

中年のテニス愛好者の練習や試合中の水分摂取が体重、心拍数、主観的運動強度に及ぼす影響

北村 潔和・碓井笑美子

Effect of Fluid Ingestion during Tennis Play on Body Weight, Heart Rate and Rating of Perceived Exertion in Middle Age Subjects

Kiyokazu KITAMURA and Emiko USUI

E-mail:kkitamur@edu.toyama-u.ac.jp

キーワード：テニス、水分摂取、心拍数、主観的運動強度

Key word : tennis, fluid ingestion, heart rate, rating of perceived exertion

． 目 的

テニスは、性・年齢を問わず誰でもが楽しめるスポーツの一つである。最近では、クレーのコートから全天候型のコートに整備が進み、雨や雪の多い地方でも、年間を通して楽しめるスポーツになりつつある。また、コートの整備にあわせてテニス教室が開催され、愛好者を増やしている。

一方、テニスコートには、日陰のないのが現状であり、高温環境下であっても、練習や試合中は直射日光にさらされることになる。これまでの調査によると^{8,12,14,15,16)}、高温環境下でのテニスでは、水分補給を適切にしないと、熱中症などを起こし悪くすると死にいたるおそれもある。北陸地方であっても、真夏には30℃を超える日も多く、これらの予防に努める必要があろう^{6,7,17)}。

地域のテニスクラブでは、若者達に混じって多くの中高年者が楽しんでいる。これらの中高年者は、スポーツ活動中に水分を摂ることは好ましくないと教えられてきただけに¹⁹⁾、練習や試合中に水分を十分に摂らせることは難しい。また、これらのテニスクラブの練習を観察していると、頻繁に飲水している人は少ない。多くは練習や試合が終わってから、近くの自動販売機などで飲料水を買って求め、一気に摂っている。

これまでに、高温環境下でのスポーツ活動中の飲水に関する報告が、多くの研究者によって行われてきている^{2,3,4,8,11,13,20,21)}。しかし、その多くは若者を対象にしたものであり、中高年者については少ない⁴⁾。中高年者が安全にテニスを楽しむためには、どのように水分を補給すればいいのかについての検討は十分でない。

本研究は、性や年齢の異なる中年のテニス愛好者を対象に、水分を摂らせない（以後は摂取無しとする）、水分を自由に摂らせる（以後は自由摂取とする）、水分を強制的に摂らせ

る（以後は強制摂取とする）条件で、それぞれ2時間程度のテニスを行わせ、体重、飲水量、心拍数、主観的運動強度、水分の要求度、気分の調査から、安全に楽しく、テニスを行うための水分補給の方法を明らかにすることを目的に企画した。

． 実験方法

被験者は、男子3人と女子3人の合計6人である。その年齢と身体的特徴及びテニス歴は、表1に示した。尚、全ての被験者には、研究の目的、実験内容等について十分な説明を事前に行い承諾を得た。

表1 被験者の年齢、身体的特徴、テニス歴及び性別

被験者	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	テニス歴(年)	頻度(回)	性別
A	52	175.5	78.1	20	週3	男
B	42	173.0	63.7	17	週4	男
C	32	176.0	72.4	20	週3	男
D	44	159.0	61.7	13	週3	女
E	33	168.0	59.7	20	週1	女
F	21	162.5	58.5	10	月1	女

3回の実験は、2001年9月1日（摂取無し）、8日（自由摂取）、22日（強制摂取）のいずれも13時から17時の間で実施した。実験日の環境温度（湿度）は、摂取無しで29℃（60%）、自由摂取で28℃（65%）、強制摂取で20℃（45%）であった。

飲料には、市販されているスポーツ飲料（アクエリアス、コカコーラ社）を使用した。自由摂取では、被験者に500mlのペットボトルを渡して自由に摂らせ、毎回その重さを計量して飲水量とした。強制摂取の1回当たりの飲水量は、摂取無しで得られた全被験者の体重の減少量を摂取回数で除して

決定した。自由摂取と強制摂取では飲水後に気分を、また、強制摂取では与えられた飲水量についての感想を調査した。摂取無しの条件では、被験者の安全に配慮することから、我慢できなくなったら飲水を許可することを被験者に実験開始前につたえた。

3回の実験はクレートで行い、基礎練習では1面のコート、試合では2面のコートを使用した。実験内容はグランドストローク、ボレー、スマッシュの基礎練習（約1時間）とダブルスの試合（約1時間）であった。基礎練習は、男子3人と女子3人の2つのグループに分けて、グランドストローク、ボレー、スマッシュの順に行わせた。これらの練習を2つのグループが交互に行い、いずれも、連続して出された6個のボールを打ち返すことを1セットとして、5セット行わせた。練習をしていないグループには、ボールの収集を行わせた。また、ボールは指導経験のある技術の高い検者が出し、いつも同じリズムで同じスピードと軌跡になるように配慮した。

試合1は男子ペア対男子ペア、試合2は女子ペア対男子ペアとの対戦とし、いずれの試合も6ゲーム先取とした。被験者は男女ともに3人であったので、テニス仲間の50歳代の男子と40歳代の女子を試合の補助者として加えた。

基礎練習では、練習グループが変わる毎に1分間の休憩を、練習種目が変わる毎に3分間の休憩をとらせた。試合では、奇数ゲームのチェンジコートの際に1分間の休憩をとらせた。本研究では、これらの休憩時間に飲水と後で述べる様々な調査を実施した。

実験中の心拍数は、心拍メモリー装置（竹井機器工業）を用いて、1分間隔で連続測定した。電極は、ノイズの混入を避けるために皮膚表面をアルコールで強く拭き、電極間抵抗を小さくして装着した。その電極には、直接コードブレが伝わらないように工夫された電極（日本GEマーケットメディカルシステム株式会社）を用いた。これらの測定装置の身体への装着が、プレーの妨げにならないように、心拍メモリー装置は専用のバンドで腰に取り付け、電極からのコードはテープで纏めて腰に止めた。

主観的運動強度は、小野寺と宮下¹⁸⁾の作成した20段階のカテゴリを7段階に修正して（表2）、水分摂取の欲求度は、表3に示したような7段階のカテゴリで調査した。

飲水後の気分は、「だいぶん楽になった」、「少し楽になった」、「変わらない」、「少しつらく(苦しく)なった」、「かなりつらく(苦しく)なった」、水分量は、「多い」、「ちょうどよい」、

表2 主観的運動強度

- 7. 非常にきつい
- 6. かなりきつい
- 5. きつい
- 4. ややきつい
- 3. 楽である
- 2. かなり楽である
- 1. 非常に楽である

表3 水分に対する欲求度

- 6. 非常に飲みたい
- 5. 飲みたい
- 4. 少し飲みたい
- 3. あまり飲みたかない
- 2. 飲みたかない
- 1. 全く飲みたかない

「少ない」と表示された表を被験者個々に提示して調査した。さらに、本研究では、実験が終了する毎に、練習や試合中の技術、体力、集中力にどのような変化がみられたかについての調査を自由記述で行った。

体重測定は、実験開始前、基礎練習後と試合後の3回、デジタル体重計（タニタ、最小表示50g）を用いて行った。このとき、被験者には、乾いたタオルで汗をよく拭き、Tシャツを着替えるように指示した。

結果

摂取無し、自由摂取、強制摂取の条件で、2時間程度のテニスを行わせると、実験終了時の体重は、摂取無しの男子で $-1.35 \pm 0.18\text{kg}$ （平均 \pm 標準偏差）、女子で $-1.01 \pm 0.17\text{kg}$ の減少、自由摂取の男子では $0.10 \pm 0.45\text{kg}$ の増大、女子では $-0.13 \pm 0.33\text{kg}$ の減少を示した。また、強制摂取の男子では $0.42 \pm 0.26\text{kg}$ 、女子では $0.69 \pm 0.60\text{kg}$ の増大を示した。

実験終了時の自由摂取での飲水量は、男子で $1205 \pm 215\text{ml}$ 、女子で $878 \pm 321\text{ml}$ であった。強制摂取では男子で $1133 \pm 57\text{ml}$ 、女子で $1033 \pm 32\text{ml}$ であったが、女子の2名はゲームでの飲水を拒否した。

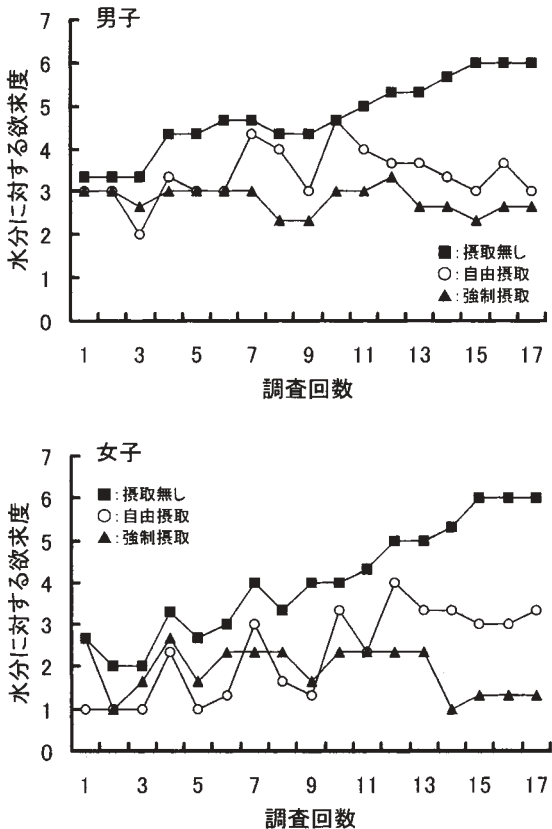


図1 水分欲求度の経時的変化

基礎練習と試合中の水分の欲求度は、男女別に図1に示した。摂取無しでは、男女共に時間経過に伴って徐々に上昇し、実験終了時には「6：非常に飲みたい」まで達した。「4：少し飲みたい」となるのは、基礎練習の終了後であった。自由

摂取の男子では「3：あまり飲みたいくない」から「4：少し飲みたい」、女子では「1：全く飲みたいくない」から「3：あまり飲みたいくない」の間で変動した。強制摂取での男子では「2：飲みたいくない」から「3：あまり飲みたいくない」、女子では「1：全く飲みたいくない」から「2：飲みたいくない」の間で変動した。

基礎練習と試合中の心拍数は、男女別に図2に示した。男子の基礎練習では、3つの条件でほぼ同じ値を示した。しかし、試合になると、摂取無しが自由摂取、強制摂取に比べて10拍/分～20拍/分ほど高い値を示す傾向が見られた。女子の基礎練習と試合では、摂取無しと自由摂取でほぼ同じ値を示し、強制摂取がそれらよりも低い値を示した（10拍/分～15拍/分）。

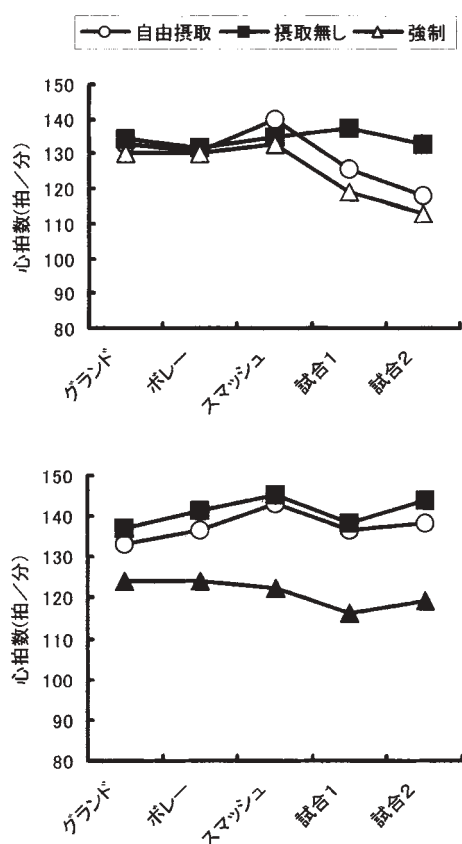


図2 グランドストローク(グランド)、ボレー、スマッシュ、試合中の心拍数。上段は男子、下段は女子を示す。

基礎練習と試合中の主観的運動強度は、男女別に図3に示した。男子の基礎練習では、摂取無し、自由摂取、強制摂取でほぼ同じ値を示し、試合になると摂取無しでは「6：かなりきつい」となり、「4：ややきつい」となった他の2つの条件に比べて高い値を示した。女子も男子ほど明らかなが、試合になると摂取無しでは「4：ややきつい」となり、自由摂取、強制摂取の「3：楽である」よりも高い値を示した。

飲水後の気分は、自由摂取で男女共に「だいぶん楽になった」、「少し楽になった」、強制摂取の男子では「変わらない」、「少し楽になった」、女子では「だいぶん楽になった」、「少し

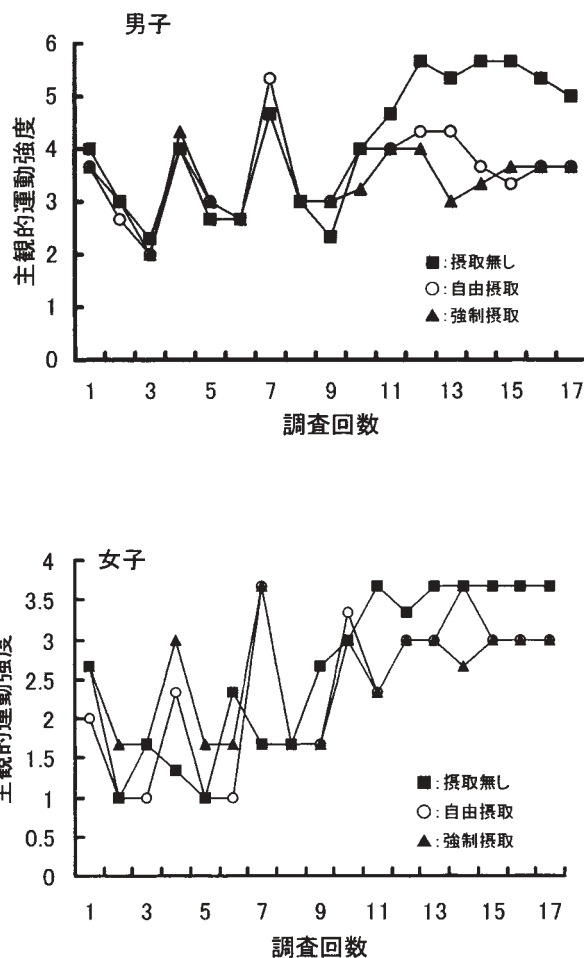


図3 主観的運動強度の経時的変化

づらくなった」と評価した。また、強制摂取で与えられた水分量は、男子の基礎練習では「ちょうどよい」、試合2になると「多い」、女子では基礎練習から「多い」であった。

自由記述の摂取無しでは「楽しくなかった」、「集中できなかった」、「フットワークが悪くなった」、「ボレーやストロークの精度が落ちた」、自由摂取では「楽しくできた」、「集中できた」、「フットワークが良くなった」、強制摂取では「水分を摂ることが苦痛になった」、「身体が重たくなった」と記載されていた。

考 察

体重の3.0%が減少すると、運動能力や体温調節能力の低下を起こすことが明らかにされていることから¹⁶⁾、運動中の体重の変化は、熱中症を予防するための有用な指標の1つと考えられる。本実験では、運動中の体重の変化を手掛かりに水分補給の方法を検討した。

ところで、本実験の摂取無しでの体重減少量は、男子で2.0%、女子で1.8%であり、直ちに体温調節能力の低下や熱中症を引き起こすほどではなかった⁹⁾。しかし、自由記述や気分などをみると、摂取無しでは「楽しくなかった」、「集中

できなかった」、「フットワークが悪くなった」、「ボレーやストロークの精度が落ちた」など、プレーや気分にはいい影響があったとはいえない。このことは、熱中症などを引き起こすほどの体重減少であっても、水分の補給方法を検討する意義のあることを示すものであろう。

運動中の体重を一定に保つためには、水分を補給する必要がある。その補給方法には、自由に飲ませる、強制的に飲ませるなどが考えられる。若者を対象にした飲水実験で、井上⁴⁾は、自由に飲水させると発汗量の70%程度しか摂れないことを、森本¹¹⁾は、任意に飲水させると必要量の50%～80%しか摂れないことを報告している。また、井上⁴⁾が指摘しているように、中高年者は若年者や青年に比べて、のどの乾きに対する口渇感の低いことが知られており、自由に飲水してもいいとのアナウンスだけでは、十分な量を摂らせることは難しいと考えられる。しかし、本実験の自由摂取では、男女共に体重の増減は少なく、それに相当する飲水を行っていたと考えられる。

井上⁴⁾や森本¹¹⁾の報告との相違は、飲水のためのアナウンスや飲水間隔などが考えられる。また、本実験後の内省では、練習を中断して全員が飲水のために集まると、さほど飲みたくなくても摂ってしまうとのことであり、飲水の環境をどのように設定するかも大切な要因になることが示された。したがって、本実験結果は、中年者であってもこれらを考慮すれば、自由摂取で体重の減少量に見合った水分補給のできることを示したもののといえよう。

一方、選手の自由に任せて水分補給を促しても必要量が摂れないことから、量と時間を決めて強制的に摂らせる方法も提案されている¹⁷⁾。しかし、本実験では、飲水量を決めて強制的に水分を摂らせると、体重は男女共に増大した。この要因には、1回の飲水量を摂取無しでの全被験者の体重減少量から決定したことや、実験当日の外気温が20℃と他の2回の実験に比べて約8～9℃低く、肌寒い感じであり発汗も少なかったことが推測できる。また、1回の飲水量については、男女共に多いと感じており、女子では飲水を拒否した被験者が2人出たこともこれらと関係しているのであろう。したがって、強制的に飲水させる場合は、外気温、身体の大きさ、運動強度などを考慮して、1回当たりの適切な量を決定する必要がある。

高温環境下と低温環境下で物理的に同じ運動をすると、前者は後者よりも心拍数が高くなる²²⁾。この現象は、体温調節のための皮膚血流量の増大と体水分量の減少などによって起こると考えられ、循環系の負担が高くなることが知られている。

心拍数を比較する場合には、外気温や着用している衣服、物理的な運動量が同じであることが重要になる^{9,10,22)}。しかし、本実験のような屋外でのテニスでは、先のような全ての条件を規定することは難しく、得られた心拍数が、そのまま環境温度や飲水の影響を表しているとはいえない。このようなことを考慮して心拍数を検討すると、本実験の自由摂取と強制摂取での男女の心拍数は、摂取無しでの心拍数よりも高くな

ることはなく、実験後半では飲水によって心拍数の上昇が抑制されたと考えられる。また、主観的運動強度においても、男女共に実験の後半（試合中）に摂取無しが自由摂取や強制摂取に比べて高い値を示し、飲水の影響が考えられた。これらの結果は、高取ら²¹⁾、Montainら¹³⁾が示唆しているように、飲水によって生体への生理的負担と主観的負担を軽減させることを示しているものといえよう。

高温環境下での飲水の有無が、運動開始後どれくらいの時間で心拍数や主観的運動強度などに影響を及ぼすかは興味ある問題であろう。掘田ら⁵⁾（文献5より引用）は、室温28.6℃で休憩を挟んで45分間のトレッドミル走を2回行わせ、1回目よりも2回目の方が飲水による心拍数の差が大きくなることを示している。また、Hamiltonら³⁾やMontainら¹³⁾の報告でも、運動中の心拍数や心拍出量など循環系機能に飲水の影響が有意に表れるのは、運動開始1時間後であることが示されている。本実験の男子では、飲水の影響が心拍数や主観的運動強度に表れたのは基礎練習後であり、先の報告を考えあわせると^{3,5,13)}、飲水の影響が表れるのは、運動開始1時間前後からであるといえよう。

さらに、心拍数や主観的運動強度に、飲水の影響が認められた時点を水分の欲求度でみると、「4：少し飲みたい」となったことから水分の要求度が生理的、主観的負担度を知るためのよい指標になると考えられた。

スポーツを楽しむ者にとっての関心事は、高温環境下であっても、飲水によって質の高いプレーを維持できるか否かであろう。本実験では、飲水後の気分においても、適量を摂っていれば「楽になった」、「だいぶん楽になった」、また、プレー面では「集中できた」、「フットワークがよくなった」、「楽しくできた」といった内省が得られた。これらのことを考えると、熱中症を起こすほどの環境条件で無い場合でも、テニス中に適切な飲水を行うことによって、安全に楽しくテニスができるといえよう。

以上のことから、高温環境下のテニスであっても、全員を一堂に集め、約7分に1回程度の飲水を自由に行わせれば、体重をほぼ一定に保つことができ、生体への生理的、主観的負担を軽減し、楽しくプレーできることが明らかになった。

・要 約

中年のテニス愛好者を被験者（男子3人、女子3人）にして、飲水が高温環境下でのテニス中の心拍数や主観的運動強度などに及ぼす影響を検討した。被験者には、水分を摂らせない、水分を自由に摂らせる、水分を強制的に摂らせる条件で約2時間のテニスを行わせた。飲水の時間は、特別に決めずに練習の交替や試合のコートチェンジの間に行わせたが、結果的に約7分間に1回であった。

水分を摂らせない条件での実験後の体重は、実験前に比べて全被験者で減少（男子で2.0%、女子で1.8%）したが、熱中症を起こすほどではなかった。自由に水分を摂らせる条件では、ほぼ一定の体重を示し、水分を強制的に摂らせる条件

では増大した。

水分を摂らせない条件での心拍数と主観的運動強度は、実験開始1時間後から、他の2条件に比べて高くなる傾向がみられた。

自由記述や飲水後の気分をみても、水分を自由に摂らせる条件では「楽しくできた」、「集中できた」、「フットワークがよかった」、「楽になった」などの内省が得られた。

以上のことから、中年者であっても、適量を約7分間隔で自由に飲水することによって、生体への生理的、主観的負担度を軽減し、また、気分やプレーに良い影響を及ぼし、テニスを安全に楽しめることが明らかとなった。

文 献

- 1) American College of Sports Medicine: Position Stand on Exercise and Fluid Replacement. Med Sci. Sports Exerc. 28:i-vii,1996.
- 2) Coyle E.F. and S.J.Montain: Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: are there trade-off? Med.Sci.Sports Exerc. 24:671-678,1992.
- 3) Hamilton,M.T.,J.Gonzalez-Alonso,S.J.Montain and E.F.Coyle: Fluid replacement and glucose infusion during exercise prevent cardiovascular drift. J.Appl.Physiol. 71:871-877.1991.
- 4) 井上芳光、米浪直子、小倉幸雄、久保田豊司、芳田哲也、中井誠一：夏季スポーツ活動時における発汗量と水分補給量の年齢差。体力科学、51:235-244,2002.
- 5) 石河利寛：運動中の水分摂取の是非について。新体育、50:522-524,1980.
- 6) 川原貢：3年間の研究のまとめ。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集、2:2-3,1993.
- 7) 川原貢：熱中症予防8カ条と熱中症予防のための運動指針。日本体育協会スポーツ医・科学研究報告集、2:4-5,1993.
- 8) 川原貢：スポーツにおける熱中症。臨床スポーツ医学、14:735-740、1997.
- 9) Kitamura,K. K.Yamaji and R.J.Shephard: Heart rate predictions of exercise intensity during arm, leg and combined arm/leg exercise. J.Human Ergol.,10:151-160,1981.
- 10) 北村潔和、布村忠弘、堀田朋基、諸岡晴美：HR-%VO₂ max関係に及ぼすスキーウェアの影響。体力科学、43:127-129,1994.
- 11) 森本武利：水分摂取と塩分バランス。臨床スポーツ医学、4:1097-1103,1987.
- 12) 森本武利：焦熱順化と熱中症。日本体育協会スポーツ医科学研究報告集、2:6-12,1993.
- 13) Montain,S.J. and E.F.Coyle: Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. J.Appl.Physiol. 73:1340-1350,1992.
- 14) 中井誠一、高野清江、伊藤孝：運動中の暑熱障害発生と気象条件。保健の科学、23:205-208,1981.
- 15) 中井誠一、寄本明、森本武利：環境温度と運動時熱中症事故発生との関係。体力科学、41:540-547,1992.
- 16) 中井誠一：運動時熱中症事故発生の実態と発生時の環境温度。日本体育協会スポーツ医科学研究報告集、12:34-47,1992.
- 17) 日本体育協会・スポーツ活動時の熱中症事故予防研究班。スポーツ活動時の熱中症予防ガイド（河原貢、森本武利編）、日本体育協会、東京、(1996)
- 18) 小野寺孝一、宮下充正：全身持久性運動における主観的運動強度と客観的運動強度の対応性 Rating of Perceived Exertionの観点から。体育学研究、21:191-203,1976.
- 19) 坂本ゆかり：運動時の水分摂取をめぐる史的背景。J.J.Sports Sci.,2:452-458,1983.
- 20) 鈴木正登、清水桃子、川辺典子、町田勝彦、木村真規、塩田正俊：暑熱環境下における持久走運動時水分摂取の影響 糖・脂質および水・電解質代謝におよぼす糖 電解質含有溶液摂取の影響。体力科学、47:427-442,1998.
- 21) 高取直志、長谷川博、山崎昌廣、小村堯：水分摂取間隔の違いが暑熱下運動中の体温調節反応に与える影響、体力科学、51:317-324,2002.
- 22) 豊岡示朗、金子公宥：最大作業時の呼吸循環系反応に及ぼす室温の影響。体育学研究、17:205-211,1973.

