

報告・資料

バドミントン日本代表選手における国際大会期間中の連戦に伴う脱水状態の評価
Evaluating Dehydration in Japanese National Badminton Players
During Consecutive International Matches

妙園香苗¹⁾, 飯塚太郎²⁾, 朴柱奉²⁾, 亀井明子¹⁾, 中村真理子¹⁾
Kanae Myoenzono¹⁾, Taro Iizuka²⁾, Park Joo-bong²⁾, Akiko Kamei¹⁾, Mariko Nakamura¹⁾

Abstract : Although heat stroke and severe dehydration are generally considered less prevalent in indoor sports than in outdoor sports, evidence indicates that some badminton players experience dehydration rates exceeding 2% during matches. For athletes competing in consecutive daily matches, implementing timely rehydration strategies immediately after each match is essential to prevent performance decline in subsequent games. However, empirical data on the prevalence and implications of dehydration during such schedules are limited. In this study, we aimed to evaluate the dehydration status of badminton players during matches and the following morning during an international tournament involving consecutive matches. The participants included 26 players (mean age: 26.1 ± 2.9 years, height: 168.3 ± 5.9 cm, weight: 64.0 ± 6.4 kg). Measurements taken on the day of the first round included early morning urine-specific gravity, fluid intake during matches, perspiration rate, and dehydration rate. Analyses focused on the six players who reached the semi-finals and the two finalists. No significant sex-based differences were observed in early morning urine-specific gravity, fluid intake, perspiration rate, or dehydration rate on the first round's match day. However, one player exhibited a dehydration rate as high as 2.2%. One of the semi-finalists lost 2.7% of their weight on the day of the semi-final compared with that of the first round. Furthermore, the dehydration rates differed when comparing two finalists who played the same time game (Player I: 1.2% vs. Player II: 0.4%). These findings highlight the importance of comprehensive hydration strategies that extend beyond the traditional pre-, during-, and post-match protocols. Individualized approaches that consider the demands of consecutive matches and the specific needs of each athlete are critical to minimizing dehydration-related performance declines.

Key words : dehydration, international matches, badminton, urine specific gravity, fluid intake

キーワード : 脱水, 連戦, バドミントン, 尿比重, 飲水量

¹⁾国立スポーツ科学センター, ²⁾公益財団法人日本バドミントン協会

¹⁾Japan Institute of Sports Sciences, ²⁾The Nippon Badminton Association

E-mail : kanae.mmmmm@gmail.com

I. 背景

トップレベルのバドミントン国際大会における試合は、各種目1日1試合の勝ち残り式トーナメント制で、21点3ゲーム制（2ゲーム先取）のラリーポイント方式で実施される。先行研究において、バドミントンの試合時間は平均して40分、長いときは1時間以上続くことが報告されている^{2), 7), 9), 20)}。バドミントン競技は、無酸素系の高強度の短いラリーと有酸素系の中高強度の長いラリーを組み合わせた運動様式で、試合中の平均心拍数は男女ともに最大心拍数の90%以上、または170～180 bpmと高値であることが報告されている¹¹⁾。

世界トップレベルのバドミントン競技会は、空調で管理された体育館で実施されることから、屋外競技と比較して熱中症や過度な脱水は起こりにくいと考えられる。しかし、先述したように試合が高強度かつ比較的長い時間行われる中で、試合中の平均発汗量が男性で1.14 L/h、女性で1.02 L/hに達する²⁾とした報告があるほか²⁾、試合後の体重減少率が2%を超える選手がいたことも明らかにされている¹⁵⁾。体重の2%以上の脱水は持続的なパフォーマンスや認知機能を低下させることから^{3), 18)}、試合中の脱水対策や一日を通じた計画的な水分摂取を行う必要がある。試合中の脱水には、試合での水分補給ばかりでなく一日を通じた水分摂取量や食事による水分摂取量も影響するため、試合前後の体重減少率に加えて早朝の体重や尿比重の変化を評価することも重要とされている^{1), 12), 22)}。体重の概日変動に関する先行研究では、運動後に適切な水分摂取を行い、日々のエネルギー摂取量を同程度に保った場合の体重変動は1%以内であることが報告されている⁸⁾。すなわ

ち、基準となる早朝体重から1%以上の体重減少が確認された場合、前日の運動による脱水状態から回復できていないという指標になる。しかしながら、世界トップレベルの国際大会において、大会期間中、早朝体重、尿比重を指標とし、選手の一日を通じた水分摂取状況について連日評価した研究はこれまで報告されていない。これらの指標を用いて客観的な検証を行うことにより、実際の競技環境下における選手個々の水分補給行動が適切かを把握することが可能となる。また、世界トップレベルのバドミントンの競技特性に応じた水分補給プログラムの立案への活用も期待できる。そこで本研究は、バドミントン日本代表選手を対象に、トップレベルの国際競技大会期間中における脱水状態の変動を、早朝体重および尿比重を用いて定量的に評価することを目的とした。

II. 方法

1. 対象選手

対象選手は、2023年に実施された国際競技大会に出場した男女バドミントン日本代表選手29名のうち、データの欠損のない選手26名、うち女子選手14名（54%）とした。対象選手の特性をTable 1に示した。Body Mass Index (BMI, kg/m²)は、全自動身長体重計AD-6228（株式会社エー・アンド・デイ、東京、日本）を用い測定をした身長、体重の値から算出した。BMIの測定は、味の素ナショナルトレーニングセンターでの強化合宿時（2023年2月または5月）に実施した。

本測定調査は、国立スポーツ科学センター（Japan Institute of Sports Sciences：以下 JISS）のスポーツ医・科学支援事業「総合型サポート」の一環で行われた。「総合型サポート」とは、中央競

Table 1. Subject Characteristics (n = 26)

Age, years	26.1 ± 2.9	(21 – 31)
BMI, kg/m ²	22.6 ± 1.5	(20.3 – 26.2)

Average ± SD (Min-Max)

BMI: Body mass index

技団体のニーズを踏まえ、トレーニングの効果を検証し課題を明らかにするフィットネスチェック、栄養・心理・トレーニングサポート、映像・IT分野の講習会及び相談を継続して実施するとともに、パリ2024オリンピック・パラリンピック競技大会、ミラノ・コルティナ2026オリンピック・パラリンピック冬季競技大会で十分なパフォーマンスが発揮できるよう、競技力向上のための分野横断的・継続的なサポートをJISSの人的・物的資源を集中して行う体制のことである。総合型サポートにおける測定実施および取得されるデータの活用について、日本バドミントン協会とJISSとの間で覚書を交わし書面にて合意を得た。また、本研究はJISS（国立スポーツ科学センター）の倫理委員会の承認（承認番号2025-005）を受け実施された。

2. 測定調査項目

国際競技大会初日、選手は全員早朝体重及び尿比重を測定した。選手は試合会場に移動後、ウォーミングアップ開始前と試合終了後に体重、飲水量の測定を行った。全ての項目について、大会1回戦で測定した値を基準値とした。その後、試合に勝ち残った選手のみ各測定を継続し、敗退した選手は翌日以降の測定は実施しなかった。

1) 早朝体重及び尿比重

早朝体重と尿比重の測定は、宿泊しているホテルの一室を測定室として利用し、朝7:00～9:00の間に実施した。早朝体重は、体重のみ測定可能なTANITAのHD-660-WH（株式会社タニタ、東京、日本）を用いて測定した。体重測定時の服装は、Tシャツ、短パン等の軽装とした。1回戦当日の早朝体重を基準体重とし、基準体重からの日々の体重の変化率を以下の通り算出した。

【体重変化率（%）＝（測定日の早朝体重（kg）－基準体重（kg））／基準体重（kg）×100】

尿比重の測定には、ポケット尿比重屈折計（PAL-09S, 株式会社アタゴ、東京、日本）を用いた。測定前日に採尿カップを配布し、翌朝起床後に選手自身が自室のトイレにて採尿したサンプル

ルを測定室に持参してもらった。測定の結果、尿比重が1.020以上を脱水状態と評価した²⁾。

2) 試合会場の環境条件

試合会場の環境条件は、熱中症指標計（京都電子工業株式会社、WBGT-103）を用いて湿球黒球温度（wet bulb globe temperature: WBGT）を測定した。測定は、松本らの先行研究を参考に時間を15:00～16:00に統一し、毎日試合会場内の同じ場所で行った⁵⁾。

3) 試合時間

調査を行った国際大会の試合時間は、世界バドミントン連盟のウェブサイトに記載されており⁶⁾、試合時間については、このウェブサイトを用いて調べた。

4) 試合時の脱水率、飲水量、発汗量

試合前後に体重を測定し、試合での脱水率を算出した（①）。測定のタイミングは、ウォーミングアップ開始前および試合終了後に着替えて汗を拭いたタイミングとした。試合前測定時の服装は、試合時に着用するユニフォームとし、試合後は、試合前後で着衣量に差が出ないように、選手に乾燥した未着用のユニフォームに着替えてもらい測定を行った。飲水量は、選手が準備している飲料ボトルを体重測定と同じタイミングでデジタルタッキングスケール（KD-812, 株式会社タニタ、東京、日本）を用いて測定し、試合前後での重量の差から算出した（②）。発汗量は、試合前後の体重と飲水量から算出した（③）。また、飲水量と発汗量は、試合時間の影響を考慮し、1時間あたりの数値を算出した。

① 脱水率（%）＝（試合前の体重（kg）－試合後の体重（kg））／試合前の体重（kg）×100

② 試合時の飲水量（mL/h）＝（試合前の飲料ボトル重量（mL）－試合後の飲料ボトル重量（mL））／（試合時間（min）／60）

③ 試合時の発汗量（mL/h）＝（（試合前の体重（kg）－試合後の体重（kg））×1,000＋飲水量（mL））／（試合時間（min）／60）

5) 脱水に対するアドバイス

試合後、脱水からの速やかな回復を目的として、

減少した体重分の水分や補食をできるだけ早く（運動終了後1～2時間以内に）摂取するようアドバイスした。例えば、試合終了後、試合前と比較して体重が0.5 kg低下していた場合、水分500 mL、もしくは水分300 mLと補食200 gなど、水分を単体もしくは補食と組み合わせて摂取するようアドバイスを行った。

6) 統計処理

統計処理にはMicrosoft Excelを利用した。連続変数は、「平均値±標準偏差（最小値－最大値）」、カテゴリ変数は「n (%)」で示した。

Ⅲ. 結果

1. 試合会場内の環境温度および試合時間

Table 2 に、1 回戦から決勝までの試合会場内の環境温度と試合時間の推移を示す。大会期間5日間の平均 WBGT は $19.9 \pm 0.8^{\circ}\text{C}$ 、最低室温は 18.5°C 、最高室温は 20.5°C であり、熱中症予防のための運動指針¹⁷⁾における「ほぼ安全（適宜水分補給）」レベルであった。平均試合時間は、45

±13 分で、最短試合時間は22 分、最長試合時間は84 分であった。

2. 1 回戦の早朝尿比重、飲水量、発汗量、脱水率

Table 3 に対象選手全26 名の1 回戦の日の早朝尿比重、試合での飲水量、発汗量、脱水率を示す。早朝尿比重の平均値は1.020、最小値は1.009、最大値は1.029 であった。また、飲水量の平均値は1612 mL/h であり、最も少ない選手で飲水量は210 mL/h、最も多い選手で飲水量は4469 mL/h であった。発汗量の平均値は1949 mL/h であり、最も少ない選手で410 mL/h、最も多い選手で3609 mL/h であった。バドミントン競技でも1 時間あたり平均約2 L の発汗があることが示された。脱水率の平均は0.7% であり、最も脱水率が高かった選手は2.2%、最も低かった選手は-0.4%（試合前より試合後に体重が増加）であった。

Table 2. Wet bulb globe temperature and match duration.

	n	WBGT, $^{\circ}\text{C}$	Match duration, min [#]
1st Round	26	18.5	41 ± 15 (23 - 84)
2nd Round	14	20.4	49 ± 15 (22 - 73)
Quarter Final	7	19.6	48 ± 9 (35 - 63)
Semi Final	6	20.5	55 ± 5 (50 - 61)
Final	2	20.4	49

[#] Values are average ± SD (Min-Max)

WBGT: wet bulb globe temperature

Table 3. Early morning urine-specific gravity, drinking volume, sweating volume, and dehydration rate in the first round.

Early morning urine-specific gravity	1.020 ± 0.006	(1.009 - 1.029)
Drinking volume, mL/h	1612 ± 1020	(210 - 4469)
Sweating volume, mL/h	1949 ± 754	(410 - 3609)
Dehydration rate, %	0.7 ± 0.7	(-0.4 - 2.2)

Average ± SD (Min-Max)

3. 準決勝に進出した6名の早朝体重、早朝体重変化率、早朝尿比重、飲水量、発汗量、脱水率の推移

準決勝に進出した6名（男子選手1名、女子選手5名）に着目し、早朝体重（Figure 1A）、早朝体重変化率（Figure 1B）、早朝尿比重（Figure 1C）、試合での飲水量（Figure 1D）、発汗量（Figure 1E）、脱水率（Figure 1F）の推移を示した。早朝体重変化率（Figure 1B）をみると、6名中5名は多少の増減はあるものの、準決勝の日には1回戦の日から1%未満の体重変化であったが、1名のみ1回戦の日から体重が減り続け、準決勝の日には1回戦の日から-2.7%の体重変化が確認された。また、尿比重において、1回戦、2回戦の日は6名中4名、3回戦、準決勝の日は6名中2名が基準値とされる1.020を超えていた。脱水率においては、準決勝に進出した6名のうち2%を超えた選手は大会期間を通していなかった。

4. 決勝に進出した2名の飲水量、発汗量、脱水率の推移

準決勝に進出した6名の中で、さらに決勝まで進んだダブルスのペア選手2名（Ⅰ選手とⅡ選手）の飲水量（Figure 2A）、発汗量（Figure 2B）、脱水率（Figure 2C）の推移を示した。Ⅰ選手の5日間の平均脱水率は $0.7 \pm 0.4\%$ であった（Min: 0.2%, Max: 1.2%）。Ⅱ選手の5日間の平均脱水率は $0.5 \pm 0.3\%$ であった（Min: -0.2%, Max: 0.8%）。試合時間は最短37分、最長55分であり、1時間を超える試合はなかったが、Ⅰ選手は大会が進むにつれて脱水率が増加していた。一方で、Ⅱ選手は大会期間を通して脱水率が1%を超えることはなく、決勝戦の日は脱水率が-0.2%であり、試合前と比較して試合後に体重が増加していた。

Ⅳ. 考察

バドミントン日本代表選手を対象に世界トップレベルのバドミントン国際大会における早朝体重、早朝尿比重、試合時の体重変化や水分補給の

実態について調査した結果、試合後の脱水率が2%を超える選手がいたことが確認された。また、準決勝まで勝ち残った6名（女子選手5名、男子選手1名）の中には、連戦に伴い早朝体重変化率で-2.7%を示した選手がいたことや、ダブルスのペア選手2名のデータ比較から、体重の変化や脱水の状況は個人差が大きいことが明らかになった。

バドミントン競技の国際大会では、試合会場の室温に関して適正範囲が定められており（18℃～30℃）⁴⁾、試合会場の室温はこの適正範囲に収まるように空調でコントロールされている。本大会期間の試合会場の最高室温も20.5℃であり、冷涼環境下で実施されたが、脱水率が2%を超えた選手が1名確認された（試合時間45分、脱水率2.2%）。バドミントン競技における試合時の水分補給は、自由なタイミングで許可されているわけではなく、自身もしくは対戦相手が11点到達した際の1分間のインターバル、ゲームとゲームの間の2分間のインターバル、あるいはそれ以外に主審が認めた場合に限られている。そのため、試合中に発汗量に見合った飲水量を確保することは非常に難しい。これらのことから、試合前後の脱水率が2%を超えるような発汗量の多い選手には、試合前にあらかじめ計画的に飲水を促すことや、試合中の飲水タイミングでの1回ごとの飲水量を増やすようにすることなど実践的なアドバイスが有効であると考えられる。

一方で、準決勝まで勝ち残った6名の中には、試合前後での脱水率が有酸素性パフォーマンス能力の低下を引き起こすと報告されている2%²¹⁾を超える選手は、大会期間を通して確認されなかった。このことから、準決勝まで勝ち残った6名は、試合中の発汗量に見合う飲水量が確保できている、パフォーマンス低下をもたらすような脱水は生じることがなかったと考えられる。しかし、この6名の中にも試合翌朝の早朝尿比重が高値を示す選手（Ⅱ、Ⅴ）がいたことや、早朝体重変化率が減少した選手（Ⅵ）がいることが明らかとなった。アメリカスポーツ医学会の運動と水分補給に

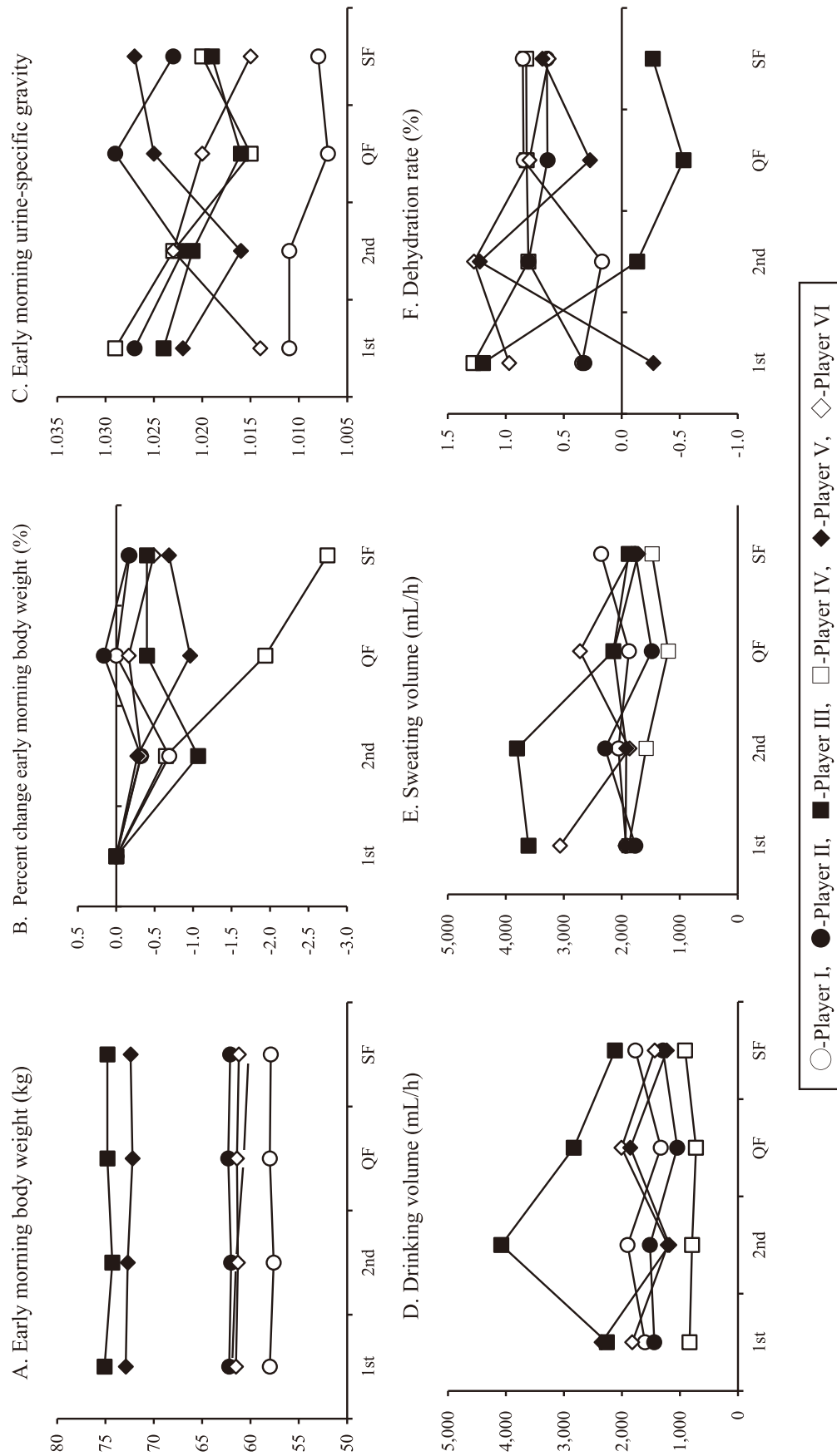


Figure 1. Early morning weight, early morning weight change, early morning urine-specific gravity, drinking volume, sweating volume, and dehydration rate of the six semi-finalists. (1 st: 1st Round, 2nd: 2nd Round, QF: Quarter Final, SF: Semi Final)

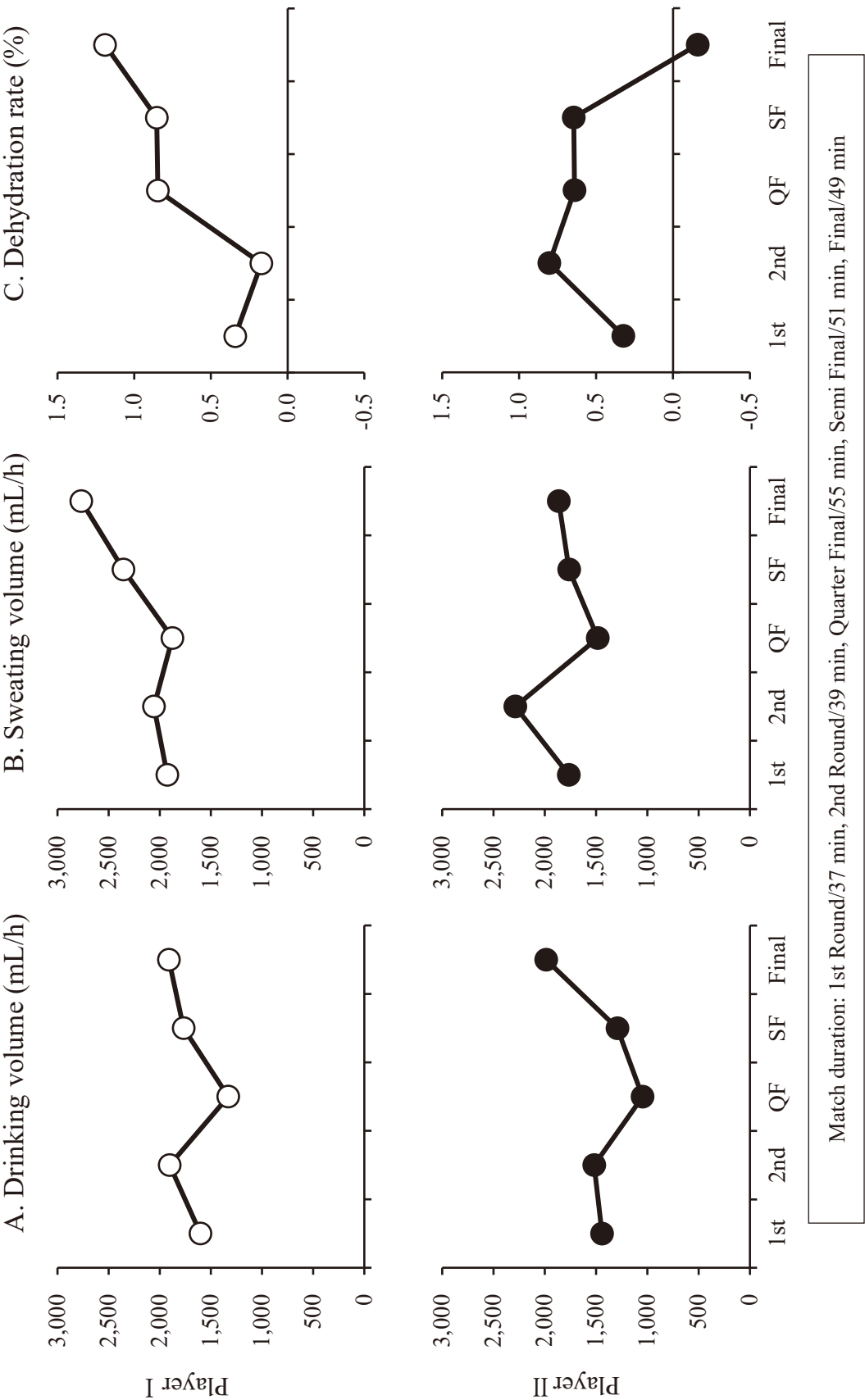


Figure 2. Drinking volume, sweating volume and dehydration rate of the two finalists. (1 st: 1 st Round, 2nd: 2nd Round, QF: Quarter Final, SF: Semi Final)

におけるポジションスタンドでは、試合後の適切な水分補給方法として、体重減少分の1.25～1.5倍程度の水分摂取・補食摂取を推奨している³⁾。先行研究では、一過性運動による体重の2%の脱水後、1時間以内に体重減少分の1.2倍の水分摂取を行った結果、運動後2時間で脱水状態から回復できたと報告されている¹⁰⁾。今回の測定でも、試合後に体重減少分の水分と補食を1～2時間以内に摂取するようアドバイスを行ったが、実際に選手がアドバイス通りに実施したかについては評価ができていない。そのため、試合後の水分摂取が十分でなかったことで、準決勝まで勝ち残った6名の中にも翌日の早朝尿比重が高値を示した選手が確認された可能性が考えられる。

さらに、海外遠征中の食環境は国内でのそれとは大きく異なり、大会の開催国によっては、選手の食事摂取量が低下するリスクが高い^{13), 16)}。今回は食事摂取量調査を行っていないが、期間中の早朝体重が減少する選手がいたことが確認されたことから、エネルギー消費量に対してエネルギー摂取量が少なかった可能性が考えられる。バドミントンのように勝ち進めば最大6日間の連戦となる競技の場合、前日の疲労や脱水からできるだけ回復した状態で試合に臨めることが望ましい。また、今回は1大会のみの評価であったが、バドミントンの場合、国際試合が2大会、3大会と連戦になる場合もあることから、食事摂取量の不足が続いてしまうことで、体重減少はさらに生じやすくなると考えられる。すなわち、長期間の海外遠征の際は、試合中の脱水を予防するだけでなく、試合後に減少した体重を素早く回復するための水分摂取と栄養補給の提案を現場で行うこと、また、現地でも食事摂取量の確認を専門家が行い、朝昼夜の3食以外に補食や間食を積極的に取り入れるようアドバイスを行うなど、必要なエネルギー摂取量をとるための栄養教育も必要になると考えられる。

決勝まで勝ち進んだⅠ選手、Ⅱ選手はダブルスでペアを組んでおり、同じ時間の試合を行っている。それぞれの運動強度は測定できていないため、

両者の運動強度に差があったかどうかは不明ではあるが、決勝の試合に着目すると飲水量（Ⅰ選手：1911 mL/h vs. Ⅱ選手：1986 mL/h）はほぼ同量である一方で、発汗量（Ⅰ選手：2769 mL/h vs. Ⅱ選手：1864 mL/h）と脱水率（Ⅰ選手：1.2% vs. Ⅱ選手：-0.2%）は大きく異なっていた。発汗に関する総説論文では、発汗量の個人差を生む要因として、体重や体組成、性別、月経周期、暑熱順化、食事時のナトリウム濃度などの個人内要因が影響することが報告されている⁵⁾。これらの個人内要因に加えて、運動強度、環境温、試合の流れなどさまざまな外的要因の影響を受けることで、試合時間が同じでも脱水指標の個人差は大きくなると考えられる。これらのことから、早朝体重や早朝尿比重、試合前後の脱水指標をモニターすることに加え、測定期間中の一日を通じた水分摂取状況、食事摂取状況や摂取タイミング等も細かく把握しながら、個別性を高めた脱水対策のアドバイスを提供していく必要がある。

本研究の限界点として、試合中の運動強度を直接評価することができなかったことが挙げられる。運動強度は体温の上昇や熱放散に伴う発汗量の増加に大きく影響する¹⁹⁾。ソフトテニスに関する先行研究では、ダブルスの試合中における前衛選手の平均心拍数が135拍/分、後衛選手が155拍/分であったことが報告されている¹⁴⁾。バドミントンにおいてもダブルスの前衛選手と後衛選手とで運動強度に差があることが考えられ、本研究でみられたペア選手間における発汗量や脱水率の差異について検証するうえで、選手ごとの運動強度の違いを含めた評価を行っていく必要がある。また、本研究では大会期間中の選手の脱水状態を評価するために、早朝の体重および尿比重を指標として用いたが、早朝測定から試合開始までの水分摂取状況に関するデータは選手への負担を考慮して取得しなかった。そのため、早朝測定における脱水評価と試合でのパフォーマンスとの関係について検討することはできなかった。また、試合終了後から翌朝にかけての飲水および食行動に関する詳細なデータについても取得できなかった。

た。このことは、試合による脱水からの選手個々の回復過程を評価するうえでの制約となった。

本研究で確認された試合での脱水率のばらつきや、試合日の早朝における尿比重の個人差は、選手個々の水分補給行動の違いを反映している可能性がある。これらのデータを踏まえ、世界トップレベルのバドミントン選手における大会期間中の適切な水分補給プログラムの立案を行うことはもちろん、脱水リスクの高い選手に対する個別の対応策を検討していく必要がある。今後、ゲーム分析スタッフやコーチングスタッフとの連携のもとで、試合中の運動強度や大会期間中の一日を通じた水分摂取量の評価をより詳細に行い、試合におけるハイパフォーマンスの発揮を目指した水分および栄養補給戦略を構築していく必要があると考えられる。

V. 結論

本研究において、冷涼環境下で試合時間が1時間に満たない場合でも脱水率が2%を超える選手もいることが明らかになった。また、準決勝まで勝ち進んだ選手の早朝体重、早朝体重変化率、早朝尿比重の推移を確認したところ、早朝体重変化率が減少する選手がいることが明らかになった。また、脱水の状況は個人差が大きいことも明らかになった。これらのことから、脱水に伴うパフォーマンス低下予防のためには、試合前、試合中、試合後だけでなく、一日を通じた計画的な水分補給や個別性を高めたサポートが必要であることが示唆される。

謝辞

本栄養サポートに際し、情報提供や測定に関してご支援・ご協力をいただきました日本バドミントン協会関係者の方々、バドミントン日本代表選手の皆様、およびJISS 総合型サポートバドミントン担当スタッフの方々に心より御礼申し上げます。

文献

- 1) Abbasi IS, Lopez RM, Kuo YT, Shapiro BS. Efficacy of an educational intervention for improving the hydration status of female collegiate indoor-sport athletes. *J Athl Train*, 56 (8): 829–835, 2021.
- 2) Abián-Vicén J, Del Coso J, González-Millán C, Salinero JJ, Abián P. Analysis of dehydration and strength in elite badminton players. *PLoS One*, 7 (5): e37821, 2012.
- 3) American College of Sports Medicine, Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2): 377–390, 2007.
- 4) Badminton World Federation. Badminton World Federation Statutes, Section 5.3.4. Specifications for international standard facilities, 7. Temperature (2023). Retrieved from https://extranet.bwf.sport/docs/document-system/81/1466/1471/Section%205.3.4%20-%20Specs%20for%20Int_l%20Standard%20Facilities%20-%202011%20November%202023%20V2.1.pdf (2025 年 5 月 22 日)
- 5) Baker LB. Sweating rate and sweat sodium concentration in athletes: A review of methodology and intra/interindividual variability. *Sports Med*, 47 (Suppl 1): 111–128, 2017.
- 6) BWF Fansite. (2024). Retrieved from [https://bwfworldtour.bwfbadminton.com/\(2025 年 5 月 22 日\)](https://bwfworldtour.bwfbadminton.com/(2025%20年%205%20月%2022%20日))
- 7) Cabello Manrique D, González-Badillo JJ. Analysis of the characteristics of competitive badminton. *Br J Sports Med*, 37(1): 62–6, 2003.
- 8) Cheuvront SN, Carter R, Montain SJ. Daily body mass variability and stability in active men undergoing exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr and Exerc Metab*, 14(5): 532–540, 2004.
- 9) Chin MK, Wong AS, So RC, Siu OT, Steininger K,

- Lo DT. Sport specific fitness testing of elite badminton players. *Br J Sports Med*, 29(3): 153–157, 1995.
- 10) Eda N, Nakamura N, Inai Y, Sun Z, Sone R, Watanabe K, Akama T. Changes in the skin characteristics associated with dehydration and rehydration. *Eur J Sport Sci*, 23(4): 552–560, 2023.
- 11) Faude O, Meyer T, Rosenberger F, Fries M, Huber G, Kindermann W. Physiological characteristics of badminton match play. *Eur J Appl Physiol*, 100(4): 479–485, 2007.
- 12) Goods PSR, Wall B, Galna B, McKay AKA, Jennings D, Peeling P, Watson G. Sweat characteristics and fluid balance responses during two heat training camps in elite female field hockey players. *Int J Sport Nutr and Exerc Metab*, 34(2): 79–87, 2024.
- 13) 井上なぎさ, 飯塚太郎, 朴柱奉. バドミントン日本代表選手の試合期間における身体組成の推移と栄養面の課題—海外での国際大会で決勝まで勝ち上がった選手1名の事例—. *日本スポーツ栄養研究誌*, 13: 111–117, 2020.
- 14) 加賀谷熙彦, 山本和雄. 軟式テニスの運動強度. *体育科学*, 5: 117–122, 1977.
- 15) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 舩田圭太, 朴柱奉, 亀井明子. バドミントン日本代表選手における試合時の水分補給に関する検討. *日本スポーツ栄養研究誌*, 9: 80–84, 2016.
- 16) 松本なぎさ, 飯塚太郎, 朴柱奉. バドミントン日本代表選手における海外遠征中の食事管理に関する栄養サポート. *日本スポーツ栄養研究誌*, 10: 70–76, 2017.
- 17) 公益財団法人日本スポーツ協会. スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック (2024). Retrieved from <https://www.japan-sports.or.jp/publish/tabid776.html#guide01> (2025 年 5 月 22 日)
- 18) Nuccio RP, Barnes KA, Carter JM, Baker LB. Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Med*, 47(10): 1951–1982, 2017.
- 19) Périard JD, Eijssvogels TMH, Daanen HAM. Exercise under heat stress: thermoregulation, hydration, performance implications, and mitigation strategies. *Physiol Rev*, 101(4): 1873–1979, 2021.
- 20) Phomsoupha M, Laffaye G. The science of badminton: Game characteristics, anthropometry, physiology, visual fitness and biomechanics. *Sports Med*, 45(4): 473–495, 2015.
- 21) Yoshida T, Takanishi T, Nakai S, Yorimoto A, Morimoto T. The critical level of water deficit causing a decrease in human exercise performance: A practical field study. *Eur J Appl Physiol*, 87(6): 529–534, 2002.
- 22) 吉野昌恵, 袴田智子, 元永恵子, 石毛勇介. パラアルペンスキーナショナルチームに対する栄養サポート—脱水予防と体重管理を中心としたコンディショニングに関する一考察—. *Sports Science in Elite Athlete Support*, 3: 79–92, 2018.