



令和4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43巻

THE ANNUAL REPORT  
OF  
SPORTS SCIENCE COMMITTEE  
OF  
HOKKAIDO

2022  
Vol.43

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3年経ち、経済活動や日常生活、各種イベントなどにおける様々な制限がようやく緩和されはじめ、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りつつあります。

そんな中、新型コロナウイルス感染症の影響により延期や中止が続いていた国民体育大会本大会が3年振りに栃木県にて開催されました。大会参加前後14日間の体調管理や事前のPCR検査をはじめとする感染拡大防止対策が講じられ、道内各競技団体のご協力や地元スタッフの方々のご尽力もあり成功裏に終了しました。全国から集った多くのアスリートの活躍やスポーツを介した様々な交流があった今回の国体を通じて、スポーツの価値を改めて実感いたしました。

また、令和6年の第78回大会から名称が変更となる国民体育大会は「国民スポーツ大会」に生まれ変わり、その初回の冬季大会スケート・アイスホッケー競技会が苫小牧で開催されることになりました。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年振りとなります。地元開催の今大会は道内のスポーツ気運を益々高めるものと確信しております。

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。

本委員会メンバーは、内科、整形外科、歯科の医師やスポーツ栄養学、心理学、薬学、発育発達、運動生理学等を専門とする学識者で構成されております。

今日まで40余年の歴史を有する本委員会は、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おりましたが、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。

今年度においてもコロナ禍の中で可能な限り、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4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5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 青木喜満



— 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	1
第2部	男子高校野球選手における利用可能エネルギーの現状	7
第3部	高温環境下におけるアイススラリーの事前摂取が高強度間欠的運動中のスプリントパフォーマンスと認知機能に及ぼす影響	12
第4部	糖質制限食が運動能力に及ぼす影響～スポーツ現場での応用は可能か～	18
第5部	足部内在筋エクササイズによる足部機能や運動パフォーマンスへの効果	24
第6部	男子大学生サッカー選手の試合中の感情調節方略と実力発揮度の関係性	28

〔2〕 アンチ・ドーピング教育啓発活動報告2022

【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》	青木喜満		
《副委員長》	佐久間一郎	侘美靖	
《委員》	笠師久美子	蓑内豊	
	遠山晴一	田中昭憲	
	柚木孝敬	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		



## 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

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り、その診断として5時間75gOGTTが施行される。RHを呈する患者はスポーツ選手でも散見され、競技能力が低下している。

RHの治療法としては、糖質制限や低用量 $\alpha$ GI等が推奨されるが、治療法は確立されていない。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、RH患者の診断・治療効果判定に有用であることを、われわれは報告している<sup>1, 2)</sup>。

本研究ではRHが疑われるスポーツ選手において、FHを用い、RHの診断確定、各種治療法の開発、その有用性の確認・評価を行うことを目的とした。

### 方法

FHが疑われる冬季競技のトップアスリートにおいて、FLを装着してIGLをモニターし、①5時間75gOGTTを施行し、FHの診断確定を行った。② $\alpha$ GI様作用を有する生薬のサプリメント（SP1）や、オリンピックのマラソン入賞者が利用し、急な血糖上昇による反応性低血糖を防止しつつ、血糖濃度を保つことが可能であるサプリメント（SP2）の有用性を確認した。

対象症例は、以下である。

症例1：ノルディック競技男性選手。海外遠征派遣前の血液検査時に、FBSが49mg/dLであるも、無症状であった。練習中や競技中にだるさ、疲労感が出現して力が入らなくなるため、競技の遂行に支障が出ていた。

HbA1c：5.7%、家族歴：祖母が2型DM。

症例2：冬季競技女性選手。食事をした後、2時間ほど経つと、空腹感がある。競技は3～4時間であるが、その最中は頻繁に糖質を含んだものを摂取している。HbA1c：5.4%、家族歴：父親が高血圧症。

FHの診断は、Newboldの基準<sup>3)</sup>（表1）を用いた。

### 結果

- ① 5時間75gOGTTを施行し、症例1（図3）、症例2（図4）共にFHの診断が確定した。症例2では、食後のIGLの異常高値が把握された（図5）。
- ② 症例1において、SP1の効果をFLにより確認できた。しかし、SP1はドーピング対象物質を含むことが判明し、競技中に使用することは不可能となった。
- ③ 症例1（図6）、症例2（図7）共に、SP2の効果を、競技中のFLによるIGLのモニターで確認することができた。

## 考察

今回の研究により、オリンピック出場の選考に残るようなトップスリートにおいても、RHによる低血糖出現のため、競技中に競技力低下をきたす選手が存在することが明らかとなった。

先行研究で、著者らはFHによる低血糖出現防止には、 $\alpha$ GIとしての効果を有する生薬サプリメント（SP1）が有用であることを報告している<sup>2,3)</sup>。SP1はFHを有する競技選手の競技力向上に有用であることを、著者らは観察していたのだが、生薬であるSP1は、製造製薬会社の検索により、ドーピング対象物質を含有することが明らかとなり、競技選手には使用できないこととなった。そのため、FHを有する競技選手においては、SP2を使用し、その有用性をFLで観察・確認することとした。

その結果、2例のRHを有する競技選手において、SP2の使用により、低血糖症状の発現防止が確認された。SP2は粉剤であるが、水等に溶かして飲用に調整され、選手が服用するものである。SP2は胃内でゲル化し、その後小腸に達した後、徐々にブドウ糖を放出する。その結果、急激な血中ブドウ糖値の上昇が起これず、高血糖の反動によるインスリンの過剰分泌を抑制することから、ある程度の時間、持続的に血中ブドウ糖値を保持することが可能となる。このようなSP2の特性は、RHを有する競技者において、競技中の低血糖を発生させず、競技力上昇に資するものと考えられる。

本研究より、RHを有する競技選手において、その競技力向上に、低血糖防止サプリメントであるSP2が有効であることが実証されたが、その際には、FLによるIGLのモニターが有用であることも明らかとなった。FLは海外においては、医療用に患者への使用のみならず、スポーツ選手においても利用され、競技力向上の確認に使用されている。本研究では、FLは医師の立会いの下に、運動選手に研究目的で使用されたが、今後このような利用法が、競技選手に対して行われ、それら選手の競技力向上に資することが期待される。

## まとめ

本研究により、RH患者の低血糖症状の発現防止・競技力向上には、低血糖防止サプリメントが有効であり、その際にFLによるIGLのモニターが有用であることが示された。

## 文献

1. 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<sup>®</sup>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
2. 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<sup>®</sup>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
3. Newbold: Dr. Newbold's Nutrition For Your Nerves. Keats Pub, p107: 1993



図表



図1:FreeStyleリブレ<sup>®</sup>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<sup>®</sup>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。また、SMBGとしても利用でき、そのデータもモニターできる。

## 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

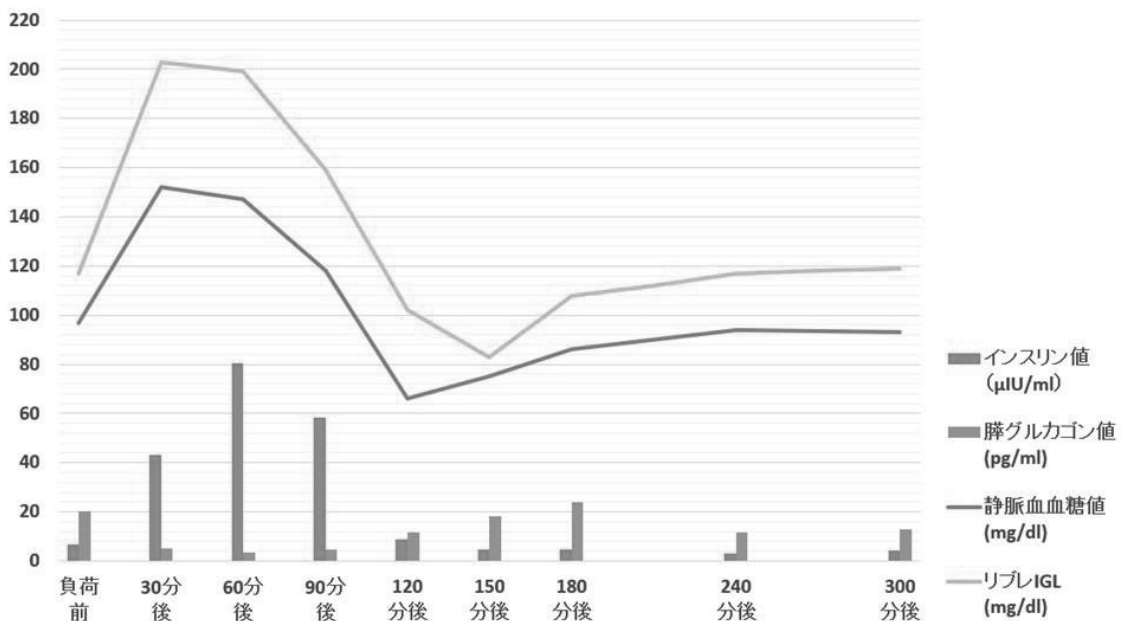


図3. 症例1における5時間75gOGTTの結果

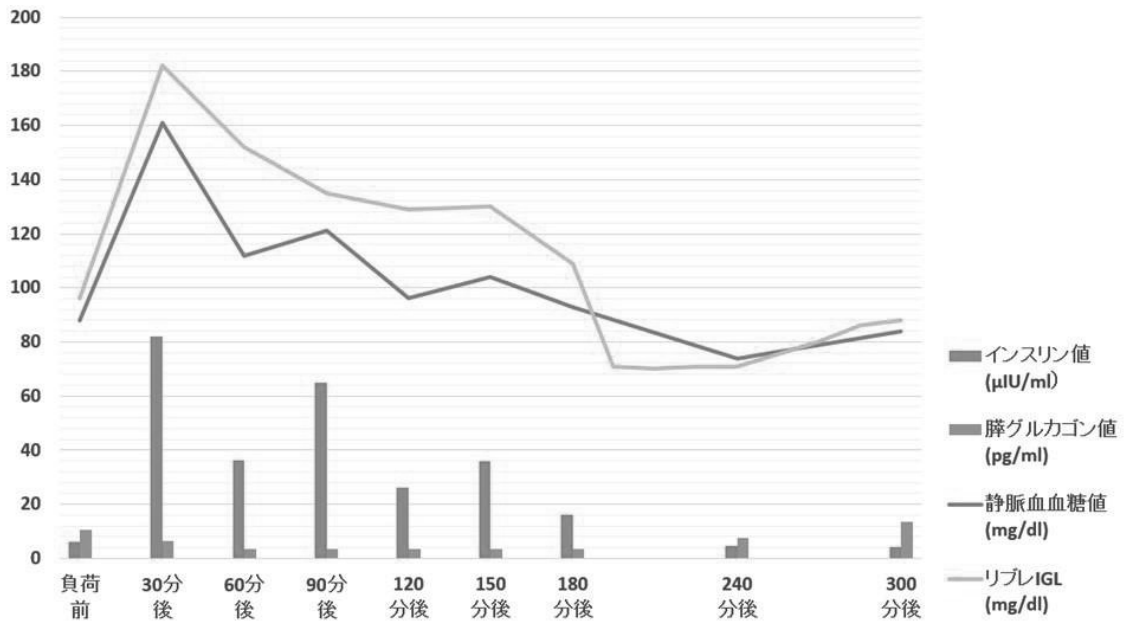


図4. 症例2における5時間75gOGTTの結果

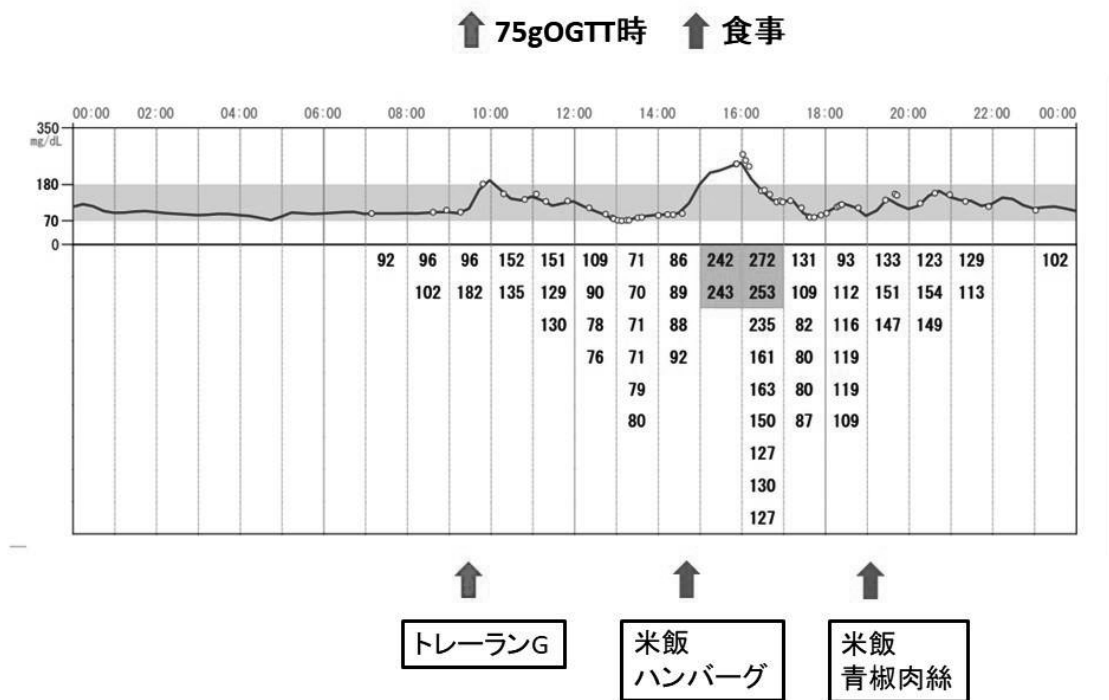


図5. 症例2におけるFLのモニター結果

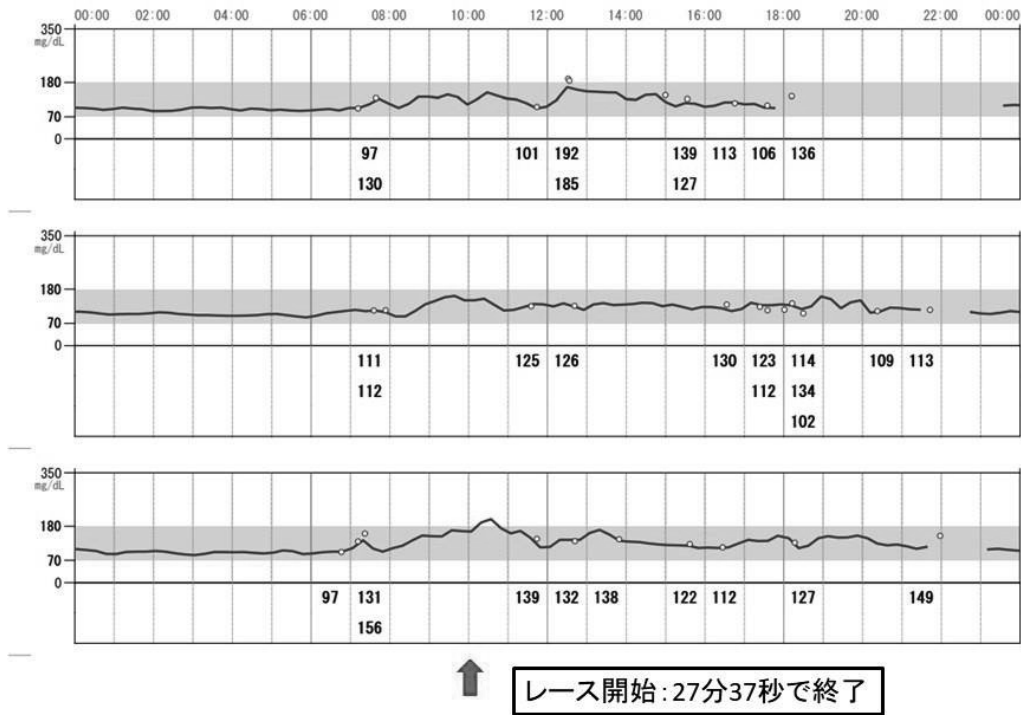


図6. 症例1におけるFLのモニター結果

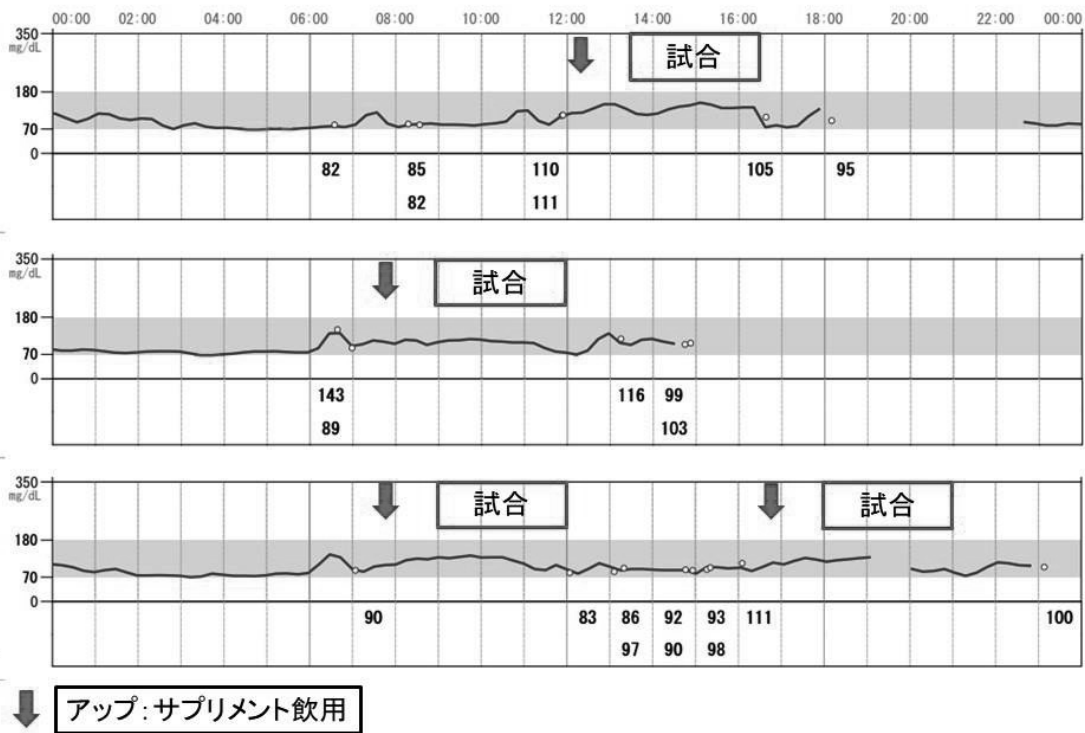


図7. 症例2におけるFLのモニター結果

## 男子高校野球選手における利用可能エネルギーの現状

研究責任者: 侘美靖<sup>a)</sup>

研究実施者: 佐々木将太<sup>a)</sup>

a) 北海道文教大学大学院 健康栄養科学研究科

### I. はじめに

女性アスリートの三主徴 (Female Athlete Triad: FAT) は、1990年代に摂食障害、無月経、骨粗鬆症の3つの要素からなる女性特有の問題として発表された<sup>1)</sup>。その後、利用可能エネルギー (Energy Availability: EA) が保たれていると正常な月経および骨の健康を維持できるという観点から、摂食障害の有無に関わらない低利用可能エネルギー (Low Energy Availability: LEA) を頂点とした、機能性視床下部性無月経、骨粗鬆症の3要素に見直された<sup>2)</sup>。

アスリートの健康およびパフォーマンス発揮に関わるEAは、エネルギー摂取量から運動によるエネルギー消費量を引いたもの [EA = エネルギー摂取量 - 運動 (トレーニング) によるエネルギー消費量] であり、生命を維持するため、身体の機能を正常に保つために必要なエネルギーである。EAは、高い身体負荷に見合ったエネルギー摂取ができていない場合や誤った体重管理によるエネルギー摂取量の低下によってリスクが高まり、この状態に陥ることをLEAと呼ぶ。慢性的 (長期的) なLEAは、心身に悪影響を及ぼし、パフォーマンスを低下させる。

2014年に、国際オリンピック委員会が、スポーツにおける相対的エネルギー不足 (Relative Energy Deficiency in Sport: RED-s) が様々な健康障害を引き起こすと発表した (FATはRED-sに含まれる)<sup>3)</sup>。RED-sは男女ともに共通する考え方であるが、男性アスリートは、女性アスリートと比較して問題発生時に明白な外部徴候 (例: 女性アスリートにおける月経異常など) が現れないことがある<sup>4)</sup>。つまり、男性アスリートは、RED-sの状態にあっても外部徴候がなく、その状態に気づかないままというリスクがある。

先行研究では、持久系男性アスリートにおいて、LEAによる生殖ホルモンや骨密度の減少が明らかにされている<sup>5,6)</sup>。このような報告から、男性アスリートも健康やパフォーマンス発揮のために、エネルギー摂取と消費のバランス、特にEAを適切に保つことが重要であるが、一方で男性アスリートのEAに関する報告は少ない<sup>3)</sup>。

### II. 目的

報告者は、定期的に高校野球選手を対象に栄養サポートを実施し、エネルギー摂取量と消費量を調査している。そこで、これらのデータから推定EAを算出し、男子高校野球選手の現状について報告する。

### III. 方法

#### 1. 対象者および測定時期

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13名 (3年生1名、2年生12名: 年齢 $16.1 \pm 0.3$ 歳) とした。栄養サポートを実施するに当たり、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

とがあることについて説明し、書面による同意を得た。

測定は、2022年3月下旬から4月上旬に行った。

## 2. 体重および除脂肪量の測定

身長は、身長計（In Lab、インボディ・ジャパン社）を用いて測定した。体重は、排尿後、下着（Tシャツ、パンツ）およびハーフパンツを着用した状態で、体重計（InnerScan Voice、TANITA社）を用いて測定した。除脂肪量（Free Fat Mass：FFM）は、体重測定の際の服装の状態、体組成計（InBody S10、インボディ・ジャパン社）を用いて測定した。

## 3. 食事調査

エネルギー摂取量の調査は、食物摂取頻度調査（エクセル栄養君 食物摂取頻度調査新FFQg、建帛社）を用いてエネルギー摂取量の分析、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：報告者）がフードモデルを掲示し、説明しながら対象者に記述してもらった。

## 4. 身体活動量

対象者の身体活動状況を把握するために、一般的な活動内容を掲示した調査用紙を配布し、各活動の時間を本人が記載した。調査は、2022年3月下旬から4月上旬の期間の部活動があった1日分を指定した。活動内容に対応したメッツ値と記録された時間を用いてエネルギー消費量を算出し、加算（要因加算）することで1日のエネルギー消費量および部活時のエネルギー消費量を推定した。

## 5. 利用可能エネルギー（EA）の算出

利用可能エネルギーは、FFQgで算出したエネルギー摂取量、要因加算法にて算出した部活時のエネルギー消費量および体組成計で測定した除脂肪体重を用いて下記式にて算出した。

**利用可能エネルギー (kcal/kg FFM)**

$$= [\text{エネルギー摂取量 (kcal)} - \text{部活時のエネルギー消費量 (kcal)}] / \text{除脂肪体重 (kg)}$$

なお、本報告におけるEAは、エネルギー消費量を実測しておらず、推定エネルギー消費量であると判断されるため、推定EAと表記する。

## 6. データ処理

データは、平均値±標準偏差および各選手の値で示した。

## IV. 結果

### 体重および除脂肪体重

図1に体重および除脂肪体重のデータを示した。体重の平均値は、68.4±11.9kgであった。最大値は、91.0 kg、最小値は54.4kgであった。除脂肪体重の平均値は、52.8±5.5kgであった、最大値は、66.4kg、最小値は46.7kgであった。

### エネルギー摂取量、エネルギー消費量および推定利用可能エネルギー

図2にエネルギー摂取量および消費量（A）、運動によるエネルギー消費量（B）、推定EA（C）のデータを示した。エネルギー摂取量の平均値は、3,678±1,361kcalであった。最大値は、6,130kcal、最小値は1,982kcalであった。エネルギー消費量の平均値は、2,430±305kcalであった。最大値は、3,248kcal、最小値は2,061kcalであった。部活動時のエネルギー消費量の平均値は、457±48kcalであった。最大値は、576

kcal、最小値は404kcalであった。

推定EAの平均値は、 $61.8 \pm 26.9$  kcal/kg FFMであった。最大値は、111.2kcal/kg FFM、最小値は26.0kcal/kg FFMであった。

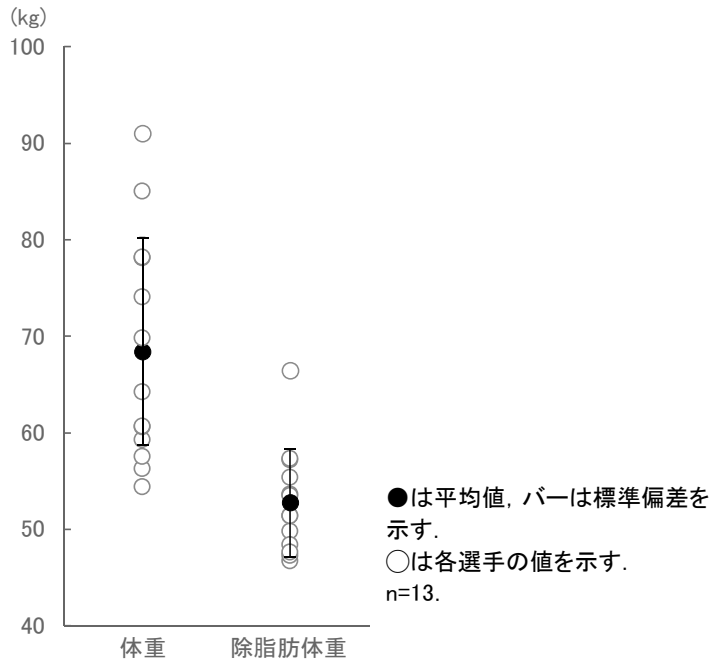


図1 体重および除脂肪体重の平均値および各選手のデータ

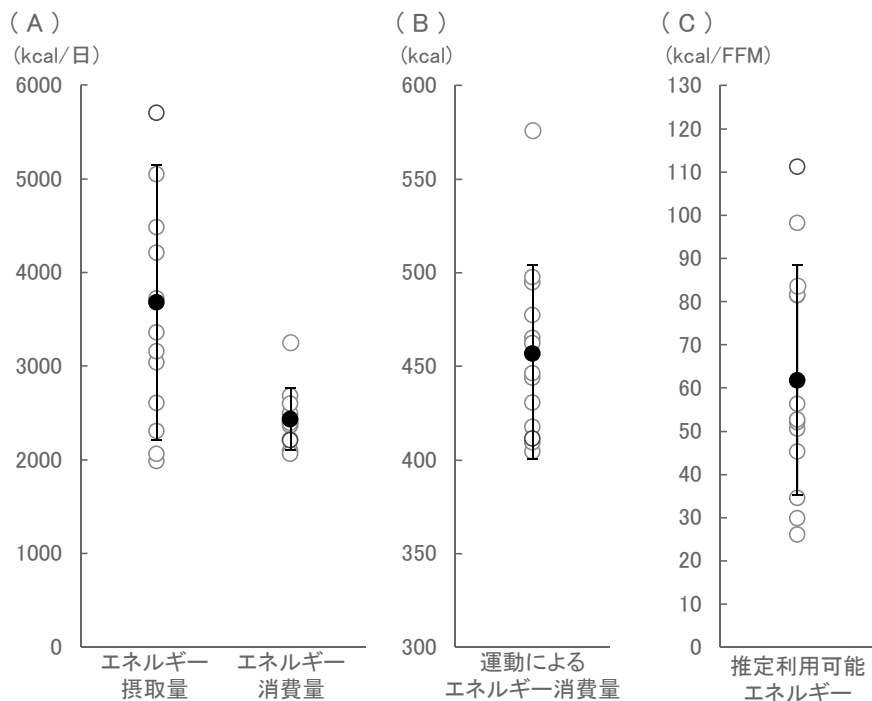


図2 エネルギー摂取量および消費量、利用可能エネルギーの平均値および各選手のデータ

●は平均値，バーは標準偏差を示す。○は各選手の値を示す。n=13.

## V. 考察

本報告における高校野球選手の推定EAを算出した結果、チームの平均値は良好な値であると考えられた。各選手の値を見ると、良好な状態である選手は11名であった一方で、女性アスリートにおけるLEAの判断基準となる30kcal/kg FFM未満<sup>7)</sup>の選手が2名認められた。

先行研究において、男性アスリートのLEAのカットオフ値について様々議論されているが、現状では統一された見解はなく、女性アスリートよりも低い可能性があることが示唆されている<sup>4)</sup>。本報告において30kcal/kg FFM以下となった選手2名が、LEAであるか否かを現時点で明白に判断できないものの、他の選手よりも低値であることには変わりがなく、今後も定期的な調査を実施し、状態を把握していくことが必要であろう。さらに、身体状況の調査も合わせて実施することで、エネルギー摂取量を増やすサポート対応などにも繋げることができると考えられる。

EAの不足は、男女に関係なく種々の身体的不調を引き起こす原因となる<sup>3)</sup>。女性アスリートは、長期的なLEAによって、無月経などの月経異常や月経異常に伴う疲労骨折など外部徴候が現れやすい。一方、男性アスリートでは、女性アスリートのような外部症状が現れにくいと考えられるため、長期的なLEA状態となるにも関わらず、その状態に気づきにくい可能性が示唆される。

一般的に男子高校野球選手は、体重の増量を目標とすることが多く、エネルギーを十分に摂取していると思われるがちである。しかし、本報告において、比較的低いEAの値を示した選手が認められたことから、男性アスリートにおいても定期的にEAの状態を調査し、体重管理に活かす取り組みの重要性が示唆された。定期的なEAの調査は、エネルギー摂取量および消費量（身体活動量）を適切に調整することに寄与すると考えられる。特に、成長に伴うエネルギー消費量も高まるジュニアアスリートでは、LEAによる成長への悪影響も考慮したサポートの実施が望まれる。

国内における、女性アスリート支援の取り組みが広がっており、LEAが身体に悪影響であること、パフォーマンス低下に関連する要因であることに関する情報発信は増えている。しかしながら、男性アスリートにおけるLEAのリスクに関する情報発信例はまだまだ少ない。これまでの栄養サポートからの印象として、男性アスリートは、体重の増量や筋量を増やすためにエネルギーやたんぱく質摂取量を増やす傾向が強く、選手本人およびスタッフが必要なエネルギーを摂取できていると思いつくことで、エネルギー不足に陥るリスクに気づきにくいと考えられる。

他方、EAの算出には課題がある。スポーツ現場におけるエネルギー摂取量および消費量の測定は、簡便な方法を用いる場合が多く、測定および評価に誤差があることを理解した利用が望まれる<sup>8)</sup>。また、EAのカットオフ値は、欧米人一般女性のデータから作成されており<sup>8)</sup>、男性のカットオフ値について統一された基準がない。よって、男女を問わず、欧米人を対象に作成された値を日本人アスリートに使用する場合には、そのまま現場へ応用できるか否かをしっかりと検討し、慎重に取り扱う必要がある。

## VI. 研究の限界

本報告に用いたデータは、報告者（佐々木）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、エネルギー消費量は、選手の負担等を考慮して実測ではなく、要因加算法による推定値の算出となった。さらに、チームスケジュールに合わせたため、調査日も部活動がある1日となってしまう、データの正確性には疑問が残った。

今後、加速度計や心拍計を用いるなどの工夫を取り入れて、身体活動量測定の精度を上げ、より正確なEAの算出に繋げていきたい。

## VII. 今後の展望

LEAは、女性アスリートだけでなく、男性アスリートにとっても予防および早期改善を目指す必要がある重



大な課題である。しかしながら、男性アスリートのEAに関する報告例は多くなく、基礎的データの蓄積が必要な状況であると考ええる。

さらに、EAの算出や利用には様々な課題が残されていることも考慮し、食事および栄養に関する知識を備えた公認スポーツ栄養士および管理栄養士と連携した選手サポートの広がりが望まれる。アスリートのLEAに関する課題解決のために、現状把握のための研究およびスポーツ現場でのサポートを連携して実施していきたい。

#### VIII. 参考文献

- 1) Yeager KK, Agostini R, Nattiv A, Drinkwater B. The female athlete triad: disordered eating, amenorrhea, osteoporosis. *Med Sci Sports Exerc.* 1993 ; 25 ( 7 ) : 775-777.
- 2) Nattiv A, Loucks AB, Manore MM, Sanborn CF, Sundgot-Borgen J, Warren MP; American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. The female athlete triad. *Med Sci Sports Exerc.* 2007 ; 39 (10) : 1867-1882.
- 3) Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, Meyer N, Sherman R, Steffen K, Budgett R, Ljungqvist A. The IOC consensus statement: beyond the Female Athlete Triad-Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S) . *Br J Sports Med.* 2014 ; 48 ( 7 ) : 491-497.
- 4) Lane AR, Hackney AC, Smith-Ryan AE, Kucera K, Register-Mihalik JK, Ondrak K. Energy Availability and RED-S Risk Factors in Competitive, Non-elite Male Endurance Athletes. *Transl Med Exerc Prescr.* 2021 ; 1 ( 1 ) : 25-32.
- 5) De Souza MJ, Koltun KJ, Williams NI. What is the evidence for a triad-like syndrome in exercising men? *Curr. Opin. Physiol.* 2019 ; 10 : 27-34.
- 6) Nattiv A, De Souza MJ, Koltun KJ, Misra M, Kussman A, Williams NI, Barrack MT, Kraus E, Joy E, Fredericson M. The Male Athlete Triad-A Consensus Statement From the Female and Male Athlete Triad Coalition Part 1: Definition and Scientific Basis. *Clin J Sport Med.* 2021 1 ; 31 ( 4 ) : 345-353.
- 7) De Souza MJ, Nattiv A, Joy E, Misra M, Williams NI, Mallinson RJ, Gibbs JC, Olmsted M, Goolsby M, Matheson G; Expert Panel. 2014 Female Athlete Triad Coalition Consensus Statement on Treatment and Return to Play of the Female Athlete Triad: 1st International Conference held in San Francisco, California, May 2012 and 2nd International Conference held in Indianapolis, Indiana, May 2013. *Br J Sports Med.* 2014 ; 48 ( 4 ) : 289.
- 8) 田口素子、高田和子、鳥居俊、田中智美、日本人女性アスリートにおけるエネルギー・アベイラビリティ利用の課題. *日本臨床スポーツ医学会誌.* 2018 ; 26 ( 1 ) : 5-11.

## 高温環境下におけるアイススラリーの事前摂取が高強度間欠的運動中の スプリントパフォーマンスと認知機能に及ぼす影響

森下尚<sup>1)</sup>、古内まりな<sup>2)</sup>、鈴木優太<sup>1)</sup>、鈴木大<sup>1)</sup>、小田史郎<sup>3)</sup>、柚木孝敬<sup>2)</sup>

1) 北海道大学教育学部、2) 北海道大学大学院教育学院、3) 北翔大学生涯スポーツ学部

### 1. はじめに

スポーツ競技が高温環境下で行われると、深部体温が過度に上昇することで競技パフォーマンスが低下する。この過程には中枢性や末梢性の筋疲労だけでなく、認知機能の低下も関与していると思われる。実際、持久性運動時の認知機能に関して、過度の深部体温上昇により実行機能（注意や行動を適切に制御する機能）が低下したことが報告されている（Kazama et al. 2012）。ゆえに、瞬時の判断や対応が試合の勝敗を左右する球技系競技（サッカーなど）においては、運動パフォーマンス（走行距離やスプリントパフォーマンスなど）だけでなく実行機能の低下も防ぐ対策が必要となる。

運動中の過度な深部体温上昇を抑制するための対策として、アイススラリー摂取の有用性が報告されている（Osakabe et al. 2019）。アイススラリーは、細かな氷の粒と液体が混ざったシャーベット状の飲料（-1℃）であり、同量の冷水（4℃）摂取よりも深部体温を低下させる効果が高いとされる（Naito et al. 2018）。

アイススラリーは、体重1kg当たり7.5g（7.5g/kg×1回あるいは1.25g/kg×6回）の事前摂取が持久性運動のパフォーマンス改善に対して有効であることが報告されている（Osakabe et al. 2019, Iwata et al. 2022）。しかしながら、アイススラリーは低温であるため、摂取により腹痛や下痢を引き起こす可能性もあり注意を要する。運動中の摂取ではあるが、1.25g/kg×1回のアイススラリー摂取により、持続的筋収縮（Siegel et al. 2011）や持久性運動（Jeffries et al. 2018）のパフォーマンスが改善したことも報告されている。したがって本研究では、運動前のアイススラリー摂取量が「1.25g/kg×1回」であっても高温環境下で行われる球技系競技中の運動パフォーマンスと認知機能を改善し得るかどうか検討することを目的とした。具体的には、サッカーのような高強度間欠的運動である球技系競技を模した間欠的自転車スプリントプロトコル（CISP：Cycling Intermittent-Sprint Protocol）を用い、アイススラリーの事前摂取が高温環境下でのスプリントパフォーマンスと実行機能に及ぼす影響を検討する。

### 2. 方法

#### 2-1. 被験者

被験者は、日常的に高強度間欠的運動を行っている男子大学生8名（年齢：21.0±1.2歳、身長：173.9±8.1cm、体重：72.6±8.8kg）であった。被験者には研究の目的、方法およびそれに伴う危険性について文書と口頭で説明し、研究参加の同意を書面にて得た。本研究は北海道大学大学院教育学研究院倫理委員会の承認を得て行われた。

#### 2-2. 実験プロトコル（図1）

各被験者は、室温と湿度がそれぞれ33℃と50%に設定された人工気象室内にて、自転車エルゴメーター（POWERMAX-VII、COMBI）によるCISP（図1）を2つの飲料摂取条件（ICEとCON）で行った。各条件は4～7日の間隔を空け、サーカディアンリズムを考慮し、同一の時間帯に実施された。

被験者は、実験室到着後約50分後に人工気象室に入室し、10分間の座位安静を保持している間（安静8分時）に、体重1kgあたり1.25gのアイススラリー（大塚製薬）を摂取した。ICEでは凍らせたアイススラリー（-1℃）、CONでは解凍し室温に保ったアイススラリー（33℃）を用いた。その後、被験者は、ウォーミン

グアップ (W-up) として、3分の軽運動 (負荷: 0.1kp、ペダル回転数: 自由) と2分の安静に引き続き、CISPを3セット行った。CISPは、図1に示したように、5秒間のスプリント、50秒間の回復および5秒間の安静から構成された。3セット終了後に2分間の安静を挟んだ後、主運動として、CISPは10セットで1トライアルとし、合計3トライアルが行われた。各トライアル間に2分間の安静が設けられた。W-up終了後および各トライアル間における2分間の安静時には、水分摂取と後述する認知課題が行われた。水分摂取については、2倍に希釈した33℃のスポーツ飲料 (ポカリスエット、大塚製薬) 250mlが摂取された。

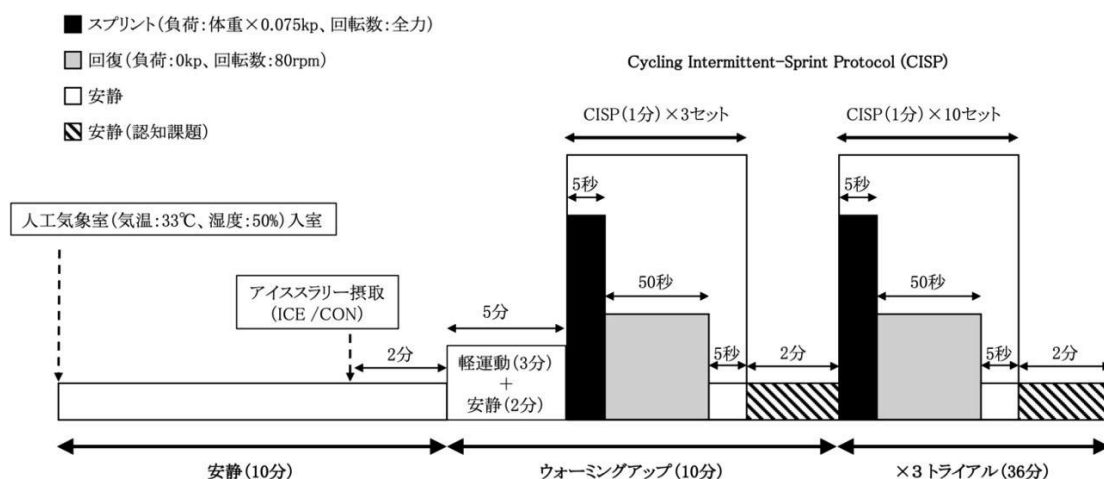


図1. 実験プロトコル

## 2-3. 測定項目

### 2-3-1. 体重

体重計 (UC-321, A&D) を用い、実験室入室直前と第3トライアル終了直後の体重を全裸にて測定した。

### 2-3-2. 深部体温 (直腸温)

直腸温は、温度ロガー (LT-8A, Gram) および温度センサー (LT-ST08-11, Gram) を用い、人工気象室入室5分後から第3トライアル終了時まで1分ごとに記録された。分析には、W-upおよび各トライアルにおけるCISPの最終セット (最後の1分間) のデータを用いた。

### 2-3-3. スプリントパフォーマンス

CISPにおける5秒間のスプリント中の最大パワーと平均パワーを測定した。両パワーとも、トライアルごとに10セットの平均値を算出した。

### 2-3-4. 認知機能 (ストループテスト)

認知機能の評価は、タブレット端末でのアプリケーション (Hacaro-StroopTest, Digital Standard) を用いて、W-upおよび各トライアル終了後の計4回 (図1)、ストループテストによって行われた。ストループテストは、前頭前皮質に局在する実行機能すなわち注意や行動を適切に制御する機能を測定するために広く用いられている認知機能テストである (Damrongthai et al. 2021)。テストは、単純課題および複雑課題の2つの課題で構成された (図2)。単純課題は、刺激として提示される「丸 (●)」の色 (赤、青、緑、黄) に対応する「あか」「あお」「みどり」「きいろ」のボタンを選択する課題であった。複雑課題は、実際の色 (赤、青、緑、黄) とは異なる文字 (「あか」「あお」「みどり」「きいろ」) が刺激として提示され、被験者は文字ではなく実際の色に対応する「あか」「あお」「みどり」「きいろ」のボタンを選択することが求められた。W-upおよび各トライアル終了後における各回のストループテストでは、単純課題の後に複雑課題が設定され、計40個の刺激 (単純: 20、複雑: 20) に対してできる限り素早く正確に反応するように教示を行い、各課題における正答数と反応時間 (刺激提示からボタン押しまでの時間) が評価された。



図2. 認知課題 (ストロープテスト)

### 2-3-5. 主観的指標

主観的指標として、主観的運動強度、温熱感覚および熱快適性がW-upおよび各トライアルの終了直後に測定された。主観的運動強度の評価にはBorg (1982) の15ポイントスケール (6～20.5；7＝非常に楽, 19＝非常にきつい) が用いられた。温熱感覚の評価にはGagge (1969) の9ポイントスケール (0：非常に暑い～9：とても冷たい)、熱快適性の評価にはBedford (1936) の7ポイントスケール (1：非常に不快～7：非常に快適) が用いられた (Onitsuka et al. 2018)。

### 2-4. 統計分析

統計分析はSPSS (Ver.27, IBM) を用いて行われた。体重、直腸温、パワー、認知課題、主観的指標について、飲料摂取条件と測定時期を要因とした反復測定二元配置分散分析が行われた。交互作用が認められた場合は、各トライアルでの条件間比較 (paired t-test)、および各条件での測定時期間比較 (W-upを基準とした paired t-test with Bonferroni correction) を行った。結果は平均値±標準偏差で示した。統計学的有意水準は5%未満に設定した。

## 3. 結果

### 3-1. 体重

飲料摂取直前 (CON：72.93±8.94kg, ICE：73.02±9.02kg) と第3トライアル終了直後 (CON：72.58±9.08kg, ICE：72.81±9.03kg) の体重、およびその変化量 (CON：-0.36±0.26kg, ICE：-0.21±0.32kg) は、CONとICEの間に有意差は認められなかった。

### 3-2. 直腸温 (図3)

直腸温は、両条件ともトライアルの進行に伴い有意に増加した ( $p<0.05$ )。両条件の直腸温に有意差は認められなかった (図3)。

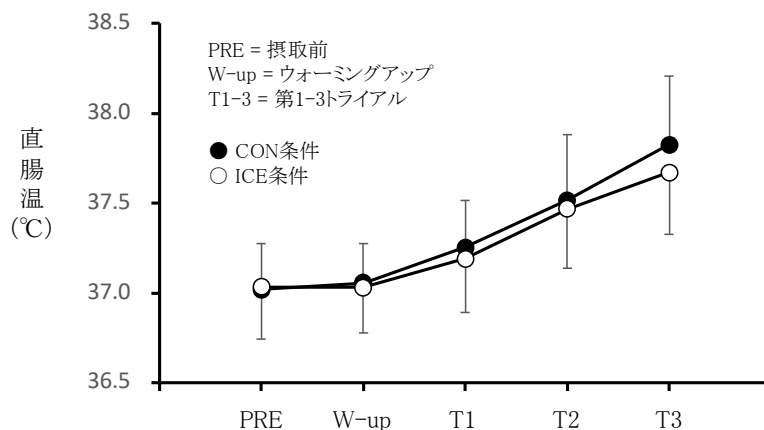


図3. 直腸温の変化

3-3. スプリントパフォーマンス (図4)

スプリント中の最大パワーおよび平均パワーにトライアル回数と条件の主効果および交互作用は認められなかった (図4)。しかしながら、第3トライアルの平均パワーは、CONに比べてICEで高い値を示す傾向が認められた ( $p=0.049$ )。

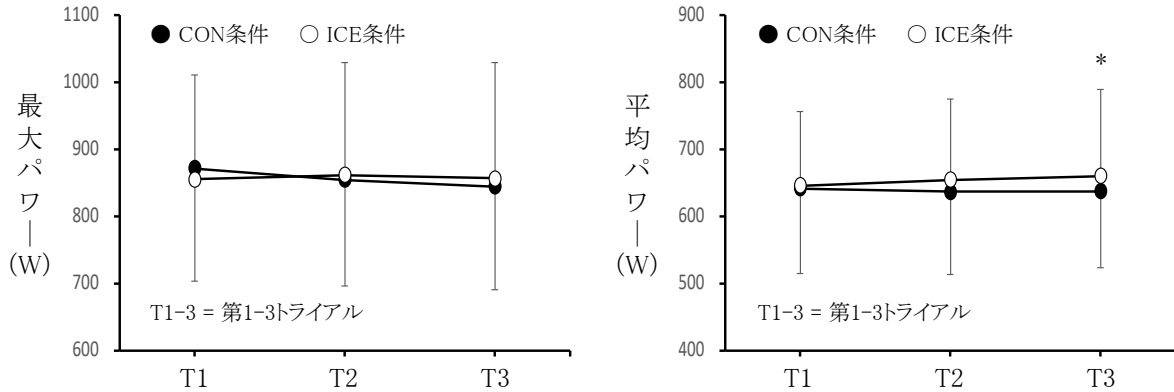


図4. スプリントパフォーマンスの変化

\*, CON vs. ICE ( $p < 0.05$ , paired t-test)

3-4. 認知機能 (図5)

単純課題と複雑課題の両方とも、正答数に条件間の差は認められなかった。反応時間に関しては、単純課題では条件間に有意差は認められなかったが、複雑課題では図5に示されたように、第2と第3トライアルにおいて、CONよりICEの値が有意に低い値であった ( $p < 0.05$ )。また、ICE条件ではW-upを基準にすると第3トライアルの反応時間が低値を示す傾向 ( $p=0.054$ ) が認められた。

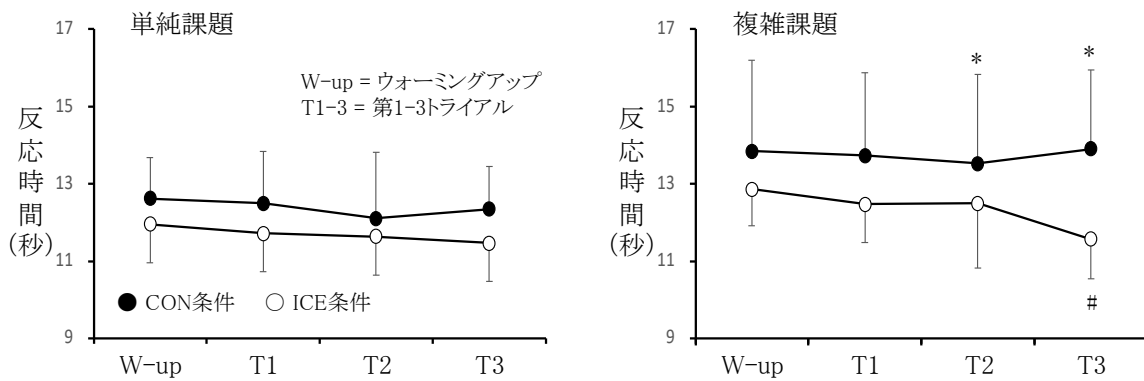


図5. 認知機能の変化

\*, CON vs. ICE ( $p < 0.05$ )

#, T3 vs. W-up in ICE ( $p = 0.054$ )

## 3-5. 主観的指標 (図6)

主観的運動強度と温熱感覚は、両条件ともトライアルの進行に伴い有意な増加を示した ( $p < 0.05$ )。それら両指標に条件間の差は認められなかった。熱快適性は、両条件ともトライアルの進行に伴い有意な低下を示した ( $p < 0.05$ )。熱快適性はCONに比べてICEにおいて有意に高い値を示した ( $p < 0.05$ )。

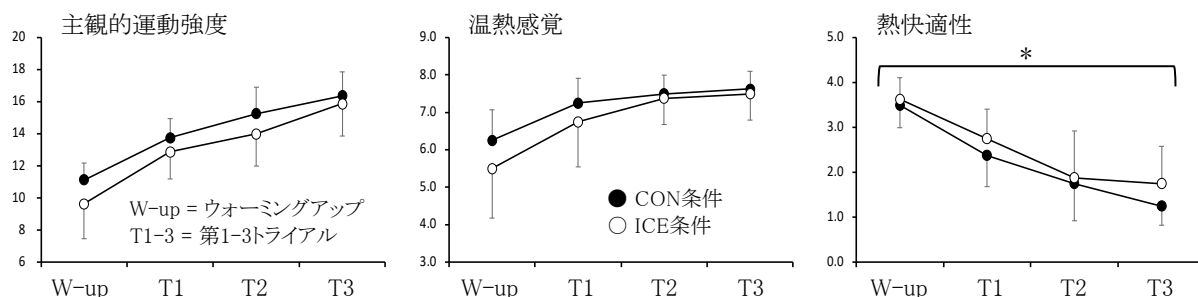


図6. 主観的指標の変化

\*, CON vs. ICE ( $p < 0.05$ )

## 4. 考察

CONの直腸温は、計36分のCISPによって、飲料摂取前の $37.02 \pm 0.25^\circ\text{C}$ から第3トライアル終了時の $37.82 \pm 0.39^\circ\text{C}$ まで約 $0.8^\circ\text{C}$ 増加した(図3)。Lee et al. (2008)は、高温環境下(温度: $35^\circ\text{C}$ 、湿度: $60\%$ )での持久性運動(最大酸素摂取量の約 $65\%$ 強度での自転車運動)のパフォーマンス(持続時間)を冷飲料( $4^\circ\text{C}$ )と温飲料( $37^\circ\text{C}$ )の二つの摂取条件で比較している。その結果、温飲料( $37^\circ\text{C}$ )条件では、運動開始後35分で直腸温が約 $38.5^\circ\text{C}$ に達し、約 $39.5^\circ\text{C}$ に達した時点(約52分)で運動が終了した(疲労困憊に至った)ことを報告している。本研究のCISPの総時間は36分であるが、その内、25分は回復(無負荷ペダリング)、8分30秒は安静であり、高強度運動(スプリント)は2分30秒であった。このようにCISPでは総時間に占める高強度運動の割合が少ないため、直腸温の増加の程度は比較的穏やかであったと考えられる。そのため、本研究では、CONにおいてスプリントパフォーマンス(図4)および認知機能(図5)に有意な低下が生じなかったと考えられる。

ICEの直腸温は、飲料摂取前の $37.03 \pm 0.29^\circ\text{C}$ から第3トライアル終了時の $37.67 \pm 0.35^\circ\text{C}$ まで約 $0.6^\circ\text{C}$ 増加した(図3)。この増加量とCONにおける増加量(約 $0.8^\circ\text{C}$ )の間に有意差は認められなかった。このことは、高温環境下での球技系競技中の深部体温上昇を抑制するための対策としては、運動前のアイススラリー摂取量が「 $1.25\text{g}/\text{kg} \times 1$ 回」では不十分であることを示していると考えられる。

アイススラリー「 $1.25\text{g}/\text{kg} \times 1$ 回」の事前摂取は、CISP中の直腸温の上昇を抑制することができず、結果として、両条件の直腸温に有意差が生じなかったと考えられるが、スプリントパフォーマンスには若干の違いがみられた。すなわち、平均パワーに関して、CONでは3回のトライアルを通して比較的一定に推移しているが、ICEには徐々に増加する傾向があり、結果として、第3トライアルにおいてCONよりICEの平均パワーが高くなる傾向が認められた(図4)。また、認知機能に関しても、複雑課題の反応時間が、ICEではトライアルの進行とともに短縮する傾向があり、第2と第3トライアルにおいては、CONより有意に低い値が示された(図5右)。したがって、アイススラリーの摂取は、深部体温を低下させることなくパワー出力と実行機能に対してポジティブな影響を与える可能性があるかもしれない。この可能性を説明するメカニズムは不明であるが、CONよりもICEの熱快適性が有意に高かったこと(図6右)から、熱快適性の改善が介在しているかもしれない。

以上のことから、アイススラリーは、体重 $1\text{kg}$ あたり $1.25\text{g}$ の1回の事前摂取では、深部体温上昇を抑える効果を有さないと考えられる。しかしながら、このような摂取方法であっても、直腸温上昇が $1^\circ\text{C}$ 未満に収ま

るような高温環境下での高強度間欠的運動であれば、運動時の実行機能およびスプリントパフォーマンスの改善に有効である可能性が示唆された。

#### 参考文献

1. Kazama A, Takatsu S, Hasegawa H (2012) Effect of increase in body temperature on cognitive function during prolonged exercise. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 61:459–467 (in Japanese with English abstract).
2. Osakabe J, Matsumoto T, Umemura Y (2019) Ice slurry ingestion as a cooling strategy in the heat. *J Phys Fitness Sports Med* 8:73–78.
3. Naito T, Sagayama H, Akazawa N, Haramura M, Tasaki M, Takahashi H (2018) 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* 5:371–379.
4. Iwata R, Kawamura T, Hosokawa Y, Chang L, Suzuki K, Muraoka I (2022) Investigation of factors affecting the rate of changes in endurance exercise performance by pre-cooling with ice slurry. *Jpn J Phys Fitness Sports Med* 71:345–353 (in Japanese with English abstract).
5. Siegel R, Mate J, Watson G et al (2011) The influence of ice slurry ingestion on maximal voluntary contraction following exercise-induced hyperthermia. *Eur J Appl Physiol* 111:2517–2524.
6. Jeffries O, Goldsmith M, Waldron M (2018) L-Menthol mouth rinse or ice slurry ingestion during the latter stages of exercise in the heat provide a novel stimulus to enhance performance despite elevation in mean body temperature. *Eur J Appl Physiol* 118: 2435-2442.
7. Damrongthai C, Kuwamizu R, Suwabe K, Ochi G, Yamazaki Y, Fukuie T, Adachi K, Yassa MA, Churdchomjan W, Soya H (2021) Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation. *Sci Rep* 11:22657.
8. Borg GA (1982) Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 14:377–381.
9. Gagge AP, Stolwijk JA, Hardy JD (1969) Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environ. Res* 1:1–20.
10. Bedford T (1936) The warmth factor in comfort at work: a physiological study of heating and ventilation. Industrial Health Research Board. No 76, HMSO, London.
11. Onitsuka S, Nakamura D, Onishi T, Arimitsu T, Takahashi H, Hasegawa H (2018) Ice slurry ingestion reduces human brain temperature measured using non-invasive magnetic resonance spectroscopy. *Sci Rep* 8:2757.
12. Lee JKW, Shirreffs SM, Maughan RJ (2008) Cold water ingestion improves exercise endurance capacity in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 40:1637–1644.

## 糖質制限食が運動能力に及ぼす影響 ～スポーツ現場での応用は可能か～

沖田 孝一

北翔大学 生涯スポーツ学部 スポーツ教育学科

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

低糖質食は、Richard K. Bernstein博士やRobert C. Atkins博士らが考案した食事療法であり(1,2)、日常の食事で摂取する糖質を制限し、血糖値を一定に保つことによって、インスリン分泌亢進による体脂肪蓄積を防ぐという考え方に基づいている。実際に、肥満、耐糖能異常および糖尿病などインスリン分泌が亢進している病態では、糖質制限による体重減少および耐糖能の顕著な改善が示されている(3-5)。しかしながら、糖質制限の問題点として、脳機能への影響、筋肥大などのトレーニング効果への悪影響に加え、身体活動時において主要なスタミナ源となる糖質が不足することによる体力低下が懸念される(6)。

極端な低糖質食であるケトン食(ketogenic diet)も、肥満者の減量方法として有効性が示されており、時にてんかんなど一部の疾患の治療法として応用されている(6,7)。さらにケトン食の有効性は、スポーツ領域においても検討されてきており、除脂肪量を減らすことなく、脂肪量を減少させる可能性が示されている(8)。しかしながら、持久力・スタミナが勝敗に影響するスポーツでは、悪影響を及ぼす可能性も懸念され、コンセンサスが得られていないのが現状である。一方、低糖質食・ケトン食では、エネルギー源としての脂質とケトン体の利用能力が向上するため、筋力・パワーパフォーマンスに悪影響を与えることなく減量を達成できる可能性も示唆されている(6,9)。

低糖質食とスポーツパフォーマンスとの関係をバイアスの少ないデザインで調べた研究は少ないが、本研究では、低糖質食・ケトン食がスポーツ現場で有用であるかについて、体組成と体力に与える影響にフォーカスした先行研究をレビューし、自験データも踏まえて言及する。

### 方法

#### 文献調査

Low-carbohydrate diet, carbohydrate restriction, ketogenic diet, exercise, sports, performanceをキーワードにPubMedを検索し、本報告の目的に合致し論文を抽出し、低糖質食・ケトン食が体力に与える影響を調査した。



自験（介入研究）

健康者12名（男5、女7）を対象に総カロリー制限群あるいは低糖質食群（糖質<50g/日）に無作為に割り分け、1ヶ月間の介入を実施した結果の一部を抜粋。

結果

文献調査

表1 低糖質食あるいはケトン食が体組成と運動能力へ与える影響

対象	デザイン	食事内容	期間	体力評価	主要知見
男性持久性競技者20名 (McSwineyら, 10)	非無作為化比較試験	ケトン食（9名, 糖質：脂質：タンパク質＝6：77：17）と高糖質食（11名, 65:20:14）	12週	100kmタイムトライアル, 6秒走行	体格指数と体脂肪率↓ 100km TT→ 6秒走行↑
男性エリート競歩選手25名 (Burkeら, 11)	ランダム化並行群間比較試験	ケトン食（n=10）（脂質75-80%, 糖質<50g, タンパク質15-20%）と高糖質食（n=8）（糖質60-65%, 脂質20%, タンパク質15-20%）バランス食（n=7）（糖質60-65%, 脂質20%, タンパク質15-20%）	3週	トレッドミルによるVo2max測定 10kmレース	Vo2max→ 10 kmレース能力↓ 運動後疲労↑
男性持久性競技者8名 (Shawら, 12)	無作為化クロスオーバー試験	ケトン食（脂質75-80%, 糖質<50g, タンパク質15-20%）と高糖質食（脂質43%, 糖質38%, タンパク質19%）	4.5週	疲労困憊までの時間（TEE） 75%Vo2maxでのパフォーマンス	TEE→ 運動後疲労→ 75%Vo2max→
超持久性男性ランナー20名 (Volekら, 13)	クロスオーバー試験	ケトン食（n=10）（糖質：タンパク質：脂質＝10：19：70）と高糖質食（n=10）（糖質：脂質：タンパク質＝59：14：25）	平均20ヶ月 (9~36ヶ月)	運動負荷試験 65%Vo2maxの3時間走行	脂肪酸化能↑ 運動能力→
市民ランナー7名 (Prinsら, 14)	無作為化クロスオーバー試験	ケトン食（n=10）（脂質75-80%, 糖質<50g, タンパク質17%）と高糖質食（n=8）（脂質20%, 糖質60-65%, 脂質20%, タンパク質15-20%）	6週	運動負荷試験と5kmタイムトライアル（TT）を4, 14, 28, 42日目に施行	Vo2max→ TT→ 脂肪酸化能↑
持久系競輪選手5名 (Lambertら, 15)	クロスオーバー試験	高脂肪食（70%は脂質）と同じエネルギー量の高糖質食（70%糖質）	2週 (2週間のウォッシュアウト)	自転車による90%Vo2maxで限界まで、続いて20分休憩50%Vo2maxで限界まで	90%Vo2max運動限界までのタイム→ 50%Vo2max↑ 脂肪酸化能↑
鍛錬されたオフロードサイクリスト8名 (Zajacら, 16)	クロスオーバー試験	バランス食（糖質:脂質:タンパク質＝50：30：20）と低糖質食（15：70：15）	4週	持続的自転車運動（乳酸閾値の85%で90分, 115%で15分）	体重↓ 体脂肪率↓ Vo2max↑ 脂肪酸化能↑ 運動後筋損傷マーカー↓

Vo2max：最大酸素摂取量, ↑：増加, ↓：低下, →：不変。

自験データ

1ヶ月のケトン食および総カロリー制限前後の血中ケトン体濃度の変化を図1に示した。ケトン食により著名にケトン体が上昇していることがわかる(図1)。

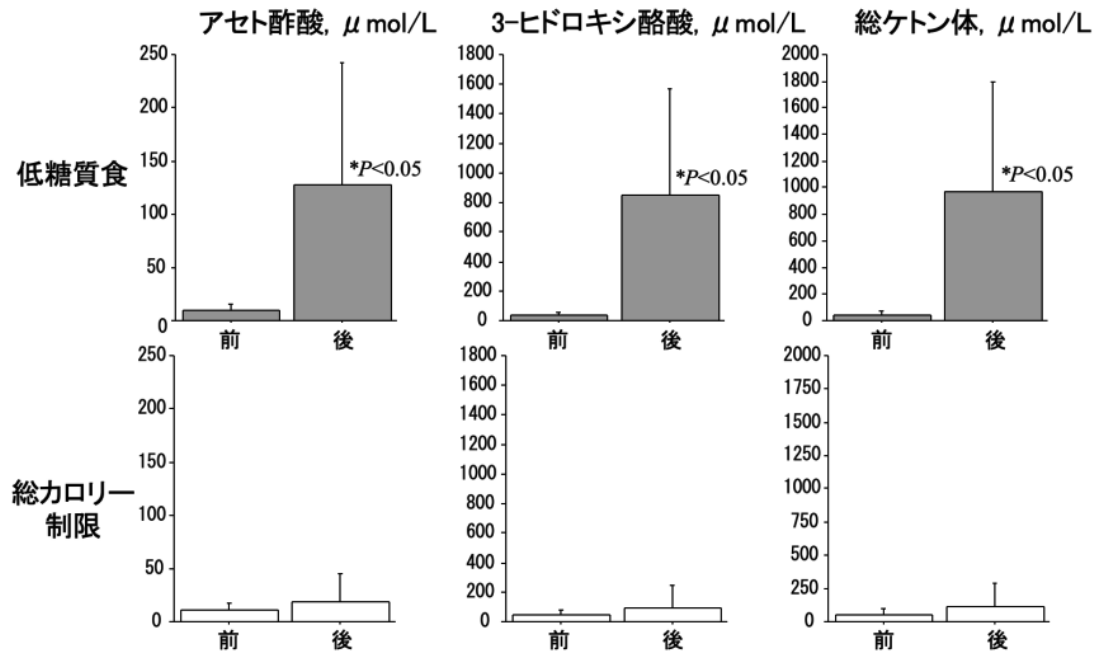


図1 各食事療法前後のケトン体の変化

図2に肥満指標の変化を示した。いずれの指標もケトン食群のみで改善している(図2)。

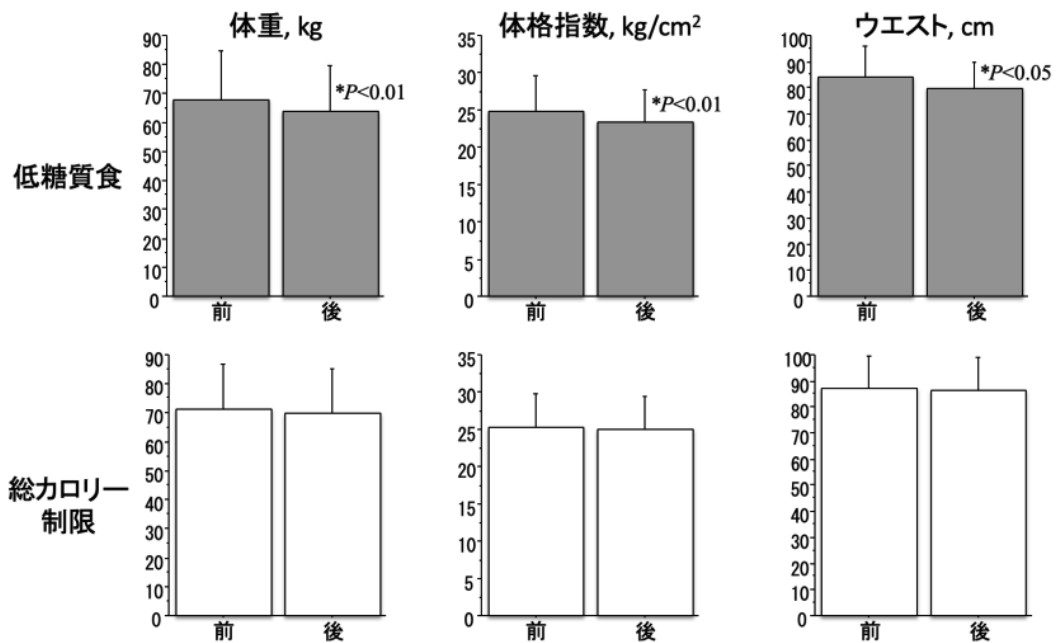


図2 各食事療法前後の肥満指標の変化

一方、体力指標はやや低下傾向にもみえるが、統計学的に有意な変化ではなく、ケトン食による骨格筋量の明らかな減少や体力の低下はみられなかったことになる（図3）。

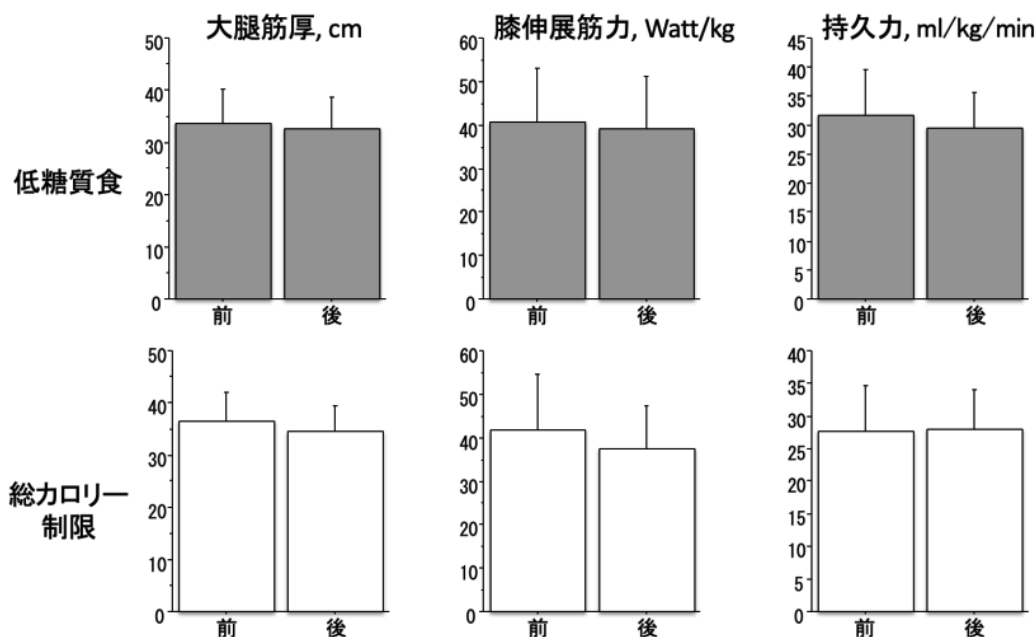


図3 食事療法前後の体力指標の変化

### 考察

文献調査では、ケトン食あるいは低糖質食による速やかな体重、体脂肪率の低下（6-10,16）および脂肪酸化能の上昇（13-16）が共通して認められた一方、運動能力については、悪化、不変、改善など、研究によって異なる結果が示されており、一致した結論は得られていないと思われる。しかしながら、我々の自験も含めいくつかの研究では、低糖質食が競技者において体力を維持しながら確実に減量できる有用な食事方法となる可能性を示している。

多くのスポーツ活動において糖質が主要なスタミナ源となるにも関わらず、低糖質食によって運動能力が低下しないのは、糖質の欠乏によって、他のエネルギー源の利用能力が向上し、また糖新生能も高まったためではないかと推測される（6,7）。実際に、複数の研究において、脂肪酸化能の上昇が認められ（13-16）、また体脂肪と体重の著明な減少が報告されている（6-10,16）。これは、エネルギー源としての脂肪の利用が促進したことが一因であると思われる。糖質が不足すると、筋中のタンパク質を異化させることによって糖新生を行われ、グリコーゲンを生成する反応が起きる（6,7）。しかし、その反応は長くは続かず、脂肪の分解からエネルギーを取り出すように変化していく。脂肪酸化の亢進はこのことを反映していると考えられる。

一部の研究は、短期的低糖質食によるVo2maxの上昇を報告しているが（16）、これは、有酸素代謝能力の向上というより、筋量を減らさずに体重の減少が得られたことにより、筋量と体重のpower-weight ratio（重量出力比）が改善され、数値として現れた結果ではないかと考えられる。

一方、低糖質食により走行タイムの改善がみられないことも複数報告されているが（10-15）、フィールド競技において体重および体脂肪の減少が有利であることと矛盾する。これらの結果には、対象群の介入前の体組成、トレーニング・ステイタスなど多様な要因が影響しているのではないかと考えられる。介入前の体脂肪が多ければ、低糖質食による減量効果が大きく現れる可能性が高くなり、体脂肪が少なく、トレーニングにより走行能力がすでに上限に達していれば、効果が得られにくいなど、個々の特性により結果が異なってくるの

ではないかと思われる。さらに遺伝的な筋線維型や代謝特性などの要因も関わってくるだろう。

## まとめ

本研究報告では、低糖質食・ケトン食がスポーツ現場で有用であるかを、文献調査と自験の結果から検討した。低糖質食は競技者の体組成などを短期的に調整できる可能性はあるが、競技能力への影響に関しては明らかではないと言わざるを得ず、その応用は今後さらに多くの研究によって検討される必要がある。

## 参考文献

1. Bernstein RK. Dr. Bernstein's diabetes solution: the complete guide to achieving normal blood sugars. 4th ed. New York: Little, Brown and Co; 2011.
2. Atkins RC. Dr. Atkins' new diet revolution. New York: Avon Books; 2002.
3. Feinman RD, Pogozelski WK, Astrup A, et al: Dietary carbohydrate restriction as the first approach in diabetes management: Critical review and evidence base. *Nutrition*. 2015;31(1):1-13.
4. Samaha FF, Iqbal N, Seshadri P, et al: A low-carbohydrate as compared with a low-fat diet in severe obesity. *N Engl J Med*. 2003 May 22;348(21):2074-81.
5. Kirk JK, Graves DE, Craven TE, Lipkin EW, Austin M, Margolis KL. Restricted-carbohydrate diets in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *J Am Diet Assoc*. 2008 Jan;108(1):91-100.
6. Paoli A, Bianco A, Grimaldi KA. The Ketogenic Diet and Sport: A Possible Marriage? *Exerc Sport Sci Rev*. 2015 Jul;43(3):153-62.
7. Paoli A, Rubini A, Volek JS, Grimaldi KA. Beyond weight loss: a review of the therapeutic uses of very-low-carbohydrate (ketogenic) diets. *Eur J Clin Nutr*. 2013;67(8):789-96.
8. Coleman JL, Carrigan CT, Margolis LM. Body composition changes in physically active individuals consuming ketogenic diets: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2021;18(1):41.
9. Harvey KL, Holcomb LE, Kolwicz SC Jr. Ketogenic Diets and Exercise Performance. *Nutrients*. 2019 Sep 26;11(10):2296.
10. McSwiney FT, Wardrop B, Hyde PN, Lafountain RA, Volek JS, Doyle L. Keto-adaptation enhances exercise performance and body composition responses to training in endurance athletes. *Metabolism*. 2018;81:25-34.
11. Burke LM, Hawley JA, Angus DJ, Cox GR, Clark SA, Cummings NK, Desbrow B, Hargreaves M. Adaptations to short-term high-fat diet persist during exercise despite high carbohydrate availability. *Med Sci Sports Exerc*. 2002;34(1):83-91.
12. Shaw DM, Merien F, Braakhuis A, Maunder ED, Dulson DK. Effect of a Ketogenic Diet on Submaximal Exercise Capacity and Efficiency in Runners. *Med Sci Sports Exerc*. 2019;51(10):2135-2146.
13. Volek JS, Freidenreich DJ, Saenz C, Kunces LJ, Creighton BC, Bartley JM, Davitt PM, Munoz CX, Anderson JM, Maresh CM, Lee EC, Schuenke MD, Aerni G, Kraemer WJ, Phinney SD. Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metabolism*. 2016;65(3):100-10.
14. Prins PJ, Noakes TD, Welton GL, Haley SJ, Esbenschade NJ, Atwell AD, Scott KE, Abraham J, Raabe AS, Buxton JD, Ault DL. High Rates of Fat Oxidation Induced by a Low-Carbohydrate, High-Fat Diet, Do Not Impair 5-km Running Performance in Competitive Recreational Athletes. *J Sports Sci Med*. 2019;18(4):738-750.
15. Lambert EV, Speechly DP, Dennis SC, Noakes TD. Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet. *Eur J Appl Physiol Occup*

Physiol. 1994;69(4):287-93.

16. Zajac A, Poprzecki S, Maszczyk A, Czuba M, Michalczyk M, Zydek G. The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients*. 2014;6(7):2493-508.

## 2022年度スポーツ医科学研究事業 足部内在筋エクササイズによる足部機能や運動パフォーマンスへの効果

札幌医科大学理学療法第二講座

渡邊耕太

### はじめに

足の筋のうち内在筋は足アーチの保持や足趾機能を担い、バランス能力や推進力に関与するため、日常生活だけでなくスポーツパフォーマンスにも重要である。足の内在筋に特化したトレーニング法は近年いくつか報告されている。そのうちのひとつであるshort foot exercise (SF) はタオルギャザーに比べ、トレーニング中の母趾外転筋の筋活動が高いことが報告されている<sup>1)</sup>。しかし、この方法は誰もが簡便に行えるとはいえない。

筆者らは足趾の屈曲抵抗運動において、趾節間関節 (IP関節) 中間位として中足趾節関節 (MTP関節) を屈曲する条件と、IP関節とMTP関節をともに屈曲する条件とを比較した結果、前者の方が足内在筋の筋収縮が高まることを報告した<sup>2)</sup>。そして、昨年の本研究事業において、新たな足内在筋トレーニング方法を開発し、その効果についてSFと比較した。その結果、新規トレーニング群でより足趾屈曲力が増大したことを報告した。本年度は足内在筋トレーニングによる動作時や足趾の巧緻性への影響を検討した。

### 方法

対象は下肢に整形外科的疾患のない健常男子大学生19名とした。平均年齢は21.5歳であった。対象をSF群10名と新トレーニング群9名に分け、次に示すトレーニング法を4週間、週4回行わせた。新トレーニング群は第1趾と第2から第5趾に分けて各1動作を30回ずつ、SF群は1動作を60回ずつ行った。

トレーニング前後で以下に示す項目によってバランス機能、運動パフォーマンス、足趾巧緻性を評価し比較検討した。

### トレーニング法

- ・SF (図1) : 開始肢位は端座位にて足関節中間位。前足部と踵部を床に接地したまま中足骨頭を踵に近づける運動。
- ・新トレーニング (図2) : 足趾を台上に置き、開始肢位は端座位にて足関節底屈位、IP関節中間位、MTP関節伸展位とした。そして、IP関節を中間位に保ったままMTP関節の抵抗屈曲運動をした。屈曲運動は第1趾と第2～5趾分けて行った。

### トレーニング効果の評価

- (a) バランス機能: 下記の2課題を行った際の足圧中心の移動量を測定した。測定機器は足圧分布測定器 (Nitta, F-scan) を使用した。10秒測定したうちの中間の2.5～7.5秒の値を用い、1/100秒ごとに記録された座標から移動量を算出した。
- ・片脚立位: 支持脚はトレーニング足とし、膝関節は完全伸展位とした。対側は膝関節90°で保持した。腕は胸の前で組み、できるだけ重心を動かさないよう指示した。
  - ・つま先立ち: 足部を肩幅に開いた状態で踵部を最大挙上し、その姿勢を維持させたが安定したところか

ら保持した。

(b)運動パフォーマンス：片脚前方ジャンプ

測定足はトレーニング足とした。開始肢位は片脚立位とし、できるだけ前にジャンプさせた。測定は3回行い、合計の距離を代表値とした。

(c)足趾巧緻性

- ・足趾じゃんけん：対象者にグー・チョキ・パーの足趾運動をするよう指示し、その様子をビデオカメラで撮影した。先行研究で報告された採点基準<sup>3)</sup>により点数化した。

### 統計学的解析

トレーニング前と4週間後の比較のために対応のあるt検定を用いた。有意水準は0.05とした。

### 結果

(a)バランス機能：片脚立位・つま先立位

トレーニング前後での足圧中心の移動量を表1と2に示した。4週間後のバランス能力向上は見られず、片脚立位時はむしろ値が増加していた。

(b)運動パフォーマンス：片脚前方ジャンプ

両群ともにジャンプ距離の増加はみられたが、有意差は認めなかった（表3）。

(c)足趾巧緻性：足趾じゃんけん

両群ともに4週後にグー・チョキ・パー全ての肢位において高得点者の人数の増加を認めた（図3）。

### 考察

本研究の結果、バランス機能としての片脚立位とつま先立位での足圧中心の移動量と、運動パフォーマンスとしての片脚前方ジャンプ距離にトレーニングによる有意な向上はみられなかった。一方、足趾巧緻性としての足趾じゃんけんトレーニング後に点数の増加がみられた。今回用いたトレーニング方法は主に筋力に焦点をあてたものである。このような内在筋トレーニングで巧緻性が向上したのは興味深い結果であった。

昨年度の研究報告書の通り、新トレーニング群ではSF群に比べてより足趾屈曲力が増大した。足内在筋に特化したトレーニング方法はいくつか報告されている。その中でもSFについては基礎的、臨床的研究が多くなされており、前述のタオルギャザーとの比較研究<sup>1)</sup>や、そのトレーニング後には舟状骨高降下量の減少やバランス機能が向上したことが報告されている<sup>4,5)</sup>。現在、足内在筋に特化したトレーニング法としてはSFが広く用いられている。新トレーニング法がSFと異なる点の一つは、足趾屈曲抵抗運動の負荷を変えられることである。以上を考慮すると、新トレーニングはSFと同等かそれ以上に足内在筋トレーニングとして有用な可能性がある。今後は方法の違い（回数、頻度、負荷量）や対象の年代の違いによる効果のほか、スポーツ障害を持つ対象での効果などを検証していく必要があるだろう。

### 文献

- 1) Jung DY, et al.: A comparison in the muscle activity of the abduct or hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises . Phys Ther Sport. 2011; 12: 30-35.
- 2) 廣田健斗、渡邊耕太ほか：足趾屈曲方法の違いが足部内在筋と外在筋の活動に与える影響 —超音波エラストグラフィを用いた評価—。日本臨床スポーツ医学会誌 29,158-163, 2021.
- 3) 長谷川正哉ほか：足趾機能が歩行に与える影響。理学療法の臨床と研究。2006,15,53-56.
- 4) Lynn SK, et al.: Differences in static - and dynamic -balance task performance after 4 weeks of intrinsic

-foot-muscle training: the shortfoot exercise versus the towel-curl exercise . J Sport Rehabil. 2012; 21: 327-333.

- 5) Mulligan EP, et al.: Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function . Man Ther. 2013; 18: 425-430.

図表

図1 Short foot exercise. (SF) の方法

リラックスした状態で足底を床につける（左図）。そして、足アーチを高めるように足底筋を収縮させる。その際には中足骨頭から踵までの距離が短くなる（右図）



図2 新規足内在筋トレーニング法

足趾を台上に置き、開始肢位は座位にて足関節底屈位、IP関節中間位、MTP関節伸展位とした（左図）。そして、IP関節を中間位（もしくは伸展位）に保ったままMTP関節の抵抗屈曲運動をした（右図）。屈曲運動は第1趾と第2～5趾分けて行った（図は母趾のトレーニング）。

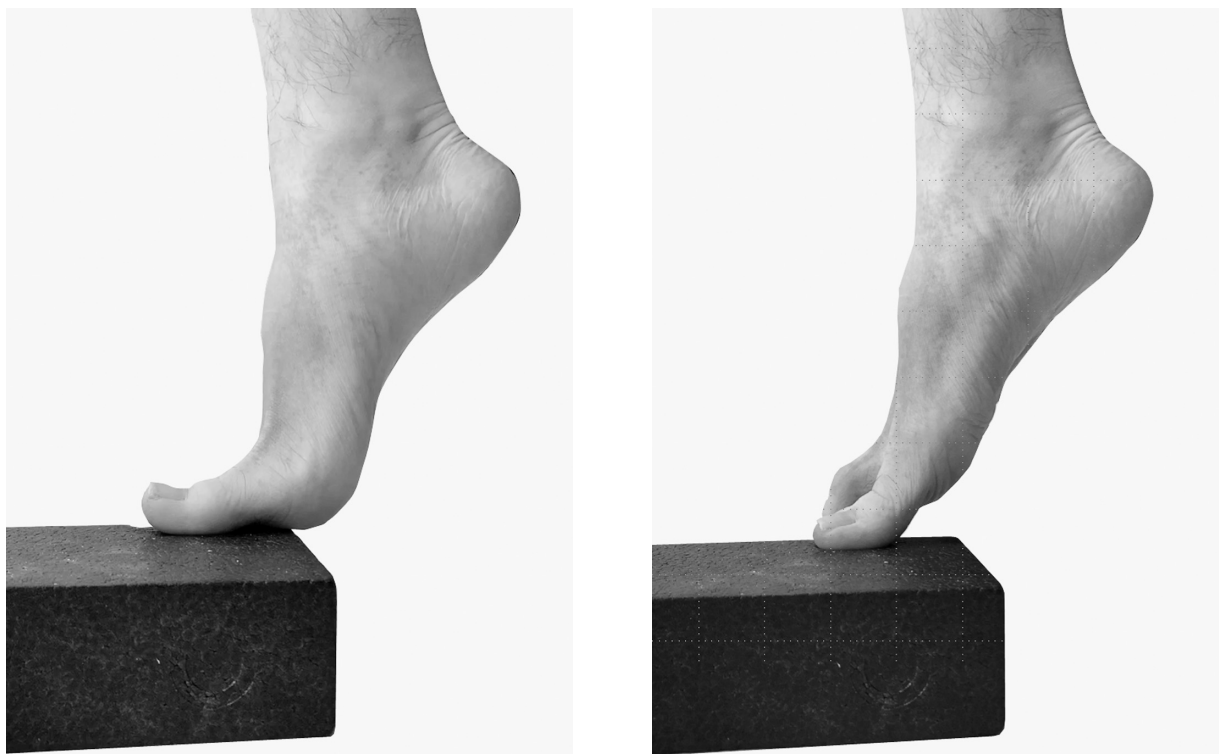




図3 足趾じゃんけんの点数

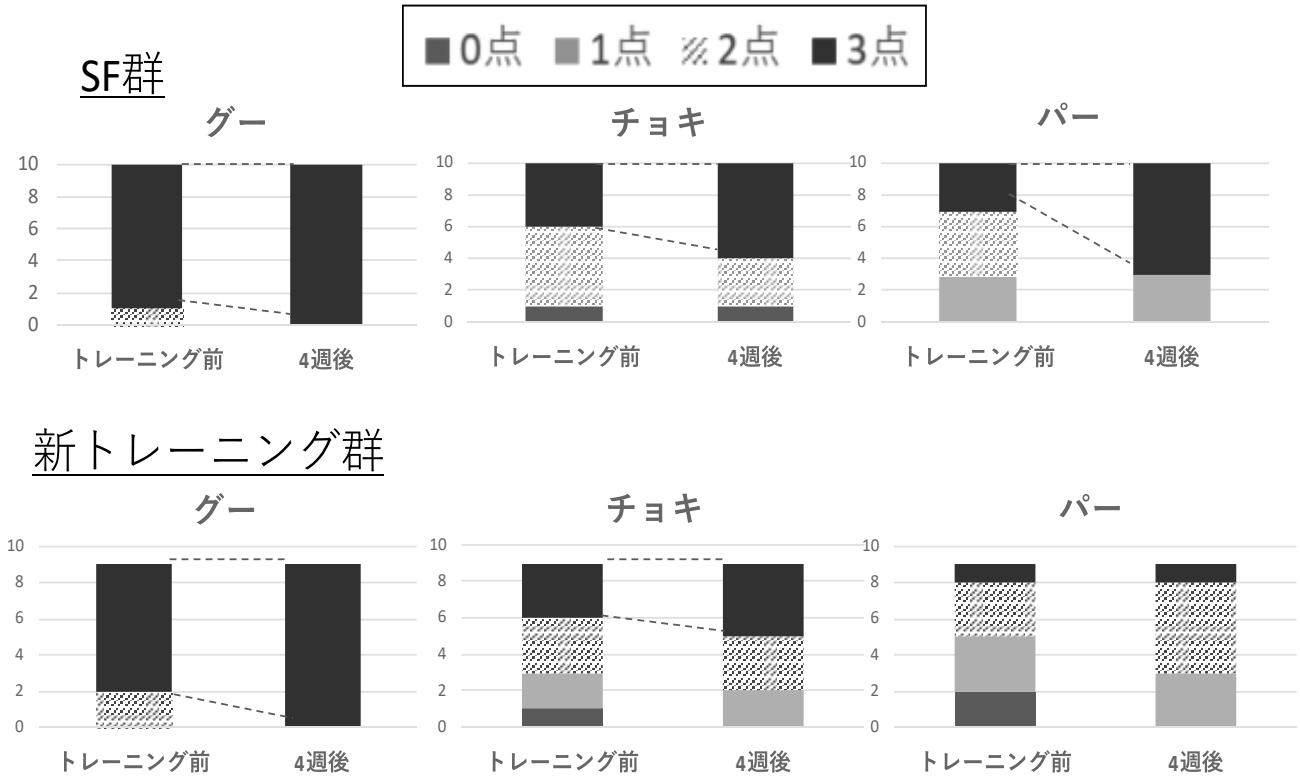


表1 片脚立位時の足圧中心の移動量（平均値，cm）

	トレーニング前	後	後-前
SF	21.2	31.0	+9.8
新トレーニング	18.0	29.0	+11.0

表2 つま先立位時の足圧中心の移動量（平均値，cm）

	トレーニング前	後	後-前
SF	16.7	17.0	+0.3
新トレーニング	14.2	14.2	0

表3 片脚前方ジャンプ（平均値，cm）

	トレーニング前	後	後-前
SF	387.2	413.1	25.9
新トレーニング	371.3	404.1	32.8

## 男子大学生サッカー選手の試合中の感情調節方略と実力発揮度の関係性

安部久貴<sup>1)</sup>, 伊藤大貴<sup>1)</sup>, 養内 豊<sup>2)</sup>,

1) 北海道教育大学岩見沢校, 2) 北星学園大学

### 1. 緒言

スポーツ競技者は、スポーツを行う中で怒りや喜び、焦りや後悔といった多様な感情を経験し、それらへの対処を求められる。とりわけ試合中においては、様々な感情が生起するが、最高のパフォーマンスを発揮するためには、それら感情をコントロールする必要がある。心理学領域では、感情をコントロールする過程を「感情調節」と呼び、個人がどのような感情を、いつ持ち、どのように表出するかに影響するプロセスと定義されており (Gross, 1998)、このプロセスに変化をもたらす方法のことを、「感情調節方略」という (相羽ほか, 2021)。

感情調節方略には様々なものが挙げられるが、相羽ほか (2022) によれば、試合場面で再評価による感情調節をすることによって、パフォーマンスが高くなる可能性があることが報告されている。再評価とは、感情が誘発される状況について再解釈すること (Gross, 2002) であり、具体的には試合の後半で体力的な限界を感じている際に、「自分が辛い状況であるならば、相手も辛いと感じているはずだ。」と考えることなどが挙げられる (相羽ほか, 2022)。このように「辛い」という感情を生起させた状況を再解釈することで、その後、プレー中に生起する感情を変容させ、延いてはパフォーマンスにも好影響を与えたと考えられている。

このように、スポーツの試合中において使用する感情調節方略は発揮するパフォーマンスにも影響を与えたと考えられているが、サッカーの試合中にどのような感情調節方略が使用され、その感情調節方略の使用が試合中の選手の実力発揮とどのように関連しているのかについては、明らかになっていない。そこで本研究では、男子大学生サッカー選手を対象に、サッカー競技における感情調節方略の使用傾向を明らかにしたうえで、感情調節方略と試合中の実力発揮の関係性について検討することを目的とした。

### 2. 方法

#### 1) . 調査対象者および調査期間

北海道学生サッカー連盟に所属するA大学サッカー部員36名 (平均年齢20.5 ± 1.4歳, 競技経験13.1 ± 2.7年) を対象とした。全体の36名のうち、1年生10名、2年生8名、3年生7名、4年生11名であった。調査期間は2022年5月21日から2022年9月25日であった。

#### 2) . 調査内容

##### (1) 属性調査

調査対象者の属性として、出場した試合のカテゴリーを確認した。カテゴリーは、対象となるA大学サッカー部が、北海道学生サッカー連盟が主催する北海道学生サッカーリーグ1部およびインディペンデンスリーグ (以下: Iリーグ) の2つのリーグに参加しており、Iリーグには2チームが出場していた。そのため、「学生リーグ」、「IリーグA」、「IリーグB」の3カテゴリーに分けて調査を行ったが、分析に際しては、北海道学生サッカーリーグのみに出場していた12名を「学生リーグ」群とし、それ以外の24名を「IリーグAB」群とした。

(2) 試合中の実力発揮度

試合中の実力発揮度に関しては、「あなたは自分の実力をどのくらい発揮できたと思いますか」といった質問に対し、0～100%で回答を求めた。本研究では、リーグ戦が半分終わった時点（2022年9月25日）での実力発揮度の点数の平均点を個人の実力発揮度として扱った。

(3) 感情調節方略に関する調査

本研究における感情調節方略は、相羽ほか（2022）によって作成されたスポーツの試合における感情調節方略尺度によって調査した。この尺度は、「肯定的再評価」、「自責思考」、「視点の転換」、「表出抑制」、「問題解決」、「反芻」の6因子から構成され、31項目の質問項目に対し、「以下の文章は、試合中のネガティブな出来事や状況についての文章です。あなたにどのくらい当てはまりますか？」と尋ね、「1：全く使用しない」～「5：よく使用する」の5件法で回答を求めた。

(4) 統計処理

統計処理にはSPSS for Windows ver.28を使用し、有意水準は5%未満とした。サッカーの競技力でカテゴリー分けされた学生リーグとIリーグの両群間の感情調節方略の使用状況については対応のないt検定を用いて比較した。また、感情調節方略と実力発揮度の相関および感情調節方略の因子間相関についてはPearsonの積率相関係数を用いて検討した。なお、感情調節方略の各因子得点および実力発揮度については、学生リーグの前期終了時点（2022年9月25日）までに得られた各個人の回答の平均点を算出して使用した。

3. 結果および考察

1) . 男子大学サッカー選手の試合中の感情調節方略の使用傾向

学生リーグとIリーグA Bの2つのカテゴリー分けて、感情調節方略の各因子得点について比較した結果、いずれの因子の値でも両群間に有意差は認められなかった（表1）。先行研究では、競技成績の高い選手は比較的複数の感情調節方略を使用しやすい傾向にあると考えられている（相羽ほか, 2022）。しかしながら、本研究では、競技力の異なる学生リーグで試合に出場している選手とIリーグで出場している選手間で、サッカーの試合中の感情調節方略の使用に明らかな差異は認めなかった。この理由としては、本研究の調査対象者の競技経験年数が影響していたと推察される。本研究の調査対象者の競技経験年数は、13.1 ± 2.7年であり10年以上の競技経験を有していた。つまり、競技力で2群間に分けられた両群間ではあったが、両群の選手ともにサッカーの試合中に起こり得る様々なネガティブな状況を、長年の競技経験から多く経験していたため、それら状況下での感情のコントロール方法に明らかな差異がなかったのではないかと推察される。

表1. 感情調節方略の下位尺度得点の群間比較

下位尺度	学生リーグ(N=12)	有意確率	IリーグAB(N=24)
	平均値(標準偏差)		平均値(標準偏差)
肯定的再評価	27.0(4.7)	N.S.	25.1(4.7)
自責思考	25.0(2.8)	N.S.	25.0(4.1)
視点の転換	19.3(6.4)	N.S.	18.2(5.6)
表出抑制	16.0(4.5)	N.S.	16.5(3.8)
問題解決	26.5(4.6)	N.S.	27.4(3.1)
反芻	13.5(4.6)	N.S.	16.3(3.7)

N.S.: not significant

## 2) . サッカーの試合中の実力発揮度とネガティブ感情下で使用する感情調節方略の関連性

試合中の実力発揮度と感情調節方略の関係について相関分析を行った結果、感情調節方略のうち、視点の転換の方略のみが実力発揮度と弱いながらも有意な正相関を示すことが確認された(表2)。本研究結果より、サッカーの試合中に視点の転換を用いて感情をコントロールしている人ほど、試合中の実力発揮度が高くなる可能性があることが明らかになった。

各スポーツにおいて、練習で身に付けた技術や戦術をゲーム場面で発揮し、試合での実力発揮を向上させるためには、注意を適切な方向と範囲に集中させ、状況に応じて切り替えることが重要であるとされている(杉原・工藤, 1997)。サッカー競技の場合、味方選手や相手選手、ゴールやボールの位置など複雑で素早く変化する状況を認識して、その中から最適な選択肢を選んでプレーすることが求められる。つまり、サッカーの試合で実力を発揮するためには、外向きで広範囲に注意を向けることが望まれる。しかしながら、試合中にネガティブな出来事が起こると、その出来事の原因が自分自身にあると考え、その出来事を繰り返し考えてしまうことが起こり得る。その場合、本来サッカーのプレーに必要な外的な多種の情報に全ての注意を集中すべきところ、いくらかの注意をそのネガティブな出来事やそれによって生じた自分自身の負の感情といった内向きに注意が向いてしまう。そうすると、全ての注意をサッカーのプレーに関する外的情報に集中できなくなるため、実力発揮が低下する恐れがある。

しかしながら、過去の自分あるいは他者のおかれた悪い状況と比較することで、今の自分の置かれたネガティブな状況を軽視しようとしたり、ネガティブな状況以外のことを考えることで、気を逸らそうとしたりする視点の転換を行うことで、自分自身の内側に向いていた注意を外側に切り替えることができる。つまり、サッカーの試合中にネガティブな状況や出来事が起こった際に、視点の切り替えを用いることで負の感情といった自分自身の感情といった内的なものに向いていた注意を、本来サッカーをプレーするのに必要な外的で広範囲にわたる情報に切り替えることができると推察される。そのため、サッカーの試合中では、感情をコントロールする方法として視点の転換を用いていた人ほど高い実力発揮度を示したと考えられる。

表2. 実力発揮度とネガティブ状況下で使用する感情調節方略の関連性

	肯定的再評価	自責思考	視点の転換	表出抑制	問題解決	反芻
実力発揮度	.193	-.146	.390*	-.065	.269	.064

\*:p &lt; .05

## 3) . サッカーの試合中のネガティブ状況下で使用する感情調節方略の関連性

サッカーの試合中に使用する感情調節方略の因子間の相関について確認したところ、肯定的再評価および問題解決が、実力発揮度と有意な正相関を示した視点の転換と中程度の有意な正の相関関係にあることが明らかになった。加えて、自責思考は視点の転換と弱い有意な負の相関関係にあることが明らかになった(表3)。

まず、視点の転換と肯定的再評価および問題解決が正の相関関係にあるという結果は、感情調節方略の中でも視点の転換が上手くできる人は、ネガティブな状況を肯定的に捉え直すといった肯定的再評価、およびネガティブな状況を乗り越えるために、理由や原因を整理したり、どのように対処できるかを考えたりするような問題解決能力にも優れているということを意味している。そもそも、肯定的再評価と問題解決にも有意な中程度の正相関が認められていることから、ネガティブな状況や出来事の原因を整理して対処法を考えることとそのような状況を前向きに捉え直すことは関連していることが明らかになった。このように、ネガティブな状況の原因を整理し(問題解決)、前向きに捉え直す(肯定的再評価)ことはおかれた状況を軽視したり、気を逸らそうとしたり(視点の転換)することに繋がり得ることから、明らかな関連性が認められたと考えられる。また、自責思考が視点の転換と負の相関関係にあるという結果は、自責思考が強い人ほど視点の転換が上手くできないことを意味している。自責思考は反芻と弱いながらも有意な正相関を示したことから、ネガティブな

状況や出来事の原因が自分自身にあると考えやすい人ほどそのような状況や出来事を繰り返して考える傾向にあることが明らかになった。つまり、自責思考に陥りやすい人はネガティブな状況の原因が自分自身にあると考え、繰り返して考える傾向にあるため、自分自身のおかれた状況から気を逸らすこと、言い換えれば視点の転換をすることが上手くできなかったため、両者に負の関連性が認められたと考えられる。

表3. ネガティブ状況下で使用される感情調節方略の関連性

	1	2	3	4	5	6
1. 肯定的再評価	-					
2. 自責思考	-.101	-				
3. 視点の転換	.478**	-.352*	-			
4. 表出抑制	.105	-.180	-.067	-		
5. 問題解決	.547**	-.064	.483**	.172	-	
6. 反芻	-.058	.354*	.282	-.226	.236	-

\*: p < .05, \*\*: p < .01

#### 4. 結論

男子大学生サッカー選手に関しては、試合中のネガティブ状況下における感情のコントロール方法に競技力による差異はないことが明らかになった。また、試合中のネガティブな状況下において、その状況や出来事の原因を整理して対処法を考え、状況を肯定的に捉え直すことによって、自責思考に陥るのを防ぎ、サッカーをプレーするのに必要な外向きかつ広い範囲に注意を切り替えることができるため、視点の転換という方略を用いることによってサッカーの試合中の実力発揮が高まる可能性があることが明らかになった。

#### 【参考文献】

- 相羽枝莉子・松田晃二郎・杉山佳生（2021）試合場面における感情調節方略：再評価・表出抑制と心理的競  
技能力の関連の検討. 体育学研究, 66 : 561-572.
- 相羽枝莉子・松田晃二郎・児玉垂由実・杉山佳生（2022）スポーツの試合中における感情調節方略尺度の作  
成. スポーツ心理学研究, 49 : 33-47.
- Gross, J. J. (1998) The emerging field of emotion regulation: An integrative review. *Review of General  
Psychology*, 2 : 271-299.
- Gross, J. J. (2002) Emotion regulation: Affective cognitive, and social consequences. *Psychophysiology*, 39 :  
281-291.
- 杉原隆・工藤孝幾（1997）第2章 注意集中の技術. 猪俣公宏 編 選手とコーチのためのメンタルマネジメン  
ト・マニュアル, 大修館書店：東京, p23.

## アンチ・ドーピング教育啓発活動報告2022 Anti-doping educational activities report 2022

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

School of Pharmaceutical Sciences, Health Sciences University of Hokkaido

### 【要旨】

新型コロナウイルス感染症拡大により、スポーツ活動の縮小、延期、中止などを余儀なくされ、それに伴い対面で行う教育や研修についても新しい様式での開催が検討されてきた。

北海道スポーツ協会スポーツ科学委員会では、国民体育大会（国体）派遣選手団結団式に合わせて、対面集合型のアンチ・ドーピング研修会を実施してきたが、感染状況を鑑みて、またできるだけ多くの人にも受講してもらえるよう、令和2年度（2020年度）よりオンデマンド動画によるアンチ・ドーピング情報の配信を開始した。

令和4年7月から令和5年2月にかけてアンチ・ドーピング教育動画の提供ならびに受講後のアンケートを実施したところ、99名の受講者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  $3.8 \pm 1.2$ 、中央値 4.0（3-5）であり、62.6%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提示の要望やドーピング検査、サプリメント、検索サイトで検索できない医薬品の対応など、76件の質問と感想が寄せられた。

オンデマンド動画配信によるアンチ・ドーピング教育は場所や時間を選ばずに受講できることから、今回のアンケート結果を参考に改良を重ね、また対面集合型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】

The spread of the new coronavirus infection has forced the reduction, postponement, or cancellation of sports activities, and in response, a new format for face-to-face education and training has been considered.

The Sports Science Committee of the Hokkaido Sport Association has been holding face-to-face anti-doping training sessions in conjunction with the team formation ceremony for the National Sports Festival. However, in view of the infection situation and to ensure that as many people as possible can participate in the training sessions, the distribution of anti-doping information via on-demand video has been available since FY 2020.

From July 2022 to February 2023, we provided anti-doping education videos and conducted post-lecture surveys, and collected 99 participant questionnaires. The lecture was evaluated on a 5-point Likert scale from very easy to understand (5) to very difficult to understand (1). The mean and median scores for the lecture content were  $3.8 \pm 1.2$  and 4.0 (3-5), respectively, with 62.6% of the participants indicating that they understood the lecture to some extent. In addition, 76 questions and impressions were received in the free response section, including requests for specific product presentations including prohibited substances, doping control, dietary supplements, and handling of drugs that cannot be found on the search site.

Since anti-doping education via on-demand video distribution can be taken at any place and at any time,

we would like to promote anti-doping education by making further improvements based on the results of this questionnaire and by considering the use of face-to-face group sessions.

### 【はじめに】

新型コロナウイルス感染症拡大の終息が見えない状況が続く、対面で選手や関係者への情報提供を行うことが難しい状況が続いた。北海道スポーツ協会スポーツ科学委員会ではアンチ・ドーピング教育の一環として、毎年、国民体育大会（国体）派遣選手団結団式前にアンチ・ドーピング研修会を行っていたが、令和2年度からオンデマンドによる動画配信により情報発信を行っている。

令和4年度までは国体出場選手ならびに関係者には、アンチ・ドーピング学習が努力義務とされているが、令和5年度からは国体出場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となる。

このような背景から、北海道スポーツ協会スポーツ科学委員会では、感染対策として、従来の対面集合型ではなく、オンデマンドによる情報提供を検討し、令和4年度もアンチ・ドーピングに関する動画を作成して配信した。配信後のアンケート調査を実施したので、その結果を解析して報告する。

### 【方法】

#### <オンデマンド動画作成と配信>

「令和4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」

国体出場予定選手を中心として、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、「基本編」と「2022年版」の2つの動画を作成した。配信形態は事前に録画し、オンデマンドとし、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。

また、講義内容のハンドアウトに加え、主に国体選手に必要とされる資料や関係書類等についても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。

尚、動画作成に使用した内容は2022年6月30日現在での情報とした。

### 【結果】

配信動画：「令和4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」

【基本編】知っておきたいアンチ・ドーピング情報

【2022年版】確認しておきたいアンチ・ドーピング情報

配信期間：令和4年7月1日（金）～令和5年3月31日（水）

（調査は2022年2月28日現在のデータによる）

配信方法：オンデマンド

対 象：国体出場予定選手を含むすべての選手、指導者等

調査期間：令和4年7月1日（金）～令和5年2月28日（火）

動画演題：

【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. 研修会資料「確認しておきたいアンチ・ドーピング情報」、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. 「FAIR PRIDEガイド」2021年規程版（JADA）、7. 国民体育大会ドーピン

グ検査同意書（日本スポーツ協会：JSPO）、8. 18歳未満の未成年選手に対する親権者同意書（JADA）、9. 国民体育大会における「治療使用特例（TUE）」の申請について（JADA）、10. アンチ・ドーピング使用可能薬リスト（2022年版）（JSPO）

【2022年版】確認しておきたい アンチ・ドーピング情報

（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、本大会前後の推移（2022年7月11日から10月11日）を図1に、冬季国体前後の推移（2023年1月16日から2月20日）を図2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。

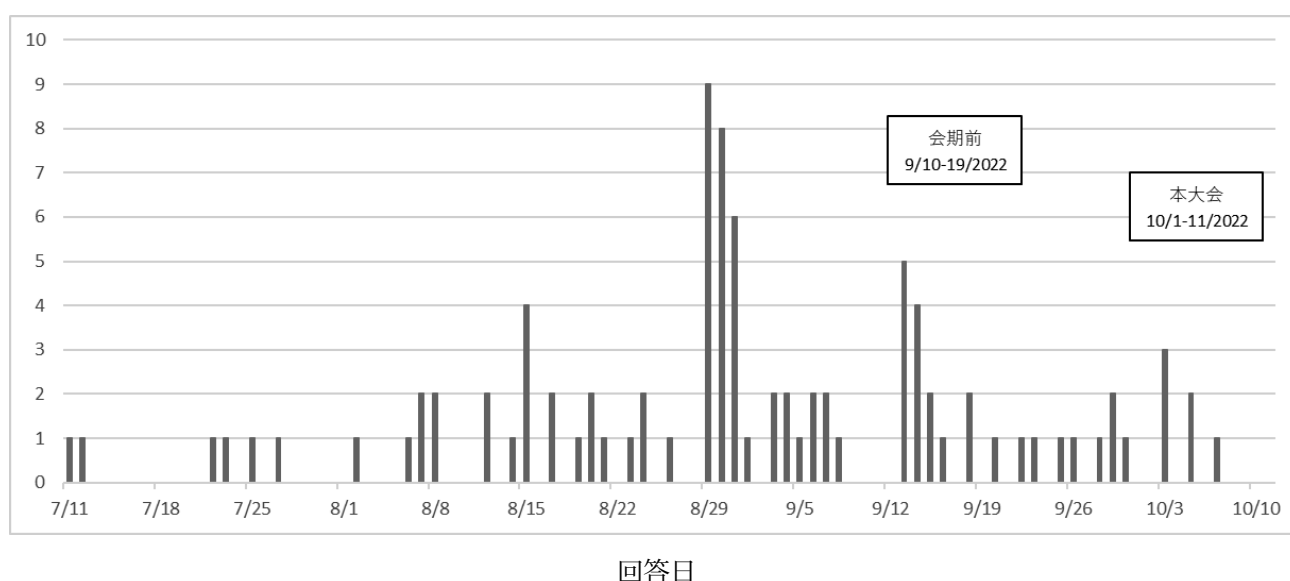


図1 アンケート回答数：7/11-10/11, 2022 n=92

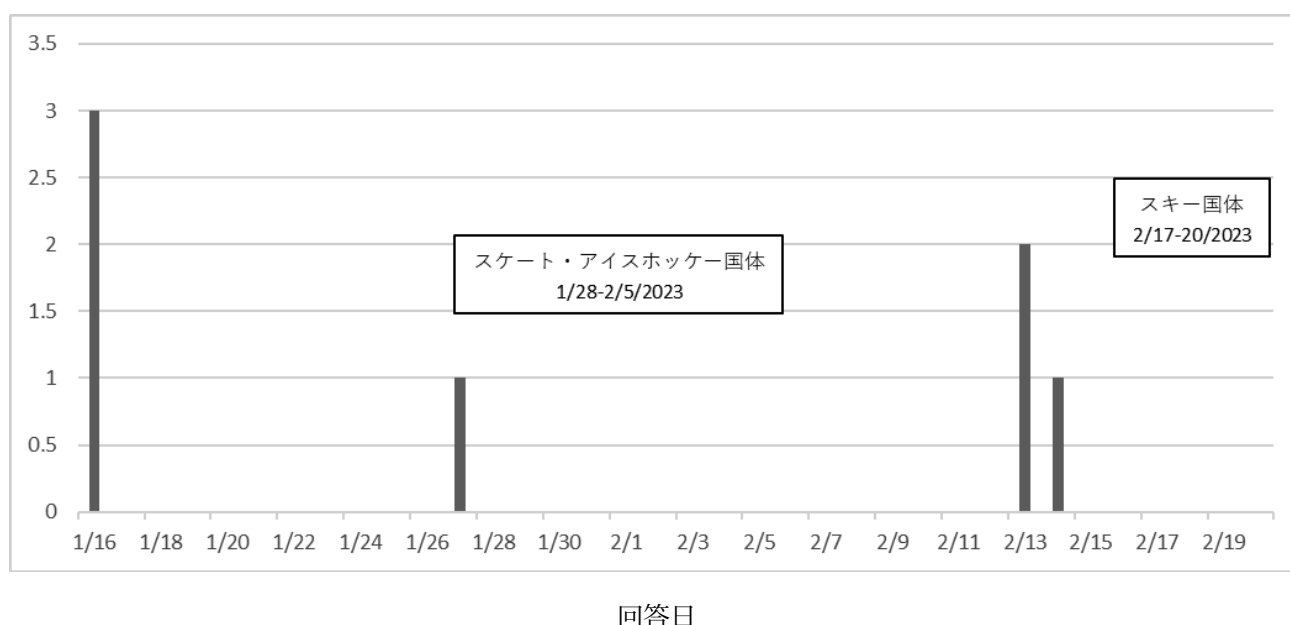


図2 アンケート回答数：1/16-2/20, 2023 n=7



表1 回答者背景 (n=99)

設問	分類	n	設問	分類	n
1 受講した動画	基礎編+2022年版	73	5 所属別	競技団体・種目 スケート	20
	基礎編	18		陸上競技	6
	2022年版	8		バスケットボール	5
2 年齢	18歳未満	29		セーリング	4
	18、19歳	16		アイスホッケー	3
	20代	22		柔道	3
	30代	10		ライフル射撃	3
	40代	11		スキー	8
	50代	8		体操競技	2
	60代	2		空手	1
	80代	1		硬式テニス	1
3 性別	男性	48		自転車競技	1
	女性	51	バレーボール	1	
4 立場	北海道の国体選手	63	ハンドボール	1	
	北海道以外の国体選手	0	フェンシング	1	
	その他の選手	13	クラブチーム	12	
	指導者	17	企業・勤務先	7	
	医師	0	大学	9	
	薬剤師	0	高校	9	
	家族・関係者	5	中学校	2	
	北海道の監督	1			
	監督	3			
	その他	1			

表2. 研修会の内容に対する理解度 (n=99, 5-point リッカート尺度)

リッカート尺度	5	4	3	2	1	平均値	中央値
設問	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		
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(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%	21.2%	11.1%	5.1%	(1.2)	(3-5)

**【考察】**

動画視聴後アンケート回答者数は99名だった。令和2年度の同様の調査では7名のみの回答であったが、令和5年から国体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ることを意識したものと考えられる。実際に、国体の開催時期が近づくと受講する人数が増えていた（図1、図2）。動画再生回数は、基本編が476回、2022年版が309回であり、前回調査を行った令和2年度の第1部81回（基本編）、第2部45回（応用編）を上回った。これは令和5年度から国体参加者に対するアンチ・ドーピング教育義務化が通知された影響が大きいと考える。また、動画によるオンデマンド受講にしたことも影響しているためか、過去の対面集合型研修会の参加人数（平成30年度：48名、令和元年度71名）を大幅に上回る結果となった。

アンケート回答者ログイン数の日別値について、最初の回答があった7月11日から本大会閉会の10月11日までの期間と冬季国体開催前の1月16日から2月20日を見ると、いずれも大会前にアクセスが集中していることから、国体前にアンチ・ドーピング情報を確認するという意識が強くなっているものと推察される。

回答者は18歳未満が一番多く、29名から回答があった（表1）。対面集合型で実施した過去の研修会では、18歳未満の選手の参加が少なかったが、オンデマンド配信にすることで受講者の都合に合わせて受講することができる設定が影響しているものとする。

研修会の内容に関する理解度については、表2に示すように、リッカート尺度で平均値 $3.8 \pm 1.2$ 、中央値4（3-5）と受講者の多くが良好な回答をしていたが、どちらとも言えないとの回答が21名（21.2%）であったことから、講義内容の範囲や難易度について再度、検討する必要があると考える。

自由記載の結果を大きく分類してみると、「具体的な禁止物質を含む製品の提示」を求める内容が34件と多く、また「具体的な使用可能薬リストの提示」を希望するものが4件あった。講義資料でJSPOの使用可能薬リストを配付しているが、Global Drug Reference Online（禁止物質の有無を検索できるサイト）の使用手順や実践例を提示するなどの工夫を検討したい。他の自由記載としては、「禁止物質の変更点」について2件、「薬物の効果や代謝」5件、「ドーピング検査」6件、「日常の留意点」5件、「ドーピング違反事例」4件、「アンチ・ドーピングの教育方法」2件、「TUE申請」が1件であった。その他、具体的な内容として、サプリメントに関する情報提供、Global Drug Reference Onlineで検索できない場合の対応、禁止物質含有の有無がわかるような医薬品パッケージの工夫の要望、あるいは研修会を通してアンチ・ドーピングに関する意識が高まったなどが記載されていた。これらの要望については必要に応じて、北海道スポーツ協会ホームページで情報発信を行っており、今後のアンチ・ドーピング研修会での内容にも盛り込みたい。

**【まとめ】**

令和5年度開催国体より提出が義務化される「国民体育大会アンチ・ドーピング教育履歴確認カード」には、教育履歴として、JSPO指定研修会等受講、JADA又はJSPOホームページ動画視聴、JADA又はJSPO作成資料・教材閲読等が記載されていることから、国体選手ならびに関係者、未成年の保護者に対するアンチ・ドーピング教育は各都道府県スポーツ協会にその任が求められている。

このような背景から、より分かりやすい講義内容ならびに講習の機会を提供するために、今回のアンケート調査結果を基にして、今後の教育啓発の促進に活用したいと考える。

オンデマンド配信は時間や場所を選ばず非常に便利なツールではあるが、一方で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。今後、新型コロナウイルス感染症が軽減され、対面集合型研修が可能となった場合には、広く情報を配信できるオンデマンド配信に加え、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も有効と考える。学習者が能動的に学習に取り組む学習法の総称として、アクティブラーニング（active learning：主体的、対話的で深い学習）とも呼ばれる学習スタイルがあり、授業を聞くだけでなく、みずから考え積極的に授業運営に参加していくことで、確かな学習効果を得られる手法とされている。

国体参加者へのアンチ・ドーピング学習履歴が義務化され、アスリート自らが能動的に学び、問題意識を持ち、正しく判断し行動変容を起こすこと、そしてアスリートを支援できる環境づくりが社会全体に求められる時代となった。さらに改善を重ね、アンチ・ドーピング教育活動の推進に努めたいと考える。



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

