



令和 5 年 度

(公財)北海道スポーツ協会  
スポーツ科学委員会研究報告

第 44 卷

THE ANNUAL REPORT  
OF  
SPORTS SCIENCE COMMITTEE  
OF  
HOKKAIDO

2023  
Vol.44

公益財団法人 北海道スポーツ協会

HOKKAIDO SPORT ASSOCIATION



## は じ め に

各関係団体の皆様には、日頃から北海道のスポーツ振興および競技力の向上にご尽力を賜り、厚くお礼を申し上げます。

さて、新型コロナウイルス感染症のパンデミック入りから4年が経ち、現在では経済活動や日常生活、各種イベントなどが制限なく開催することができるようになり、スポーツの場面においても各種大会の再開や選手への声援が可能となるなどコロナ禍以前の状況に戻ってまいりました。

今年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により延期となっていた第75回国民体育大会本大会（2020年開催予定）が、特別国民体育大会本大会として鹿児島県で開催されました。栃木県で開催された昨年度の本大会では大会前後の体調管理や事前のPCR検査等、感染拡大防止策が講じられたうえでの開催となっておりますが、今回の国体はそれらの対策が緩和され、選手たちが競技に専念できる環境が戻ってきたことを感じさせる大会でありました。

また、第78回大会より国民体育大会は「国民スポーツ大会」と名称が変更となりましたが、名称変更後初となる冬季大会スケート・アイスホッケー競技会が苫小牧市にて開催されました。北海道での開催は、平成元年の第74回釧路大会以来5年振り、苫小牧での開催は平成18年の第61回大会以来18年振りとであり、地元開催による大きな声援を受けて、選手たちは素晴らしい成績を残してくれました。

本委員会としても、これからのスポーツの社会的役割を認識し、様々な分野からスポーツの価値を積極的に発信していくことが重要だと考えており、医科学的立場からスポーツの振興に役立つ研究をより一層進め、スポーツの力を最大限生かすことができるよう、地域社会や国際社会の発展に役立ててまいりたいと考えております。

長い歴史を持つ本委員会は、発足当初、競技力向上を目指したスポーツ科学の研究を主に行ってまいりましたが、本道の生活環境や道民の実情にあった運動実践の在り方など、健康度の向上を目指したスポーツ科学にもその研究範囲を広げてきた経緯があります。

今年度においても、医科学研究事業、アンチ・ドーピング教育・啓発事業、スポーツ医・科学トータルサポート事業（国体の北海道選手団の医科学サポートなど）など幅広く精力的に活動を続けてまいりました。

現在、本委員会は北海道のスポーツ振興、競技力の向上及びスポーツ障害（外傷・障害）の排除などを図るため、調査・分析・研究などを行うことを趣旨として、時代の変化に対応した研究テーマを立て、必要な基礎資料の収集とその分析や研究に取り組んでおります。

本委員会としましては、これらのテーマに沿った各研究報告も、北海道のスポーツ振興や競技力向上に向けた貴重な研究であり、関係者の方々のご一読とご活用を戴ければ幸いに存じます。

今後も関係する皆様の更なるご協力を得ながら、それぞれの専門分野を生かした研究を進める中から、より一層道民の期待に応えてまいりたいと考えております。

ここに令和5年度の活動状況を報告させていただきますとともに、本委員会の事業推進等にご協力をいただきました関係各位の皆様に対しまして、厚くお礼を申し上げます。

令和6年3月

公益財団法人北海道スポーツ協会  
スポーツ科学委員会  
委員長 佐久間 一郎



— 目 次 —

〔1〕 競技力向上に関する研究

第1部	反応性低血糖で競技パフォーマンスが低下している選手の抽出・診断と 治療法選択に関する研究	1
第2部	2023年度スポーツ医科学研究事業 超音波画像による足内在筋形態評価	6
第3部	血流制限を併用した低強度レジスタンストレーニング —運動器リハビリテーションへの応用—	9
第4部	男子高校野球選手の夏季における脱水状況 ～尿比重および尿中ミネラルを指標として～	14

〔2〕 アンチ・ドーピング教育啓発活動報告2023 22

【公益財団法人北海道スポーツ協会 スポーツ科学委員会】

《委員長》	佐久間 一郎	
《副委員長》	遠山 晴一	養内 豊
《委員》	笠師 久美子	森 修二
	井上 雅之	沖田 孝一
	金子 知	渡邊 耕太
	大城 和恵	安部 久貴
	三國 雅人	近藤 英司
	佐々木 将太	柴田 啓介
	内藤 貴司	



## 反応性低血糖で競技パフォーマンスが低下している選手の抽出・診断と 治療法選択に関する研究

佐久間一郎<sup>①</sup>, 井上雅之<sup>②</sup>, 三國雅人<sup>③</sup>, 沖田孝一<sup>④</sup>, 田村美香<sup>⑤</sup>, 小山奈緒美<sup>⑤</sup>

北光記念クリニック・内科<sup>①</sup>, NTT東日本札幌病院・整形外科<sup>②</sup>, 札幌厚生病院・産婦人科<sup>③</sup>, 北翔大学・生涯スポーツ学部<sup>④</sup>, 北光記念クリニック・栄養科<sup>⑤</sup>, 北海道文教大学・人間科学部<sup>⑤</sup>

### 目的

「反応性低血糖 (RH)」は、食事摂取 1～2 時間後もしくは 3 時間後以降に低血糖症状が出現する病態である。その診断方法としては 5 時間 75g OGTT が施行され、「5 時間の検査中、負荷前の血糖値より 50% 以上上昇しない」、「5 時間の検査中、負荷前の血糖値より 20% 以上下降する」等、9 種の診断基準のいずれか 1 つを満たした場合に診断が確定する Newbold の基準<sup>1)</sup> (表 1) が用いられている。ただし、この基準は「機能性低血糖」の診断法であり、病態は同様であるものの、心療内科・精神科で用いられるものである。従って、RH は内科に限らず、精神科領域でも認められる病状と言える。

RH を呈する患者は、実臨床でしばしば発見され、患者は低血糖症状で日常生活に支障をきたしている<sup>2-4)</sup>。このような患者はスポーツ選手でも存在し、その場合、選手は競技能力が低下することを研究責任者は経験している<sup>5, 6)</sup>。

RH の治療法としては「糖質制限」や「低用量  $\alpha$  GI 投与」等が推奨されており、研究責任者は先行研究でサプリメントの有効性を報告したが<sup>5, 6)</sup>、治療法は確立されていない。また、「糖尿病」や「境界型糖尿病」には該当しない患者も多く、その場合は血糖値のモニターとして CGM や SMBG 等のデバイス使用や、治療薬としての低用量  $\alpha$  GI 投与は、医療健康保険の適応とはならない。

一方、RH の診断決定や治療効果の確認に際しては、組織間グルコース値 (IGL) を FreeStyle リブレ<sup>®</sup> (FL) (図 1、2) でモニターすることが有用であることをわれわれは報告している<sup>2-6)</sup>。FL は患者の上腕にセンサーを装着し、14 日間に渡り 5 分毎に持続的に IGL が記録され、患者はいつでも IGL を確認できるデバイスである。最近では、IGL を携帯電話でモニター・ストアでき、さらに、その情報が病院に自動的に送信されるシステムとなっている。

先行研究において、われわれは明らかに RH が疑われるスポーツ選手に FL 装着し、5 時間 75g OGTT 施行して RH を確診し、練習や競技中に IGL をモニターして、治療法・治療薬の有効性を確認することを試みた<sup>5, 6)</sup>。今後は、まず一般のスポーツ選手において、RH が疑われる選手を適切な質問票により抽出し、当該選手および対照選手に FL を装着し、IGL の日内変動や練習・競技遂行時の IGL の変動を把握することにより、RH を確診することが必要と考えられる。最終的には、各種 RH 治療法の開発、サプリメント利用の有用性等の確認を行い、公認スポーツドクターやスポーツ指導者に対し、RH の診断と対応法を広く周知することが、RH 罹患選手の競技力向上に重要と思われる。本年度は、前項を目的として研究を遂行することとした。

### 方法

対象は大学野球部の男子選手とした。本研究に賛同した選手において、RH 罹患選手を抽出する目的で、

① 反応性低血糖に関する質問票によるアンケート調査を実施した。

次に、その結果からRH罹患ありとされた選手、また健常とされた選手において

- ② FLを上腕に装着し、IGLをモニターして、日常生活時や練習時にその日内変動や高血糖・低血糖等の発生状況を観察した。

## 結果

反応性低血糖に関する調査票から、血族に糖尿病罹患者がいるか否か、幼少期に体格および急激な体重増加を経験しているか否か、食後の睡魔を経験しているか、日中の低血糖の兆候や練習中の低血糖兆候が認められるか否かにより、RH罹患ありと考えられる選手、健常と考えられる選手を決定した。一部の選手にFL装着下に練習時や競技時にIGLの変化をモニターした。その結果、

- ① 健常とされた選手では、一日を通し、また食後・練習中で、IGLの急激な上昇・低下は認められなかった(図3)。
- ② RH罹患ありとされた選手では、食後のIGL上昇が大きく、練習中は練習前の捕食により低血糖は認められなかったものの、睡眠中に70g/dL未満のIGL低下・低血糖が認められた(図4)。

ただし、野球選手であることもあり、練習中等にFLセンサーが外れる選手が多発した。また、FLは最長8時間以内にモニターを作動させなければ記録が途切れるが、そのようなモニタリングが守られていない選手が多かった。

## 考察

本年度の研究では、大学野球部の選手において、RHが疑われる選手を反応性低血糖に関する質問票により抽出することを試みたが、その結果、RH罹患ありと考えられる選手、および健常と考えられる選手を決定し、それらの選手にFLを装着し、IGLの日常生活時や練習時の変動モニターしたところ、両者で、特徴的なIGLの変動を把握することができた。

ただ、FLのセンサーが、対象が野球選手であることもあって外れることが多く、以後はセンサーの装着・固定法を改善する必要がある。

今後、反応性低血糖に関する質問票による調査で、RH罹患ありとされた選手において、FLでIGLをモニターすることにより、新規RH治療法やサプリメント利用の有用性確認を行い、本症選手の低血糖症発現を防止し、競技力向上に寄与することが可能と考えられた。さらに、公認スポーツドクターやスポーツ指導者へ、RHの診断と対応法を広く周知することも可能となると考えられた。

## まとめ

本研究により、一般スポーツ選手においてRH罹患患者を抽出し、FLでIGLをモニターすることにより、本症選手の低血糖症状の発現防止・競技力向上に寄与するものと考えられた。

## 文献

1. Newbold: Dr. Newbold's Nutrition For Your Nerves. Keats Pub, p107: 1993
2. 藤森三奈美、田村美香、佐久間一郎：反応性低血糖に対する食事療法のポイント. 臨床栄養136: 964-966, 2020.
3. 佐久間千尋、田村美香、細川渚、坂口信子、櫻井正之、佐久間一郎：反応性および機能性低血糖患者の診断・治療効果判定におけるFreeStyleリブレ® 利用の有用性に関する研究. 第45回札幌市医師会医学会誌 83-84, 2020
4. 佐久間千尋、佐久間一郎、細川渚、田村美香、櫻井正之. 機能性低血糖患者の診断治療効果判定におけるFreeStyleリブレ® 利用の有用性に関する研究(第2報). 第46回札幌市医師会医学会雑誌 51-52, 2021



5. 佐久間一郎、鈴木研一、井上雅之、吉田祐一、三國雅人、森田 肇、沖田孝一、小山奈緒美：反応性低血糖で競技能力が低下しているスポーツ選手・愛好家の診断・治療法開発に関する研究. 第48回札幌市医師会医学会雑誌. 19-20, 2023
6. 佐久間一郎, 井上雅之, 三國雅人, 沖田孝一, 田村美香、小山奈緒美：反応性低血糖で競技能力が低下しているスポーツ選手の診断・治療法開発とその効果の評価に関する研究. 令和4年度北海道スポーツ協会スポーツ医科学事業報告. 1-6, 2023

図表

## 表1. 機能性低血糖の診断基準

5時間の75gOGTTを行い、以下の9項目のうち1つでもあてはまるものがあれば、機能性低血糖症と診断する

- ①5時間の検査中、負荷前の血糖値より50%以上上昇しない
- ②5時間の検査中、負荷前の血糖値より20%以上下降した
- ③5時間の検査中、どの時点でも1時間に50mg/dl以上下降した
- ④5時間の検査中、60mg/dl以下を記録した
- ⑤5時間の検査中、めまい、頭痛、混乱、発汗、憂うつなどの症状が現れた(手足の冷え、動悸、頻脈、手指の震え、ふらつき等も含む)
- ⑥5時間の検査中、インスリン分泌の変動が血糖曲線と一致しない
- ⑦血糖曲線がなだらかであっても、体温の上下が著しい場合
- ⑧血糖曲線における山が2つ以上ある場合
- ⑨カテコラミン代謝産物の上昇がある場合



図1:FreeStyleリブレ®は、上腕に両面テープで装着したセンサーの炭素電極で、5分毎に持続的に組織間グルコース値(IGL)を測定し、内蔵した記憶素子にデータが蓄積される。IGLはリーダーで瞬時に表示されるが、IGLデータは、リーダーで14日間モニターすることができる。



図2. FreeStyleリブレ®リーダーは、センサーが測定した組織間質グルコース値(IGL)を瞬時に表示すると共に、14日間にわたり、5分毎に持続的に測定されたIGLデータをエクセルに記憶し、モニターすることができる。現在は携帯電話に本リーダー機能を持たせることが可能である。

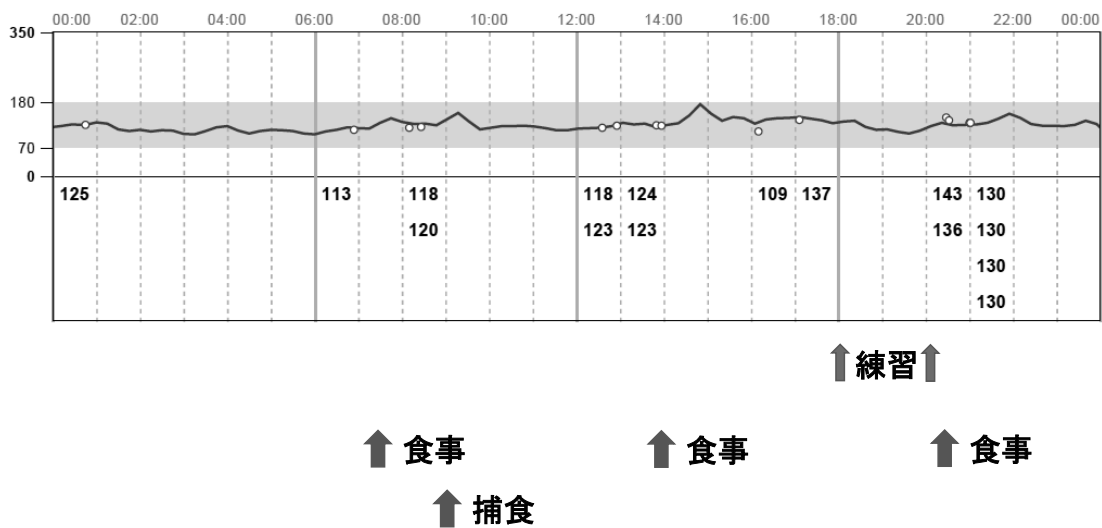


図3. 健常選手におけるFLのモニター結果

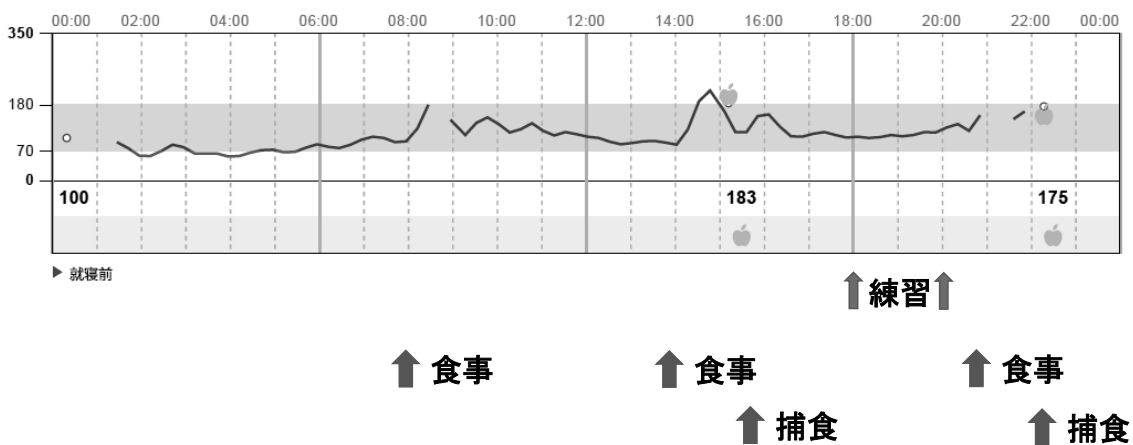


図4. RH罹患選手1におけるFLのモニター結果

## 2023年度スポーツ医科学研究事業 超音波画像による足内在筋形態評価

札幌医科大学理学療法第二講座

渡邊耕太

### はじめに

超音波画像診断装置は近年運動器領域で広く使用されるようになり、リアルタイムに動的評価が可能という利点がある。超音波による筋形態評価は、トレーニング効果の判定など臨床における有用性が高く、足内在筋についても高い信頼性が確認されている<sup>1,2)</sup>。さらに、筋収縮条件の筋横断面積を測定することにより、実際の運動時の筋発揮を評価することができると考えられる。しかし、足内在筋の収縮条件での筋横断面積の測定についての研究は渉猟しえた限り報告されていない。本研究では超音波画像を用いて安静時、収縮時の足趾屈曲内在筋断面積評価を行うこと、各筋横断面積と各足趾屈曲力との関係を検討することを目的とした。

### 方法

対象：下肢に整形外科的疾患のない健常男子大学生10名（平均年齢：22.4歳、平均体重68.2kg、平均足長25.55cm）とした。

筋横断面積評価：超音波画像診断装置（AixPolorer Ver.6,4-15MHz,sper sonic imagine）を使用し、評価肢位は腹臥位で足関節重力下垂位とした。評価筋は短趾屈筋、足底方形筋、母趾外転筋、短母趾屈筋、小趾外転筋とした。画像描出方法は先行研究<sup>1,2)</sup>に則った。

各足趾屈曲力評価：デジタルプッシュプルゲージ（AIKOH、RXシリーズ）を利用したカスタムメイドの測定機器を用いた<sup>3)</sup>。測定肢位は端座位、股関節、膝関節90°屈曲位、足関節、足趾中間位で、足趾の最大屈曲力を測定した。3度の測定を行い、平均値を体重比として算出した。

#### データ解析

統計解析：安静条件、収縮条件計測の検者内信頼性の指標としてICC（intraclass correlation coefficients）を算出した。安静時条件、収縮条件の筋横断面積と、それらから収縮時面積増加率も算出した。安静条件、収縮条件の各筋横断面積、収縮時面積増加率と各足趾屈曲力についてPearsonの相関係数を算出した（ $p < 0.05$ ）。

### 結果

筋横断面積測定時ICC：安静条件のICCは0.856～0.949であった。また収縮条件では0.747～0.924であり、いずれの条件でも高い信頼性あり（ $r > 0.7$ ）と判断された。

各筋横断面積（図1）：安静時と収縮時の筋断面積を比較すると、収縮によりその面積は増加した。収縮時面積増加率は107%から116%だった。

各足趾屈曲力（図2）：母趾、第2趾、第4趾、第5趾、第3趾の順番で高い値を示した。また母趾は他の4趾と比較し、大幅に高い値を示した。

筋断面積と各足趾屈曲力との相関関係：安静時各筋横断面積と各足趾屈曲力、収縮時各筋横断面積と各足趾屈曲力、収縮時面積増加率と各足趾屈曲力のいずれの条件間でも統計学的に有意な相関関係は認められなかった。

## 考察

超音波画像診断装置による足内在筋面積の測定信頼性は、過去の研究と同様に高かった。

足筋横断面積と足趾屈曲力の関係についての先行研究では、Kuriharaら<sup>4)</sup>は筋横断面積をMRIで測定した。この研究では個々の筋ではなく、内在筋全体としての面積を評価した。足趾屈曲力については全足趾の同時屈曲力を測定しており、内在筋横断面積と足趾屈曲力に有意な正の相関が認められた。足趾屈曲力との相関関係は、外在筋よりも内在筋で強かった。またMickleら<sup>5)</sup>は、対象を若年者群と高齢者群に群分けし、筋横断面積は超音波画像診断装置にて本研究と同様の内在筋5種と長趾屈筋、長母趾屈筋を含む外在筋2種の測定を行った。足趾屈曲力は圧力として母趾と残りの4趾をわけて測定を行った。その結果、母趾の屈曲力と足底方形筋、第2～5趾の屈曲力と短趾屈筋、足底方形筋、小趾外転筋に有意な正の相関が示された。

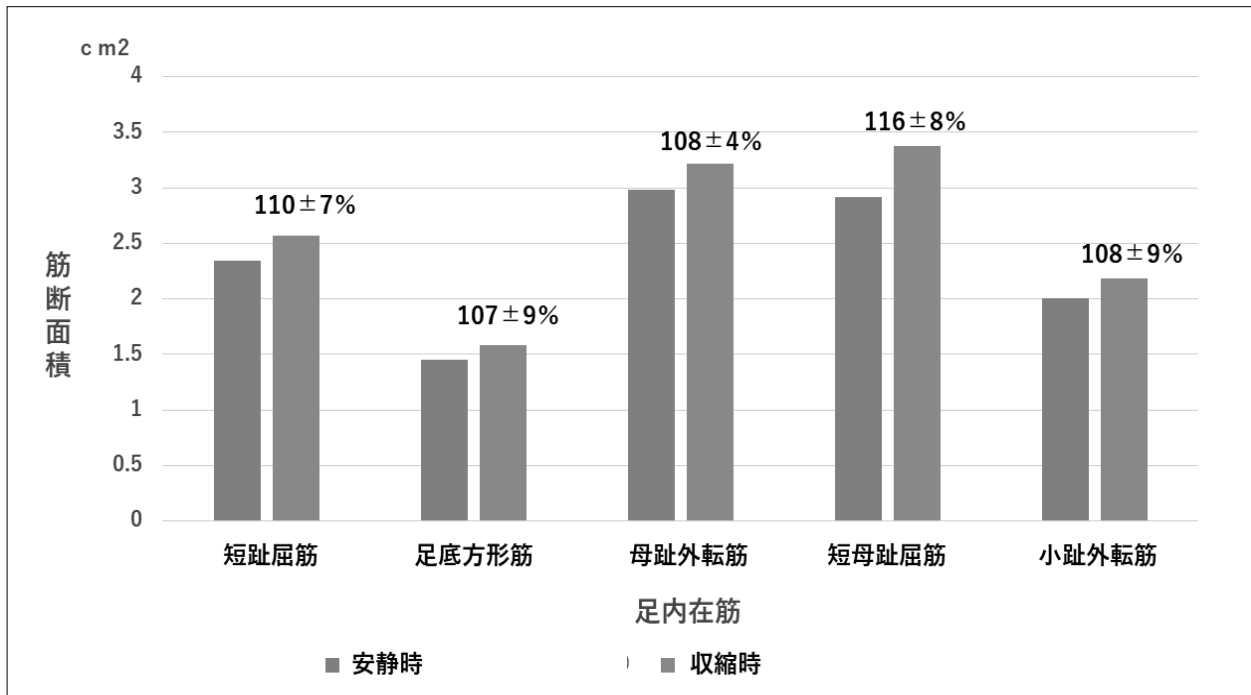
本研究では足底の足内在筋と各足趾屈曲力との間に有意な相関は認めなかった。今回は各足趾に抵抗をかけた屈曲力を測定しており、先行研究とは屈曲力の発揮方法が異なっていた。また、足趾屈曲様式はPIP関節とDIP関節の同時屈曲であり、このような運動では内在筋に加え外在筋も屈曲に大きく関与した可能性がある<sup>6)</sup>。両者の相関は認めなかったが、足趾屈曲により各筋の筋断面積は増加しており、足内在筋と各足趾屈曲力との相関については足趾の屈曲様式や抵抗のかけ方も含めてさらに検討が必要と考えられた。

## 文献

- 1) Crofts G, et al.: Reliability of ultrasound for measurement of selected foot structures Gait Posture 2014;39:35-39.
- 2) Mickle KJ, et al.: Reliability of ultrasound to measure morphology of the toe flexor muscle J Foot Ankle Res. 2013;6:1146-1157.
- 3) Hirota K, Watanabe K, et al.: Flexor hallucis longus tendinous slips and the relationship to toe flexor strength. Foot Ankle Surg. 2021;27:851-854.
- 4) Kurihara T, et al.: Maximum toe flexor muscle strength and quantitative analysis of human plantar intrinsic and extrinsic muscles by a magnetic resonance imaging technique. J Foot Ankle Res.2014;7:26.
- 5) Mickle KJ, et al.: Effects of age on strength and morphology of toe flexor muscle. J Orthop Phys Ther.2016;46:1065-1070.
- 6) Hirota K, Watanabe K, et al.: Evaluation of the activities of the intrinsic and extrinsic muscles of the foot during toe flexion with or without interphalangeal joint flexion using ultrasound shear wave elastography. Foot 2023;57:101945.

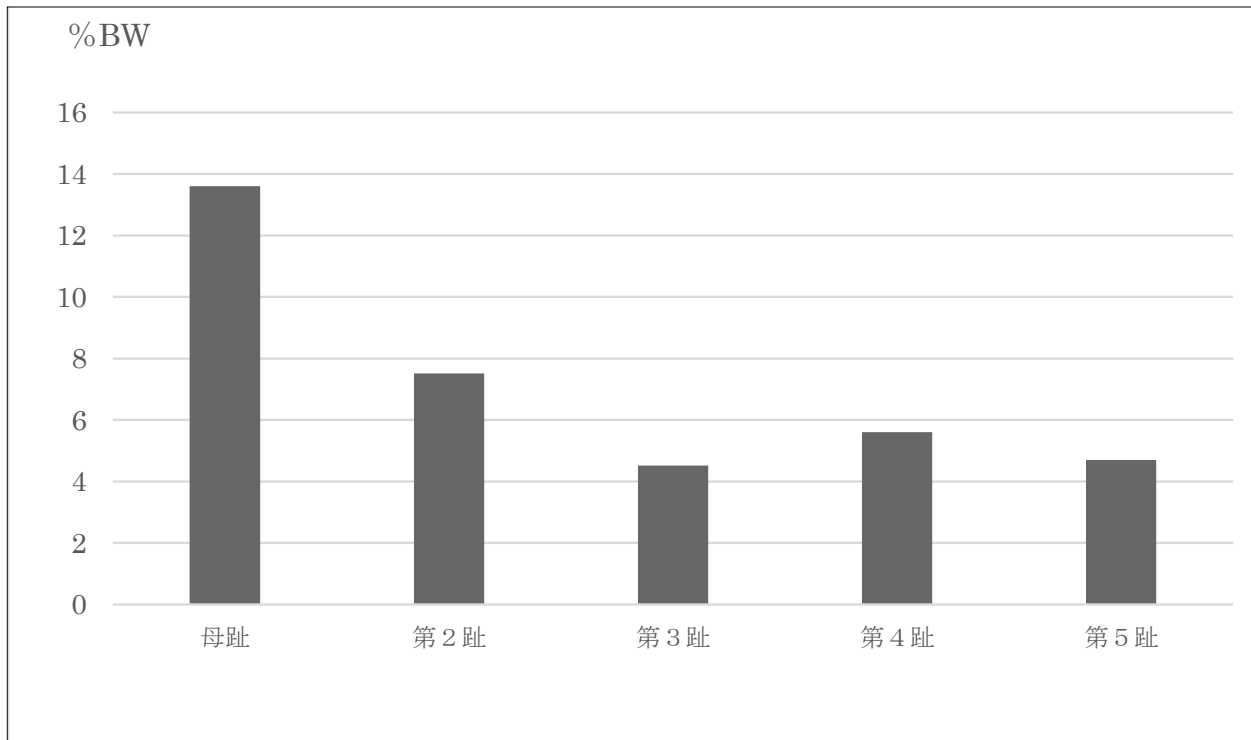
図表

図1 筋断面積



図内の%は安静時と比べた収縮時の筋断面積の増加割合である。筋収縮によって各筋の断面積は増加した。

図2 各足趾屈曲力 (体重比)



## 血流制限を併用した低強度レジスタンストレーニング —運動器リハビリテーションへの応用—

沖田 孝一

北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科

Correspondence

沖田 孝一

北翔大学大学院 生涯スポーツ学研究科

Department of Sport Education, Hokusho University

〒069-8511 江別市文京台23番地

Tel: 011-386-8011 (代表) Fax: 011-387-1542 (代表)

okitak@hokusho-u.ac.jp

### はじめに

この研究報告では、理学療法およびスポーツリハビリテーションを含む整形外科的領域にて試験的に実地されている血流制限を併用した低強度レジスタンストレーニングの現状と最近我々が得た研究成果を踏まえた有効なプロトコルの考案について紹介する。

### 骨格筋量・質の重要性とレジスタンストレーニングの問題点

骨格筋機能（量と質）は、中高年者や高齢者の生存率のみならず、心不全などの疾患を持つ患者の予後にも関連している（1-4）。ゆえに、臨床現場では骨格筋量と筋力を維持または増加させるためにレジスタンストレーニングが推奨され、実地されている。一方、筋肥大と筋力増強を目的とした一般的なレジスタンストレーニングは高強度の外的負荷が必要となるため（5）、高齢者、運動器障害や基礎疾患を有する人には適さないことが多い（6,7）。

### 血流制限を併用したレジスタンストレーニング

2000年、レジスタンストレーニングに血流制限を併用することにより、従来の高強度負荷を用いて得られる程度と同等の筋量と筋力の増加が低強度負荷で達成できることが報告された（8）。現在、この手法は様々な分野で用いられるようになってきているが（9-12）、特に近年では、血流制限を併用し超低負荷で行うトレーニングが神経疾患や整形外科的疾患を持つ患者（11,12）、さらには前十字靭帯再建術後の理学療法やリハビリテーションにも試験的に利用されている（13-15）。

血流制限が有効性を顕す根底にある重要なメカニズムは、骨格筋の低酸素化、嫌気性代謝の亢進に伴う乳酸や無機リン酸などの代謝産物蓄積および筋動員の促進である（16）。これまでに我々の研究グループは、この手法により筋負荷を高めるには、血流制限の程度ではなく、機械的負荷強度を増加させることが効果的であ

ることを実証した(17,18)。しかしながら、歩行などの極めて低強度の運動においても血流制限を併用することにより筋肥大が得られるとの報告もみられる(19)。我々はこの理由を解明すべく行った研究により、超低強度負荷を用いても、適切な繰り返し回数を実地することで十分な筋負荷が得られる可能性を証明することができた(20)。

### 理学療法・リハビリテーション分野における血流制限の応用

図1はリハビリテーション現場における血流制限の応用例である(21)。図左下に示すように受動的な血流制限のみによって筋萎縮が抑制されることが示され脚光を浴びたが(22,23)、運動を伴わない血流制限の有効性については、否定的な研究もある。スポーツ活動を行っている対象者の前十字靭帯再建術後に受動的な血流制限を繰り返し施行した無作為化比較試験では、大腿四頭筋の萎縮を軽減できなかったことが報告されている(24)。一方、血流制限と運動を組み合わせたリハビリテーションについては、有効性を報告した研究が複数みられる(11-15)。

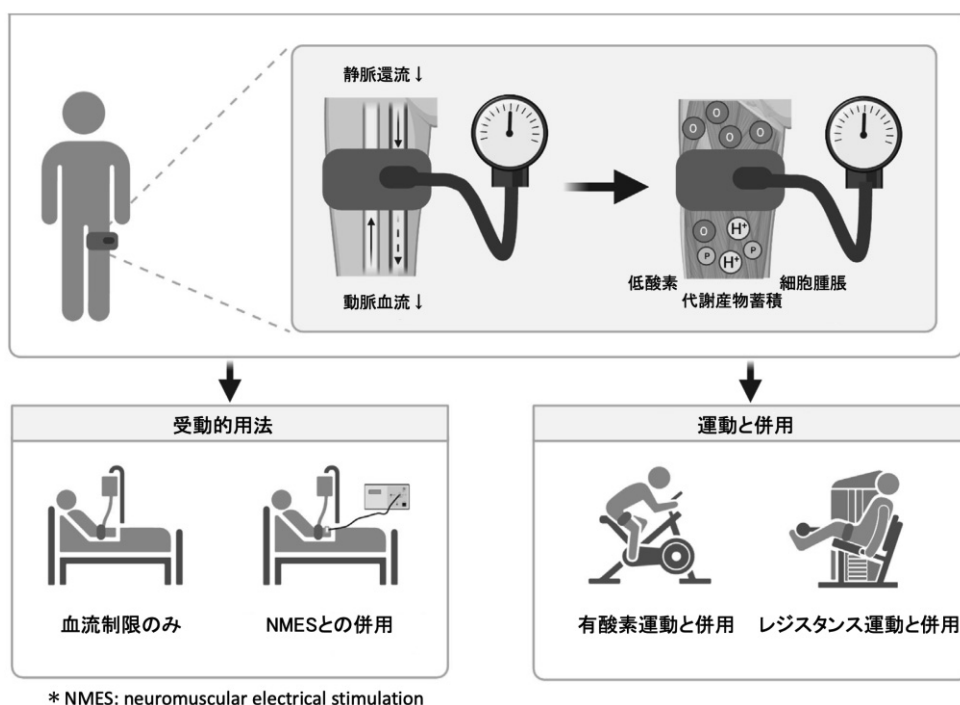


図1. リハビリテーションにおける血流制限 (文献21より)

### 前十字靭帯再建術後の血流制限併用トレーニング

図2に前十字靭帯再建術後の筋萎縮に対する血流制限を併用した運動トレーニング(リハビリテーション)の有効性を検討したシステムティック・レビューの結果を示した(15)。方法は様々であり、コンセンサスが得られているとは言えないが、有効である傾向がうかがわれる。



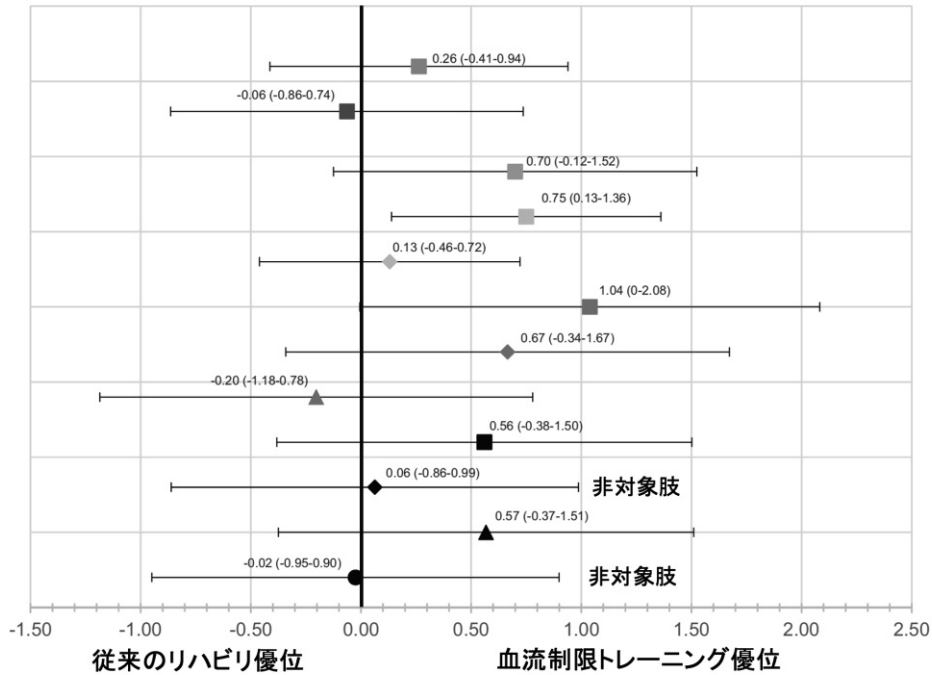


図2. 大腿筋量の変化に関する血流制限トレーニングの優位性 (文献15より)

**血流制限を併用したリハビリテーションのプロトコールについて**

我々の研究成果を表したschematic abstractを図3に示した。この研究では、最大挙上重量（1RM）の10%から40%までの負荷強度を用い、強度と繰り返し回数の積（総仕事量）が等しくなるプロトコールを設定し、筋へのトレーニング負荷を筋内クレアチンリン酸、pHの低下および無機リン酸の蓄積（代謝的負荷）として評価し比較検討している。図4には、運動終点におけるクレアチンリン酸とpHの低下を示したが、シェーマに象徴されるように10%1RMのような超低強度負荷を用いても繰り返し回数が妥当であれば、従来の高強度トレーニングと同等以上の筋負荷に到達することを示している（20）。

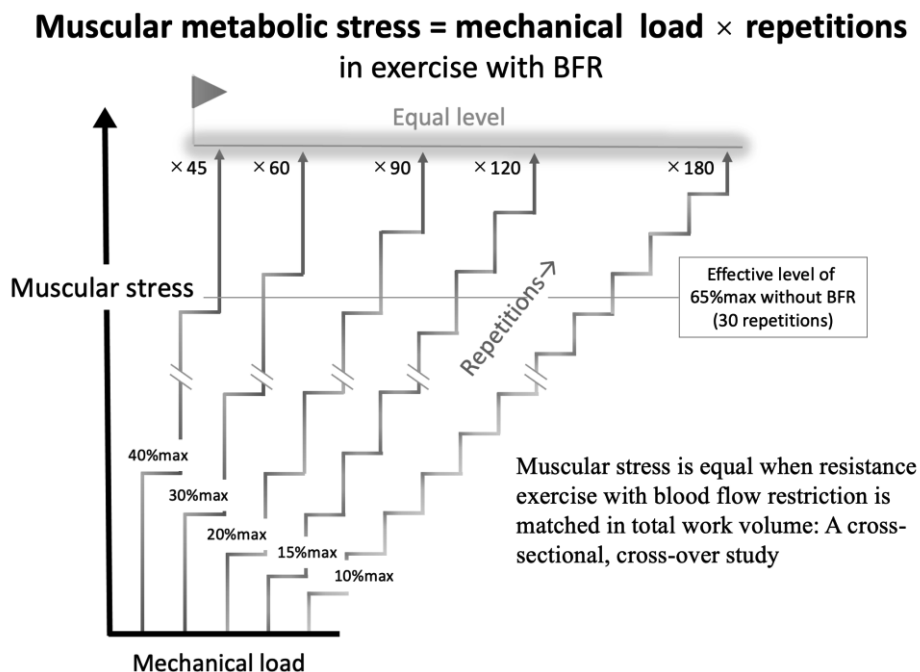


図3. Schematic abstract (文献20より)

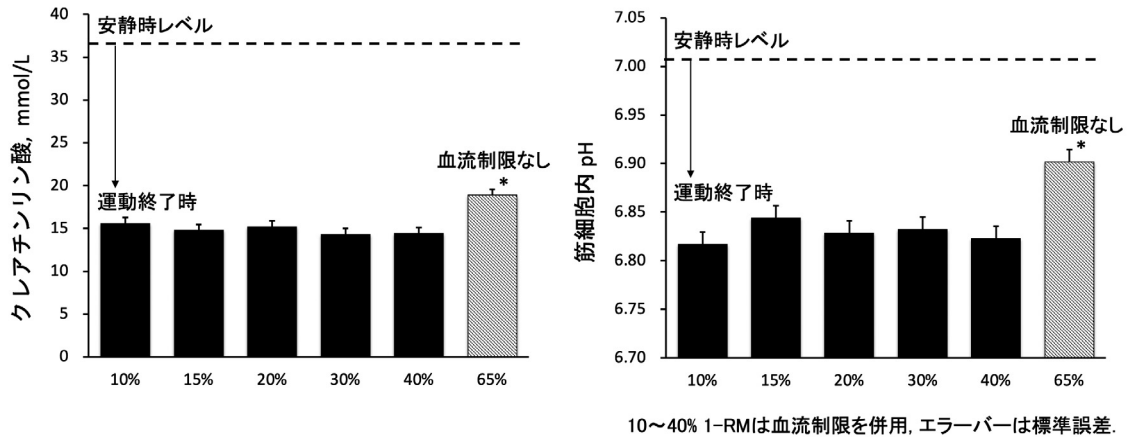


図4. 運動終了時の筋への代謝的負荷 (文献20より)

### おわりに

血流制限はレジスタンス運動のみならず、有酸素運動との併用においても有効性が示され、さらに血流制限のみの施行や神経筋電気刺激との併用など、リハビリテーション領域における可能性は広がっている。しかしながら、基本的な方法についてのガイドラインはなく、この手法が定着するには、科学的根拠に基づく介入研究の蓄積が必要であると思われる。我々の研究成果(20)がその一助となることに期待したい。

### 参考文献

1. Cesari M, Pahor M, Lauretani F, et al. Skeletal muscle and mortality results from the InCHIANTI study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2009;64(3):377-384.
2. Li R, Xia J, Zhang XI, et al. Associations of muscle mass and strength with all-cause mortality among US older adults. *Med Sci Sports Exerc* 2018;50(3):458-467
3. Hülsmann M, Quittan M, Berger R, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail* 2004;6(1):101-107.
4. Lopez PD, Nepal P, Akinlonu A, et al. Low skeletal muscle mass independently predicts mortality in patients with chronic heart failure after an acute hospitalization. *Cardiology* 2019;142(1):28-36.
5. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-1359.
6. Taylor JL, Myers J, Bonikowske AR. Practical guidelines for exercise prescription in patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2023;28(6):1285-1296.
7. Wills WB, Athilingam P, Beckie TM. Exercise-based cardiac rehabilitation in women with heart failure: a review of enrollment, adherence, and outcomes. *Heart Fail Rev* 2023;28(6):1251-1266.
8. Takarada Y, Takazawa H, Sato Y, et al. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. *J Appl Physiol.* 2000;88(6):2097-2106.
9. Pignanelli C, Christiansen D, Burr JF. Blood flow restriction training and the high-performance athlete: science to application. *J Appl Physiol* 2021;130(4):1163-1170.
10. Saatmann N, Zaharia OP, Loenneke JP, et al. Effects of Blood Flow Restriction Exercise and Possible Applications in Type 2 Diabetes. *Trends Endocrinol Metab* 2021;32(2):106-117.

11. Petersson N, Langgard Jorgensen S, Kjeldsen T, et al. Blood flow restricted walking in elderly individuals with knee osteoarthritis: a feasibility study. *J Rehabil Med* 2022;54:jrm00282.
12. Lamberti N, Straudi S, Donadi M, et al. Effectiveness of blood flow-restricted slow walking on mobility in severe multiple sclerosis: a pilot randomized trial. *Scand J Med Sci Sports* 2020;30(10):1999-2009.
13. Ohta H, Kurosawa H, Ikeda H, et al. Low-load resistance muscular training with moderate restriction of blood flow after anterior cruciate ligament reconstruction. *Acta Orthop Scand* 2003;74(1):62-8.
14. Hughes L, Rosenblatt B, Haddad F, et al. Comparing the Effectiveness of Blood Flow Restriction and Traditional Heavy Load Resistance Training in the Post-Surgery Rehabilitation of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Patients: A UK National Health Service Randomised Controlled Trial. *Sports Med* 2019;49(11):1787-1805.
15. Colapietro M, Portnoff B, Miller SJ, et al. Effects of Blood Flow Restriction Training on Clinical Outcomes for Patients With ACL Reconstruction: A Systematic Review. *Sports Health* 2023;15(2):260-273.
16. Meyer RA. Does blood flow restriction enhance hypertrophic signaling in skeletal muscle? *J Appl Physiol* 2006;100(5):1443-1444.
17. Suga T, Okita K, Morita N, et al. Dose effect on intramuscular metabolic stress during low-intensity resistance exercise with blood flow restriction. *J Appl Physiol* 2010;108(6):1563-1567.
18. Okita K, Takada S, Morita N, et al. Resistance training with interval blood flow restriction effectively enhances intramuscular metabolic stress with less ischemic duration and discomfort. *Appl Physiol Nutr Metab* 2019;44(7):759-764.
19. Abe T, Sakamaki M, Fujita S, et al. Effects of low-intensity walk training with restricted leg blood flow on muscle strength and aerobic capacity in older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2010;33(1):34-40.
20. Okita K, Omokawa M, Takada S, et al. Muscular stress is equal when resistance exercise with blood flow restriction is matched in total work volume: A cross-sectional, cross-over study. *Acta Physiol (Oxf)*. 2024 Jan 17:e14097.
21. Wedig IJ, Durocher JJ, McDaniel J, et al. Blood flow restriction as a potential therapy to restore physical function following COVID-19 infection. *Front Physiol* 2023;14:1235172.
22. Takarada Y, Takazawa H, Ishii N. Applications of vascular occlusion diminish disuse atrophy of knee extensor muscles. *Med Sci Sports Exerc* 2000;32:2035-9.
23. Kubota A, Sakuraba K, Sawaki K, et al. Prevention of disuse muscular weakness by restriction of blood flow. *Med Sci Sports Exerc* 2008;40:529-34.
24. Iversen E, Røstad V, Larmo A. Intermittent blood flow restriction does not reduce atrophy following anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sport Health Sci* 2016;5(1):115-118.

## 男子高校野球選手の夏季における脱水状況 ～尿比重および尿中ミネラルを指標として～

研究責任者：佐々木将太<sup>a)</sup>

研究協力者：松浦純奈<sup>b)</sup>

a) 北海道文教大学大学院健康栄養科学研究科

b) 北海道文教大学大学院健康栄養科学研究科大学院生

### I. はじめに

近年、地球温暖化の影響により、夏季の平均気温が上昇していることから、日常の中において脱水や熱中症の発生リスクが増している。熱中症の発生は、気温と正の相関がある<sup>1)</sup>ことから、夏季の運動・スポーツの実施は、身体冷却や適切な水分補給による脱水予防などの対策が重要となる。

脱水、熱中症の予防には、適切な水分補給が重要である。日本スポーツ協会が発刊している「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」<sup>2)</sup>には、①水分補給は、脱水の程度を体重の2%以内を目安として、喉の乾きに応じた自由飲水、②塩分を0.1～0.2%を含有する飲料、を勧めている。しかしながら、熱中症予防の適切な知識がなく、判断能力が未熟なジュニア選手では、水分摂取への意識が低く、スタッフや保護者の声がかかると水分摂取不足のリスクが高まると考えられる。

高校野球は、熱中症発生リスクの高い夏季を中心に競技が行われる。一般的に野球は、熱中症リスクが高い競技であるとイメージされるが、Belvalら<sup>3)</sup>は、野球を低強度の競技として位置付けしており、熱中症の一因である脱水リスクは低いと報告している。しかしながら、日本救急医学会の報告<sup>4)</sup>によると、ジュニア期にあたる10代の熱中症発生件数は、スポーツ中がもっとも多いことが示されている。さらに、高校における体育部活動別の熱中症発生件数は、野球がもっとも多いことが報告されている<sup>5)</sup>。

高校野球の熱中症リスクが高い理由として、①気温が高い時期に実施される、②低強度であるものの練習や試合時間が長い、③週あたりの活動日数が多い、ことが要因として考えられる。熱中症の予防には、適切な水分摂取、十分な休息が必要となる。しかし、高校野球の練習、試合環境等の現状から、脱水状況に合わせた水分摂取ができていなかったり、疲労した身体を十分に休息、回復させる時間が取れていない可能性が想像され、コンディションの不良にもつながっていると推察される。

報告者は、高校野球選手に対する栄養教育を実施してきたが、毎年夏季にコンディションを落とす選手が散見された。コンディション不良となる要因は複合的であり、様々考えられるが、要因の一つとして脱水が関連しているのではないかと推察した。高校野球選手により高いパフォーマンスを発揮してもらい、競技を楽しんでもらうためにも、脱水や熱中症の予防は必要不可欠であり、より良いコンディショニングにつなげるための栄養教育が必要であろう。

### II. 目的

脱水の評価方法は様々あるが、スポーツ現場では尿を用いた評価が実践されている。特に、脱水の評価として尿比重が用いられており、非侵襲的に脱水状況を把握することができる。運動中の水分補給では、塩分を含むものが推奨されるが、体重増加を目指す高校野球選手では、食事摂取量が多く、食塩摂取量が多いことが推察される。そこで、尿中のミネラルおよび食塩摂取量も合わせて評価することで、より詳しい現状把握ができ

るものと考えた。

以上から、本研究は、男子高校野球選手を対象に、夏季の尿比重および尿中ミネラル ( $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ ) および食塩摂取量を測定・調査し、その現状の把握、関連を分析し、栄養サポート、教育の基礎資料を得ることを目的とした。

### III. 方法

#### 1. 対象者および測定・調査実施期間

対象者は、報告者が定期的に栄養サポートを実施している北海道内の男子高校野球選手23名であった。分析対象者は、すべての測定を完了できた16名（2年生8名：年齢 $16.4 \pm 0.5$ 歳、身長 $168.1 \pm 5.5$ cm、体重 $62.6 \pm 3.2$ kg、体脂肪率 $12.8 \pm 3.3\%$ 、1年生8名：年齢 $15.4 \pm 0.5$ 歳、身長 $170.2 \pm 3.5$ cm、体重 $63.6 \pm 7.4$ kg、体脂肪率 $15.38 \pm 6.4\%$ ）とした。

栄養サポートを実施する際に、選手および保護者に対して、栄養サポートに関する内容の説明、サポートを拒否できること、サポートを受けないことによる不利益はないこと、いつでもサポートをやめることができること、サポートによって得たデータを学会等で発表することがあることなどについて説明し、書面による同意を得ている。

測定・調査は、2023年7月（事前測定: 11日、尿測定: 18日および31日、表1）に行った。

表1 測定・調査の実施時期

	7月11日	7月18日	7月31日
身長、体重、体脂肪率	○		
食事調査	○		
尿比重および尿中ミネラル測定		○	○
簡易アンケート調査		○	○

#### 2. 食事調査

エネルギー摂取量の調査は、食物摂取頻度調査（栄養プラス 食物摂取頻度調査 FFQ NEXT、建帛社）を用いてエネルギーおよび栄養素摂取量の分析、評価を行った。調査用紙の正確な記述のため、公認スポーツ栄養士（佐々木）および管理栄養士（松浦）がフードモデルを提示し、説明しながら対象者に記述してもらった。なお、本報告では、エネルギーおよび1,000kcalあたりのナトリウム、カリウム、食塩相当量のデータを示した。

#### 3. 尿比重および尿中ミネラルの測定

尿比重および尿中ミネラル ( $\text{Na}^+$ および $\text{K}^+$ ) の測定は、7月18日および31日のオフ日（夕方前、下校時）に行った。尿比重は、尿比重屈折計（PAL-09S、アタゴ社）を用いて測定した。脱水の評価は、Casa<sup>6)</sup>の報告をもとに、1.010未満は十分に水分補給できている状態、1.010-1.020は軽い脱水、1.021-1.030は明らかな脱水、1.030を超える場合は深刻な脱水とした。

尿中 $\text{Na}^+$ は、コンパクトナトリウムイオンメータ（Na-11、HORIBA社）、尿中 $\text{K}^+$ は、コンパクトカリウムイオンメータ（K-11、HORIBA社）を用いて測定した。測定した $\text{Na}^+$ および $\text{K}^+$ の値から随時尿 $\text{Na}/\text{K}$ 比を算出した。

#### 4. 水分補給の意識、熱中症に関する簡易アンケート調査

尿指標測定時に、「水分摂取を意識しているか」、「熱中症が疑われる自覚症状を経験したことはあるか」、「過去に熱中症になったことがあるか」、「熱中症対策の教育や指導を受けたことがあるか」について

簡易的なアンケートを作成し、実施した。アンケートはGoogle Formを用いて実施した。

## 5. データ処理

身体特性、尿指標および食事調査のデータは、平均値±標準偏差および各選手の値で示した。簡易アンケート調査のデータは、回答者数で示した。また、随時尿Na/K比と尿比重の相関係数を算出した（有意水準は0.05%未満とした）。

## IV. 結果

### 1. 食事調査

食事調査の結果を表2に示した（本文には全選手のデータのみ記述する）。エネルギー摂取量は、3102.2±1205.2kcalであった。ナトリウム摂取量は、1809.1±1074.0mg/1,000kcalであった。カリウム摂取量は、1019.0±282.1 mg/1,000kcalであった。食塩摂取量は、4.6±2.7 g/1,000kcalであった。

表2 食事調査の結果

	全選手 (n=16)	2年生 (n=8)	1年生 (n=8)
エネルギー (kcal)	3102.2 ± 1205.2	3217.7 ± 1645.3	2986.6 ± 612.4
ナトリウム (mg/1000 kcal)	1809.1 ± 1074.0	1647.7 ± 1251.4	1970.5 ± 919.9
カリウム (mg/1000 kcal)	1019.0 ± 282.1	976.9 ± 219.1	1061.1 ± 344.2
食塩相当量 (g/1000 kcal)	4.6 ± 2.7	4.2 ± 3.2	5.0 ± 2.3

データは、平均値±標準偏差で示した。ナトリウム、カリウムおよび食塩相当量は、エネルギー1,000kcalで補正した。

### 2. 水分補給の意識、熱中症に関する簡易アンケート

簡易アンケートの結果を表3に示した。「水分摂取を意識していますか」の質問に対して、7月18日は、「とても意識している」が2名、「意識している」が7名、「あまり意識していない」が6名、「まったく意識していない」が1名であり、7月31日は、「とても意識している」が4名、「意識している」が8名、「あまり意識していない」が4名、「まったく意識していない」が0名であった。

「熱中症が疑われる自覚症状を経験したことはありますか（直近1週間程度を目安、複数回答）」の質問に対して、7月18日は、「ない」が12名、「めまい」が3名、「頭痛」が2名、「口の中が乾く」、「脱力感や倦怠感」、「集中力の低下や考えがまとまらない」が各1名であり、7月31日は、「ない」が11名、「頭痛」が5名、「口の中が乾く」が2名、「めまい」、「脱力感や倦怠感」、「集中力の低下や考えがまとまらない」が各1名であった。

「過去に熱中症になったことはありますか」の質問に対しては、「ある」が6名、「ない」が10名であった。「熱中症対策の教育や指導を受けたことがありますか」の質問に対しては、「ある」が12名、「ない」が4名であった。

表 3 水分補給の意識, 熱中症に関する簡易アンケート結果

質問内容	回答内容	7月18日	7月31日
水分を意識して摂取していますか	とても意識している	2	4
	意識している	7	8
	あまり意識していない	6	4
	全く意識していない	1	0
熱中症が疑われる自覚症状を経験したことはありますか (直近1週間程度, 複数回答)	ない	12	11
	頭痛	2	5
	口の中が渇く	1	2
	めまい	3	1
	脱力感や倦怠感	1	1
	吐き気	0	0
	筋肉のけいれん	0	0
	呼吸が異常に早くなる	0	0
	脈が速く、弱くなる	0	0
	唇のしびれ	0	0
	言動がおかしくなる	0	0
	集中力の低下や考えがまとまらない	1	1
	失神幻覚がみえる	0	0
過去に熱中症になったことはありますか	ある	6	-
	ない	10	-
熱中症対策の教育や指導を受けたことがありますか	ある	12	-
	ない	4	-

データは, 回答者数で示した。「過去に熱中症になったことはありますか」と「熱中症対策の教育や指導を受けたことはありますか」は, 7月18日のみ実施。

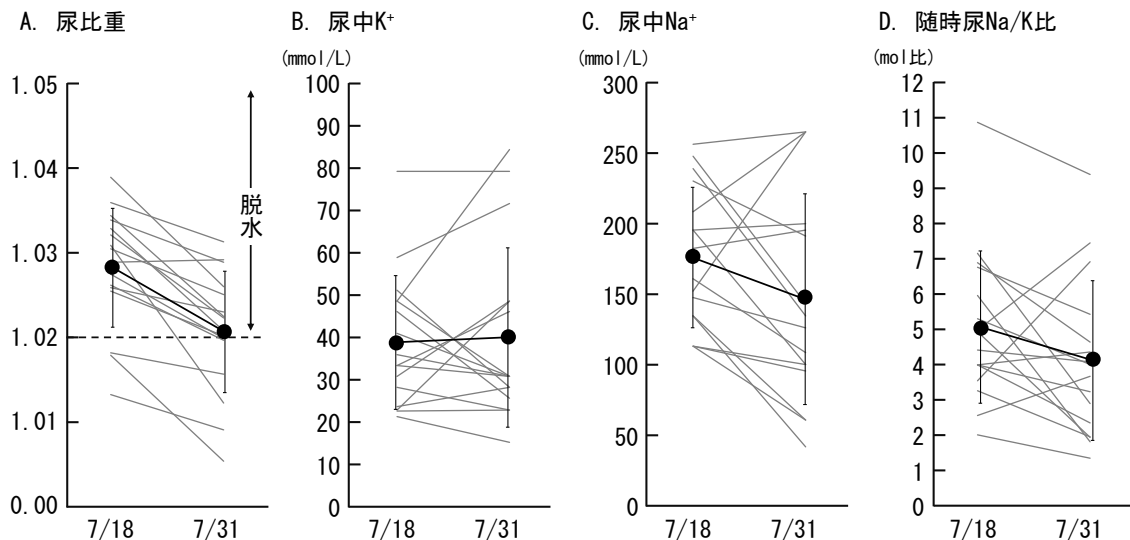


図 1 尿比重, 尿中ミネラルおよび随時尿 Na/K 比

n=16. データ (●) は, 平均値±標準偏差で示した. 薄いグレー線は, 各選手のデータを示す.

### 3. 尿比重、尿中ミネラル、随時尿Na/K比および随時尿Na/K比と食塩摂取量の相関

尿比重、尿中ミネラルおよび随時尿Na/K比の結果を図1に示した。

尿比重 (図1 A) の平均値は、7月18日に $1.0282 \pm 0.0070$ 、7月31日に $1.0206 \pm 0.0072$ であった。さらに、脱水状況を評価すると、7月18日に「明らかな脱水」以上が13名であり、7月31日には8名であった。

尿中 $K^+$  (図1 B) の平均値は、7月18日に $39.0 \pm 15.8 \text{ mmol/L}$ 、7月31日に $40.2 \pm 21.1 \text{ mmol/L}$ であった。尿中 $Na^+$  (図1 C) の平均値は、7月18日に $176.7 \pm 49.9 \text{ mmol/L}$ 、7月31日に $147.2 \pm 74.9 \text{ mmol/L}$ で

あった。随時尿Na/K比（図1D）の平均値は、7月18日に $5.1 \pm 2.2$ 、7月31日に $4.1 \pm 2.3$ であった。

随時尿Na/K比と食塩摂取量の相関を図2に示した。対象選手16名における相関係数は、0.173（黒直線、 $p=0.521$ ）であり、相関は認められなかった。他方、図中右下の外れた値を除いて相関係数を算出すると、0.616（黒点線、 $p=0.011$ ）となり弱い正の相関が認められた。

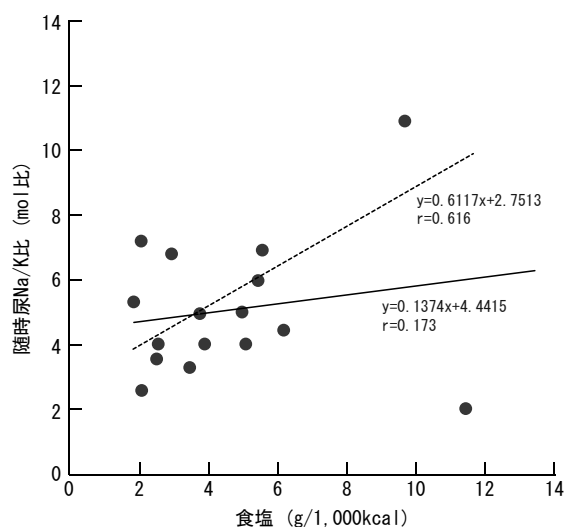


図2 随時尿 Na/K 比と食塩摂取量の相関

n=16。データ（●）は、各選手のデータを示す。黒直線は、16名すべてのデータにおける回帰直線を示す。黒点線は、右下の外れた値を除いたときの回帰直線を示す。

## V. 考察

### 1. 高校野球選手の脱水状況について

本研究において、2日間のオフ日に尿比重を測定したところ、“明らかな脱水”以上に該当する選手が、多くいることが明らかになった。さらに、脱水状況の詳細を確認すると、7月18日から31日にかけて、“明らかな脱水”以上の選手は減少した（図1A）ものの、“明らかな脱水”14名（7月18日および31日の合計、以下同じ）、“深刻な脱水”7名であり、オフ日であっても脱水から回復していない選手が存在した。また、簡易アンケートにおいて、水分摂取に対する意識を質問したところ、水分摂取を意識していない選手が見受けられた（表3）。

他方、対象者に対する栄養教育実施時に、おおよその水分摂取量を調査したところ、各対象者の主観的な感覚で2L/日以上水分補給をしている回答を得た（データは示していない）。実際の飲水量および体重変動などを確認しておらず、推察の域は脱しないが、本研究対象者は日々の活動で失った体水分を十分に回復できるほどの水分摂取ができていないことが示唆された。

さらに、本研究を実施した時期に、熱中症の症状があったかを聞いたところ、約30%の対象者（7月18日4名、7月31日5名）が“ある”と回答していた。さらに、過去に熱中症になったことがあるかを聞いたところ、約40%の対象者が“ある”と回答していた。したがって、尿比重の現場や選手が感じる症状からも、慢性的に脱水の状況にあり、熱中症のリスクが高い状況で日常を過ごし、トレーニングおよび試合を実施していることが示された。

陸上競技選手を対象とした研究<sup>7)</sup>では、合宿終盤の練習前（起床時）の尿比重を測定したところ、脱水傾向である選手が10名中8名認められたことが報告されており、コンディショニングのためにも水分摂取に関する啓蒙の必要性が述べられている。本研究対象者においても、先行研究<sup>7)</sup>と同様の状況が認められており、適切な水分摂取の教育の実施が必要であると考えられる。



## 2. 食塩摂取量と随時尿Na/K比について

健康づくりを目的とした食塩摂取量は、7.5g/日未満が目標となる<sup>8)</sup>。一方、本研究対象者の食塩摂取量は、エネルギー1,000kcalあたり約5gであり、1日に3,000kcal摂取（本研究におけるエネルギー摂取量）すると、15gの食塩を摂取することになり、健康づくりを目標とした値の2倍の摂取量となる。本研究では、食事由来の食塩摂取量のみを調査しているが、スポーツドリンクなどの飲料由来の食塩摂取量を考慮するとさらに増える可能性がある。

尿中のNa<sup>+</sup>およびK<sup>+</sup>から算出するNa/K比は、日常に摂取しているナトリウム（食塩）とカリウムのバランスを推定することができる<sup>9)</sup>。Na/K比を算出する場合には、24時間蓄尿を用いることが望ましいとされるが、近年は早朝尿（随時尿）を用いて簡易的にNa/K比を算出し、健康教育に用いている<sup>9,10)</sup>。随時尿Na/K比は、季節変動、日内変動、性別、体格、腎機能などの複数の因子に影響されることが報告<sup>11)</sup>されているが、24時間蓄尿よりも簡便であり、比較的精度を高く測定できるため、健康教育においてさらなる活用が期待されている。

食物摂取頻度調査から算出した食塩摂取量と随時尿Na/K比の相関を確認したところ、外れた値を除いた場合に弱い正の相関が認められた。さらなるデータの蓄積が必要であるが、随時尿のNa/K比でも食塩摂取量のある程度予測することが可能であるかもしれない。一方で、随時尿Na/K比の基準値や目標値が設定されていない。Iwahoriら<sup>12)</sup>の報告では、高血圧や循環器疾患のリスク低下を目標とした場合には2未満を目指すことが推奨されている。Iwahoriら<sup>11)</sup>の値を用いて本研究対象者を評価すると、全員が2以上となり、高値と判断される。一般的にNa/K比が高値の場合には、食塩の摂り過ぎ、そして高血圧のリスクがあると評価される。スポーツ競技者の随時尿Na/K比が高値となることにどのような意味があるかについては、さらなる探索が必要であるが、食塩摂取量の評価指標として用いてサポートに活用できる可能性がある。

発汗量が多いと予想されるスポーツ実施時の水分補給は、喉の乾きにに応じて塩分を0.1～0.2%を含有する飲料を自由飲水することが勧められている<sup>2)</sup>。したがって、スポーツ競技者が発汗量に合わせて塩分を含む飲料を多飲した場合、1日トータルの食塩摂取量が過剰になる可能性がある。スポーツ競技者は、非競技者と比較して、発汗等によるナトリウムの損失が多いとしても、必要以上の食塩摂取は、過剰な水分摂取、脱水の原因のみならず高血圧や腎臓への負担など、健康を害するリスクを高める。スポーツ競技者を対象とした食塩摂取量の基準は定められていないため、食事調査やNa/K比などの指標を用いたモニタリングを行い、摂取量を調整する必要があると考えられる。

## VI. まとめおよび今後の展望

本研究で得られた知見は、①慢性的に脱水している可能性があり、熱中症のリスクが高い対象者が多数確認された、②食事調査および随時尿Na/K比から食塩摂取量が多いことが確認された、ことである。脱水からの回復には、塩分を含む飲料の摂取が有効である。しかし、食事からの食塩摂取が多く、慢性的に脱水している可能性があるスポーツ競技者において、塩分を含む飲料の摂取が必要であるか否かに対して疑問を持つこととなった。

高校野球における週当たり平均活動日数は6.6日、さらに、平日1日あたりの平均活動時間は3.4時間（休日では7.7時間）と活動日数が多く、活動時間も長い<sup>13)</sup>。本研究結果を勘案すると、高校野球選手は、活動によって失った体水分を回復させるだけの水分補給ができておらず、練習中だけでなく、練習外での水分摂取を積極的に行うことが必要であると考えられる。

スポーツ傷害予防では、選手自身が知識を持つことが重要であると報告<sup>14)</sup>されている。さらに、高校野球選手を対象とした熱中症予防に関する実態調査<sup>15)</sup>では、知識と実践について十分ではなかったことが報告されている。以上から、高校野球選手に対して、練習外での水分補給の重要性を理解できるような栄養教育、サポートの実施が重要であろう。

近年、北海道内の夏季の気温が高く、熱中症のリスクがより高まっていると感じる。今後は、①スポーツ栄養学的な視点から、高校野球選手を含めたジュニア選手に対して、練習時の水分補給方法に加えて、練習時以外の水分補給の方法についての情報提供の実施、②スポーツ競技者の食塩摂取量と脱水、水分補給との関連の検証、を実施していきたい。

## VII. 研究の限界

本研究に用いたデータは、報告者が栄養サポートを実施する中で得られたものであった。そのため、測定および調査は、チームスケジュールに合わることとなり、オフ日のみのデータとなったことから、練習日との比較ができず、限定的なデータとなった。今後は、本研究対象チームを中心に、練習日とオフ日の測定、調査、さらに、ジュニア期の競技を中心にデータを収集していきたい。

## VIII. 参考文献

- 1) Basu, R. (2009). High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environmental health*, 8, 1-13.
- 2) 川原 貴, 伊藤静夫, 井上芳光, 田中英登, 中井誠一, 長谷川博, 松本孝朗, 安松幹展: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック, 公益財団法人日本スポーツ協会, 2019.
- 3) Belval LN, Hosokawa Y, Casa DJ, Adams WM, Armstrong LE, Baker LB, Burke L, Cheuvront S, Chiampas G, González-Alonso J, Huggins RA, Kavouras SA, Lee EC, McDermott BP, Miller K, Schlader Z, Sims S, Stearns RL, Troyanos C, Wingo J. (2019). Practical hydration solutions for sports. *Nutrients*, 11 (7), 1550.
- 4) 般社団法人日本救急医学会熱中症に関する委員会 (2014). 熱中症の実態調査-日本救急医学会Heatstroke STUDY2012最終報告-, *JJAAM*, 25, 846-862.
- 5) 独立行政法人日本スポーツ振興センター学校安全部: 学校管理下の災害 [令和4年版], 2022.
- 6) Casa DJ, DeMartini JK, Bergeron MF, Csillan D, EichnerER, Lopez RM, Ferrara MS, Miller KC, O'Connor F, SawkaMN, Yeargin SW. (2015). National Athletic Trainers' Association position statement: exertional heat illnesses. *Journal of athletic training*, 50(9), 986-1000.
- 7) 瀧澤一騎, 杉田正明, 松生香里, 岡崎和伸, 橋本峻, 宗猛, 酒井勝充. (2015). 国内トップ選手における40km 走時の発汗と脱水状況の調査. *陸上競技研究紀要*, 11, 74-77.
- 8) 厚生労働省: 「日本人の食事摂取基準」(2020年版), <https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/000586553.pdf> (2023年2月18日アクセス).
- 9) 小暮真奈, 寶澤篤 (2023). ナトリウム/カリウム (Na/K) 比に関する知見と今後の展開. *日本循環器病予防学会誌*, 58, 22-30.
- 10) 小暮真奈, 田原康玄, 寶澤篤 (2020). 本態性高血圧のリスク因子としてのナトリウム/カリウム (Na/K) 比. *日本循環器病予防学会誌*, 55, 114-123.
- 11) Tabara Y, Takahashi Y, Kumagai K, Setoh K, Kawaguchi T, Takahashi M, Muraoka Y, Tsujikawa A, Gotoh N, Terao C, Yamada R, Kosugi S, Sekine A, Yoshimura N, Nakayama T, Matsuda F; Nagahama study group. (2015). Descriptive epidemiology of spot urine sodium-to-potassium ratio clarified close relationship with blood pressure level: the Nagahama study. *Journal of hypertension*, 33(12), 2407-2413.
- 12) Iwahori, T., Miura, K., Ueshima, H. (2017). Time to consider use of the sodium-to-potassium ratio for practical sodium reduction and potassium increase. *Nutrients*, 9 (7), 700.
- 13) 笹川スポーツ財団: なぜ、野球部の練習は長いのか? -他の運動部との比較と野球部員の部活に対する不満から読み解く-, [https://www.ssf.or.jp/thinktank/sports\\_life/column/20180808.html](https://www.ssf.or.jp/thinktank/sports_life/column/20180808.html) (2023年2月28日アクセス).

- 14) Timpka, T., Ekstrand, J., Svanström, L. (2006). From sports injury prevention to safety promotion in sports. *Sports Medicine*, 36, 733-745.
- 15) 刀根隆広, 笠原政志, 山本利春. (2022). 高等学校野球部の選手と指導者を対象とした熱中症予防に関する実態調査-知識・態度・実践, 促進要因と阻害要因に着目して-. *日本アスレティックトレーニング学会誌*, 8 (1), 83-93.

## アンチ・ドーピング教育啓発活動報告2023 Anti-doping educational activities report 2023

研究責任者：笠師久美子

北海道医療大学 薬学部

Chief of research group: Kumiko Kasashi

Faculty of Pharmaceutical Sciences Health Sciences University of Hokkaido

### 【要旨】

令和5年5月8日から新型コロナウイルス感染症の位置づけは、これまで、「新型インフルエンザ等感染症（いわゆる2類相当）」としていたが、「5類感染症」になり、世界全体での活動が活発化され、スポーツにおいても競技大会の再開や合宿、トレーニングが開始され、本来の姿に戻りつつある。一方で、新型コロナウイルス感染症拡大により、対面で行っていた教育が中止されていたが、IT等の機器やデバイスにより、対面とウェビナーやオンラインを利用した教育も可能となった。

北海道スポーツ協会スポーツ科学委員会では、令和5年度国民体育大会（国体）派遣選手団結団式や国民スポーツ大会（国スポ）参加登録に合わせて、対面集合型ならびにオンライン講習やウェビナーによるアンチ・ドーピング講習を実施した。

令和5年度は3つの講習会（対面2件、オンライン1件）とオンデマンド配信を行い、受講後のアンケートを収集した。

アンケート結果について、対面講習では提出を任意としたことや会場で直接質問できる環境であったためか、回答数が少なかった。オンデマンドによる録画配信におけるアンケートについては、令和5年度と同様に99名の受講者からアンケートを収集した。講義に対する評価は、大変わかりやすかった（5）～非常にわかりづらかった（1）の5段階リッカート尺度と、感想や要望を記載する自由記載とした。講義内容については平均値  $4.0 \pm 1.1$ 、中央値 4.0（3-5）であり、91.9%の受講者がある程度理解したと回答していた。また、自由記載では、禁止物質を含む具体的な製品に関する相談やドーピング検査、サプリメントに関するものなど、73件の質問と感想が寄せられた。

今後も実施環境や情報の迅速性を加味して、対面集合型研修やオンライン研修、オンデマンド配信との併用を検討しながら、アンチ・ドーピング教育を推進して行きたい。

### Summary

From 8 May 2023, new coronavirus infectious diseases have been classified as 'new influenza and other infectious diseases (so-called category 2 equivalent)', but are now classified as 'category 5 infectious diseases', and are now active worldwide. The situation is returning to normal. On the other hand, the spread of new coronavirus infections has led to the cessation of face-to-face education, but IT and other equipment and devices have made it possible to provide education both face-to-face and via webinars and online.

The Sports Science Committee of the Hokkaido Sports Association conducted anti-doping training courses in face-to-face group sessions, online training courses and webinars in conjunction with the 2023 National Athletic Meet delegation formation ceremony and National Sports Meet participation registration.

In FY2023, three training courses (two face-to-face and one online) and an on-demand webinar were conducted and post-attendance questionnaires were collected.

The number of responses to the questionnaire was low for the face-to-face training course, possibly because the submission of the questionnaire was optional and the course was held in an environment where questions could be asked directly at the venue. As for the questionnaires for the on-demand recorded delivery, questionnaires were collected from 99 participants. The evaluation of the lecture was made on a five-point Likert scale from very easy to understand (5) to very difficult to understand (1), and a free response form to describe their impressions and requests. The mean and median scores for the lecture content were 4.0 ± 1.1 and 4.0 (3-5), respectively, with 91.9% of the participants indicating that they understood the lecture to some extent. In addition, 73 questions and impressions were received in the free-text section, including consultations on specific products containing banned substances, doping tests and supplements.

We would like to continue to promote anti-doping education by considering the use of face-to-face group training, online training and on-demand delivery, taking into account the implementation environment and the speed of information.

## 【はじめに】

北海道スポーツ協会スポーツ科学委員会で開催しているアンチ・ドーピング講習会については、令和5年5月8日より新型コロナウイルス感染症の5類への移行に伴い、対面での活動が再開されたことから、対面集合型とオンライン、オンデマンド配信を使い分けて講習会を実施した。

特に令和5年度より国体（国スポ）出場選手ならびに関係者、未成年者の保護者等に対するアンチ・ドーピング学習が完全義務とされ、国体（国スポ）参加登録時に学習履歴を記したアンチ・ドーピング教育履歴カードの提出が義務化された。このような背景から、アンチ・ドーピング講習の受講状況や講習会後に実施したアンケート調査結果について報告する。

## 【方法】

### アンチ・ドーピング教育の実施概要

講習会・研修会ならびに情報配信は、主に国体（国スポ）出場予定選手や関係者等に対するアンチ・ドーピング教育を目的に実施した。WEBによる録画配信は、アンチ・ドーピングの基礎知識に関する「基礎編」を2023年1月から2023年12月まで配信し、2024年禁止表国際基準の改定に合わせて改定した「基礎編改定版」を2024年1月から配信した。

また、禁止表国際基準については、改定が年度ではなく、年単位であることから、「2023年版」、「2024年版」として2つの録画を作成した。配信形態は事前に録画し、オンデマンド配信として北海道スポーツ協会ホームページからアクセス可能とした。視聴に際しては、講義内容のハンドアウトに加え、主に国体（国スポ）選手に必要とされる資料や関係書類等を北海道スポーツ協会ホームページからダウンロードできるように設定した。

講習会ならびに録画配信受講後はアンケートへの回答を依頼し、氏名やメールアドレスなど個人情報に繋がる項目は設けずに、年齢、性別、立場、所属先などの内容に留めた。アンケートの項目は講習会の理解度や理解しづらかった項目、自由記載とした。国体（国スポ）出場予定者等を対象としたアンケートについては、2022年度と2023年度で比較を行った。

## 調査対象講義

### [対面講義]

- 令和5年9月27日（水）：令和5年度国民体育大会出場選手を中心としたアンチ・ドーピング研修会
- 令和5年7月29日（土）：令和5年度北海道スポーツ協会 スケート競技合宿講習会

## [オンライン講義]

令和5年9月30日（土）：令和5年度北海道スポーツ協会 サッカー競技合宿講習会

[オンデマンド配信] 国体（国スポ）出場予定選手を含むすべての選手、指導者等を対象

令和5年6月配信：（基礎編）知っておきたい アンチ・ドーピング情報

（2023年版）確認しておきたい アンチ・ドーピング情報

令和6年1月配信：（基礎編改定版）知っておきたい アンチ・ドーピング情報

（2024年版）2024年禁止表国際基準改定

## 調査方法・調査期間

講習会・研修会・録画配信の受講者状況ならびに受講後のアンケート調査結果を解析し、調査期間を令和5年6月1日～令和6年2月29日とした。

## 【結果】

## 講習会・研修会・録画配信実施結果

## [対面講義]

研修会名：令和5年度国民体育大会出場選手を中心としたアンチ・ドーピング研修会

開催日程：令和5年9月27日（水）

開催場所：北海きたえーる大会議室

講義項目：ドーピングの定義、アスリートの役割と責務、ドーピング検査、ドーピング禁止物質と方法、治療  
使用特例（TUE：禁止物質や禁止方法を医療目的に使用する際の手続き）、情報を探す

受講者数：69名（選手・指導者・関係者）

アンケート回答数：10名（男：8、女：2）

## [対面講義]

講習会名：令和5年度北海道スポーツ協会 スケート競技合宿講習会

開催日程：令和5年7月29日（土）

開催場所：帯広の森明治北海道十勝オーバル

講義項目：ドーピングの定義、アスリートの役割と責務、ドーピング検査、ドーピング禁止物質と方法、治療  
使用特例（TUE：禁止物質や禁止方法を医療目的に使用する際の手続き）、情報を探す

受講者数：78名（選手50名、指導者：8名、保護者：20名）

アンケート回答数：選手17名（男：10名、女：7名）

理解度：

リッカート尺度	5	4	3	2	1
研修会の内容はいかがでしたか？	7	8	2	0	0
	41.2%	47.0%	11.8%	11.1%	5.1%

\*リッカート尺度：5（大変わかりやすかった）4（わかりやすかった）3（どちらとも言えない）2（わかりづらかった）  
1（とてもわかりづらかった）

図1-1 医療と薬に関する設問

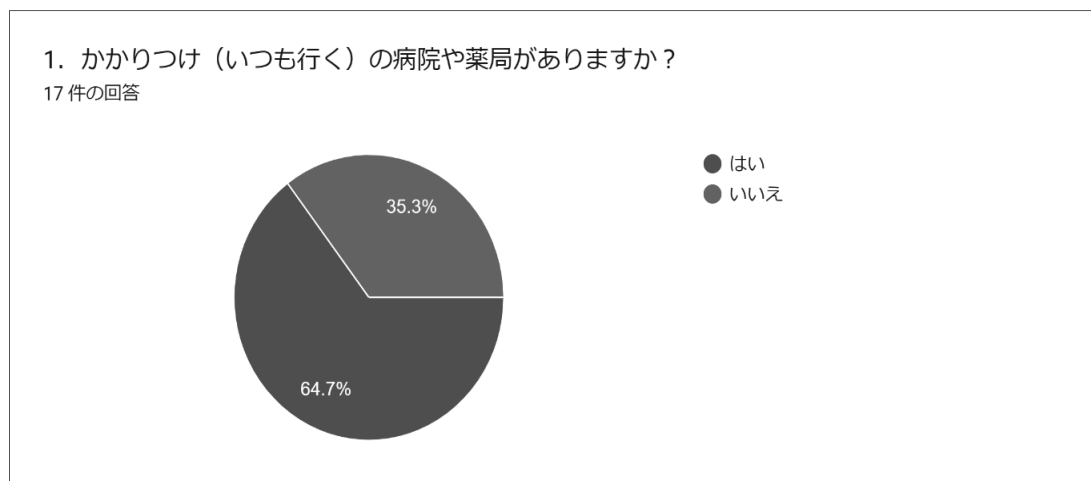
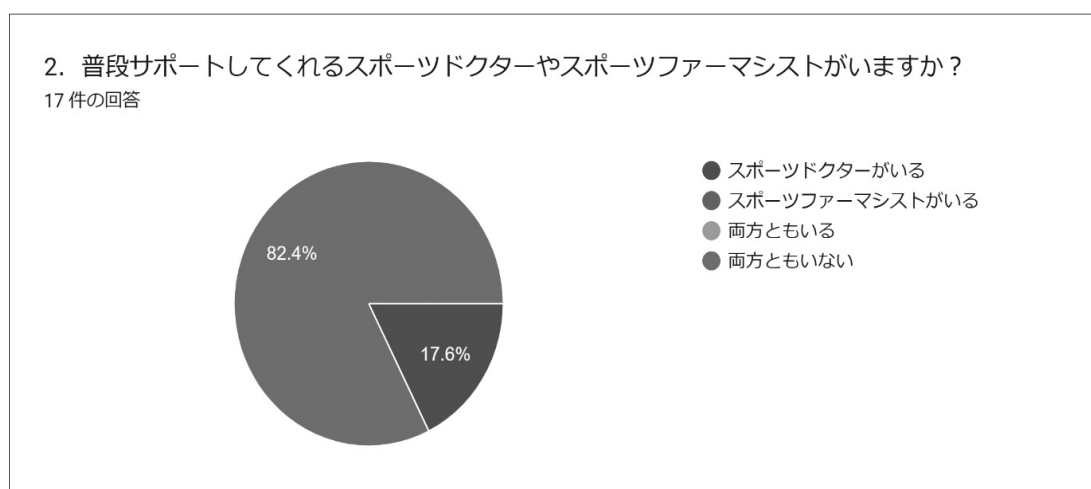


図1-2 医療と薬に関する設問



[オンライン講義]

講習会名：令和5年度 北海道スポーツ協会 サッカー競技合宿講習会

開催日程：令和5年9月30日（土）

開催様式：オンライン（ライブ）

講義項目：ドーピングの定義、アスリートの役割と責務、ドーピング検査、ドーピング禁止物質と方法、治療  
使用特例（TUE）、情報を探す

受講者数：84名（選手：44名、指導者：15名、保護者：25名）

アンケート回答数：6名（男：5名、女：1名）

理解度：

リッカート尺度	5	4	3	2	1
研修会の内容はいかがでしたか？	5	1	0	0	0
	83.3%	16.7%	0%	0%	0%

\*リッカート尺度：5（大変わかりやすかった） 4（わかりやすかった） 3（どちらとも言えない） 2（わかりづらかった）

1（とてもわかりづらかった）

[オンデマンド配信]

配信録画：「令和5年度国民体育大会出場選手を中心としたアンチ・ドーピング研修会」

- ① (基礎編) 知っておきたい アンチ・ドーピング情報  
(2023年版) 確認しておきたい アンチ・ドーピング情報
- ② (基礎編改定版) 知っておきたい アンチ・ドーピング情報  
(2024年版) 2024年禁止表国際基準改定点

配信期間：① (2023年版) 2023年6月1日～2023年12月31日

② (2024年版) 2024年1月1日～2024年2月29日

アクセス回数：①268回、②54回

アンケート回答数：99名

配信録画詳細：

<2023年配信>

【基本編】知っておきたい アンチ・ドーピング情報

講義項目：ドーピングの定義、アスリートの役割と責務、ドーピング検査、ドーピング禁止物質と方法、治療使用特例 (TUE)、情報を探す

提供資料：1. 研修会講義資料、2. 冊子「教えてください アンチ・ドーピングのこと」(北海道薬剤師会)、3. アンチ・ドーピングカード(北海道スポーツ協会)、4. ドーピングに関する問い合わせ用紙(北海道スポーツ協会)、5. ドーピング検査手順(日本アンチ・ドーピング機構：JADA)、6. 国民体育大会(国民スポーツ大会)ドーピング検査同意書(日本スポーツ協会：JSPO)、7. 国民体育大会における「治療使用特例(TUE)」(4種類)、8. アンチ・ドーピング使用可能薬リスト(2023年版、2024年版)(JSPO)、9. 国民体育大会(国民スポーツ大会)アンチ・ドーピング教育履歴確認カード、10. 世界アンチ・ドーピング規程2021改定ポイント

【2023年版】確認しておきたい アンチ・ドーピング情報

講義内容：2023年禁止表国際基準を中心とした内容

<2024年配信>

【基礎編改定版】知っておきたい アンチ・ドーピング情報

講義内容ならびに提供資料共に2023年を一部改定

【2024年版】2024年禁止表国際基準改定点

講義項目：世界アンチ・ドーピング規程2021、2022年禁止表国際基準変更点

提供資料：基本編の資料8を除くすべての資料と世界アンチ・ドーピング規程2021-改定ポイント- (JADA)

アンケート回答者数を日別値として、2022年度ならびに2023年度における本大会前後の推移を図2に、冬季国体前後の推移を図3に示した。また、回答者背景を表1に、研修会の内容に対する理解度を表2に記載した。

以下に2023年度の自由記載で質問のあった事例を例示した。質問に対する回答については、個別に対応が必要な場合はメールアドレスや氏名を記載するよう提示したが、個別対応を希望する事例がなかった。寄せられた質問に対する回答は、北海道スポーツ協会ホームページ内のアンチ・ドーピング教育に関する項目に、情報提供として掲載した。



(自由記載への質問例)

- ドーピング検査は事前に教えてもらえるのか？
- 低用量ピルの服用は違反にあたってしまうのか？
- 市販の疲労回復ドリンクは飲んでも大丈夫か？

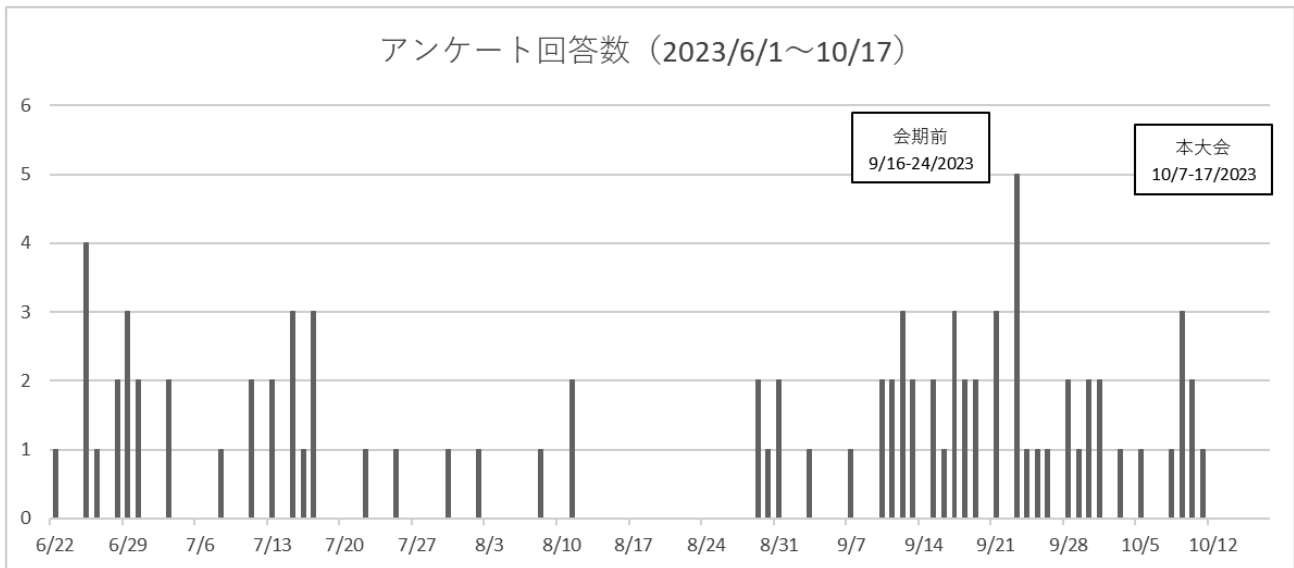
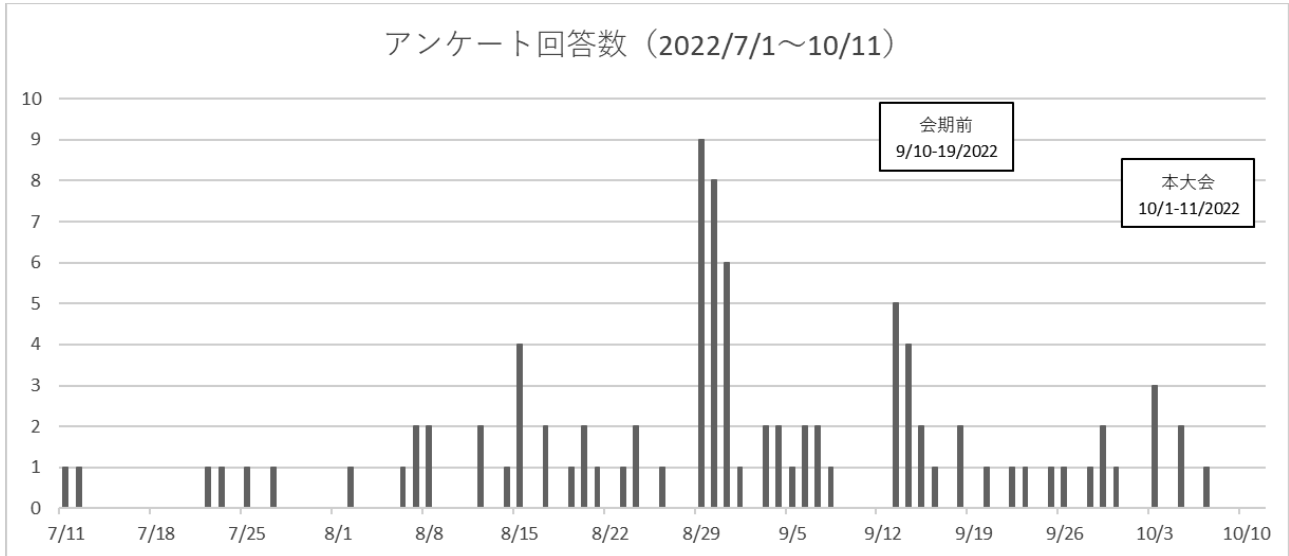


図2 本大会ならびに会期前大会までのアンケート回答数：2022年度と2023年度の比較

\*2022年度：7/11-10/11, n=92, 2023年度：6/1-10/17, n=87

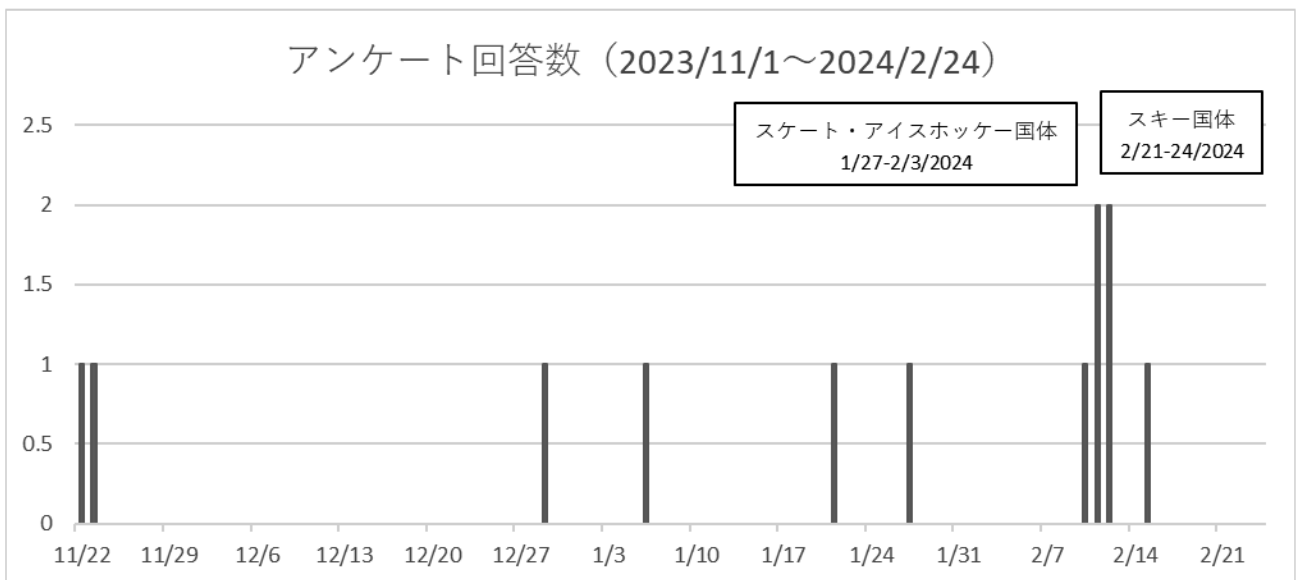
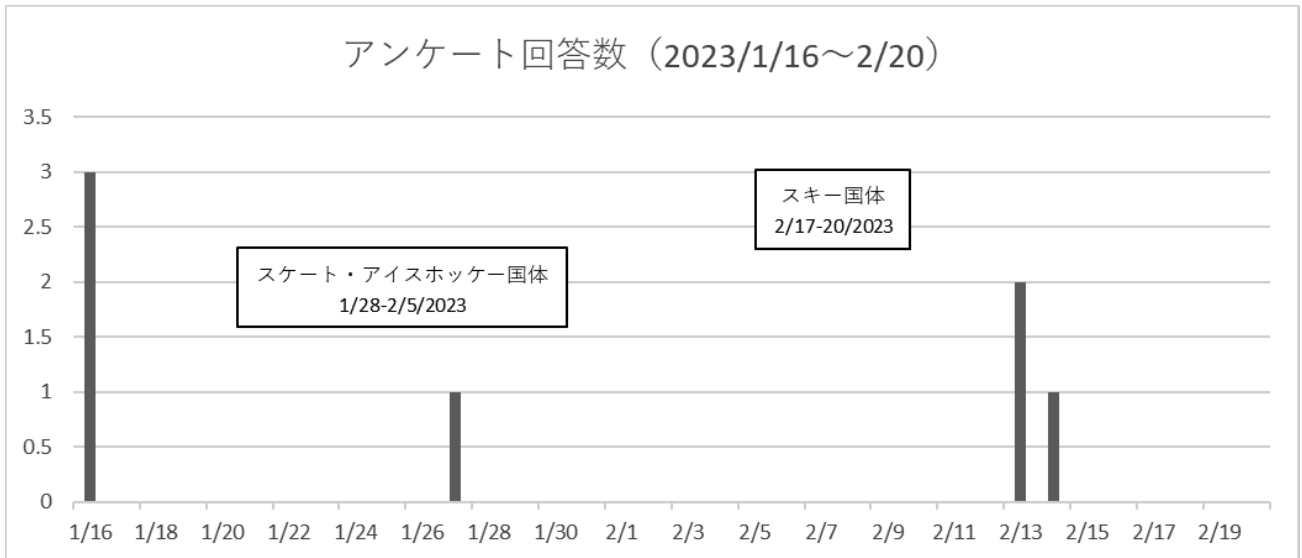


図3 冬季大会ならびに会期前大会までのアンケート回答数：2022年度と2023年度の比較  
 2022年度：1/16-2/20, n=7, 2023年度：11/1-2/24, n=12

表 1 2022 年度ならびに 2023 年度動画講義アンケート回答者背景（両年度ともに n=99）

	設問	分類	2022 年度	2023 年度
1	年齢	18 歳未満	29	27
		18、19 歳	16	7
		20 代	22	29
		30 代	10	16
		40 代	11	8
		50 代	8	8
		60 代	2	4
		80 代	1	0
2	性別	男性	48	62
		女性	51	37
3	立場（重複回答あり）	北海道の国体（国スポ）選手	63	70
		北海道以外の国体選手	0	0
		その他の選手	13	7
		指導者	17	17
		医師	0	3
		薬剤師	0	1
		家族・関係者	5	7
		トレーナー北海道の監督	1	1
		監督	3	0
その他	1	1		

表 2. 録画講習の内容に対する理解度（n=99, 5-point リッカート尺度）

2022 年度

リッカート尺度	5	4	3	2	1		
	大変わかりやすかった	わかりやすかった	どちらとも言えない	わかりづらかった	非常にわかりづらかった	平均値	中央値
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(SD)	(IQR)
研修会の内容はいかがでしたか？	34	28	21	11	5	3.8	4.0
	34.3%	28.3%	21.8%	11.1%	5.1%	(1.2)	(3-5)

## 2023 年度

リッカート尺度	5	4	3	2	1		
	大変わか りやすか った	わかりや すかった	どちらと も言えな い	わかりづ らかった	非常にわ かりづら かった	平均値	中央値
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(SD)	(IQR)
研修会の内容はいかがでした か？	40	27	24	4	4	4.0	4.0
	40.4%	27.3%	24.2%	4.0%	4.0%	(1.1)	(3-5)

## 【考察】

国体向け向け講習会（対面）ならびにスケート競技（対面）、サッカー競技（オンライン）のいずれもアンケート回答数が少なかったが、オンデマンドでは99名の回答があったことから、時間や場所を限定せずに受講できる様式が好まれる傾向にあり、オンデマンド配信は今後も続ける必要があると考える。

動画視聴については、受講後アンケート回答による2022年度と2023年度の比較を行ったところ、2023年度は平均値4.0±1.1、中央値 4.0（3-5）であった。この結果は2022年度の調査（平均値 3.8±1.2、中央値 4.0（3-5））と比較して、理解度が高い結果となり、徐々に理解が進んでいるものとする。

また、動画視聴の時期については、アンケート回答数から見ると、2022年度は本大会ならびに冬季大会共に大会直前に集中する傾向があったが、2023年は早い時期に集中する形となっていた。これは2023年度（令和5年度）から国体（国スポ）参加条件としてアンチ・ドーピング教育受講が義務化され、その教育履歴は1年前から認められるという条件に伴い、早い時期から受講するという意識があったと推察する。

アンケート回答者は20代が29名と最多であり、18歳未満が27名と続いた。この結果は順位が逆転しているが、2022年度と同様の結果となった。受講者も2022年度と同様に選手の受講が70名と一番多く、受講に対する意識が保持されていた。

アンケートの具体的な設問としては、スケート競技（対面）の医療と薬に関する設問、「かかりつけの病院や薬局がありますか？」、「普段サポートしてくれるスポーツドクターやスポーツファーマシストがいますか？」を設けた。「かかりつけの病院や薬局がありますか？」に対しては、「はい」と答えた者が64.7%、「いいえ」と答えた者が35.3%、また「普段サポートしてくれるスポーツドクターやスポーツファーマシストがいますか？」という設問に対しては、「スポーツドクターがいる」が17.6%、「両方ともいない」が82.4%であったことから、今後、この設問の対象を拡大して、ドーピングとならないように適切に医療を受けられる体制の有無について調査することが必要と考える。

また、回答者数が少ないため、参考データではあるが、スケート（対面）、サッカー（オンライン）、国体（対面）の講義内容で一番理解しづらかった項目について尋ねたところ14件の回答があり、TUE申請が6件、Global Drug Reference Online（禁止物質の有無を検索できるサイト）が5件、禁止物質と方法が2件、ドーピング検査が1件であった。今後は、具体的な講義内容に関するアンケート調査も必要と考える。

アンケート回答については、任意としたため回答数が少なかったと考えられるが、今後のアンチ・ドーピング教育向上のためには、アンケート調査を通して受講者の理解度を把握し、受講者の疑問に答えるために、受講後のアンケートへの回答を必須とすることも必要と考える。

## 【まとめ】

4年ぶりに対面での講習会を開催することができ、受講者の反応や質問を直接受けられる環境の重要性をあらためて認識した。一方で、WEBによる講習会は場所を選ばずに実施でき、また、オンデマンド講習については受講者の時間や場所などの環境に合わせて実施できるメリットがあり、今後も対面とWEBの活用は必要であると考えます。

一方で、オンデマンド配信は受講者とのライブでのコミュニケーションが発生しないことから、学習意欲を低下させる可能性もある。2022年度ならびに2023年度のアンケート調査から、受講者の理解度が高まっていることがわかり、今後は、対面でのワークショップやセミナーなどと組み合わせたハイブリッド型の講習会の実施や、総括的な内容に留まらず、よりポイントを絞った内容での開催も有効と考える。その結果、学習者が講義を聞くだけでなく、自らが考え行動することでクリーンアスリートとして行動変容を起こすきっかけとなることを期待する。



令和3年度

(公財)北海道スポーツ協会 スポーツ科学委員会研究報告

令和4年3月

発行 (公財)北海道スポーツ協会

〒062-8572 札幌市豊平区豊平5条11丁目1番1号

北海道立総合体育センター内

電話 (011) 820-1704

印刷 株さんけい

〒063-0850 札幌市西区八軒10条西12丁目

電話 (011) 611-8866

