	5.475±1.583	1.93±0.36	2.29±0.41
9日午前	14	22.5±0.3	2.017±1.577	2.434±1.685	4.451±1.323	1.91±0.32	2.04±0.35
9日午後	14	22.6±0.4	3.340±1.542	1.833±0.864	5.173±1.693	1.93±0.31	2.21±0.48
10日午前	14	25.8±1.6	3.836±1.750	3.561±2.072	7.397±2.415	1.91±0.30	2.27±0.40
10日午後	14	28.0±0.5	3.912±1.959	3.449±1.637	7.361±2.376	1.89±0.34	2.30±0.40
14日午後	14	24.7±0.4	4.392±2.333	3.273±1.949	7.665±1.601	1.86±0.33	2.22±0.48
16日午後	13	24.2±0.4	3.218±1.739	2.715±1.676	5.933±2.108	1.77±0.36	2.13±0.35

表9 バレーボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および体温変動
男子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	体温上昇 °C
8月4日	11	21.4±0.2	6.201±2.650	3.987±1.725	10.098±3.243	0.83±0.43
5日	12	20.3±0.7	2.821±2.639	2.869±1.336	9.690±2.654	0.87±0.72
6日	12	19.5±0.3	6.965±2.027	1.844±0.950	8.809±1.962	0.55±0.41
7日	12	20.8±0.3	6.659±2.415	4.164±1.145	10.821±2.040	0.77±0.38
8日	12	20.5±0.5	5.501±2.128	4.937±1.145	10.438±1.829	0.60±0.44
9日	12	19.3±0.1	6.109±2.366	3.072±1.778	9.178±3.554	0.60±0.30
18日	12	22.4±0.7	5.534±1.547	5.393±2.098	10.927±2.283	0.88±0.29
19日	12	24.8±0.2	5.177±2.206	5.781±1.686	10.957±2.247	0.51±0.11
24日	12	22.9±0.6	3.825±1.810	4.677±1.681	8.502±2.831	0.44±0.33
25日	12	26.0±0.9	4.754±2.542	7.039±2.007	11.790±3.710	0.86±0.43
26日	12	24.3±0.9	4.968±2.465	5.420±3.013	10.387±4.072	0.46±0.35
27日	12	23.6±0.2	6.071±3.609	4.756±2.370	10.827±4.247	0.60±0.28
29日	12	20.9±0.6	5.665±2.330	6.009±2.463	11.674±2.947	0.36±0.29
30日	12	20.6±0.3	5.595±2.399	4.103±1.646	9.698±2.410	0.41±0.22

表10 バレーボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
8月2日	17	26.0±0.1	6.476±2.306	9.921±2.822	16.398±3.823	1.23±0.29	1.48±0.41
3日	16	27.8±0.3	7.312±2.329	6.645±1.902	13.956±1.318	1.26±0.22	1.22±0.20
4日	15	27.7±0.2	6.327±2.541	5.810±1.988	12.137±2.571	1.13±0.17	1.31±0.21
5日	17	26.6±0.2	9.341±2.845	8.329±3.138	17.670±3.448	1.19±0.11	1.27±0.39

表11 バスケットボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および着衣重量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	着衣重量前 kg	着衣重量後 kg
8月24日	14	26.5±0.2	8.175±1.737	4.854±1.876	13.029±2.459	0.50±0.09	0.71±0.23
25日	13	25.4±0.9	5.180±2.524	6.293±2.041	11.472±2.766	0.53±0.08	0.64±0.14
26日	13	26.1±0.3	7.127±2.352	6.792±2.489	13.919±1.625	0.49±0.06	0.70±0.26
27日	13	26.2±0.3	6.193±1.659	7.026±2.946	13.219±3.315	0.49±0.08	0.71±0.22

表12 バレーボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr
8月23日	13	27.3±0.9	2.180±2.851	9.607±3.935	11.787±3.403
24日	15	27.9±0.5	2.323±1.288	8.500±3.265	10.823±3.157
25日	11	27.5±0.4	0.507±3.335	8.746±3.649	9.253±4.278
26日	13	27.5±0.1	2.969±2.241	8.944±4.609	11.913±4.995
27日	12	27.8±0.4	0.790±1.560	8.797±3.789	9.587±2.867
31日	14	27.9±0.8	2.544±2.121	7.792±2.604	10.336±1.924
9月1日	15	28.0±0.2	1.935±2.815	10.433±2.604	12.368±3.241
2日	15	26.8±0.4	1.474±2.360	7.665±2.093	9.138±3.059

表13 剣道練習時の体重減少量、飲水量、発汗量
女子大学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr
8月23日	13	27.6±0.2	6.375±3.477	7.163±4.002	13.538±3.243
24日	12	28.0±0.3	1.011±3.455	7.229±1.902	8.240±2.182
25日	11	27.4±0.2	2.758±3.453	10.506±4.725	13.240±1.915
26日	12	26.5±0.1	0.662±4.038	10.363±4.192	11.025±3.430
27日	12	27.1±0.4	3.683±2.377	6.256±2.728	9.939±2.007
28日	11	27.3±0.0	3.082±3.614	9.448±4.435	12.530±5.282
30日	12	26.2±0.4	6.083±7.034	11.234±7.715	17.317±2.669
31日	13	26.2±0.1	4.221±3.660	8.733±4.760	12.955±2.823

表14 ミニバスケット練習時の体重減少量、飲水量、発汗量
女子小学生

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr
7月26日	19	26.3±0.1	0.529±2.739	9.777±2.629	9.172±1.583
27日	18	25.9±0.4	1.715±2.513	6.868±2.394	8.582±3.243
28日	19	25.6±0.3	2.015±3.805	8.165±2.455	10.180±3.550
29日	18	26.1±0.2	0.018±3.074	8.419±3.024	8.437±1.357

表15 バレーボール練習時の体重減少量、飲水量、発汗量および体温変動
男子大学生
飲水なしと自由飲水時の比較

調査月日	被験者 人数	WBGT °C	体重減少量 g/kg/hr	飲水量 g/kg/hr	発汗量 g/kg/hr	体温上昇 °C
8月5日	11	20.0±0.8	8.279±1.271	0	8.279±1.271	1.2±0.4
6日	11	19.0±0.3	6.272±3.290	2.912±1.560	9.184±3.717	0.7±0.3
7日	11	19.6±0.7	6.110±2.535	0	6.110±2.353	1.0±0.7
8日	11	20.9±0.5	5.383±1.514	5.072±1.930	10.455±2.272	0.6±0.3

1) 環境温度と発汗量、体重減少量ならびに飲水量の関係

環境温度と発汗量との関係を検討するために、WBGTと発汗量の相関関係を図2に示した。図中には平成3年度および平成4年度の本研究班の調査結果¹⁵⁾の資料を加えて作図した。平成4年度報告書においては運動種目ごとに分類したが、本報告では男女別に、屋外運動、屋内運動の種目別および水泳について示した。図に示すごとく発汗量とWBGTとの間には有意な相関関係 ($r = 0.663$, $n = 162$ 、水泳は含まず) が認められる。両者の関係の式は $y = 1.56 + 0.316x$ となり、同式でWBGT 30°C の発汗量を推定すると 11.0 g/kg·hr⁻¹ となる。1時間あたりの発汗率(発汗量/体重)にすると 1.1% である。ちなみに発汗率が 1% を超す環境温度は WBGT で 27°C である。図2に示したデータは21の対象集団の13運動種目についての実態調査に基づくものであり、また、対象の年齢も大学生を中心であるが一部に高校生と小学生も含まれているので、かなり広範な範囲でのスポーツ活動時の状況を捕えることができたと考えられる。したがって環境温度に対する発汗量もある程度目安になり得る資料が得られたものと考えられる。

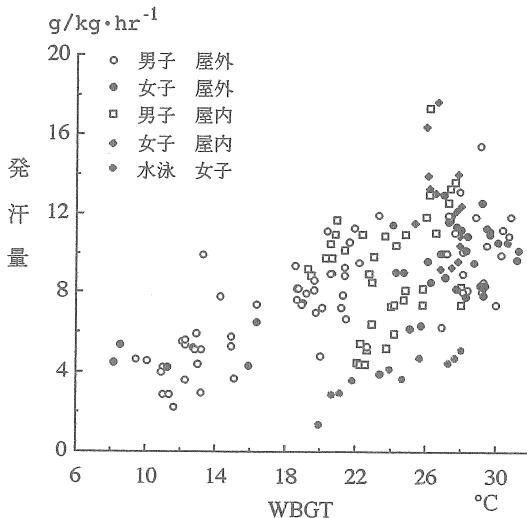


図2 環境温度 (WBGT) と発汗量の関係
($r = 0.663$, $n = 162$)

当然、発汗量は環境温度のほかに運動強度にも密接な相関があるので、そのことを考慮を入れて検討する必要がある。昨年度には、運動種目ごとの環境温度と発汗量との関係について報告を行ったので、本報告では環境温度と発汗量の関係で、とくに強調したい代表的な例についてのみ検討を行った。図3は小樽で14名の男子ハンドボール部員を対象として得られたWBGTと発汗量、体重減少量および飲水量の関係について示したものである。また、図4は神戸で22名のサッカー女子部員を対象として得られた結果について示したものである。図3と図4を比較すると、発汗量と飲水量はWBGTの上昇に伴って増加するが、体重減少量については両者で異なっている。すなわち、図3のハンドボールの結果では体重減少量が飲水量よりも高値を示し、一方で図4のサッカーにおいては、これとは逆に体重減少量が飲水量よりも低値を示した。また、図3および図4でも明らかなようにWBGTと飲水量および発汗量との間に有意な相関関係が認められるのに対して、WBGTと体重減少量の間には認められない。中井¹⁶⁾らは野球とアメリカンフットボール(いずれも大学生)練習時の調査結果を報告し、本報告と同様に自由飲水時には

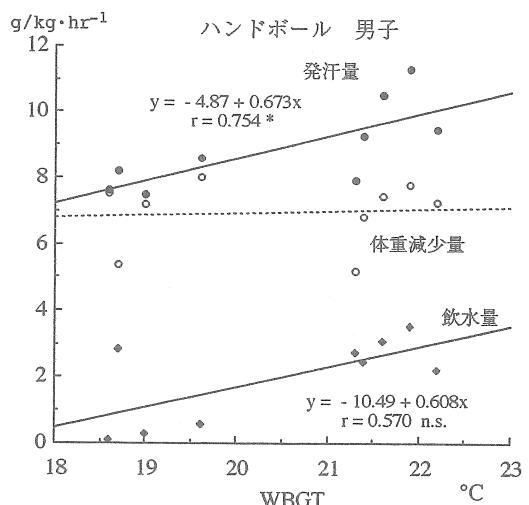


図3 ハンドボール練習時の環境温度 (WBGT) と発汗量、体重減少量と飲水量の関係
[*]; $p < 0.05$ n.s.; 相関なし

体重減少量は環境温度と相関関係は認められず、これは自由飲水の効果として体重減少量が一定範囲内に留められるためではないかと述べている。すなわち、今回のサッカーで示された結果は、自由飲水の効果が認められ体重減少量が一定範囲内に留められたが、ハンドボールにおいては飲水の不足による脱水つまり体液の減少量が大きいことを示したものと思われる。つまり発汗量と飲水量の両者の相関関係（図6）で、その回帰直線の回帰係数が水分補給の程度を示すことになる¹⁴⁾。すなわち、サッカーの水分補給率は61%であるのに対してハンドボールでは35%であった。この補給率の差が体重減少量の値に影響していると考えられる。中井ら¹⁴⁾の報告によれば自由飲水による水分補給率は野球で92%，アメリカンフットボールで77%であり、体重減少量はそれぞれ野球2g/kg·hr⁻¹，アメリカンフットボール4g/kg·hr⁻¹，であった。今回の結果は、サッカー3.553g/kg·hr⁻¹，ハンドボール6.938g/kg·hr⁻¹である。このことから、水分補給割合を充分に行うことにより体重減少量、すなわち体液の喪失量を抑制するものであると考えられる。

図5は横浜で実施された水泳（女子）練習時の

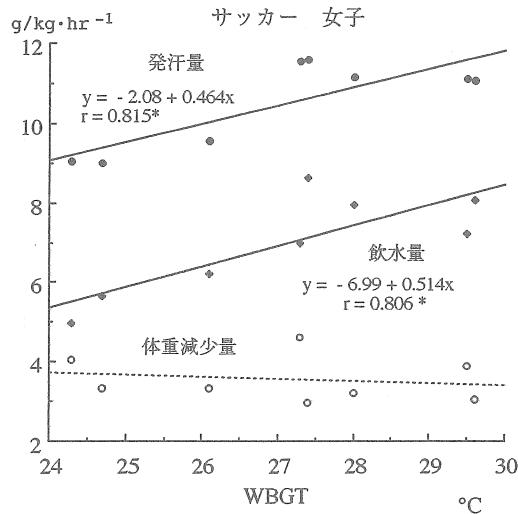


図4 サッカー練習時の環境温度（WBGT）と発汗量、体重減少量と飲水量の関係 [*]； p < 0.05

環境温度と発汗量、体重減少量および飲水量との関係を示したものである。このさいのWBGTはプールサイドでの測定結果があるので、必ずしもプールの水温を直接反映したものではないが、プールの水温とWBGTがほぼ相関しているものと考えて検討すると、次のことが言える。水泳時の発汗量はWBGT（水温）に比例して発汗量は上昇し、両者には0.902という高い相関関係が認められる。但し、図2でも明らかなように発汗量は屋外や屋内の運動種目に比較して低く、ほぼ2分の1から3分の1の発汗量であった。水泳時の体温調節反応については報告が必ずしも多くないので、今後とも詳細な検討が必要と考えられる。

2) 体温の変動

高温環境下での運動による発汗反応と併せて体温上昇について興味あることである。

練習前後の体温（口内温）の測定は柔道と男子バレーボールを対象として実施した。結果は表7および表9に示した。表7の柔道の結果では8月11日の0.14°Cの体温の増加は統計的に有意差と認められないが、その他の5日間の体温変動は統計的に有意な増加を示した(p < 0.05)。8月11日の

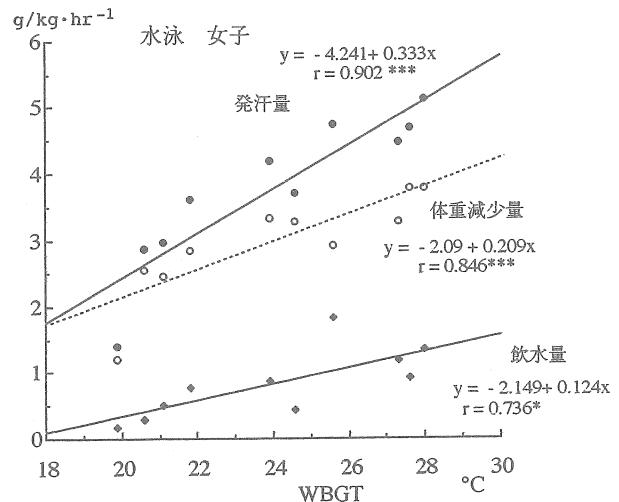


図5 水泳練習時の環境温度（WBGT）と発汗量、体重減少量と飲水量の関係

[*]； p < 0.05, [***]； p < 0.001

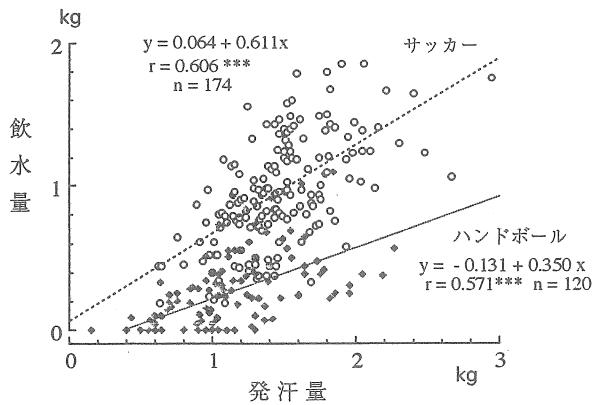


図6 サッカー、ハンドボール練習時の水分補給率

体温上昇が低値であったのは練習時間が短時間(55分)であったためと考えられる。11日以外の練習時間は約2時間(8月9日は80分であり20日は145分)で体温上昇の平均は0.82°Cであり、練習時間が長かった20日は体温上昇も1.19°Cと高値を示した。

バレー ボール練習時の体温変動を表9に示した。体温上昇量は0.36°Cから0.91°Cで、14日間の調査結果のいずれにおいても統計的に有意な上昇($p < 0.01$)が認められた。練習時間は150分から210分であり、自由飲水の際の結果であるので、水分補給と体温の関係については次に示すことにする。

3) 水分補給と体温上昇

水分補給の有無と体温の変動の関係について、バレー ボールチームを対象として調査した結果を表15および図7に示した。8月5日から8日の間に、「飲水なし」(5日と7日)と「自由飲水」(6日と8日)でそれぞれ2日間にわたって調査した結果である。調査は午前中の基礎トレーニングが主体の練習で、運動内容は調査対象日で概ね差の少ない日を設定した。練習時間は150分(7日だけ180分)であった。また、環境温度(WBGT)は8月8日が他の3日間の調査日に比較して有意に高いが、WBGTの平均値は19.0°Cから20.9°Cの範囲であり、ほぼ同一の環境温度として比較して、支障のないものと考えられる。

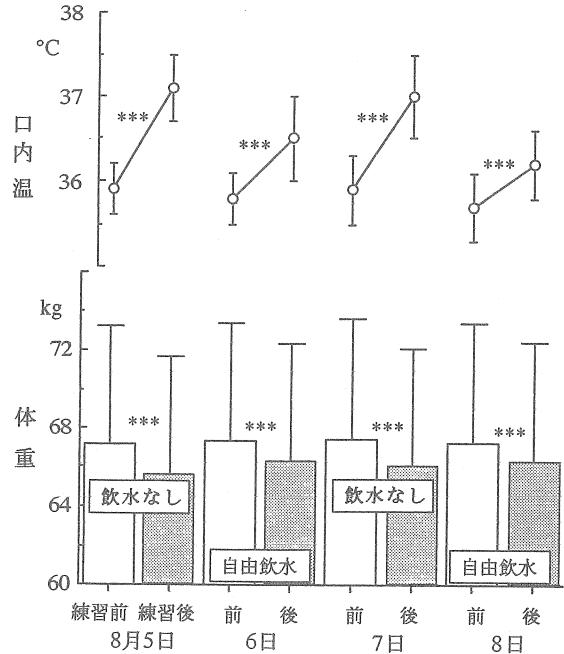


図7 バレー ボール練習による体重と口内温の変動
(男子11名の平均と標準偏差を示した。)

[***]; $p < 0.001$

体重と口内温の変動は図7に示すように、練習の前後で有意な差が認められた。体重減少量は飲水の有無による条件を取りまとめて比較すると条件間で有意な差($p < 0.05$)が認められ飲水なしが高値であった。また、口内温度は表15の右欄に見られるように、飲水なしでは1.0°C以上の上昇が認められるのに対して自由飲水をした場合の体温上昇量は $0.6 \pm 0.3^\circ\text{C}$ となり、両者の間に統計的に有意差が認められた($p < 0.001$)。また、発汗量も両者の間(飲水なし $7.19 \pm 2.154 \text{g/kg} \cdot \text{hr}^{-1}$ 、自由飲水 $9.81 \pm 3.076 \text{g/kg} \cdot \text{hr}^{-1}$)で有意差が認められた($p < 0.01$)。つまり、自由飲水時には発汗量が多く、蒸発による熱放散によって体温の上昇を抑制していると推測された。

4) 練習時の着衣量

練習前後の着衣量はテニス(表2)、ハンドボール(表3)、サッカー(表4)、フェンシング(表8)、女子バレー ボール(表10)、女子バスケット

表16 練習時の着衣重量

運動種目	性別	練習前	練習後
テニス	男	0.373±0.025	0.520±0.025
ハンドボール	男	0.423±0.049	0.544±0.111
サッカー	女	0.240±0.025	0.273±0.029
フェンシング	男	1.892±0.067	2.197±0.105
バレーボール	女	1.202±0.056	1.320±0.112
バスケットボール	女	0.502±0.018	0.690±0.033

各種目ごとに平均値±標準偏差を示した。

ボール（表11）について調査を行った。各表にそれぞれの種目の平均値を示したが、0.240kgから1.892kgの範囲であり、運動後には汗が付着するために重量が増加している。増加量は各種目によってバラツキが大きく、例えば、サッカーでは0.033kg、フェンシングでは0.305kgであったが、発汗量と比較するとその量はきわめて少ない。着衣量と発汗量および体温上昇の関係について検討する必要があるが今回は着衣量の資料だけを示すにとどめた。

ま と め

スポーツ活動時における熱中症予防に関する基礎資料を得る目的で、昨年度（平成4年度）に引き続き、日本全国8ヶ所の地域における、夏季のスポーツ活動時の環境温度と延べ220名の対象者の発汗量、飲水量、体重減少量並びに一部地域では着衣量と運動前後の体温（口内温）を観察した。

発汗量は総合温熱指数の1つであるWBGTの上昇に伴い増加し、スポーツ活動時の1時間あたりの発汗率（発汗量／体重）が1%を超えるのはWBGT27°Cと推定された。WBGTと飲水量についても、両者の間に高い相関関係が認められるが、体重減少量は飲水量とは逆比例の関係にあり、飲水量が大である程、体重減少量は小であった。

「飲水なし」と「自由飲水」による体温の変動の比較では、「自由飲水」に体温の上昇が少なく、水分摂取が、体液量の維持や発汗による体熱の放散効果を高め、体温の恒常性を保ち、スポーツ活動時の熱中症予防に重要であるとの示唆を得た。

文 献

- Candas, V., Libert, J.P., Brandenberger, G., Sagot, J.C., Amoros, C., Kahn, J.M.: Hydration exercise: Effects on thermal and cardiovascular adjustments. *Europ. J. Appl. Physiol.* 55, 113–122, 1986.
- Colye, E.F. and Montain, S.J.: Benefits of replacement with carbohydrate during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 24(9) Supplement, s324–s330, 1992.
- Gisolfi, C.V. and Duchman, S.M.: Guidelines for optimal replacement beverage for different athletic events. *Med. Sci. Sports Exercise.*, 24(6), 679–687, 1992.
- Greenleaf, J.E., Castel, B.L.: Exercise temperature regulation in man during hypohydration and hyperhydration. *J. Appl. Physiol.* 30, 847–853, 1971.
- Ladell, W.S.S.: The effects of Water and salt intake upon the performance of men work in hot and humid environments. *J. physiol.* 127, 11–46, 1955.
- Maughan, R.J. and Noakes, T.D.: Fluid replacement and exercise stress. *Sports Medicine*, 12(1), 16–31, 1991.
- Millard-Stafford, M.: Fluid replacement during exercise in the heat—review and recommendations. *Sports Medicine* 13(4), 223–233, 1992.
- Morimoto, T.: Thermoregulation and body fluids: Role of blood volume and central venous pressure. *Jpn. J. Physiol.* 40, 165–179, 1990.
- 森本武利, 三木健寿, 能勢博, 山田誠二, 平川和文, 松原周信: 発汗時の水分塩分摂取と体液組成の変化. 日本生気象学会雑誌, 18, 31–39, 1981.
- 森本武利: 水分摂取と塩分バランス. 臨床スポーツ医学, 4(10), 1097–1103, 1987.
- Nadel, E.R., Forty, S.M., and Wenger, C.B.: Effect of hydration state on circulatory and thermal regulation. *J. Physiol.* 49, 715–724, 1980.
- 中井誠一, 寄本明, 芳田哲也, 岡本直輝, 森本武利: 運動時の暑熱障害発生と環境温度の関係—グラウンドの環境温度の観察から—. 臨床スポーツ医学, 8(1), 41–45, 1991.

- 13) 中井誠一, 寄本 明, 森本武利: 夏季運動時温熱環境と温熱指標の比較. 39, 120–125, 1990.
- 14) 中井誠一, 寄本 明, 岡本直輝, 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.
- 15) 中井誠一ほか: 日本の環境温度と運動時の飲水量・発汗量に関する実態調査. 平成4年度日本体育協会スポーツ医・科学的研究報告, No.VIII スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究—第2報—, 1993.
- 16) 中井誠一, 寄本 明, 岡本直輝, 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, 印刷中, 1994.
- 17) Pitts, G.C., Johnson, R.E. and Consolazio, F.C.: Work in the heat as affected by intake of water, salt and glucose. Amer. J. Physiol. 142, 253–259, 1944.
- 18) 山田誠二, 松原周信, 能勢 博, 三木健寿, 伊藤俊之, 瀬尾芳輝, 平川和文, 森本武利: 発汗時補給水分の体温調節効果. 日本生気象学会雑誌, 19(1), 45–51, 1982.

6. スポーツ活動中の熱中症事故防止に関するアンケート調査

報 告 者 朝山 正己¹⁾ 平田 耕造²⁾ 中井 誠—³⁾ 花輪 啓一⁴⁾
丹波 健市⁵⁾ 井川 正治⁶⁾ 平下 政美⁷⁾ 菅原 正志⁸⁾
研究協力者 森 悟¹⁾ 胡 揚¹⁾

はじめに

スポーツ活動時における非外傷性の死亡事故原因は、主に突然死と日射病によるといわれている。

数の上では突然死が、日射病に比べて圧倒的に多いが、突然死を予防することは困難であるのに對して、熱中症は正しい知識や適切な措置によって防ぐことができる。

従って、熱中症や発生予防の正しい知識に関する啓蒙や教育が重要となる。

本調査は、スポーツ活動時の熱中症事故防止に関する基礎調査として、大学生を対象に簡単なアンケート調査を実施したので、その結果について報告する。

調査内容

○対象者

調査対象者は報告者らの勤務校ないしは近隣の大学の男子学生1,017名及び女子学生1,263名、計2,280名である。年齢は18歳から23歳で、19歳が最も多く調査対象者の38%を占めていた。

○アンケートの内容

アンケートは表1に示す内容の設問用紙と、回答用のマーク・シートを配布して、無記名による回答を求めた。OCR(光学文字読み取り機、HITAC T-550/27)によって読み取り、大型汎用コンピュータ(HITAC M660D)によって必要な統計処理を行った。

調査の内容は、A:調査対象者の特性に関すること、B:熱中症の認知に関すること、およびC:

暑さの対策等に関することなどである。

なお、データの処理にあたっては、「無回答」ないしは「判読不明」の解答については調査項目ごとに集計から除外して処理したので、若干、項目によって例数が異なっている。

調査結果

A:調査対象者の特性

表2は、男女別の調査対象者のスポーツ活動歴を示している。スポーツ活動歴で「あり」と答えた者は男子は94.9%、女子は80.7%でいずれも高率をしめた。

但し、スポーツ経験の詳細な内容などについてはこの調査では明らかでない。また、調査対象者の中には体育学専攻学生が少なからず含まれている(とくに東京地区と名古屋地区)ことが、このような高率を示したものと考えられる。

表3は、スポーツ活動歴が「ある」と回答した者を、スポーツ種目別に人数を示したものである。また、表4および図1は男女別に「スポーツ活動歴あり」としたスポーツ種目の中で、その割合が高いスポーツ種目順に1から5番まで並べたものである。

男子では野球(ソフトボール)、サッカー、陸上競技、バスケットボール、テニスの順にスポーツ活動歴の「あり」と答えた者の割合が高い。女子ではテニス、バレーボール、陸上競技、バスケットボール及び水泳の順で、男女で大きく異なっていた。

表5は、「スポーツ活動歴あり」と答えた者のス

1) 中京女子大学 2) 神戸女子大学 3) 京都女子大学 4) 小樽商科大学

5) 山形大学 6) 日本体育大学 7) 金沢経済大学 8) 長崎大学

表1 運動時の熱中症事故防止に関する基礎予備調査

<p>暑熱環境がもたらす障害を総称して「熱中症」といいます。この調査は、運動時の熱中症事故を防止の対策を立てるための基礎調査です。 次のことについて該当する番号をマークシートに記入をお願いします。</p>				
A. 調査対象				
イ. 年齢				
ロ. 性別				
ハ. スポーツ活動歴 1, ある 2, なし (次の質問は「A-ハ」で「1ある」と答えた人のみ、答えて下さい。)				
二. スポーツ競技種目				
1, 陸上競技 2, サッカー 3, アメリカンフットボール 4, ラグビー 5, ハンドボール 6, バレーボール 7, バスケットボール 8, 野球(ソフトボール) 9, 水泳 10, 体操 11, 格技 12, テニス 13, 新体操 14, ダンス 15, ゴルフ 16, 卓球 17, その他				
ホ. スポーツ歴 1, 1年未満 2, 1~3年未満 3, 3~5年未満 4, 5~7年未満 5, 7~9年未満 6, 9年以上				
B. 「熱中症」について				
イ. 「熱中症」のことを知っていますか？				
1, 良く知っている 2, 少しあは知っている 3, 聞いたことがある程度 4, まったく知らない				
ロ. 「熱中症予防」に関して、教育を受けたことがありますか？				
1, ある 2, ない 3, わからない				
ハ. 「熱中症」にかかった経験はありますか？				
1, ある 2, ない 3, わからない				
C. スポーツ活動時にについて				
イ. スポーツ活動時の「暑さ」対策として行っていることは？				
1, 日中の暑さを避けて、朝夕の涼しい時間に行う 2, 帽子などで日除けを行う 3, 水を飲む 4, 練習量を減らす 5, 身体の調子によって中止する 6, 一定の環境温以上での運動は避ける 7, 特に考えない 8, 積極的に暑さに向かう 9, その他				
ロ. スポーツ活動中の飲水を行いますか？				
1, 飲まない 2, 積極的に飲む 3, 自然にまかせる				
ハ. 「汗かき」ですか？				
1, はい 2, いいえ 3, どちらでもない				
ニ. 汗の量と身体のコンディションは関係あると思いますか？				
1, はい 2, いいえ 3, どちらでもない				
(次の質問は「C-ニ」で「1はい」と答えた人のみ、答えて下さい。)				
ホ. 普段に比べて汗の量が多い時はコンディションが良いですか？				
1, はい 2, いいえ				

表2 スポーツ活動歴は？

		あ る	な し	全 体
男	数	996	51	1,047
	%	95.12	4.87	100
女	数	1,019	239	1,258
	%	81.00	19.00	100
全体		1,985	290	2,275
全体		87.25	12.75	100

表3 スポーツの種目は?

種 目	男		女		全 体	
	数	%	数	%	数	%
陸上	143	14.80	129	12.68	272	13.72
サッカー	148	15.32	20	1.97	168	8.47
フットボール	4	0.41	1	0.10	5	0.25
ラグビー	54	5.59	0	0.00	54	2.72
ハンドボール	35	3.62	21	2.06	56	2.82
バレー ボール	55	5.69	153	15.04	208	10.49
バスケット ボール	76	7.87	121	11.90	197	9.93
ソフト ボール	195	20.19	53	5.21	248	12.51
水泳	52	5.38	101	9.93	153	7.72
体操	3	0.31	25	2.46	28	1.41
格技	60	6.21	39	3.83	99	4.99
テニス	71	7.35	165	16.22	236	11.90
新体操	0	0.00	11	1.08	11	0.55
ダンス	0	0.00	7	0.69	7	0.35
ゴルフ	4	0.41	8	0.79	12	0.61
卓球	21	2.17	47	4.62	68	3.43
その他	45	4.66	116	11.40	161	8.12
全 体	966	100	1,017	100	1,983	100

表4 上位5番までのスポーツ種目(男)

順 位	種 目	男	
		数	%
1	ソフト ボール	195	20.19
2	サッカー	148	15.32
3	陸上	143	14.80
4	バスケット ボール	76	7.87
5	テニス	71	7.35

上位5番までのスポーツ種目(女)

順 位	種 目	女	
		数	%
1	テニス	165	16.22
2	バレー ボール	153	15.04
3	陸上	129	12.68
4	バスケット ボール	121	11.90
5	水泳	101	9.93

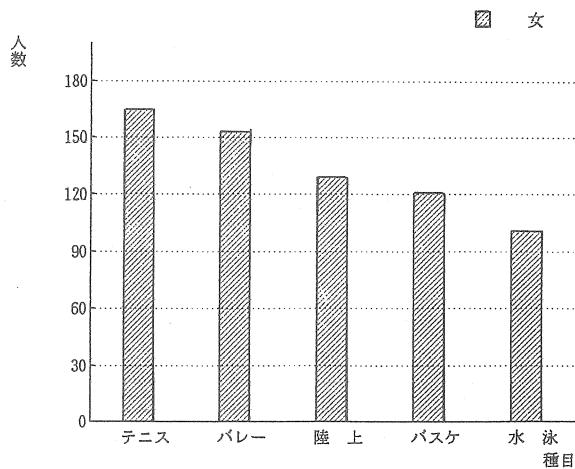
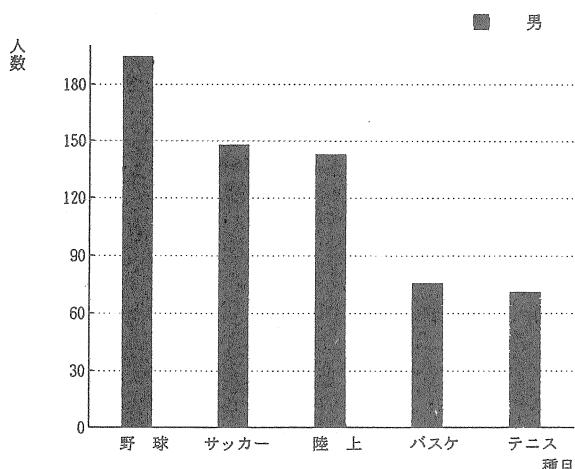


図1 上位5番までのスポーツ種目

表5 スポーツ歴は？

年数		0～1	1～3	3～5	5～7	7～9	9～	全 体
男	数	27	145	166	196	147	281	962
	%	2.81	15.07	17.26	20.37	15.28	29.21	100
女	数	51	352	202	167	134	108	1,014
	%	5.03	34.71	19.92	16.47	13.21	10.65	100
全体	数	78	497	368	363	281	389	1,976
	%	3.95	25.15	18.62	18.37	14.22	19.69	100

P<0.01

表6 「熱中症」について？

		良く知っている	少し知っている	聞いたことがある	全く知らない	全 体
男	数	23	175	250	564	1,012
	%	2.27	17.29	24.70	55.73	100
女	数	6	158	274	814	1,252
	%	0.48	12.62	21.88	65.02	100
全体	数	29	333	524	1,378	2,264
	%	1.28	14.71	23.14	60.37	100

P<0.01

表7 「熱中症予防」に関して、教育を受けたことは？

		あ る	な い	わ か ら な い	全 体
男	数	85	718	209	1,012
	%	8.40	70.95	20.65	100
女	数	81	922	249	1,252
	%	6.47	73.64	19.89	100
全体	数	166	1,640	458	2,264
	%	7.33	72.44	20.23	100

N.S.

表8 「熱中症」にかかった経験は？

		あ る	な い	わ か ら な い	全 体
男	数	29	660	323	1,012
	%	2.87	65.22	31.92	100
女	数	22	825	405	1,252
	%	1.76	65.90	32.35	100
全体	数	51	1,485	728	2,264
	%	2.25	65.59	32.16	100

N.S.

スポーツ活動の経験年数である。男子では「9年以上」と答えた者が最も多く14.2%，次いで「5～7年」で9.9%，女子では「1～3年」が17.8%，「3～5年」で10.2%であった。

B：熱中症の認知度

表6は、「熱中症」に関する認知度についての集計結果である。「熱中症」を良く知っている、ないしは「少し知っている」者の割合は男子では19.5%，女子では13.1%で、「全く知らない」はそれぞれ55.7%，65.0%であり、「熱中症」に関する認知度は女子より男子の方が高い（P<0.01）。

表7は、「熱中症」に関する教育の有無についての結果で、「ある」と答えた者は男子で8.4%，女子では6.5%に過ぎない。

表8は、「熱中症」に罹った経験についてまとめたもので、「ある」と答えた者の割合は男子では2.9%，女子では2.3%であった。

C：暑さ対策

表9及び図2は、スポーツ活動時の「暑さ」対策についてまとめたもので、複数回答を可としたために延べ回答数は5,375で、「暑さ対策」として最も多く実施しているのは、「水を飲む」(24.4%)、「身体の調子によって中止する」(19.4%)、「帽子などで日除けを行う」(17.1%)であった。

表10は、スポーツ活動中の飲水についての結果である。スポーツ活動中に水を「飲まない」者は男子8.6%，女子9.7%で少なく、「積極的に飲む」と答えた者は男子36.0%，女子18.9%で、「自然に

表9 スポーツ活動時の「暑さ」対策として行っていることは？（複数回答可）

項目	男		女		全 体	
	数	%	数	%	数	%
イ 日中の暑さを避けて、朝夕の涼しい時間に行う	350	14.74	467	15.79	817	15.2
ロ 帽子などで日除けを行う	362	14.97	556	18.80	918	17.1
ハ 水を飲む	674	27.87	640	21.64	1,314	24.4
ニ 練習量を減らす	172	7.11	147	4.97	319	5.9
ホ 身体の調子によって中止する	393	16.25	650	21.98	1,043	19.4
ヘ 一定の環境温以上での運動は避ける	83	3.43	117	3.96	200	3.7
ト 特に考えない	223	9.22	252	8.52	475	8.8
チ 積極的に暑さに向かう	97	4.01	79	2.67	176	3.3
リ その他	64	2.65	49	1.66	113	2.1
全 体	2,418	100	2,957	100	5,375	100

N. S.

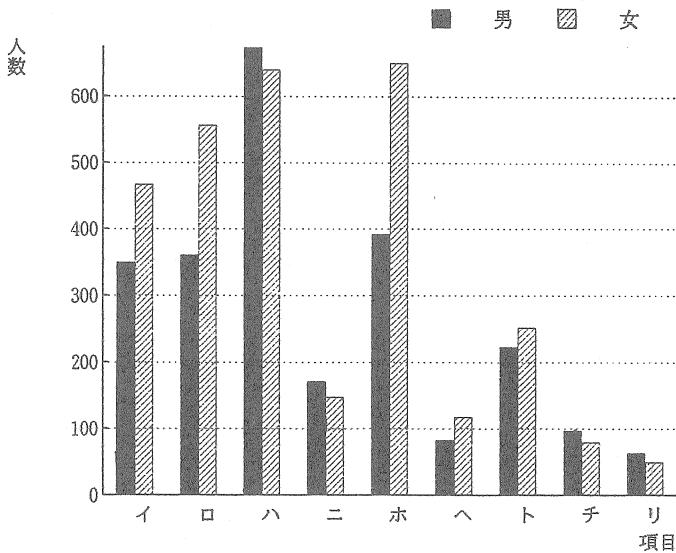


図2 スポーツ活動時の「暑さ」対策

表10 スポーツ活動中の飲水について？

	飲まない	積極的に飲む	自然にまかせる	全 体
男	数	87	363	1,008
	%	8.63	36.01	100
女	数	121	235	1,246
	%	9.71	18.86	100
全体	数	208	598	2,254
	%	9.23	26.53	100

P<0.01

「まかせる」（男子55.4%，女子71.4%）が最も多い割合を示した。

自分自身で「汗かき」と認識しているかどうかについてまとめたのが表11である。「はい」と答え

表11 「汗かき」ですか？

	は い	い い え	どちらでもない	全 体
男	数	611	148	256
	%	60.20	14.58	25.22
女	数	686	199	367
	%	54.79	15.89	29.31
全体	数	1,297	347	623
	%	57.21	15.31	27.48

P<0.05

た者は男子60.2%，女子54.5%で、「いいえ」はそれぞれ14.6%（男子）および15.9%（女子）であった。

表12は、「汗の量とコンディション」との関係に

表12 汗の量と身体のコンディションは関係あると考えますか？

		はい	いいえ	どちらでもない	全 体
男	数	758	81	170	1,009
	%	75.12	8.03	16.85	100
女	数	886	71	294	1,251
	%	70.82	5.68	23.50	100
全体		数	1,644	152	464
		%	72.74	6.73	20.53
					P<0.05

表13 普段に比べて汗の量が多い時はコンディションが良いですか？

		はい	いいえ	全 体	
男	数	315	426	741	
	%	42.51	57.49	100	
女	数	370	486	856	
	%	43.22	56.78	100	
全体		数	685	912	
		%	42.89	57.11	
					N.S.

表14 スポーツ活動中の飲水について？

		飲まない	積極的に飲む	自然にまかせる	全 体
ある	数	185	564	1,215	1,964
	%	9.42	28.72	61.86	100
ない	数	23	34	228	285
	%	8.07	11.93	80.00	100
全体		数	208	598	1,443
		%	9.25	26.59	64.16
					P<0.01

表15 「汗かき」ですか？

		はい	いいえ	どちらでもない	全 体
ある	数	1,154	288	532	1,974
	%	58.46	14.59	26.95	100
ない	数	140	59	89	288
	%	48.61	20.49	30.90	100
全体		数	1,294	347	621
		%	57.21	15.34	27.45
					P<0.05

表16 汗の量と「コンディション」は関係あると考えますか？

		はい	いいえ	どちらでもない	全 体
ある	数	1,458	127	384	1,969
	%	74.05	6.45	19.50	100
ない	数	185	25	77	287
	%	64.46	8.71	26.83	100
全体		数	1,643	152	461
		%	72.83	6.74	20.43
					P<0.05

表17 汗の量が多い時はコンディションが良いですか？

		はい	いいえ	全 体	
ある	数	627	790	1,417	
	%	44.25	55.75	100	
ない	数	57	122	179	
	%	31.84	68.16	100	
全体		数	684	912	
		%	42.86	57.14	
					P<0.01

についてまとめたもので、「ある」と考えている者は男子で75.1%，女子は70.8%と、男女とも高い率を示していた。汗の量とコンディションとの関係で、汗の量が多い時はコンディションが良いと答えた者は、42.5%（男子）および43.2%（女子）で、「いいえ」とした者との差は7～8%で、「いいえ」とする者が多い傾向をしめた（表13）。

D；スポーツ活動歴との関係

表14は、スポーツ活動歴の有無とスポーツ活動中の飲水との関係についてまとめたものである。

スポーツ活動中に「飲水しない」者の比率は、スポーツ活動歴「あり」の群で9.4%，「なし」で

8.1%であり、水を「積極的に飲む」とした者が「あり」の群で28.7%，「なし」の群で11.9%で、スポーツ活動歴のある者がスポーツ活動中に飲水に心掛けている傾向が認められた（P<0.01）。

スポーツ活動歴の有無と「汗かき」かどうか（表15）、「汗の量とコンディション」（表16, 17）について比較した。スポーツ活動歴の「ある」者の方が、汗の量と身体のコンディションと関係があり（P<0.05），しかも、汗の量が多いほどコンディションが悪いと考えていることが多い傾向を示した（P<0.01）。

表18 1症例

患 者：・中学1年男子（慎重159cm、体重61kg）
 ※全国平均（13歳男子）身長158,2cm、体重47,6kg
 ・卓球部所属

時 間：・卓球部の強化練習（午前10時～午後1時）中に発症
 ・発症前日の2日間旅行

場 所：体育館（ほぼ密閉状態）

気 候：蒸し暑い日

	状 態・症 状	対 応
8月4日	午後1時20分	部活終了間際に倒れる（休憩、水分補給なし） 多量の発汗、意識喪失
	午後1時50分	顧問らにより保健室へ移動 養護教諭の連絡により校医到着
	午後2時頃	校医の呼びかけに応答 意識回復
	午後3時頃	母親に連絡 血圧71子供だから心配はない（医）
	午後4時半頃	お茶を飲み嘔吐 下痢をもよおす 意識混乱をおこす
	午後5時頃	校医、養護退室 母親、顧問と共に帰宅
8月5日	午前2時	42℃の高熱、病院にて「熱射病」と診断 校医に連絡、校医の指示で救急車を呼び、病院へ。 途中、救急隊員より、高熱であることと対応の遅れを指摘される。
		3名の医師による必死の介抱も虚しく死亡。

考 察

我々は昨年度（1993年）、「スポーツ活動における熱中症予防」と題して、熱中症発生と環境条件、体温調節と血液循環や発汗、およびスポーツ活動と水分補給などの視点から、中間報告の一部としてガイドブックを発刊した¹⁾。中日新聞社では「梅雨明け間近—真夏のスポーツ「熱中症」防ごうー」と題して、ガイドブックの内容を記事として紹介した。

その記事を読んだ読者から、電話でガイドブックの請求が著者宛てにあった。その読者は、自分の子供を熱中症で失ったという母親で、ガイドブックを受け取った後、子供の死亡に至るまでの顛末を手紙で詳細に知らせてきた。表18はその手紙に基づいて著者が事故の経過を概要としてまとめたものである。この手紙から判断できることで特に重要なことは、関係者が日射病は太陽の降り注ぐ炎天下でのみ起こり、屋内スポーツでは生じないと考えて、事態を軽く考え、適切な対応や措置を欠くなど、関係者の熱中症に関する理解が不足していたのではないかという点である。

この事例からも熱中症の発生の予防と併せて、発症時の適切な対応や措置が取れるような教育や啓蒙が重要であることが、改めて痛感させられる。

本調査の目的は当初、学校体育指導者やスポーツ指導者を対象として行う予定であったが、この種の先行調査が見当たらないことから、予備調査として比較的簡単に調査対象として選択できる男女学生を対象に、基礎的な内容についてアンケート調査を実施した。

本アンケート用紙の冒頭に、『暑熱環境がもたらす障害を総称して「熱中症」といいます』と記し、熱中症に関する解釈を与えたにも関わらず、「熱中症」のことを「良く知っている」と答えた者の割

合は非常に少なく、「全く知らない」者が男女とも過半数を超えていた。我が国の人口動態統計による死因の分類では、「熱及び光の作用」として統計処理が行われ、その中に「熱射病及び日射病」、「熱虚脱」、「熱痙攣」あるいは「熱疲はい」などに分類されている。成書や新聞記事などの取り扱いは日射病や熱射病が一般的で、「熱中症」という取り扱いは少ない。今後、熱中症の予防や対策のための教育を幅広く推進するためには、「熱中症」に関する用語の定義や解釈に関しても整理しておくことが重要であると考えられる。

熱中症という言葉の認知度が低いことから、当然予想されることであるが、「熱中症予防」に関する教育の経験率は低い。事故防止の観点から教育の普及が期待される。

調査結果における男女差の検定は χ^2 検定により行ったが、幾つかの調査項目において統計的な有意差が認められた。概ね「熱中症」に関する認知度や、スポーツ活動中の飲水に対する態度などについては女子よりも男子の方が高い傾向が認められる（表6、表10など）。これは表14でも判るように、スポーツ活動歴がある者がスポーツ活動中の飲水に対する積極性が高いように、熱中症に関する認知度や積極性の男女差は、男女のスポーツ活動歴の差（表2）を反映しているもの思われる。

データの処理や解析にあたって、中京女子大学早川誠司氏や愛知医科大学情報処理センターの前田吉則氏のお世話になった。また、統計処理は愛知医科大学情報処理センターを利用して行われた。記して感謝の意を表わす。

文 献

- 1) 川原貴、森本武利編著(1993)：スポーツ活動における熱中症予防。日本体育協会、東京。