

事例・症例報告

テニス競技現場における身体冷却支援法の課題と戦略  
— 2020 全豪オープンテニスでの支援を事例に —

The challenges and strategies of support using body cooling in tennis competition:  
a case report of support in 2020 Australian Open

内藤貴司<sup>1)</sup>, 斎藤辰哉<sup>1)</sup>, 田島孝彦<sup>2)</sup>, 染谷俊一<sup>2)</sup>, 土橋登志久<sup>2)</sup>

Takashi Naito<sup>1)</sup>, Tatsuya Saito<sup>1)</sup>, Takahiko Tajima<sup>2)</sup>, Shunichi Someya<sup>2)</sup>, Toshihisa Tsuchihashi<sup>2)</sup>

**Abstract :** Among the tennis Grand Slam tournaments, the greatest number of heat-related health problems has occurred at the Australian Open. Previous studies showed that body cooling is effective strategy to prevent hyperthermia, in turn improving exercise performance in hot conditions. However, when support person provides athletes body cooling in tennis competition, no specific maneuver such as freezing cooling materials outside laboratory or transporting them to stadium is shown. The purpose of this paper was to investigate the strategies of support using body cooling in tennis competition according to case-based support in 2020 Australian Open. This article addresses the practical maneuvers of support using body cooling in tennis competition, as well as discussing the problems of freezing cooling materials outside laboratory or transporting them to stadium, and providing practical recommendations to optimize their success.

Key words : ice slurry ingestion, ice vest, transportation, credential, body cooling garments

キーワード : アイススラリー摂取, アイスベスト, 運搬, クレデンシャル, 身体冷却物

---

<sup>1)</sup> 国立スポーツ科学センター, <sup>2)</sup> 公益財団法人 日本テニス協会

<sup>1)</sup>Japan Institute of Sports Sciences, <sup>2)</sup>Japan Tennis Association

E-mail : takashi.naito@jpnnsport.go.jp

受付日 : 2020 年 5 月 28 日

受理日 : 2020 年 8 月 5 日

## I. はじめに

テニス競技は一年を通じて世界各地でツアー（競技大会）が開催され、選手は自身のスケジュールや競技大会によって決められている獲得ポイントを考慮して、参加している。その中で、全米・全豪オープンや酷暑地での競技大会では外気温が35℃以上、Wet bulb globe temperature (WBGT) が32℃<sup>16)</sup>の環境下で、長い場合では5時間以上競技を行なっている。暑熱環境下でのテニス競技は多量の発汗<sup>12)</sup>に加えて、選手の深部体温を39℃以上の高体温まで推移させる<sup>5)</sup>。選手はこのような環境下で惹起される過度な深部体温の上昇によって、持久的運動能力<sup>10)</sup>や間欠的運動能力<sup>4)</sup>を低下させ、場合によっては熱中症を引き起こす。したがって、テニス競技では過度な深部体温上昇を抑制する方略の探索が喫緊の課題となっており<sup>1)</sup>、方略の一つとして身体冷却が検討されている。

## II. テニス競技における身体冷却

テニス競技は試合の中で、奇数ゲーム終了毎に90秒間のエンドチェンジやセット終了毎に120秒間のセットブレイクなどの休息が設けられており（International Tennis Federation, 2020）、選手は運動間（ブレイク時）に過度な深部体温上昇の抑制方略として身体冷却を行うことができる。国際テニス協会は、ブレイク中に大会側が準備した氷嚢を包んだアイスタオルを頸部や腹部などに当て、身体冷却を行う暑熱対策を推奨している（私信：Elaine Brady, WTA; May 2015; Ellenbecker & Stroia, 2014）。全米・全豪オープンではこれに加えて、冷気が放出されるファンが選手のベンチに常設され、冷気による身体冷却を行うことができる。また、全豪オープンでは大会側がエクストリーム・ヒート・ポリシー（Extreme Heat Policy）という暑熱対策ルールを発表している（図1）。これは、オーストラリアテニス協会とシドニー大学が共同開発した全豪オープン・ヒートストレス・スケール（Australian Open Heat Stress Scale:

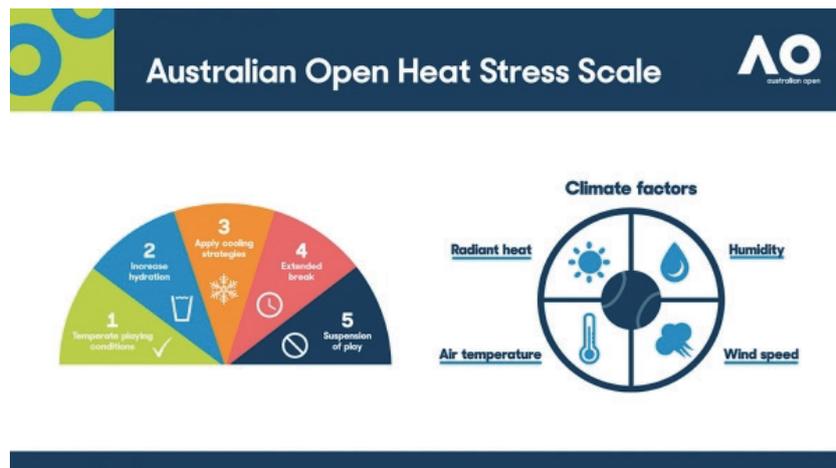


図1. 全豪オープンにおけるヒートストレススケール（左）およびスケールの点数を決定する要因（右）

ヒートストレススケールは試合中にスケールの点数が4点以上を記録した場合、男子シングルスにおいて第3セットと第4セット間で、女子シングルスにおいて第2セットと第3セット間で10分間の休息を設ける指針である。5点以上の点数が記録された場合は一時中断、屋根の閉扉が行われる。スケールの点数は気温、相対湿度、風速や輻射熱の値を総合して決められる<sup>17)</sup>。

AO HSS) に準拠し、気温や湿度に加えて、輻射熱や風速から点数を算出し、休息の追加や試合の一時中断、屋根の閉扉などの暑熱対策が行われている<sup>17)</sup>。この指標は2019年大会から採用され、WBGTよりも多くの気象データから点数を算出している。暑熱環境下での試合では、選手はこれらの大会側が準備した暑熱対策を実施して競技を行なっている。

Lynch et al. (2018)<sup>6)</sup> や Schraner et al. (2017)<sup>14)</sup> は、前述したアイスタオルやファンによる冷却を全豪・全米オープンの環境下に合わせて検討している。例えば、Lynch et al. (2018)<sup>6)</sup> は気温45℃、相対湿度10%未満の全豪オープンと同様の環境下でテニスの運動をシミュレートしたランニング運動間の身体冷却が身体熱負荷に及ぼす影響を検討している。その結果、運動間のアイスタオルや霧吹きを用いて皮膚表面を濡らした後にファンを使用した身体冷却はファンのみを使用した身体冷却よりも深部体温を運動の後半から、皮膚温を運動前半から低下させたことを報告した。ファンのみの使用は全豪オープンのような高温低

湿環境では蒸発性熱放散(発汗の蒸発による熱損失)に寄与しないため<sup>13)</sup>、身体冷却は競技環境に合わせて選択する必要ある。この研究では国際テニス協会が推奨するアイスタオルによる身体冷却の有効性を示したが、アイスタオルによる身体冷却法は選手がアイスタオルを大会側に要望してから受け取るまでに多くの時間を要することが問題として挙げられている。また、この研究では頸部、腹部、大腿部にアイスタオルを使用しているが<sup>6)</sup>、大腿部への過冷却は筋温の低下が懸念される。

そこで我々は、近年身体冷却法として注目されているアイススラリー (Ice slurry) の摂取とアイスベストの着用に着目した。アイススラリーは水と微小な氷がシャーベット状に混ざった氷飲料で、クーリングベストは冷却剤がベストのポケットの中に入った冷却衣服である<sup>7)</sup>。このアイススラリー摂取を用いた運動間の身体冷却は、冷水摂取よりもテニスの運動をシミュレートしたランニング中の深部体温の上昇を抑制することが認められた(図2)<sup>9)</sup>。同様に、テニスを模倣した間欠的プロトコルの運動間におけるアイススラリー

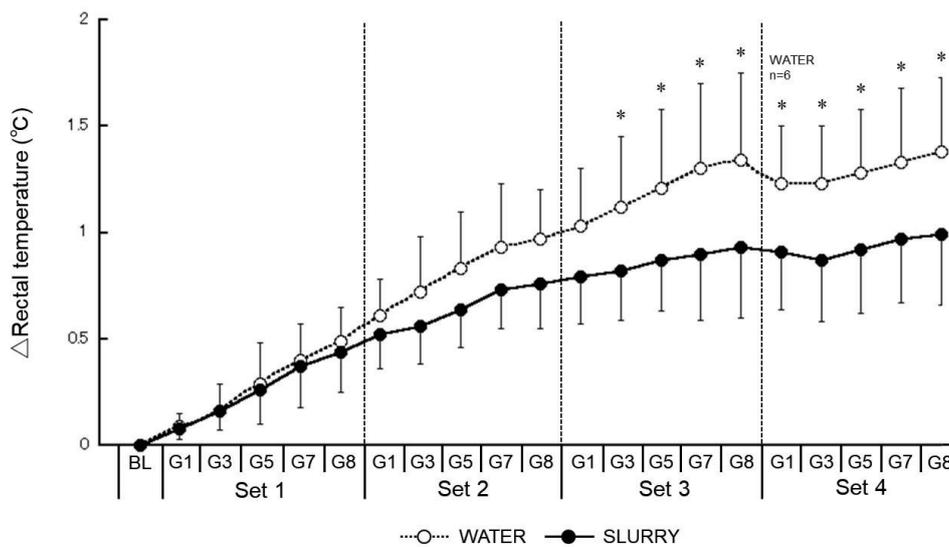


図2. 暑熱下におけるテニスの運動をシミュレートしたランニング運動時の直腸温変化率<sup>8)</sup>  
 BL; ベースライン、G; ゲーム。○が冷水摂取 (WATER)、●がアイススラリー摂取 (SLURRY) を示す。\*P < 0.05、WATER vs. SLURRY

摂取は仕事量の低下を抑制することが観察された<sup>8)</sup>。また、アイスベストの着用を運動間に用いた Chaen et al. (2019)<sup>2)</sup>も、冷却を行わない対象条件と比較して運動の後半に自転車運動の平均パワーの低下が抑制されたことを報告した。上記の結果をまとめると、運動間のアイススラリーの摂取やアイスベストの着用による身体冷却法はテニス競技における熱負荷の抑制や運動能力に寄与する可能性があり、大会側が準備した暑熱対策に加えてこれらの身体冷却を実施することが推奨される。

テニス競技における暑熱対策の必要性やアイススラリー摂取やアイスベストによる身体冷却法の有用性は明らかにされてきたが、実際の競技現場で如何に実施するかは課題が多く残されている。例えば、Naito et al. (2018)<sup>9)</sup>の研究で使用されたアイススラリーの量は約 1600 mL であった。アイスベストにおいても冷却効果を維持するためには、多くの冷却剤が必要となる。選手自身が競技大会期間中にこれらの多量の冷却物を準備し、冷却することは困難であろう。加えて、テニス競技は個人競技であり、競技に必要な道具など多くの荷物を選手自身が運ばなければならない。選手自身の荷物に加えて、身体冷却用の荷物を運ぶことは難しく、身体冷却を支援する科学者や場合によってはトレーナーや競技団体のスタッフなどの選手関係者が身体冷却物の凍結や運搬を行う必要がある。しかし、これらの冷却物の凍結や運搬方法などの競技現場で運用するための重要な知見は、論文では示されていない。有効性が示唆されている身体冷却法を、競技現場や実際の競技会の制約の中で検討する必要がある。

したがって、本稿の目的は 2020 全豪オープンでの身体冷却支援を事例に競技会におけるエリートテニス選手への身体冷却支援を実施する際の問題点やその解決方略を場面別に検討していくこととした。対象選手は 2020 全豪オープンの本戦に出場したエリートテニス選手男子 5 名、女子 7 名の計 12 名とした。

### Ⅲ. 身体冷却法の選定

テニス競技は国別対抗戦以外のツアー大会はコーチがベンチに入ることにはできないため、試合時の身体冷却は選手自らが行う必要がある。したがって、本事例では 12 名の選手への身体冷却法として選手自らが簡便に行うことができる、前述のアイススラリー摂取による体内冷却と、アイスベスト着用による体外冷却を組み合わせ実施された。アイススラリーには、スラリーマシンを用いて市販のスポーツ飲料から作成するものと、市販のもの 2 種類がある。アイススラリー摂取を検討している論文の多くはスラリーマシンを用いた方法を採用しているが、海外での使用は機械の電圧問題やマシンの洗浄に係る人手の問題、衛生面などを考慮して、市販のアイススラリー（ポカリスエットアイススラリー、大塚製薬社製）を用いた。アイスベストは Chaen et al. (2019)<sup>2)</sup>の研究で使用されたもの（クーリングベスト、ミズノ社製）を用いた。

### Ⅳ. 身体冷却物の凍結

身体冷却物には選手が身体冷却として使用するもの（アイススラリーやアイスベストの冷却剤）がある。また、身体冷却物を低温に維持したまま試合会場まで運搬する際には保冷剤を準備しなければならない。冷却剤や保冷剤は、冷却保持や凍結時間がその種類によって異なる。これらを使用する際、論文ベースでは実験室にある冷蔵・冷凍庫を用いることが多いが、競技現場では宿舍の冷凍庫を用いて凍結することになる。しかし、宿舍の冷凍庫は身体冷却物を凍結する上で二つの問題が考えられる。

一つ目は、冷凍庫の大きさである。本事例では 12 名の選手への身体冷却を実施するために、多量の身体冷却物や保冷剤が必要とされた。しかし、宿舍の冷凍庫は小さい場合が多く、12 名分の身体冷却物や保冷剤を全て宿舍の冷凍庫で凍結させることは困難である。二つ目は冷凍庫の冷却能力である。冷凍庫内の温度はモーターの稼働と停止によって上昇と下降を繰り返しているが、庫内に

物を 80% 収納した場合、庫内の温度は急上昇し、温度回復に遅延が生じる<sup>10)</sup>。したがって、12 名分の凍結していない身体冷却物や保冷剤が冷凍庫に収納できた場合でも、凍結に必要な温度に到達するまで時間が延長される。テニス競技は競技会の数日前から宿舎を利用することが多いため、身体冷却物の凍結が競技会に間に合わない可能性がある。

そこで本事例では、上記の問題点を考慮して、大型の冷凍庫（200 L 程度）とドライアイスを用いた（図 3）。身体冷却物は、個人競技においても選手の人数や試合数に比例して多くなる。大型冷凍庫の使用は凍結時間の短縮に加えて、小型の冷凍庫を用いて分散して凍結を行うよりも、個数や凍結具合の管理などに割く人手を少なくするこ

とができるメリットもある。大型冷凍庫は、国外でも主要都市であれば借用できる場合が多い。本事例では -20℃ の冷凍庫であったが、-40 や -60℃ など更に低温の冷凍庫も借用できる場合もある。選手を支援する関係者は競技会前に現地での借用の可能性（より低温の冷凍庫）を探索し、宿舎となるホテルでの冷凍庫設置許可など事前準備をすることが推奨される。ドライアイスは昇華温度が -79℃ であり、-20℃ の冷凍庫よりも低温であることから短時間で身体冷却物を凍結させることができる（図 3 下）。また、本事例では大型冷凍庫で完全に凍結しきることができなかった保冷剤でも、ドライアイスでは凍結が認められた。しかし、ドライアイスは常に昇華していくため、本事例では 20 kg（1 万円程度）を 2 日おきに購入しなけれ



図 3. 借用した大型冷凍庫(上)およびドライアイスによる冷却剤の凍結(下)

ばならなかった。ドライアイスはランニングコストがかかり、選手支援の予算などを踏まえると予備的な使用が現実的かもしれない。テニス競技は競技会期間中に試合や練習を連日行うため、当日分だけではなく翌日分の身体冷却物も凍結させておく必要がある。本事例では大型冷凍庫に加えて、大型冷凍庫で凍結させた身体冷却物保冷用として、備え付けの小型冷凍庫（40 L 程度）も1つ使用したが、10名程度の選手の冷却支援を行う場合は250 L以上の大型冷蔵庫が必要となるかもしれない。以上をまとめると、本事例では競技現場での身体冷却物の凍結は大型の冷凍庫とドライアイスの併用が有用であり、競技会の前にあらかじめ大型の冷凍庫の借用、宿舎での冷凍庫設置許可や競技会場近隣でドライアイス購入可能な店を探索しておくことが推奨される。

## V. 身体冷却物の運搬

多くのテニス競技会では、競技会からIDパス（クレデンシャル）が発行される。IDパスは会場内外における施設などへのアクセス権を付与するものであり、IDパスの有無によって身体冷却物の運搬法に違いが生じることが考えられる。下記では、IDパスの有無ごとに検討する。

### 1. IDパスが得られた場合

サッカーなどの団体競技は身体冷却物をチームの荷物として競技会場までチーム専用のバスで運搬することができる。一方で、テニス競技は宿舎から競技会場までバスは出ているが、他の選手やその関係者と乗合で行くことが多く、多量の荷物や大型のクーラーボックスを運搬することは難しい。また、試合や練習の時間は選手によって異なる。したがって、テニス競技においては身体冷却物を1回で大量に運搬するのではなく、各選手のスケジュールに合わせ、小型のクーラーボックスを使用して荷物を小分けにして運搬する必要がある。

団体競技では競技会場内にロッカールームがあり、クーラーボックスなどを設置することができ

る。一方で、テニス競技は選手ラウンジ、ケアルームやウォーミングアップ（Warming up:W-up）で使用するトレーニングルームなどは共用のため占有することができない。身体冷却物はアイスラリーなどの飲料が含まれており、衛生面や異物混入などのアンチ・ドーピング対策から、一箇所にはまとめ置かずに選手関係者が常に持ち運ぶ必要がある。

W-up や試合を行うコートは選手、時間や日によって異なる。本事例の会場である、メルボルンパークはコートが東西に点在しており、東西の端と端の間は約1.5 km程度離れていた。コート間の距離に加えて、全豪オープンや東京2020オリンピックなどのメガイベントの会場は、観客など多くの人が行き交っている。したがって、会場での運搬は事前にコートの位置・距離などの情報や観客の混雑状況を考慮して、会場内での導線を検討する必要がある。また、W-up や試合時間が重なる場合に備え、複数人の身体冷却支援者がそれぞれ身体冷却物を準備し、待機する場合もある。そのため、身体冷却支援者同士が連絡を取れるように連絡網を準備しておくことも重要である。

### 2. IDパスが得られなかった場合

宿舎から競技会場内まで身体冷却物を運搬する際に、大会が準備したバスを利用することはできない。したがって、IDパスを有していない関係者は通常の観戦チケットを使用して、会場内に入場することが想定される。しかし、全豪オープンや東京2020オリンピックなどのメガイベントでは、チケットでの入場は入場口の混雑が予想され、多くの時間を要し、時間通りに身体冷却支援を実施できない可能性がある。

これらのことから、宿舎から競技会場内までの運搬はIDパスを有しているトレーナーなどの選手関係者にあらかじめ身体冷却物をまとめて配布し、チケットで入場した科学者などの関係者は入場後に、身体冷却物を会場内で再度受け取る方法が望ましいかもしれない（図4）。

会場内での導線（運搬）は、IDパスの有無で入

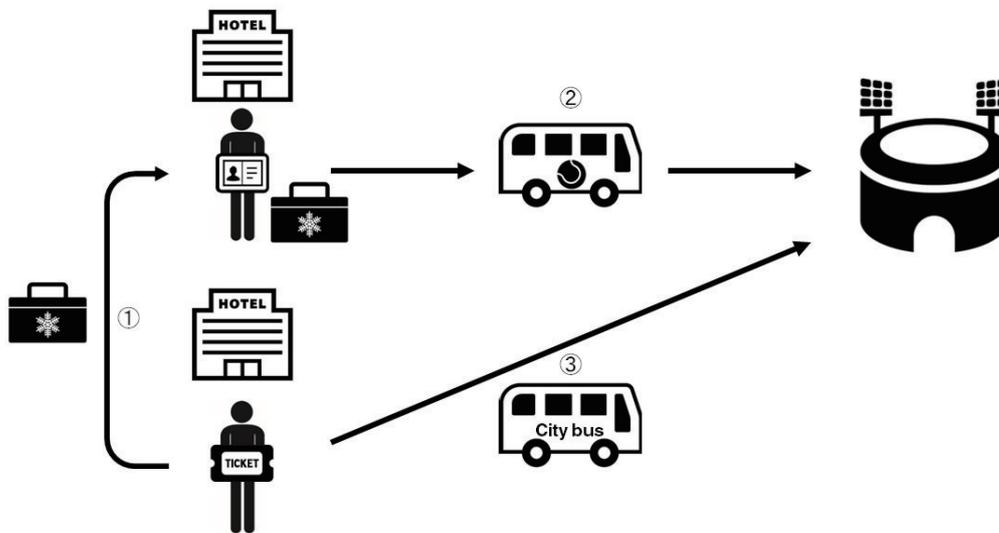


図4. 身体冷却物の運搬フロー

IDパスを選手関係者全員が保有していない場合、①IDパスを有している関係者に身体冷却物（アイスラリー、アイスベストや保冷剤）を配布する。②IDパス保有者専用のバスで競技会場内に移動。③IDパスを有していない関係者は身体冷却物配布後、公共交通機関で競技会場内に移動。

ることができる場所が変わってくる。例えばIDパスは種類にもよるが、会場内では各コート、選手が控える選手ラウンジや関係者通路に出入りすることができる。一方、チケットで会場に入った場合はグランドチケットであればグランドコートのみ、アリーナチケットであればアリーナおよびグランドコートしか入ることができない。これらのことから、IDパスやチケットの種類における導線の違いを把握しておくことも重要である。

本事例では、IDパスが必要な場所での身体冷却支援はなかったが、IDパスで出入りできる場所は空調設備があることが多く、選手は暑熱下での試合の場合、そこで直前まで待機し身体冷却を希望する可能性も考えられる。上記の事態を想定すると、身体冷却支援を行う科学者がIDパスを取得できなかった場合は選手のスケジュールを把握し、IDパスを取得しているトレーナーやコーチへ事前にクーラーボックスを配布する。その後、トレーナーやコーチが身体冷却支援を実施する必要がある。

ここまでの身体冷却物の運搬をまとめると、テ

ニス競技では選手は点在して練習や試合を実施するため、①身体冷却物は小型のクーラーボックスを使用して小分けにし、②IDパス所有者が会場内へ運搬する。会場内では、③事前にコートの位置や距離を把握し、IDパスやチケットの違いによる導線の差を検討しておく。④身体冷却支援を行う科学者がIDパスを取得できなかった場合はトレーナーやコーチに選手への身体冷却支援実施の協力を仰ぐ、ことが考えられる。次章では、本事例において試合時に実施した身体冷却支援法を示す。

## VI. 試合時の身体冷却支援

競技現場での身体冷却は、競技会のレギュレーションや選手のスケジュールなど多くの制約下で実施しなければならず、論文の知見を直接反映させることは難しい。選手は競技会での成績が自身の生活に直結するため、特にトップアスリートに应用する場合には上記の制約に加えて、前提として選手に身体冷却支援の負担をかけないことが重要である。W-up や試合時に身体冷却を実施する

ことが望ましいが、選手の感覚を優先しながら身体冷却支援を行う必要がある。

身体冷却法の選定で述べたように、テニス競技はコーチがベンチに入ることできないため、試合時の身体冷却は選手自らが行わなければならない。したがって、選手に対する身体冷却物の配布や身体冷却法の教授が必要である。その中で、本事例では選手に負担をかけない配布方法として、試合時における身体冷却物の受け渡し方法は、2種類の方法を実施した。

一つ目は、試合時のブレイク中に配布する方法である。これは、身体冷却支援者が観客席からボーラーに身体冷却物を配布し、その後選手に届けてもらう方法である（図5）。身体冷却物のアイススラリーは飲用する際に手で揉み解し、凍結を弱めなければ飲用することができない。この方法ではブレイクに入る前にあらかじめ、身体冷却支援者が手で揉み解し、選手に配布することができる利点がある。そのため、選手はすぐに飲用で

き、選手への負担を軽減することができる。一方で、この方法はアリーナコートでの使用は難しい。アリーナコートはコーチなどがいる観客席とボーラーとの距離があるため、アイススラリーなどの身体冷却物を渡すことは現実的ではない。また、ブレイクの時間は長くても120秒間しかないため、ボーラーへの配布する手続きに時間を要すると、身体冷却の時間が短縮されることも懸念される。

二つ目は、選手が競技会場に入場する直前にクーラーボックスを配布する方法である。選手は試合会場に入場する際には所定の場所に集合し、誘導員と共に入場する。前述したように、選手はラケット、着替えや自身のスペシャルドリンクなど多くの荷物を持って試合会場に入るため、本事例では荷物軽減のために、入場直前に身体冷却物を配布した（図6）。その後、選手は身体冷却物を持って入場した。この方法は、選手に直接身体冷却物を配布することができるため、アリーナ

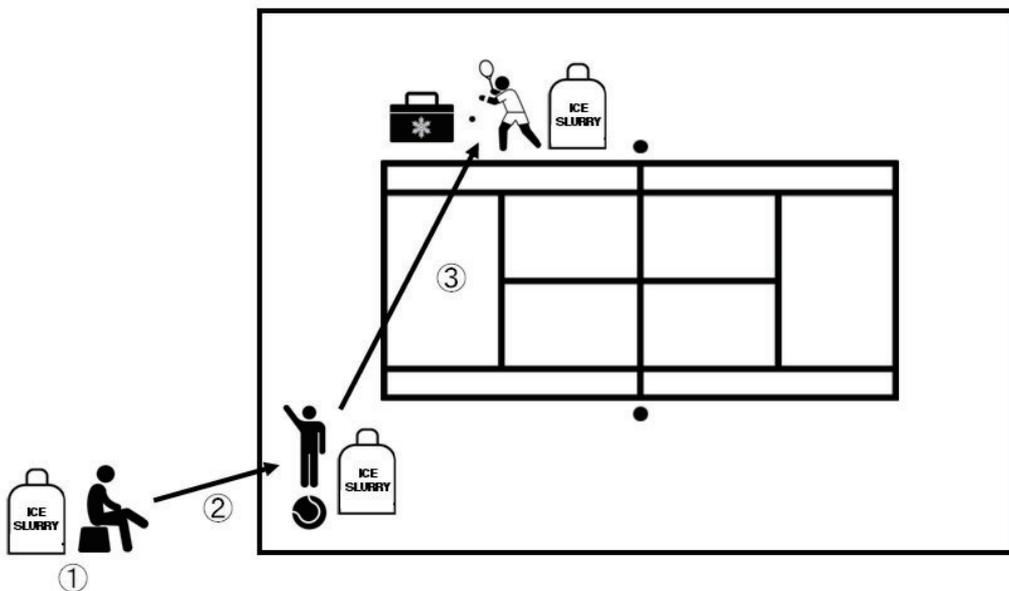


図5. グランドコート試合時における身体冷却支援のフロー

①身体冷却支援者（トレーナー or 科学者）が会場座席でアイススラリーを選手がすぐに飲用できるように、程よい凍結具合にしておく。②ブレイク時にボーラーに「選手に渡す」旨を伝え、アイススラリーを手渡す。③ボーラーが選手に届ける。

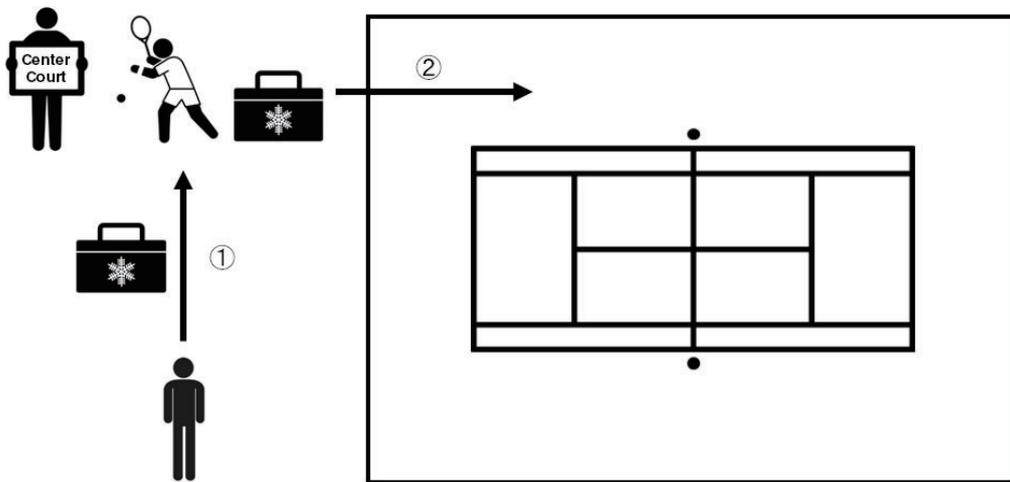


図6. アリーナコート試合時における身体冷却支援のフロー

①選手が誘導員と待機している所に身体冷却支援者（トレーナー or 科学者）が身体冷却物をもっていく。②選手はそれを受け取り、試合会場に入場する。

コートで試合を実施する場合に有効である。一方で、この方法では選手はアイススラリーを飲用する際に、必要な凍結の弱化を選手自身で行わなければならない。その場合は、飲用を行う前のブレイク時にクーラーボックスからアイススラリーを出しておくなどの工夫を、選手に示しておく必要がある。

以上をまとめると、テニス競技では選手関係者は試合時にコートに入ることができないため、身体冷却は選手自らが実施する必要がある。試合時における身体冷却物の配布方法は、ボーラーを通じて渡す方法と試合の事前に配布しておく方法の2種類が考えられる。試合時の身体冷却支援は選手が試合を行うコートによって方法を変え、コートに適した方法で支援する必要がある。身体冷却支援者は選手への負担を最小限に留めるため、事前に配布方法を選手に伝え、選手が身体冷却を実施したいタイミングで行える準備を整えておくことが望ましい。一方で、コートごとに方法が異なると選手の試合のペースや様々なルーティンを乱す可能性があるため、コートが異なっても同じ方

法が実施できるように更なる検討が必要である。

## Ⅶ. まとめ

本稿では、2020 全豪オープンでの身体冷却支援を事例に競技会におけるエリートテニス選手への身体冷却支援を実施する際の問題点を身体冷却物の凍結および運搬、試合時の身体冷却支援の観点から検討した。競技現場での身体冷却は、研究室で実験を行うようにはできず、機材や大会のレギュレーションなど多くの制約がある。その中で、本事例で実践した宿舎での大型冷凍庫やドライアイスを使用した凍結方法や ID パスやチケットの違いにおける運搬方法の差、試合時の身体冷却支援を示した（表1）。身体冷却を支援する者には選手が身体冷却を実施したいタイミングで行えるように上記で示してきた方法を基礎モデルとし、競技会や会場が異なった場合には微調整を加えながら運用することを推奨したい。今後は、他競技においても競技特有の身体冷却支援実施における問題点を明らかにし、競技現場で障害なく身体冷却支援が実施されることが期待される。

表1. テニス競技における身体冷却支援法のポイント

身体冷却物の凍結	大型冷凍庫の借用 場合によってはドライアイスの使用
宿舎から会場内までの運搬	IDバス保有者が運搬 小型のクーラーボックスで小分けに
会場内での導線	コート位置・距離の把握 IDバスの有無による導線の違いを検討
試合時の身体冷却支援	アリーナコートでは事前に身体冷却物を配布 グラウンドコートではボーラーを通じてブレイク時に選手に配布

謝辞

本支援にご協力くださいました選手、日本テニス協会の監督、コーチおよびトレーナーの皆様にご心からお礼申し上げます。

文献

- 1) Bergeron MF. Hydration and thermal strain during tennis in the heat. *Br J Sports Med*, 48(1 Suppl): i12-i17, 2014.
- 2) Chaen Y, Onitsuka S, Hasegawa H. Wearing a cooling vest during half-time improves intermittent exercise in the heat. *Front Physiol*, 10: 711, 2019.
- 3) Ellenbecker TS, Stroia KA. Heat research guides current practices in professional tennis. *Br J Sports Med*, 48(1 Suppl): i5-i6, 2014.
- 4) Girard O, Brocherie F, Morin JB, Racinais S, Millet GP, Periard JD. Mechanical alterations associated with repeated treadmill sprinting under heat stress. *PLoS One*, 12(2): e0170679, 2017.
- 5) Hornery DJ, Farrow D, Mujika I, Young W. An intergrated physiological and performance profile of professional tennis. *Br J Sports Med*, 41: 531-536, 2007.
- 6) Lynch GP, Periard JD, Pluim BM, Brotherhood JR, Jay O. Optimal cooling strategies for players in Australian tennis open conditions. *J Sci Med Sport*, 21(3): 232-237, 2018.
- 7) 内藤貴司. 運動前・運動中の身体冷却法. 国立スポーツ科学センター東京特別プロジェクト研究プロジェクトメンバー編, 競技者のための暑熱対策ガイドブック (実践編). 日本スポーツ振興センターハイパフォーマンススポーツセンター国立スポーツ科学センター, pp.4-9, 2020.
- 8) Naito T, Haramura M, Muraishi K, Yamazaki M, Takahashi H. Impact of ice slurry ingestion during break times on repeated-sprint exercise in the heat. *Sports Med Int Open*, 4: E45-E52, 2020.
- 9) Naito T, Sagayama H, Akazawa N, Haramura M, Tasaki M, Takahashi H. Ice slurry ingestion during break times attenuates the increase of core temperature in a simulation of physical demand of match-play tennis in the heat. *Temperature (Austin)*, 5: 371-379, 2018.
- 10) 西山邦隆, 田中夏海. 冷蔵庫内の温度測定 - 種々の条件による温度変化について -. 東北女子大学・東北女子短期大学紀要, 50: 21-31, 2011.
- 11) Parkin JM, Carey MF, Zhao S, Febbraio MA. Effect of ambient temperature on human skeletal muscle metabolism during fatiguing submaximal exercise. *J Appl Physiol*, 86: 902-908, 1999.
- 12) Periard JD, Racinais S, Knez WL, Herrera CP, Christian R, Girard O. Thermal, physiological and perceptual strain mediate alternations in

- match-play tennis under heat stress. *Br J Sports Med*, 48: i32-i38, 2014.
- 13) Ravanelli NM, Hodder SG, Havenith G, Jay O. Heart rate and body temperature responses to extreme heat and humidity with and without electric fans. *JAMA*, 313(7): 724-725, 2015.
- 14) Schraner D, Scherer L, Lynch GP, Korder S, Brotherhood JR, Pluim BM, Periard JD, Jay O. In-play cooling interventions for simulated match-play tennis in hot/humid conditions. *Med Sci Sport Exerc*, 49(5): 991-998, 2017.
- 15) Siegel R, Laursen PB. Keeping your cool: possible mechanisms for enhanced exercise performance in the heat with internal cooling methods. *Sports Med*, 42: 89-98, 2012.
- 16) Smith MT, Reid M, Kovalchik S, Woods TM, Duffield R. Heat stress incident prevalence and tennis match play performance at the Australian Open. *J Sci Med Sport*, 21: 467-472, 2018.
- 17) Tennis Australia. AO heat stress scale a grand slam first.  
<https://ausopen.com/articles/news/ao-heat-stress-scale-grand-slam-first> (2020年4月20日)