

ISSN 2185-338X Kenkouundoukagaku

Vol. 9 No. 1
March 2019

健康 運動科学



健康運動科学 Vol.9 No.1 March 2019

MUKOGAWA JOURNAL OF
HEALTH AND
EXERCISE SCIENCE

MUKOGAWA JOURNAL OF
HEALTH AND
EXERCISE SCIENCE

Institute for Health and Exercise Science
Mukogawa Women's University

健康運動科学

Vol.9 No.1 March 2019

武庫川女子大学健康運動科学研究所

第9巻第1号 目 次

【実践研究】

ソフトボールのイッパス—選手の主観に関する実情調査—

稲 田 愛 子・田 中 美 吏…… 1

カヌースプリントにおけるスタート時の自動発艇装置に対する反応時間の影響

西 分 友貴子・田 中 美 吏…… 13

【シンポジウム】

第8回 武庫川女子大学

健康運動科学研究所シンポジウム プログラム脱水と溢水

…………… 21

CONTENTS

Practical investigations

Yips in softball: A survey of players' subjectivity

Aiko Inada, Yoshifumi Tanaka..... 1

Influence of starting-machine on reaction times in starting phase of canoe sprint

Yukiko Nishibun, Yoshifumi Tanaka..... 13

【シンポジウム】

第8回 武庫川女子大学

健康運動科学研究所シンポジウム プログラム脱水と溢水

..... 21

【実践研究】

ソフトボールのイップス—選手の主観に関する実情調査—

稲田 愛子¹⁾ 田中 美吏²⁾

Yips in softball: A survey of players' subjectivity

Aiko Inada¹⁾, Yoshifumi Tanaka²⁾

キーワード：投球，送球，女子大学生，アンケート調査

Key words：pitching, throwing, female university student, questionnaire survey

1. 緒言

他者へのスローイングを使用するスポーツでは、相手に対してボールを正確に投げることが求められる。その中でもソフトボールや野球では、投手が捕手や打者に向かって投げる「投球」、野手が持っているボールを他者へ投げる「送球」があり、相手が持っているグローブという小さな的へ正確に投・送球する技術が必要である。しかし、送球の距離が遠ければ普段通りに投げられるが、送球の距離が近くなるなどのある状況になると、相手に正確にボールを投げられなくなることがあり、ソフトボールや野球ではイップスと呼ぶ。

イップスという言葉はゴルフから生まれ、プロゴルファーのTommy Armourが最初に使用した¹⁾。Tommy Armourはイップスについて1967年に出版された自著「ABCゴルフ」の中で、「今までスムーズにパッティングをしていたゴルファーがある日突然緊張のあまり、ほんの数10cmしか打たなかったり、あるいはカップをはるかにオーバーするようなパットを打ったりするような病気をイップス（うめき病）と名づけた」と記している¹⁾。その他のイップスの定義には、「緊張のために身体がかたくなってしまい、うまく動作ができない」ことを総称したもの²⁾や、「精緻な運動技能に影響を及ぼす心理・神経・筋障害」³⁾などがあり、いずれも特定の動作が普段通りに出来なくなるという点で共通している。そして、Tommy Armourはイップスにより引退

を余儀なくされたひとりであるが、現在でも多くの選手が引退する一つの要因になると考えられる。

近年では、ゴルフにおけるパターやアプローチイップス、さらには野球における投・送球イップス以外にも、スポーツ種目によって症状は異なるが他のスポーツ種目でもみられる。主な症状として動作の痙攣や硬直等が挙げられ、弓道で矢を1秒も持てずに離してしまう「早気（はやけ）」や、離そうとしても凍りついた様に動かなくなってしまう「遅気（もたれ）」、アーチェリーで射つタイミングが早い「スナップシューティング」や、反対に遅い「フリッチング」⁴⁾、他にもペタンク⁵⁾、長距離走⁶⁾などスポーツ種目によって名称が異なるもののイップスと考えられる症状が報告されている。

また、イップスはスポーツだけではなくピアニストやバイオリニストなどの音楽家や作家、外科医などの手指を頻繁に使う職業でみられ、これらは職業性ジストニアと呼ばれる。鍵盤楽器や弦楽器などの演奏者では手指や腕が、意志とは違った動きをし、作家などは執筆する時にだけ手が震え正常に字を書けなくなる⁷⁾。また、ジストニアは同一動作を過度に繰り返すことによって、大脳皮質に非適応的な可逆的变化が起こることが原因であると説明されている⁸⁾。さらに、ジストニアを持つ多くの音楽家が高頻度の完璧主義と不安傾向を持つことが示されており、不安と完璧主義はジストニアを悪化させる要因の一つである⁹⁾。

スポーツにおけるイップス、さらにはスポーツ以

1) 武庫川女子大学大学院，健康・スポーツ科学研究科

2) 武庫川女子大学，健康・スポーツ科学部

外の職業におけるジストニアは、多くの人が抱える運動機能の深刻な問題と考えられ、先ずはその実情を把握するための研究が必要不可欠である。野球の投手の投球時において捕手が要求するところに正確に投げられなくなる投球イップスは「心因性投球動作失調」^{10,11}, 「投球失調」¹², および「心因性運動機能失調」¹³と呼ばれ、野球の投・送球に関しては、イップスの実情を報告する複数の文献が存在する。賀川, 深江¹⁴は、相手までが5メートルほどの短い距離であるにも関わらず、ワンバウンドを投げたり、相手が捕れないような場所に投げたりすることが生じることを述べている。また、野球でイップスを患った選手に対する聞き取り調査では、「一定の距離にくとコントロールが乱れてしまう」「自分のフォームばかり気になってしまい、きちんとしたスイングが出来なくなってしまう」「スローイングがうまくできない、ボールを持つと手首が硬直してふりかぶれない」^{10,12}といった報告がなされている。

また、野球の送球イップスの経験のある男性を対象とした研究でも、イップスの発症は選手の心理面や技術面などの内的要因と、周囲の人間関係や環境などの外的要因が組み合わされて生じると考えられている¹⁵。中学校野球部員を対象とした研究では、イップスが競技回避傾向や自信喪失傾向の内的要因に起因するという報告もある¹⁴。さらに西野ほか¹¹の大学硬式野球部員を対象に行った調査では、投球イップスになった理由は「先輩のプレッシャー」「試合中のひとつのミス」「監督・コーチのプレッシャー」などの対人関係を中心とした外的要因が関わっていることが示されている。

野球以外では、ゴルフにおけるイップスの実情を把握する調査研究がいくつか行われている。72名のゴルファーを対象とした調査では、40名のゴルファーが体幹、腕、手の不随意運動によって、行いたい動きを出せずに、それに伴ってスムーズなパッティング動作が出来なくなる神経活動や筋活動を含む一連の運動制御機能に問題があることが報告されている¹⁶。また、16名はネガティブな感情、ミスのイメージ、神経症傾向、緊張、自信の喪失などの心理的な問題に起因し、14名は心理的問題と運動制御機能の両方に起因することを説明している¹⁶。アマチュアゴルファーを対象とした事例研究を行った須賀ほか¹⁷によると、イップスの一番の原因は「失

敗したらどうしよう、失敗したら恥ずかしい」というような思考が頭の中で巡り、身体にブレーキがかかることと述べており、イップスには心理的要因が大きく関連している。

このように野球やゴルフを中心に、イップスの実情を把握する調査研究が行われている。しかし、競技現場で対応を求められることが多い問題でありながら、現在のところ有効な介入指針を示すまでには至っていない¹⁸。さらに、アスリートがイップスをどのように把握しているのかということに加え、学術的定義がかけられていることも指摘されている^{19,20,21}。また、ソフトボールは野球と同じベースボール型の種目ではあるが、塁と塁の距離である塁間や投手から捕手までの距離は野球に比べると短い。そのため、塁間を走者が走る時間も野球に比較し短くなり、送球に対して野球よりも時間切迫が強くなる頻度が多くなると考えられる。さらに、ボールのサイズも野球に比べて大きいことから野球における投・送球とは異なる運動制御が求められる。このような背景から本研究では、ソフトボール選手を対象としたアンケートにより、各選手のこれまでのソフトボール歴、各選手が自覚しているイップス経験、イップスが始まったきっかけ、イップスの対処法、相談相手、ならびにイップスを患っているチームメイトに対する認知などを網羅的に調べ、ソフトボールにおけるイップスの実情を把握することを目的とする。

なお本研究のアンケート内では、「投球・送球イップス」の用語のみを記載し、投球・送球イップスの定義は行わなかった。野球におけるイップスの実態を把握するための研究では、「これまで野球をしてきた中で、ある日突然自分の思い通りに投げられなくなり、(投げるたびにではないが)相手が完全に捕球できないような暴投(上下左右といった方向)が続いたことがありますか」¹⁴という質問や、「ボールを叩きつけてしまう状態が続いたことがある」²²という質問に対して、その状態が回答時にも続いていることや¹⁴、1ヵ月以上継続した²²調査対象者をイップス群と定義している。これらの研究のように投球・送球イップスの定義を設ける利点として、その定義内でのイップスの実情を正確に把握できることが挙げられるが、その定義外で調査対象者がイップスに関して有する認識を詳細に把握できないとい

う短所も併存する。上記の諸研究で利用されているイップスの定義は狭義なものであり、ソフトボールの練習や試合などの実場面で選手や指導者は、イップスに対して広義な解釈をしている実情がある。このような背景を考慮し、本研究ではイップスの操作的定義を記述せずにアンケートを実施することで、イップスに対するソフトボール選手の主観を調べ、ソフトボールのイップスの実情を把握することを主眼とした。

さらに本研究では、女子大学生を対象に調査を行う。対象者はある程度の競技年数を有しており、動作が熟練していると推察される大学生を本研究における調査対象とする。また、男子ソフトボールと女子ソフトボールでは、塁間の距離は同じであるが、投手から捕手までの距離、本塁から外野フェンスまでの距離に違いがある。さらに、女子ソフトボールと比較し、男子ソフトボールでは打球の速さや走塁の速さなど力強いプレースタイルがみられる。ソフトボールのイップスの実情調査研究を行うにあたり、男子ソフトボールと女子ソフトボールのこれらの競技特性の違いを考慮し、本研究では先ず女子ソフトボールを対象に調査を行う。

II. 方法

A. 調査対象者

関西女子ソフトボール1部リーグに所属する325名にアンケート用紙を配布した。287名の有効回答者（回収率88.3%，平均年齢 19.9 ± 1.2 歳）を対象とし、項目ごとに欠損データは削除した。そのため、後述の結果記述では項目ごとの有効回答者数を報告する。競技レベルを統一した中で、多くの競技経験を有する多数の選手を対象に調査を行うことを目的に、上記のリーグ1部に所属している10大学の選手を対象とした。学年は平均 2.3 ± 1.0 年、ソフトボールの平均競技年数は 9.8 ± 2.8 年であった。なお本調査は、武庫川女子大学の人を対象とする研究等倫理審査の承認（承認番号17-62）を得たうえで実施した。また、各大学の監督に本研究の趣旨と方法を説明し、承諾を得たうえで調査を行った。

B. データ収集

本調査では、アンケートの冒頭に調査主題として「投球・送球イップスに関してのアンケート」と記

載し、イップスの定義を口頭やアンケート内では説明しなかった。イップスの実情調査という目的に対し、イップスの定義を知ることによって回答にバイアスがかかることを危惧した。つまり、「投球・送球イップス」の言葉のみで以下の調査項目に対して、各調査対象者自身の主観や自覚について自然な回答を導くことを狙いとし、イップスの定義を説明しなかった。

C. 調査手続き

6大学へのアンケートの実施時間は、研究実施者による説明と調査対象者による回答を合わせて30分程度であった。選手に質問紙を配布し、初めに研究実施者が口頭で本調査の趣旨とアンケート用紙の記入の仕方などを説明した。なお、イップスを自覚する選手にとっては、イップスが起こる時の状況や心理状態を質問されることは心理的負担になる可能性があった。それらを最小化するために、回答は任意であり、回答したくなければ回答しなくてもよいことを事前に説明した。無記名での記述であり、回答内容や個人情報厳正に管理や保管されることも事前に伝え、質問に回答することをもって調査協力への同意とみなした。回答欄への記入漏れがないようにすることも説明したが、記入漏れがある場合でも提出後に追加記述はさせず、そのままの状態での調査を終了した。

直接回答法にて回答を得られなかった4大学に対しては、各チームの監督に上記の注意事項を説明したうえでアンケート用紙を郵送した。そして各チーム内で回答する時間を設けさせ、回答後に郵送による回収を行った。

D. 調査項目

1. 緊張経験の有無

過去の大会での緊張経験について「はい」「いいえ」の2選択で回答を求め、緊張のため投球・送球時に手がうまく動かなかった経験についても「はい」「いいえ」の2選択で尋ねた。

2. イップスの自覚

賀川、深江¹⁴は、イップス予備軍ともいえるべき「投・送球障がい兆候を示す者」に対する具体的な対応策を策定する必要性を述べており、自身の投・送球に対してイップスであると自覚する選手だけで

なく、イップス傾向であると自覚する選手も存在すると推測する。そこで、自身の投・送球イップスの自覚について「イップスである」「イップス傾向である」「イップスではない」の3選択で回答させた。

3. 「イップス」「イップス傾向」と自覚する選手の特徴

イップスの自覚に関する質問項目で「イップスである」もしくは「イップス傾向である」と回答した者に対してのみ、以下の質問項目に対する回答を求めた。初めに、イップスが始まった年齢、ならびにイップスが続いた年数を回答させた。

4. イップスが発症したきっかけ

イップスが始まったきっかけの有無を「特になし」「あり」の2選択で尋ねた。

5. イップスの対処

対処の有無について「対処した（対処している）」「対処していない」の2選択で回答させた。

6. イップスの相談相手

イップスについて相談する相手が誰であるかを「チームメイト」「監督・コーチ」「その他（自由記述欄あり）」の中から選択させた。

7. イップスによる競技離脱

イップスが原因で競技離脱を考えた経験があるかについて「ある」「なし」の2選択で回答を求めた。

8. チームメイトのイップスについて

イップス非経験者を含めた回答者全員に対して、イップスまたはイップス傾向を有するチームメイトの有無を「いる」「いない」の2選択で回答させた。この質問に「いる」と回答した者は、イップス症状が始まったきっかけの有無を「特になし」「あり」の2選択で尋ね、対処の有無についても「対処した（対処している）」「対処していない」の2選択で回答させた。また回答者全員に対して、チームメイトからイップスの相談を受けたことがあるかについて「はい」「いいえ」の2選択で回答させた。加えて、どれくらい的女子大学生ソフトボール選手がイップスである（イップス傾向にある）と思うかという質問項目に対して、0～100%で推測値を回答させた。質問項目はチームメイトのイップスに関する認知の実情を把握するために研究実施者が独自に作成した。

E. 統計解析

回答率の差を比べるために χ^2 検定を実施した。各質問項目に対する χ^2 検定の詳細は後述の結果記述欄において説明を加える。 χ^2 検定における有意水準は5%未満とした。残差分析においては、調整済み残差の絶対値が2.58より大きい場合を有意水準1%未満、1.96より大きい場合を5%未満とした。統計解析ソフトSPSS ver.21を用いて検定を行った。

III. 結果

A. 緊張経験の有無

過去の大会での緊張経験について「はい」「いいえ」の2選択で回答を求めたが、「はい」と回答し、緊張経験があったのは有効回答者（287名）の97.9%（281名）であった。また、「いいえ」と回答した2.1%（6名）が過去の大会での緊張経験がなく、「はい」と「いいえ」の回答率に有意差が認められた（ $\chi^2(1)=263.502$, $p<.001$ ）。ほとんどの回答者が過去の大会で緊張を経験していた。

さらに、緊張のため手がうまく動かなかった経験についても「はい」「いいえ」の2選択で回答を求めた。有効回答者286名の回答者のうち「はい」と回答した69.2%（198名）が緊張のため手が動かなかった経験をしており、「いいえ」と回答した30.8%（88名）が緊張のため手が動かなかった経験はしていなかった。「はい」と「いいえ」の回答率には有意差が認められ（ $\chi^2(1)=42.308$, $p<.001$ ）、多くの回答者が緊張のため手が動かなかった経験をしていた。

B. イップスの自覚

自身の投・送球イップスの自覚について「イップスである」、「イップス傾向である」、「イップスではない」の3選択で回答を求めたが、「イップスである」と回答したのは有効回答者（287名）の6.6%（19名）であり、「イップス傾向である」と回答したのは27.2%（78名）、「イップスではない」と回答したのは66.2%（190名）であり、3つの回答項目への回答率に有意差が認められた（ $\chi^2(2)=157.721$, $p<.001$ ）。イップスではない者が最も多かったが、イップスやイップス傾向と自覚する者が33.8%存在した。

C. 「イップス」「イップス傾向」と自覚する選手の特徴

自身の投・送球イップスの自覚に対する質問項目で、「イップスである」もしくは「イップス傾向である」と回答した者にのみ「イップスが始まった年齢」、「イップスが続いた年数」「きっかけの有無」「対処の有無」「相談相手」「イップスが原因で競技離脱を考えた経験があるか」について回答を求めた。また、「イップスである」と回答した19名の対象者をイップス自覚群、「イップス傾向である」と回答した78名の対象者をイップス傾向自覚群とした。

まず、イップス自覚群とイップス傾向自覚群それぞれのソフトボールの平均競技年数はイップス自覚群が 9.9 ± 2.9 年、イップス傾向自覚群が 9.8 ± 2.9 年であった。次に、イップスが始まった平均年齢についてはイップス自覚群が 16.8 ± 2.4 歳から始まり、イップス傾向自覚群が 16.9 ± 2.3 歳から始まっていた。また、ソフトボールを始めてからイップスが発症するまでの平均年数はイップス自覚群が 7.4 ± 3.6 年、イップス傾向自覚群が 6.6 ± 3.1 年であった。

次にイップスが続いた年数について、現在は続いているが「イップスが続いた年数」、イップスが現れてから「現在も続いている」という年数、「その他(自由記述欄あり)」で回答を求めた。その結果、イップス自覚群である18名のうち4名が「イップスが続いた年数」を平均で 1.8 ± 0.5 年続いたと回答していた。また、13名が「現在も続いている」と回答し、イップスが続いている年数は平均で 3.1 ± 2.4 年であった。また、1名は「その他」と回答し、自由記述部分で「時々なる」と答え、常にイップスが現れる訳ではないことを記述していた。イップス傾向自覚群では、70名の回答者のうち30名が平均で 1.39 ± 1.08 年「イップスが続いた」と回答していた。さらに、31名は「現在も続いている」と回答し、イップスが平均で 3.0 ± 2.6 年続いていると回答した。そして、9名は「その他」と回答し、「時々出る」「1ヶ月前後」「場合による」という自由記述があった。

D. イップスが発症したきっかけ

きっかけの有無については「特になし」「あり」の2選択で尋ね、対処の有無については「対処した(対処している)」「対処していない」の2選択で回

答を求めた。きっかけの有無ではイップス自覚群(19名)のうち68.4%(13名)が「あり」、31.6%(6名)が「特になし」と回答していた。また、イップス傾向自覚群(74名)では、51.4%(38名)が「あり」、48.6%(36名)が「特になし」と回答していた。対処の有無ではイップス自覚群(18名)の「対処した(対処している)」という回答が61.1%(11名)、「対処していない」が38.9%(7名)であった。そして、イップス傾向自覚群(70名)では、「対処した(対処している)」が65.7%(46名)、「対処していない」が34.3%(24名)であった。これらの各質問項目に対して、イップス自覚群とイップス傾向自覚群の回答率を比べるために χ^2 検定を行ったが有意差がみられなかった。

E. イップスの相談相手

相談相手については「チームメイト」「監督・コーチ」「その他(自由記述欄あり)」の3選択で回答させたが、イップス自覚群、イップス傾向自覚群ともに「チームメイト」への相談が多く、イップス自覚群(20名)が70.0%(14名)、イップス傾向自覚群(73名)では65.8%(48名)となっていた。また、「監督・コーチ」という項目は、イップス自覚群(20名)は10.0%(2名)、イップス傾向自覚群(73名)が11.0%(8名)となっていた。「チームメイト」「監督・コーチ」「その他」の各回答項目に対するイップス自覚群とイップス傾向自覚群の回答率の差を比べるために χ^2 検定を行ったが有意差はみられなかった。そして、「その他(自由記述欄あり)」では、イップス自覚群(20名)の20.0%(4名)が回答し、自由記述欄では「相談していない」、親や兄などの「家族」といった回答があった。イップス傾向自覚群(73名)では23.3%(17名)が「その他」と回答していた。自由記述欄では、「相談していない」の他に「親」「友人」「先輩」「イップスだと気づかなかった」という回答があった。

F. イップスによる競技離脱

イップスが原因で競技離脱を考えた経験があるかについて「ある」「なし」の2選択で回答を求めた。イップス自覚群(19名)は42.1%(8名)が「ある」と回答し、47.4%(9名)が「なし」と回答していた。また、イップス傾向自覚群(75名)は「ある」

と回答したのが14.7% (11名), 「なし」と回答したのが85.3% (65名) であった。イップス自覚群とイップス傾向自覚群の回答率の差を比べる χ^2 検定を行った結果, 有意差が認められ ($\chi^2(1)=8.874$, $p=.003$), 残差分析にも有意差がみられた。「ある」に対する回答率はイップス自覚群がイップス傾向自覚群よりも有意に高く ($p<.01$), 「なし」に対する回答率はイップス傾向自覚群がイップス自覚群よりも有意に高かった ($p<.01$)。イップス自覚群はイップス傾向自覚群に比べ競技離脱を考えた経験が多かった。

G. チームメイトのイップス

イップス非経験者を含めた回答者全員に対して, イップスまたはイップス傾向を有するチームメイトの有無を「いる」「いない」の2選択で回答させた。その結果, 有効回答者 (283名) のうち67.8% (192名) が「いる」, 32.2% (91名) が「いない」と回答し, 「いる」と「いない」の回答率に有意差が認められた ($\chi^2(1)=36.046$, $p<.001$)。チームメイトにイップスまたはイップス傾向の選手が存在することを約70%の回答者が認めていた。

イップスまたはイップス傾向を有するチームメイトの有無で「いる」と回答した者に, その選手のイップスが続いた年数について, 現在は続いていないが「イップスが続いた年数」, イップスが現れてから「現在も続いている」という年数, 「その他 (自由記述欄あり)」の中から回答させた。有効回答者181名のうち31名が平均で 1.3 ± 1.0 年「イップスが続いた」と回答し, 111名はイップスが現れてから「現在も続いている」と答えていた。また, 39名が「その他」と回答しており, 「期間はわからない」「たまになる」「公式戦前や緊張状態のとき」「試合前など稀にみられる」といった自由記述があった。

次に, チームメイトのイップスが始まったきっかけの有無を「特になし」「あり」の2選択で尋ね, 対処の有無についても「対処した (対処している)」「対処していない」の2選択で回答を求めた。その結果, きっかけの有無では有効回答者243名のうち63.0% (153名) が「特になし」, 37.0% (90名) が「あり」と回答し, 「特になし」と「あり」の回答率に有意差が認められた ($\chi^2(1)=16.333$, $p=.001$)。イップスが始まったきっかけがある者もみられたが, 「特

になし」という回答の方が多かった。対処の有無については, 回答者198名のうち65.2% (129名) が「対処した (対処している)」, 34.8% (69名) が「対処していない」と回答し, 回答率に有意差が認められた ($\chi^2(1)=26.064$, $p=.001$)。イップスまたはイップス傾向のチームメイトが何らかの対処を行っていることを把握していることがわかった。

回答者全員に対して, チームメイトからイップスの相談を受けたことがあるかについて「はい」「いいえ」の2選択で尋ねた。その結果, 有効回答者数229名のうち27.5% (63名) が「はい」と回答し, チームメイトからイップスの相談を受けた経験があった。しかし, 72.5% (166名) は「いいえ」と回答し, チームメイトからイップスの相談を受けた経験がなかった。「はい」と「いいえ」の回答率に有意差が認められ ($\chi^2(1)=60.046$, $p<.001$), チームメイトからイップスの相談を受けた経験がない者が多かった。そして, どれくらいの子女子大学生ソフトボール選手がイップスである (イップス傾向である) と思うかという項目に対して0~100%で回答を求めたところ, 推測値の平均が $27.9 \pm 17.1\%$ であった。しかし, 実際に「イップスである」と回答したのは全体 (287名) の6.6% (19名), 「イップス傾向である」という回答は27.2% (78名) で合計が33.8%となっており, 推測値 (イップスもしくはイップス傾向を有するチームメイトを予想した割合) よりも実測値 (実際にイップスであるまたはイップス傾向であると回答した選手の割合) の方が大きかった。

IV. 考察

本研究では, 関西女子ソフトボール1部リーグに所属する287名を対象に, アンケートを用いて, ソフトボールにおけるイップスの実情を把握することを目的とした。

A. 緊張経験の有無

松田²³が中学・高校・大学の陸上選手に行った調査では, 93%の選手が試合時に緊張経験を有することが報告されている。本研究では, 有効回答者の97.9%が過去の大会での緊張経験を有していた。したがって, 先行研究と同様の結果が得られ, ソフトボール選手でも多くの選手が大会などでは緊張を経験していた。試合の重要性や他者からの評価など緊

張の要因は様々であるが、適度な緊張や興奮の覚醒水準であるときには最適なパフォーマンスを発揮し、過度の緊張や興奮はパフォーマンスを低下させてしまう逆U字理論がある。本研究では69.2%の回答者が緊張のため手が上手く動かなかった経験を有することも明らかとなった。ソフトボール選手の多くがイップスに限らず緊張により手がうまく動かなくなり、投動作が乱れることで投・送球のパフォーマンスの低下に繋がることが予想される。

B. イップスの自覚

イップスとは、「緊張のために身体がかたくなってしまう、うまく動作ができない」こと²や、精緻な運動技能に影響を及ぼす心理・神経・筋障害³というように様々な定義がなされている。本研究では、これらの定義に拘ることなく、調査対象者自身がソフトボールを行ってきた中で考える自己や他者のイップスについて調べるために、イップスについて明確な定義を設けずに調査を実施した。そのような中、イップスの自覚については「イップスである」という回答が6.6%、「イップス傾向である」という回答が27.2%であり、イップスまたはイップス傾向を自覚する者の割合は約34%であった。さらに、69.2%が緊張により手がうまく動かなかった経験をしていたが、そのうち6.6%は手がうまく動かないことをイップスと捉え、27.2%がイップス傾向と捉えていることが分かった。

高いスキルレベルを有するゴルフ選手を対象とした調査では、28%²⁴、52%²⁵の選手がイップスを患った経験を有することが報告されている。また、中学生野球部員を対象とした調査では、42%の選手がイップス（投・送球障がい）兆候を有することが示されている¹⁴。さらに、大学や高校の野球選手を対象とした調査では、相手が完全に捕球できないような暴投をすることやボールを地面に叩きつけてしまうことが1か月以上続いた選手が4%いることも報告されている²²。各研究におけるイップスやイップス傾向の定義の違い、調査対象者のスキルレベルの違い、さらには、ゴルフ、野球、ソフトボールの種目特性の違いはあるが、女子大学生ソフトボール選手においてもゴルフ選手や野球選手のように多くの選手がイップス経験を有していると考えられる。

C. イップス、およびイップス傾向と自覚する選手の特徴

イップスの自覚に対する質問で「イップスである」と回答した対象者をイップス自覚群、「イップス傾向である」と回答した対象者をイップス傾向自覚群として以下の比較を行った。まず、ソフトボールの平均競技年数やイップスが始まった年齢について両群に差はみられなかったが、イップスが始まった年齢については両群とも16歳前後からイップスが現れる選手が多かった。16歳前後というのは中学3年生から高校1年生にあたる。さらに、対象者の半分以上が高校生の期間に全国大会を経験しているため、中学校から高校への進学とともに競技レベルが上がり、レギュラー争いが激しいチーム内の環境や人間関係、さらには全国大会などの重要な試合に出場することへの緊張やプレッシャーなどによってイップスが現れた可能性がある。さらに、ソフトボールを始めてからイップスが発症するまでの平均年数については、イップス傾向自覚群が平均6.6年に対し、イップス自覚群は平均7.4年であった。イップス傾向の症状が発症してからその改善を行わずに競技を続けることにより、症状が悪化しイップスへと進行している症例もあるのではないかと考えられる。

さらに、イップスが続いた年数について、「イップスが続いた年数」をイップス自覚群は平均1.8年、イップス傾向自覚群は平均1.4年続いたと回答していた。「現在も続いている」という年数はイップス自覚群が平均3.1年、イップス傾向自覚群が平均3.0年続いていると回答していた。両群に大きな差はみられなかったが、イップス自覚群の方が「現在も続いている」と回答した割合が高かった。したがって、イップス傾向であるときは症状が改善しやすい可能性があるが、イップスへと進行することにより改善が難しくなると考えられる。また、両群とも症状を発症してから約3年間その症状が続いている。イップス傾向自覚群は症状が改善されずにさらに症状が進行する可能性があり、イップス自覚群への治療や対処だけでなく、イップス傾向自覚群に対する対応も重要であると考えられる。また、イップス傾向自覚群では「その他（自由記述欄）」への回答も多く、常にイップスが現れるのではなく、特定の状況や環境などに置かれたときに症状が現れることが分かっ

た。

D. イップスが発症したきっかけ

イップスの発症は、内的要因と外的要因の両方に起因する。試合での暴投や監督・先輩などからのプレッシャーといった外的要因や、選手の心理的特徴といった内的要因などが組み合わされて発症すると考えられている¹⁵。本研究では、イップスが発症したきっかけの有無に対して、イップス自覚群とイップス傾向自覚群の半数以上がきっかけありと回答していた。両群の間に回答率の有意差はなかったが、両群とも半数以上は何らかのきっかけによりイップスを発症させることが分かった。また、両群ともきっかけがないという回答もみられた。イップスに似た運動障害であるジストニアは「身体の学習—これを神経の可塑性と呼ぶ—が過度に進んだ状態」のなかで生じるとされている⁷。ジストニアは、きっかけはなく一定の動作を過度に反復することで症状が現れる。イップスまたはイップス傾向を自覚しているものの、きっかけがなくイップスを発症するということは、過度の動作反復や長年の過剰練習の蓄積によるジストニアの可能性も考えられる。

E. イップスの対処

岩田ほか¹⁰は、イップスに陥った選手に行った自律訓練法の有効性に加え、運動動作訓練やカウンセリングを併用することの有効性も報告している。また、西野ほか¹¹が行った調査では、とにかく投げる練習をしたという回答が多かったことが報告されている。本研究では対処の有無について、イップス自覚群とイップス傾向自覚群の回答率に有意な差はみられなかったが、両群とも60%以上が「投げる練習をする」や「何も考えないようにする」といった対処をしているが、34~39%は対処していないことが明らかとなった。イップスの原因が心理面にあるのか、もしくは技術面の問題であるのかについてははっきり分からないまま練習に取り組んでいる可能性がある。自律訓練法などの心理療法をスポーツの練習時や試合場面で取り入れるのは難しいが、何らかの対処をすることはイップスを改善するために必要と考えられる。また、両群の60%以上は対処をしているにも関わらず、症状が改善されずに競技を続けているということも本研究の結果は意味す

る。対処をしていない34~39%に関しては、イップスの症状が軽度であるために対処していない可能性も考えられる。

F. イップスの相談相手

イップスはメンタルが弱いなどといったマイナスなイメージを持つ人も少なくない。また、イップスであることを他チームに知られると戦略を考える上で自チームにとって不利になる可能性もある。自チーム内でのレギュラー争いにおいても、イップスであることを指導者はマイナス要素と捉えるため、選手には不利な材料となる。そのため、他者へのイップスの相談は選手にとって慎重になる事項であり、誰に相談するかもイップスである選手にとっては重要なことと考えられる。本研究の結果では、イップス自覚群、イップス傾向自覚群ともに「チームメイト」へ相談したという回答が多かった。「チームメイト」の次に「その他（自由記述欄あり）」となっており、自由記述欄では親や兄といった家族、さらには友達といった競技に直接関わらない者への相談が多かった。さらに、「監督・コーチ」への相談は10%程度に留まった。選手起用などに直接関わる指導者にはイップスであるということを開示しにくく、競技に直接関与しない家族や友達、身近でコミュニケーションを取りやすいチームメイトへの相談が多かった。

G. イップスによる競技離脱

イップスにより競技を引退する選手は少なくない。イップスという言葉を初めに使ったプロゴルファーのTommy Armourは1920~30年代に活躍し、全米オープン、全米プロ、全英オープンを制した実績を持つが、イップスのために引退を余儀なくされた選手である¹。また、イップスは他の競技でも競技離脱へと繋がっており、その中にはソフトボールや野球も含まれる。本研究では、イップス自覚群（42.1%）とイップス傾向自覚群（14.7%）ともにイップスが原因で競技離脱を考えた経験があるという回答がみられ、イップス自覚群はイップス傾向自覚群に比べ、症状が原因で競技離脱を考えた経験があると回答した者が多かった。投球や送球が必要であるスポーツであるため、イップス傾向である症状から改善されずにイップスへと進行することに

よって競技離脱に至る症例があるかもしれない。

H. チームメイトのイップス

本研究では、非イップス経験者を含む回答者全員に、イップスまたはイップス傾向を有するチームメイトの有無について尋ねた。その結果、約70%がイップスまたはイップス傾向のチームメイトの存在を認めていた。70%がイップスを持つチームメイトを認識しているということは、ソフトボールでもイップスを持つ選手は珍しいものではなく、ほとんどのチームにイップスを持つ選手が存在することを表している。

また、イップスが始まったきっかけについて、イップス自覚群やイップス傾向自覚群でのきっかけは「あり」という回答が多く、何らかのきっかけによりイップスが始まっていた。しかし、チームメイトへ質問した結果は「特になし」という回答が多かった。これは、チームメイトは気づきにくい些細な出来事も、イップスまたはイップス傾向の症状を自覚する者にとってはイップスを引き起こす原因となり得ることを意味する。さらに、対処については「対処した(対処している)」という回答が多かった。チームメイトは、チーム内でイップスを有する選手の症状が改善されてはいないが、何らかの対処を行っていると把握していた。

また、チームメイトからイップスの相談を受けた経験があったのは27.5%で、相談を受けたことがあるという回答が少ない結果であった。チームメイトというのは仲間であるが、上述の通りレギュラー争い等のライバルという認識もあるため、チームメイトにイップスの相談をしにくいことを反映しているかもしれない。また、イップスを有することを打ち明けることで、メンタルが弱いなどといったネガティブな評価を受けるため、イップスであることを相談しにくい可能性も考えられる。

そして、どれくらい的女子大学生ソフトボール選手がイップスまたはイップス傾向であると思うかという項目への回答の平均回答率は27.9%であった。しかし、実際には上述の通りイップスまたはイップス傾向であると回答したのは約34%となっており、チームメイトの推測よりも実際にイップスを有する選手は多いことが明らかとなった。本研究におけるイップス自覚群の選手はチームメイトに対し

てイップスを患っていると認識されやすいが、イップス傾向自覚群の選手はイップスを有しているとは認識されにくいことを反映しているかもしれない。

I. 本研究の課題や今後の研究への提案

野球やゴルフなどのイップスの調査研究では、様々な年齢、スキルレベル、男女を対象に調査が行われている。しかし、本研究は女子大学生ソフトボール選手のみを対象とした調査であった。女子大学生ソフトボール選手のための調査では、調査の対象範囲が狭く、ソフトボールのイップスの実情を広く把握できたとは言い切れない。そのため、ソフトボールにおいてもさらに対象の範囲を広げた調査を行うことによって、本研究の結果以上により広範囲かつ詳細にソフトボールのイップスの実情を把握することが可能になると考えられる。

また本研究では、各調査対象者がソフトボールを行ってきた中で考える内的基準を基に自己や他者のイップスに対する認知を調べることを目的とし、イップスの明確な定義を行わずに調査を実施した。イップスの定義を提示することによって回答にバイアスがかかることを危惧し、このような方法を採用したが、定義がないことで各調査対象者が回答するうえでのイップスやイップス傾向の基準が曖昧であるという問題も有していた。ベースボール型という種目特性の近い野球に関するこれらの先行研究に倣い、イップスの定義を明示し、イップスの外的基準を設けたなかでソフトボールにおけるイップスの実情を把握する研究を今後は行うことが求められる。

また今後の研究では、本研究によって得られたソフトボールにおけるイップスの実情を参考にしながら、イップスの症状の度合いを客観的に評価できる尺度を作成する必要性を提案したい。野球においては既に、内田²²や賀川、深江¹⁴が中学・高校・大学の野球選手を対象とした調査を基に、野球におけるイップス評価尺度の作成が試みられている。先述の通り、ソフトボールと野球は投・送球時に求められる運動制御が異なる点も多々あるため、ソフトボールに特化したイップスの評価尺度を開発することにも意義がある。イップスを患った選手自身や選手を取り巻くチームメイトや指導者などが利用可能なソフトボールのイップス評価尺度を作成すること

で、イップスの早期発見に繋がり、イップスの対処や改善も的確に実施できるようになると考えられる。

V. まとめ

投・送球の距離が近くなるなどのある状況になると、相手に正確にボールを投げられなくなることがあり、ソフトボールや野球ではイップスと呼ばれている。近年では、ソフトボールや野球以外にも、他のスポーツ種目でもイップスがみられることが報告されている^{4, 5, 6}。また、音楽家や外科医などの手指を頻繁に使う職業でみられ、職業性ジストニアと呼ばれている。野球やゴルフを中心に、イップスの実態を把握する調査研究が行われているが、アスリートがイップスをどのように把握しているのかということに加え、学術的定義がかけられていることも指摘されている^{19, 20, 21}。そして、ソフトボールは野球と同じベースボール型の種目ではあるが、塁間などの距離やルール、道具が異なる。これらの違いから野球における投・送球とは異なる運動制御が求められる。そのため、ソフトボールのイップスに関して独自にその実情を把握する調査が必要と考え、本研究では関西女子ソフトボール1部リーグに所属する287名を対象としたアンケート調査を行い、ソフトボールにおけるイップスの実情を詳細に把握することを目的とした。

結果として、イップスの自覚について「イップスである」と回答したのは有効回答者の6.6%で、「イップス傾向である」と回答したのは27.2%、「イップスではない」と回答したのは66.2%であり、3つの回答項目への回答率に有意差が認められた。イップスではない者が最も多かったが、イップスやイップス傾向と自覚する者が約34%存在した。また、69.2%が緊張により手がうまく動かなかった経験をしていたが、そのうち6.6%は手がうまく動かないことをイップスと捉え、27.2%がイップス傾向と捉えていることが分かった。

また、どれくらいの女子大学生ソフトボール選手がイップスである（イップス傾向である）と思うかという項目では、回答の平均が約28%であった。しかし、実際に「イップスである」と回答したのは全体の6.6%、「イップス傾向である」という回答は27.2%で合計が約34%となっており、推測値（イッ

プスもしくはイップス傾向を有するチームメイトを予想した割合）よりも実測値（実際にイップスであるまたはイップス傾向であると回答した選手の割合）の方が大きかった。イップス自覚群の選手はチームメイトに対してイップスを患っていると認識されやすいが、イップス傾向自覚群の選手はイップスを有していると認識されにくいことを反映しているかもしれない。

本研究では女子大学生ソフトボール選手のみの調査であったが、さらに対象の範囲を広げた調査を行うことによって、本研究の結果以上にソフトボールのイップスの実情を詳細に把握することが可能になると考えられる。また、今後の研究では本研究の結果を活用し、野球とは異なる競技特性を有するソフトボールオリジナルのイップス評価尺度を作成していく必要がある。イップスを患った選手自身やチームメイト・監督などが、ソフトボールにおけるイップス評価尺度を利用することにより、イップスの早期発見をしたうえで、その対処に取り組み、改善にも繋げられるようになると考えられる。

VI. 引用文献

1. 田辺規充. イップスの科学. p. 1-56, 星和書店, 東京, 2001.
2. 中込四郎. 身体化するところの問題「イップス」への対処法. p. 30-34, 月刊トレーニングジャーナル, ブックハウス・エイチディ, 東京, 2006年2月号.
3. Clarke P, Sheffield D, Akehurst S. The yips in sport: A systematic review. *Int Rev Sport Exerc Psychol*, 8, 154-184, 2015.
4. 八木孝彦. イップスの心理学：その病態と心理療法. 中央学院大学人間・自然論叢, 32, 51-77, 2011.
5. Lagueny A, Burbaud P, Dubos JL, et al. Freezing of shoulder flexion impeding boule throwing: A form of task-specific focal dystonia in petanque players. *Move Disord*, 17, 1092-1095, 2002.
6. Wu LGC, Jankovic J. Runner's dystonia. *J Neurol Sci*, 251, 73-76, 2006.
7. 中野研也. 演奏家のジストニアの実践的対処法の関する考察—演奏者の視点から—. 仁愛大学研究紀要 人間生活学部篇, 7, 117-125, 2015.
8. 工藤和俊. イップス(Yips)と脳. *体育の科学*, 58(2), 96-100, 2008.
9. Jabusch HC, Altenmüller E. Anxiety as an aggravating factor during onset of focal dystonia in musicians. *Med Probl Perform Art*, 19, 75-81, 2004.

10. 岩田 泉, 長谷川浩一. 心因性投球動作失調へのスポーツ臨床心理学的アプローチ. スポーツ心理学研究, 8, 28-34, 1981.
11. 西野総一郎, 山本勝昭, 織田憲詞, ほか. 心因性投球動作失調(投球イップス)についての一考察. 福岡大学スポーツ科学部紀要, 18, 20-21, 2006.
12. 中込四郎. 投球失調を呈したある投手への心理療法的接近. スポーツ心理学研究, 14, 58-62, 1987.
13. 村井 剛, 辻内智樹. キャッチャーミットのサイズの違いがピッチングパフォーマンスに及ぼす影響について. 中央大学保健体育研究所紀要, 31, 35-43, 2010.
14. 賀川昌明, 深江 守. 投・送球障がい兆候を示す中学校野球部員の心理的特性. 鳴門教育大学研究紀要, 28, 440-452, 2013.
15. 向 晃佑. 複線経路・等至性モデル(TEM)による送球イップス経験者の心理プロセスの検討. 質的心理学研究, 15, 159-170, 2016.
16. Smith AM, Adler CH, Crews D, et al. The 'yips' in golf. Sports Med, 33, 13-31, 2003.
17. 須賀義隆, 古谷洋一, 竹市 勝, ほか. アマチュアゴルファーのイップスに関する事例研究. 国土舘大学教養論集, 53, 73-81, 2003.
18. 土屋裕睦. わが国のスポーツ心理学の現状と課題. 心身医学, 58(2), 159-165, 2018.
19. Philippen PB, Lobinger BH. Understanding the yips in golf: Thoughts, feelings, and focus of attention in yips-affected golfers. Sport Psychol, 26, 325-340, 2012.
20. Pelz D. Putting like pros. p.201-211, Harper Collins Publishers, New York, 1989.
21. Smith MA, Adler CH, Crews D, et al. The 'yips' in golf: A continuum between a focal dystonia and choking. Sports Med, 33, 13-31, 2003.
22. 内田 稔. 野球選手におけるイップス尺度の作成. 順天堂大学大学院スポーツ健康科学研究科修士論文, 2008.
23. 松田岩男. 運動選手の性格特性と“あがり”に関する研究. 体育学研究, 6, 355-358, 1961.
24. McDaniel KD, Cummings JL, Shain S. The “yips”: A focal dystonia of golfers. Neurol, 39, 192-195, 1989.
25. Smith AM, Malo SA, Laskowski ER, et al. A multi-disciplinary study of the 'yips' Phenomenon in Golf: A exploratory analysis. Sports Med, 30, 423-437, 2000.

【実践研究】

カヌースプリントにおけるスタート時の自動発艇装置に対する反応時間の影響

西分 友貴子¹⁾ 田中 美吏²⁾

Influence of starting-machine on reaction times in starting phase of canoe sprint

Yukiko Nishibun¹⁾, Yoshifumi Tanaka²⁾

Abstract

Many Japanese canoe sprinters are slow to start-off from the starting-machine due to the lack of practice in using the machine and psychological pressure of competitions. They often feel the delay in the starting phase of competitions. However, there is no experimental evidence to clarify the extent to which the start is delayed. In this study, the influence of viewing the starting-machine on reaction times in the starting phase of canoe sprint was investigated. Women university student canoe sprinters (N = 14) participated in the study. Their reaction times to an acoustic stimulus (a beep signal) and reaction times after viewing an ego-centric movie of the starting apparatus that was recorded from the real position on a canoe cockpit were measured in 18 trials. Results indicated that the reaction time during viewing movies was significantly longer, by a mean of approximately 300 ms more than for acoustic stimuli alone. This finding suggests that processing too much information such as cognitions, emotions and memories resulting from viewing the starting-machine resulted in delayed reaction times.

キーワード：カヌースプリント, 反応時間, 自動発艇装置, 不安

Key words : canoe sprint, reaction time, starting-machine, anxiety

I 序 論

カヌースプリント競技では、自然の中にある川や湖、潟などに設置された200m, 500m, 1000mの直線コースを利用し、1/100秒刻みのタイムで順位を争う。好記録を出すには、自然環境や水温によって変化する水面に対応するための高度なパドリング技術、さらには筋力、敏捷性（スピード）、持久性などの種々の体力が求められる。スタートからゴールまでの時間は、スタート合図から身体が反応を開始するまでの反応時間（RT：Reaction Time）局面と、反応時間終了からゴールまでの運動時間（MT：Motor Time）局面に分けられるが、上記の通り、1/100秒を争う競技であるため、スタート時の反応時間局面もレースの勝負の鍵と言われるほど肝心である。

この競技のスタートでは、フライング防止のために自動発艇装置が使用され、横一列に並んだ状態からスタートする。発艇1分前に自動発艇装置の準備が整えられ、それと同時に選手は自動発艇装置のスターティングブロックに艇の先端を入れる。全艇のスタート準備が整うと「ready」「set」の合図が発艇員によって出され、選手はパドルを構える。その後の「go」の発砲音や信号音の合図とほぼ同時にスターティングブロックが一斉に下がり漕ぎ始める。「ready」「set」「go」の時間間隔や、「go」の合図とスターティングブロックが下がるタイミングはレース毎に微妙に異なり、時間的見越し反応¹⁾はできない。見越し反応によるフライングをした場合には、スターティングブロックからの反力によって艇が後進し、スターティングブロックよりも後方からのスタートを強いられる。

1) 武庫川女子大学大学院, 健康・スポーツ科学研究科

2) 武庫川女子大学, 健康・スポーツ科学部

反応時間とは、反応刺激の呈示から身体の反応が開始するまでの時間である²。刺激-反応選択肢の数が増えるほど反応に要する情報処理量が増えるために反応時間が遅延するヒックの法則^{1,3}に代表されるように、反応時間は様々な心理的要因の影響を受ける。音刺激による驚愕反射 (startle response)⁴⁻⁷や写真刺激による不快情動に伴う反応時間の短縮⁸、先行刺激による反応時間の短縮や遅延⁹⁻¹¹、上方への注視による反応時間の遅延¹²⁻¹⁵などが例に挙げられる。さらに、プレッシャーが反応時間に及ぼす影響についても多くの研究が行われており、プレッシャー下では非プレッシャー下に比べて反応時間が遅延する^{16,17}、短縮する¹⁸⁻²²、変わらない²³⁻²⁵などの様々な結果が示されている。1999年から2011年にかけての陸上世界選手権男女100m走の記録を基に、1度のフライングで失格になる2010年のルール改正に伴う反応時間の変化を調べた研究もあり、ルール改正後はルール改正前よりも反応時間が遅延したことが報告されている²⁶。

カヌースプリント競技では、試合における自動発艇装置からのスタートに苦手意識を抱く選手が非常に多い。海外の試合では公式練習の決められた時間に、希望する選手は自由に自動発艇装置からのスタート練習を実施できる。しかしながら日本国内の全ての大会では、自動発艇装置を使用した練習時間は設けられていない。平常時の練習においても、自動発艇装置からのスタート練習をできる環境は極めて少なく、殆どの選手は自動発艇装置からのスタートをレースでしか経験できない。自動発艇装置からのスタートの経験不足と試合場面におけるプレッシャーなどの心理的要因が相まって、自動発艇装置からのスタートに苦手意識を持つ選手が多い。このように自動発艇装置からのスタートは、カヌースプリント競技に取り組む多くの選手が抱える問題でありながら、自動発艇装置からのスタートをするときに反応時間が遅れるか否か、さらにはどれほど遅れるかについて調べた研究は見当たらない。

以上の背景より本研究では、カヌースプリント競技の選手を対象に、自動発艇装置からのスタートではどれほど反応時間が遅延するのかについて明らかにすることを目的とした。この目的を検証するために、カヌースプリント競技の試合会場となる湖面にて、艇のcockpit内にいる選手の一人称視点か

ら撮影した自動発艇装置のスターティングブロックに艇の先を入れ、その後に自動発艇装置が下りる映像を用いてスターティング動作のシミュレーションを行うことで反応時間を測定し、映像なしでの音刺激に対する反応時間との比較を実験室内で行った。仮説として、自動発艇装置の映像を見ることによって反応時間が遅延すると予想した。また、反応時間の遅延について競技成績が上位の選手と下位の選手の比較を行うことや、試合場面において自動発艇装置からスタートするときの心理面に関する質問項目に回答させ、これらの心理面と反応時間の遅延との関係を調べ、スタートの反応時間の遅延についての個人差要因を特定することも目的とした。

II 方法

A 実験参加者

大学のカヌースプリント競技1部校に所属する14名(平均年齢 19.86 ± 1.23 歳、平均競技年数 5.79 ± 3.42 年)が実験に参加した。各実験参加者に、研究の主旨及び概要を文章で説明し、研究同意書に対して署名による同意を得た後に実験を開始した。

B 実験装置

反応時間の測定には、握力計(ADINSTRUMENTS社製Grip Force MLT004/ST)を使用し、A/D変換機(ADINSTRUMENTS社製Power Lab 26T)を介してサンプリング周波数2000Hzで握力計への入力値を記録した。そして後述の方法で、解析ソフト(ADINSTRUMENTS社製Lab Chart ver.8 Japanese)を用いて反応時間を特定した。音刺激は、A/D変換機(ADINSTRUMENTS社製Power Lab 26T)から出力した電気信号(400 Hzで200サイクル(0.5秒)のサイン波形)をスピーカー(BOSE companion 2 series II multimedia speaker system)を通してビープ音に変換することで呈示した。

自動発艇装置の映像は、関西学生カヌースプリント選手権大会の会場である兵庫県栗原市音水湖にて、関西学生カヌー連盟の協力を得て撮影した。自動発艇装置のスターティングブロックに艇の先が入れているところから、スタートの合図がかかりスターティングブロックが水中に降りるまでを艇に載っている選手からの1人称視点で撮影した(図1)。自動発艇装置からのスタートの2試技の映像

(以下、第1映像と第2映像と示す)を55インチのディスプレイに呈示した。反応時間を測定するための各試行における実験者のスタート動作の様子と自動発艇装置の映像画面が両方映るように、webビデオカメラ(ELECOM UCAM-DLE300T series)を用いて解析ソフト(ADINSTRUMENTS社製Lab Chart ver.8 Japanese)に記録し、握力計での力発揮と自動発艇装置映像の時間を同期することで、自動発艇装置の降りるタイミングを特定した。



図1 艇のcockpit内からの一人称視点の自動発艇装置
(本研究で用いた映像を視聴できるURL:
https://drive.google.com/file/d/1aDXR_1qwLAFsLPgEAzKyJ3-Kid2m3upk/view?usp=sharing)

C 手続き

実験室に入室し、同意書に記入後、指定された位置で艇に乗っている時と同じ体勢をとらせ、第1パドルの引き手に握力計を握らせた。初めに、音刺激による単純反応課題の練習を2試行行わせ、実験参加者の握力計の握り方や解析ソフトに握力計の力発揮やwebビデオカメラの映像が記録されているか確認した。

音刺激による単純反応課題の各試行では、1回目のビープ音(予告刺激)を「set」、2回目のビープ音(反応刺激)を「go」とみなし、これに合わせてスターティング動作を行い、反応時間を測定した。予告刺激と反応刺激との間隔は、自動発艇装置の第1映像と第2映像の間隔に合わせるために1.0秒と0.8秒の2種類とし、下記のセットごとに交互に設定した。音刺激反応課題中には、実験参加者から1.5m前方に設置したディスプレイを黒色のブランク画面とした。なお、音刺激に対してスターティング動作のシミュレーションを行うことで反応時間を測定している様子が分かる写真を図2に示した。

実験参加者には、見越し反応(フライング)をしないために音刺激の間隔はランダムに設定している



図2 スターティング動作のシミュレーションによる反応時間の測定

ことに加えて、反応刺激に対して出来る限り早く反応するように教示した。反応準備時には力発揮がないように握力計を安静に握らせ、反応刺激呈示時点から第1パドルの引き手動作によって握力計に力が加わり、握力計への入力が50Nに達した時点までの時間を反応時間とした。1セットを3試行で構成し、100ms未満の反応をフライングとし、その場合はその試行をやり直させた。

自動発艇装置の映像刺激反応課題では、音刺激に対するスターティング動作のシミュレーション(図2)と同様の体勢をとらせ、1.5m前方のディスプレイに映し出した映像と音を視聴しながら、映像内の発艇員による「Ready Set Go」の合図に合わせてスターティング動作をシミュレーションさせた。その際、試合でのスタートと同じようにし、できる限り早く反応することを教示した。映像刺激反応課題では、webビデオカメラに映した自動発艇装置が下りた時点から第1パドルの引き手動作によって握力計に力が加わり、握力計への入力50Nに達した時点までの時間を反応時間とした。映像刺激反応課題も1セットを3試行で構成し、セットごとに第1映像と第2映像を交互に呈示した。

各実験参加者に対して、音刺激反応課題6セット(18試行)と映像刺激反応課題6セット(18試行)を実施させた。音刺激反応課題2セット、映像刺激反応課題2セットの順序を3回繰り返したが、順序効果の影響を除外するために、14名の実験参加者を音刺激から開始する7名と、映像刺激から開始する7名にランダムに振り分けた。

実験後、各実験参加者に対して、試合での自動発

艇装置への心理面を尋ねるための質問項目に回答させた。初めに、①自動発艇装置が得意か苦手かについて、得意(10)からの苦手(1)の10件法で回答させた。さらに、②自動発艇装置があるとうまくスタートをきれるか不安である、③自動発艇装置があるとフリースタートよりも緊張する、④自動発艇装置の音に緊張する、⑤自動発艇装置が不安なのは慣れていないからだ、⑥自動発艇装置への不安がパフォーマンス(タイム)に影響していると思う、⑦自動発艇装置に跳ね返ってスタートすることがある、⑧自動発艇装置に跳ね返ることを恐れて出遅れてスタートすることがある、⑨自動発艇装置は平等にスタートできるためフリースタートよりも安心する、⑩自動発艇装置が下りるのを確認してからスタートしている、⑪スタートする以前に自動発艇装置にスムーズに艇を入れることができるかどうか不安である、⑫自動発艇装置に入れてからスタートまでの時間に幅寄せをして艇を真っ直ぐに保てるかどうか不安である、以上の②～⑫の質問に対して「とても思う(5)」、「そう思う(4)」、「どちらともいえない(3)」、「そう思わない(2)」、「まったくそう思わない(1)」の5件法で回答させた。

D 統計解析

実験参加者毎に音刺激18試行と映像刺激18試行の平均反応時間を求めた。そして、音刺激と映像刺激に対する反応時間の全実験参加者の平均値を比較するために、対応のあるt検定を実施した。次に、カナディアン選手3名を除いたカヤック選手11名について、平成30年度大阪学生選手権大会の予選における成績(タイム)をもとに上位選手6名と下位選手5名の2群に分けた。そして、各実験参加者の反応時間差(映像刺激に対する平均反応時間から音刺激に対する平均反応時間を引いた値)を算出し(この値が大きいほど映像刺激では音刺激に比べて反応時間が遅れることを意味する)、競技成績が上位選手と下位選手の群間での平均値の比較を対応のないt検定により行った。さらに、上記の①から⑫の質問への各回答と反応時間差についてスピアマンの順位相関分析(N=14)を行うことで自動発艇装置からのスタートに対する心理面と反応時間の遅延の関連性を調べた。これらの分析には統計解析ソフトIBM SPSS Statistics ver.21を使用し、有意水準は

5%未満(片側2.5%の両側検定)とした。

III 結果

A 音刺激と映像刺激に対する反応時間

全実験参加者14名における音刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差が $196.17 \pm 44.17\text{ms}$ 、映像刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差が $492.11 \pm 127.20\text{ms}$ であった。対応のあるt検定の結果、有意差が認められ、映像刺激では音刺激よりも反応時間が遅延した($t(13) = 10.93, p < .001$)。14名の全ての実験参加者において映像刺激では音刺激よりも反応時間が遅延し、映像刺激と音刺激の反応時間差の平均値と標準偏差は $295.95 \pm 101.31\text{ms}$ であった。反応時間差が最も大きい実験参加者で448.78ms、最も小さい実験参加者で154.11msであった。なお、全実験参加者14名における音刺激及び映像刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差を図3に示した。

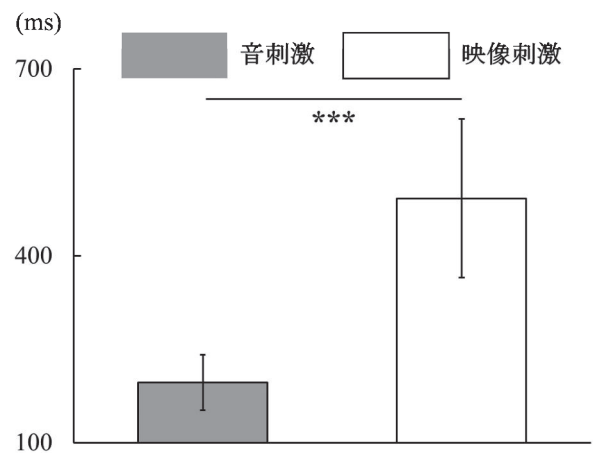


図3 全実験参加者14名における音刺激及び映像刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差 (** $p < .001$)

B 成績上位群と下位群の比較

成績上位群6名における反応時間差の平均値と標準偏差が $313.79 \pm 97.51\text{ms}$ 、下位群5名における反応時間差の平均値と標準偏差が $299.63 \pm 115.32\text{ms}$ であった。対応のないt検定の結果、有意差は見られなかった($t(9) = .22, p = .830$)。なお、上位群と下位群における音刺激及び映像刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差を図4に示した。群(2) × 刺激条件(2)の2要因分散分析(群が実験参加者間要因、刺激映像が実験参加者内要因)を実施したところ、群と刺激条件の交互作用や群の主効果は見

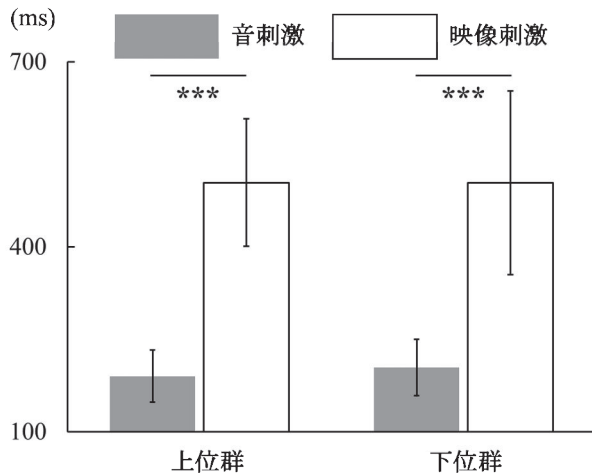


図4 上位群と下位群における音刺激及び映像刺激に対する反応時間の平均値と標準偏差 (**p<.001)

られなかった ($F_s < 1.0$)。刺激条件の主効果は認められ ($F(1,9) = 91.69$, $p < .001$)、各群の映像刺激に対する反応時間は音刺激に比べて有意に遅延した ($p_s < .001$)。

C 自動発艇装置からのスタートに対する心理面

表1に、自動発艇装置からのスタートが得意か苦手かの質問①(10件法)や、②から⑫の質問(5件法)への各回答に対する全実験参加者14名の平均値と標準偏差を示した。④自動発艇装置の音に緊張する、⑦自動発艇装置に跳ね返ってスタートすることがある、⑧自動発艇装置に跳ね返ることを恐れて出遅れてスタートすることがあるなどの項目に対する回答値が高かった。

D 心理面と反応時間の関係

表1には、12の質問項目と反応時間差に対するスピアマンの順位相関分析の結果も示した。全ての質問と反応時間差の間に有意な相関は見られなかった。

IV 考察

本研究では、カヌースプリント競技のスタート時の反応時間局面に着目し、カヌースプリント競技に取り組む選手を対象に自動発艇装置からのスタートではどれほど反応時間が遅れるのかについて調べることを目的とした。さらには、競技成績上位群と下位群の反応時間の遅延の比較を行うことや、自動発艇装置からスタートするときの心理面と反応時間の遅延の関係を調べることで、反応時間の遅延に関連する個人差要因を特定することも目的とした。

自動発艇装置からのスタートでは反応時間が遅延するという仮説を検証するため、実環境において艇のコックピット内にいる選手の一人称視点から撮影した自動発艇装置が下りる映像を見ながら、実験室内で艇に乗っている時と同じ体勢でスターティング動作のシミュレーションを実施させた。その際、第1パドルの手に握力計を持たせ、第1パドルの引き手動作によって握力計に力が加わる時点を特定することで反応時間を測定した。そして、同様の方法で映像なしでのビーブ音に対する反応時間も測定し、自動発艇装置の映像を見ながらの反応時間との比較を行った。実験の結果、14名の実験参加者全員が

表1 自動発艇装置からのスタートに対する心理面と反応時間の関係

質問項目	平均と標準偏差	r値 (p値)
①自動発艇装置が得意か苦手か	4.93±2.06	r= .418 (p=.137)
②自動発艇装置があるとうまくスタートをきれるか不安である	3.07±1.27	r= .000 (p=1.000)
③自動発艇装置があるとフリースタートよりも緊張する	2.93±1.44	r= .196 (p=.503)
④自動発艇装置の音に緊張する	3.21±1.58	r= .085 (p=.772)
⑤自動発艇装置が不安なのは慣れていないからだ	2.57± .94	r=-.202 (p=.490)
⑥自動発艇装置への不安がパフォーマンス(タイム)に影響していると思う	3.00±1.11	r=-.114 (p=.699)
⑦自動発艇装置に跳ね返ってスタートすることがある	3.29±1.49	r=-.272 (p=.347)
⑧自動発艇装置に跳ね返ることを恐れて出遅れてスタートすることがある	3.21±1.42	r=-.187 (p=.522)
⑨自動発艇装置は平等にスタートできるためフリースタートよりも安心する	3.00±1.52	r=-.202 (p=.489)
⑩自動発艇装置が下りるのを確認してからスタートしている	2.36±1.45	r=-.071 (p=.808)
⑪スタートする以前に自動発艇装置にスムーズに艇を入れることができるかどうか不安である	2.93±1.59	r= .243 (p=.403)
⑫自動発艇装置に入れてからスタートまでの時間に幅寄せをして艇を真っ直ぐに保てるかどうか不安である	2.57±1.45	r= .009 (p=.976)

音刺激に比べて自動発艇装置の映像による反応時間が遅れた。統計的有意差も確認でき、自動発艇装置からのスタートでは反応時間が遅延するという仮説が支持された。

自動発艇装置の映像を見ながらの反応では音刺激に比べて、14名の全実験参加者の平均値で約300msの反応時間の遅延が見られ、最も遅れた実験参加者では約450msであった。200mを40秒で漕ぐ選手で換算すると、300msは約1.5m（艇身の約29%）の距離、450msは2.25m（艇身の約43%）の距離になり、スタート時でのこの遅れは、心理的にも物理的にも成績（順位やタイム）を左右する非常に大きな不利と言える。スタート時の反応時間局面の敏捷性について各実験参加者は、音刺激に対する反応時間で規定できる能力を有しているが、自動発艇装置があることでその能力を発揮できないことが本研究の結果から明らかとなった。

先行研究では、先行視覚刺激による注視点の誘導⁹、上方への注視¹²⁻¹⁵、報酬を獲得できる競争のプレッシャー¹⁷、陸上100m走のフライングのルール改正²⁶によって反応時間が有意に遅延することが報告されている。しかしながら、これらの研究における反応時間の遅延は全実験参加者の平均値において数10msに留まっている。刺激-反応選択枝数と反応時間の関係を表すヒックの法則によれば、刺激-反応選択枝数が1から5に増えることによって約300msの反応時間の遅延が生じる¹。したがって、本研究で示された全実験参加者の平均値で約300msの反応時間の遅延は、刺激-反応選択枝数が1の単純反応課題でありながら5選択反応課題を行うときほどの大きな情報処理量が自動発艇装置の映像を見ることによって負荷されたことを意味する。

そして、自動発艇装置による反応時間の遅延に関連する個人差要因を特定するために、まず、競技成績上位群と下位群の比較を行ったが有意差は見られなかった。自動発艇装置による反応時間の遅延は、競技レベルに関わらず選手様に生じることが示唆される。さらに、自動発艇装置からのスタートに対する得意・不得意の認識や、その他の心理面と反応時間の関係も調べたところ、全ての質問項目と反応時間の遅延に相関は見られなかった。したがって本研究では、スタートでの反応時間の遅延に関連する心理的要因を特定するには至らなかった。

本研究で用いた質問項目は信頼性や妥当性が確認されているものではないため、自動発艇装置からスタートをするときの心理面の測定尺度として精度や真度が低い可能性を有している。したがって、今後の研究では運動課題遂行時の心理面の測定尺度として信頼性や妥当性が確認されている種々の質問紙や心理検査を活用し、自動発艇装置からの反応時間の遅延に関連する心理的要因を検討する必要がある。このような問題を有する質問項目ではあったが、スタートに対する不安、自動発艇装置の音に対する緊張、自動発艇装置からの跳ね返りの経験の項目において回答得点が高かった。今後は、不安、緊張（プレッシャー）、パフォーマンスに対してマイナス要素となる先行経験などの要因と反応時間の関係を調べる研究を行うことが望まれる。

プレッシャーと反応時間の関係について先行研究では、初心者スクーバダイバーが暗算や文字読み取りの主課題を行いながら二次課題として視覚刺激に対して出来る限り早く反応する際に、プール内や海中の危機状況下では地上でそれらの課題を行うときよりも反応時間が遅延する傾向にあることが示されている¹⁶。さらに、ドライビング・シミュレーターによる運転課題を行いながら二次課題として周辺視野に呈示される視覚刺激に対して出来る限り早く反応する際に、報酬を獲得できる競争によるプレッシャー下では低特性不安者は反応時間を短縮させる一方、高特性不安者は反応時間を増加させた報告もある¹⁷。これらの先行研究は、プレッシャーや不安が反応時間の遅延を導くことを示しており、カヌースプリント競技のスタート時の反応時間局面においても同様の結果が得られるかについて検討することが求められる。

本研究ではカヌースプリント競技に取り組む選手において自動発艇装置からのスタートでは反応時間が遅延することが明らかとなったが、どのように反応時間の遅延を防ぐかという対処法を提案し、その効果を検証することも今後は行う必要がある。警察官を対象とした射撃課題では、銃を持つ相手に対して発砲する実環境を想定した練習や、そのような環境のシミュレーション映像を用いた練習によって、自己の銃の引き金を引くまでの反応時間が早くなるかについての検討が行われている^{20, 22}。さらに、ミスをした場合には痛み刺激が与えられるプレッ

シャーを負荷した練習の効果も調べられており、プレッシャーを負荷した練習によって反応時間が短縮することが示されている²²。これらの研究に倣い、カヌースプリント競技においても自動発艇装置を想定したシミュレーション練習を実施することや、心理的なプレッシャーを負荷したスタート練習を行うことで反応時間の短縮を導く可能性が提案できる。

カヌースプリント競技では、前述の通り、日本国内では自動発艇装置からのスタートを練習できる環境が極めて少ないため、海外の試合に参加する際に自動発艇装置からのスタートの練習を多く積む必要性も提案できる。海外の試合に参加するチャンスに恵まれない選手においては、本研究で用いたようなシミュレーション映像を利用してスターティング動作の練習を行うことや、艇のcockピット内からの自動発艇装置の一人称イメージを描きながらスターティング動作をシミュレーションすることで、自動発艇装置からのスタートの経験不足を補える可能性が考えられる。また、カヌーの練習環境において利用可能な簡易な自動発艇装置を開発し、それを利用しながらのスタート練習に多く取り組むことで、自動発艇装置への苦手意識を克服できると考えられる。

最後に、本研究では自動発艇装置の映像を用いて実験室内でのシミュレーション動作によって反応時間の測定を行ったため、カヌースプリント競技の自動発艇装置から実際にスタートする時にも同様の結果が得られるかが不明という生態学的妥当性の問題も有している。実環境ではさらに反応時間が遅延する可能性も考えられ、今後は実環境において自動発艇装置からスタートする時の反応時間を調べる研究を行うことも必要である。さらに、カヌースプリント競技では予選から決勝まで1日に複数回のレースに出場することも多いため、疲労などの生理的要因も交えて研究を拡張することも今後の研究課題と言える。

※本研究において、著者らに開示すべき利益相反(COI)はない。

V. 引用文献

1. シュミット：調枝孝治監訳. 運動学習とパフォーマンス—理論から実践へ—, p. 15-25, 大修館書店, 東京, 1994.
2. 平田智秋. 運動測定分析“スポーツ心理学事典”(日本スポーツ心理学会編), p. 217-219, 大修館書店, 東京, 2008.
3. Hick WE. On the rate of gain of information. *Quart J Exp Psychol*, 4, 11-26, 1985.
4. Vall-Solé J, Rothwell JC, Goulart F, et al. Patterned ballistic movements triggered by a startle in healthy humans. *J Physiol*, 516, 931-938, 1999.
5. Gironell A, Rodríguez-Fornells A, Kulisevsky J, et al. Abnormalities of the acoustic startle reflex and reaction time in Gilles de la Tourette syndrome. *Clin Neurophysiol*, 111, 1366-1371, 2000.
6. Siegmund GP, Inglis JT, Sanderson DJ. Startle response of human neck muscles sculpted by readiness to perform ballistic head movements. *J Physiol*, 535, 289-300, 2001.
7. Nijhus LBO, Janssen L, Bloem BR, et al. Choice reaction times for human head rotations are shortened by startling acoustic stimuli, irrespective of stimulus direction. *J Physiol*, 584, 97-109, 2007.
8. Coombes SA, Tandonnet C, Fujiyama H, et al. Emotion and motor preparation: A transcranial magnetic stimulation study of corticospinal motor tract excitability. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 9, 380-388, 2009.
9. Posner MI. Orienting of attention. *Quart J Exp Psychol*, 32, 3-25, 1980.
10. Payne BK. Prejudice and perception: The role of automatic and controlled processes in misperceiving a weapon. *J Pers Soc Psychol*, 81, 181-192, 2001.
11. Correll J, Park B, Hudo CM, et al. The influence of stereotypes on decisions to shoot. *Eur J Soc Psychol*, 37, 1102-1117, 2007.
12. Payne WH. Visual reaction times on a circle about fovea. *Science*, 155, 481-482, 1967.
13. Osaka N. Reaction time as a function of peripheral retinal locus around fovea: Effect of stimulus size. *Percept Mot Skills*, 42, 603-606, 1976.
14. Maehara G, Okubo M, Michimata C. Effects of background color on detecting spot stimuli in the upper and lower visual fields. *Brain Cogn*, 55, 558-563, 2004.
15. Kokubu M, Ando S, Oda S. Fixating at far distance shortens reaction time to peripheral visual stimuli at specific locations. *Neurosci Lett*, 664, 15-19, 2018.
16. Weltman G, Egstrom GH. Perceptual narrowing in novice divers. *Hum Factors*, 8, 499-506, 1966.

17. Murray NP, Janelle CM. Anxiety and performance: A visual search examination of the processing efficiency theory. *J Sport Exerc Psychol*, 25, 171-187, 2003.
18. Panayiotou G, Vrana SR. The role of self-focus, task difficulty, task self-relevance, and evaluation anxiety in reaction time performance. *Motiv Emot*, 28, 171-196, 2004.
19. Nieuwenhuys A, Oudejans RRD. Effects of anxiety on handgun shooting behavior of police officers: a pilot study. *Anx Stress Cop*, 23, 225-233, 2010.
20. Nieuwenhuys A, Oudejans RRD. Training with anxiety: short- and long-term effects on police officers' shooting behavior under pressure. *Cogn Process*, 12, 277-288, 2011.
21. Nieuwenhuys A, Savelsbergh GJP, Oudejans RRD. Shoot or don't shoot? Why police officers are more inclined to shoot when they are anxious. *Emotion*, 12, 827-833, 2012.
22. Nieuwenhuys A, Savelsbergh GJP, Oudejans RRD. Persistence of threat-induced errors in police officers' shooting decisions. *Appl Ergonomic*, 48, 263-272, 2015.
23. 佐々木丈予, 関矢寛史. 心理的プレッシャーが1歩踏み出し運動の初期姿勢ならびに予測的姿勢制御に及ぼす影響. *体育学研究*, 59, 577-589, 2014.
24. Tanaka Y, Funase K, Sekiya H, et al. Psychological pressure facilitates corticospinal excitability: Motor preparation processes and EMG activity in a choice reaction task. *Int J Sport Exerc Psychol*, 12, 287-301, 2014.
25. Tanaka Y, Shimo T. Increased corticospinal excitability and muscular activity in a lower limb reaction task under psychological pressure. *J Funct Morphol Kinesiol*, 2, 14, 2017. doi : 10.3390/jfmk2020014
26. 横倉三郎, 不破弘樹, 梶原洋子, ほか. フライングスタートのルール改正によるスタート反応時間の影響. *明星大学研究紀要【情報学部】*, 21, 11-16, 2013.

【シンポジウム】

第8回 武庫川女子大学 健康運動科学研究所シンポジウム プログラム
脱水と^{いっすい}溢水

14:00～ 開会挨拶

田中 繁宏 (武庫川女子大学 健康運動科学研究所 所長)

司会: 山添 光芳 (武庫川女子大学 健康・スポーツ科学部 教授)

14:05～ 運動時の水分補給

演者: 濱田 広一郎 (大塚製薬株式会社 佐賀栄養製品研究所 所長)

座長: 田中 繁宏 (武庫川女子大学 健康運動科学研究所 所長)

14:40～ アスリートの脱水とコンディションについて

演者: 田中 繁宏 (武庫川女子大学 健康運動科学研究所 所長)

座長: 松浦 寿喜 (武庫川女子大学 生活環境学部 食物栄養学科
食品衛生学研究室 教授)

15:15～15:25 《休憩時間》

15:25～ アスリートにとって水分とは？

～水電解質代謝について「^{いっすい}溢水」の立場から～

演者: 森山 賢治 (武庫川女子大学 薬学部 臨床病態解析学研究室 教授)

座長: 濱田 広一郎 (大塚製薬株式会社 佐賀栄養製品研究所 所長)

16:00～ プロテイン, いつ, 何を飲むかに関する基礎的研究

演者: 松浦 寿喜 (武庫川女子大学 食物栄養学科 食品衛生学研究室 教授)

座長: 森山 賢治 (武庫川女子大学 薬学部 臨床病態解析学研究室 教授)

16:35～ 総合討論

16:55～ 閉会挨拶

森山 賢治 (武庫川女子大学 薬学部 臨床病態解析学研究室 教授)

アスリートの脱水とコンディションについて

武庫川女子大学 健康運動科学研究所
田中 繁宏

脱水に関して、ヒトにおいて脱水では血管内水分量の低下が起こり、重症となると、血圧の低下や抹消循環不全がみられる。体内循環の血液成分が減少し、低容量性ショックと呼ばれる。このとき、生命に危険を及ぼす敗血症性ショックの合併に注意する。体液が体内に過剰に存在する場合を溢水と呼ぶ。病的な溢水、脱水は等張性、高張性、低張性の3つに分類される。これらは基本的に医療現場で手術時や外傷患者さんを診療するときに重要であるが、運動、スポーツの現場でも時に重症となる場合があるので、これらに関する理解と認識は大切である（臨床研修プラクティスVol.5（4）2008 20-25, 2, Nutrition Care Vol 7（8）2014 16-19）。

これまでの水分補給に関する報告では、学生選手（男子、22名）の長距離ロード競技会（210975km）での脱水の実態調査（関西臨床スポーツ医・科学研究会誌. 47-9.2017）で、レースタイムは平均1時間11分19秒、給水回数は平均1.4回と報告された。レース前体重は平均56.9kgでレース後は54.8kgで平均2.1kgの体重減少を認め、脱水率は平均3.7%で、一般に脱水率が2%を越えるとパフォーマンスが低下するとされ、給水回数が少なかった可能性があることが報告されている。さらに、マラソン大会（24回の大会数、総参加者200822人）をまとめた調査（マラソン大会におけるランナーの傷病傾向に関する分析. 体育研究所プロジェクト研究VOL.34.12.83-88, 2015）では、脱水・熱中症様症状は17.8%、救急搬送13件（3.5%）でその内心肺停止2例（男性のみ）と報告されている。これまでの報告でも心肺停止は圧倒的に男性が多い（国土舘大学体育研究所報. 2013；31：121-124.）。これらの報告から注意すべきは給水を怠らず、特に男性では無理をしない事が薦められる。

さらに大学柔道選手14名（男性8名、女性6名）の研究では体重減少群7名、体重減少の認められなかった群7名に分類し脱水状態や唾液分泌型免疫グ

ロブリンA（SIgA）を比較した研究では、短期間での2%の体重減少群では唾液SIgAの低下が認められコンディションの低下をおこす可能性が示唆されている。

第8回健康運動科学研究所シンポジウム「脱水と溢水」

アスリートの脱水とコンディションについて

武庫川女子大学 健康運動科学研究所
所長 田中 繁宏

熱中症の最近の情報（西伊豆健育会病院病院長 仲田 和正先生の調査）

熱中症は基本的にびっくりする様な変更はない。

仲田先生は *N Engl J Med* を検索され、2002年に掲載された熱射病（heat stroke）の総説（Medical Progress）（*N Engl J Med* 2002; 346: 1978-1988）を見つけた。

熱射病は、熱中症の4つの病態（熱失神、熱痙攣、熱疲労、熱射病）のうち最重症の病態は、「古い総説なので2018 Up to Dateも読んで比べられたが内容はほとんど変わらなかったとのこと（過去16年、熱中症にあまり大きな進歩はなかった）。

N Engl J Med 総説と2018 Up to Dateを併せてまとめられた。

大学柔道選手を対象とした 合宿期間中における体重減少と免疫機能の変動

アスリートはパフォーマンスの向上のために高強度トレーニングを行う。しかし、高強度トレーニングの繰り返しは疲労を蓄積させ、パフォーマンスの低下が懸念されている1）。疲労は、集中力や筋力の低下2～4）、さらには免疫機能の低下5）させると考えられており、これらがコンディションを低下させる可能性がある。

唾液分泌型免疫グロブリンA（Secretory Immunoglobulin A: SIgA）は、病原体の侵入を防ぐ初期防衛に関わっている抗ウイルス・抗菌タンパクである。高強度運動6）や高強度運動の繰り返し7）によってSIgAが低下することが報告されている。

今回、唾液SIgAを用いて合宿期間中に体重減少がみられた選手のコンディションを検討された。

熱中症の最近の情報（西伊豆健育会病院病院長 仲田 和正先生の調査）

熱射病は、熱中症の4つの病態（熱失神、熱痙攣、熱疲労、熱射病）のうち最重症の病態（*N Engl J Med* 総説、2018 Up to Date「熱射病[heat stroke]」）

1. 熱失神は皮膚血管拡張による失神、熱痙攣は塩分なしの水分補給による筋痙攣
2. ヒトが耐えうる最高体温は41.6～42℃で45分～8時間。49～50℃5分で死亡
3. 湿度75%以上で発汗蒸発不能。発汗で最大600Kcal/時放熱。抗コリン薬に注意
4. 心拍出量が増えないと熱射病起こす。β遮断薬、利尿薬など内服薬に注意
5. 血流の皮膚・筋へのシフトで腸管虚血→腸管透過性が亢進→エンドトキシンが中へ入る
6. 最大酸素摂取量の80%を超えると腸管透過性が亢進する
7. 熱ショック蛋白はシャペロン機能（蛋白折り畳み）で細胞を防御する
8. 熱射病のDICは敗血症と同じ線溶抑制型DIC。CBC, PT, APTTチェック
9. 熱射病診断は深部体温>40℃、中枢神経障害の2つ。無尿の死亡リスクHR 5.24

合宿中のレーニング内容と時間

対象者（左）
トレーニング時間（右）

表1 対象者の身体プロフィール			
	コントロール群 (7)	体重減少群 (7)	
身長 (cm)	170.2±5.3	169.4±4.4	n.s.
年齢 (歳)	20.1±0.5	20.9±0.3	n.s.
体重 (kg)	82.0±11.7	85.5±10.1	n.s.
BMI (kg/m ²)	28.0±2.9	29.3±2.7	n.s.
体脂肪率 (%)	24.1±2.7	27.1±3.2	n.s.
筋肉量 (kg)	58.0±6.8	57.6±5.1	n.s.
体水分率 (%)	55.4±1.4	53.2±2.0	n.s.

平均値±標準誤差

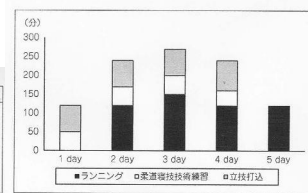


図1 合宿期間中のトレーニング内容と時間

日本臨床スポーツ医学会誌：Vol. 26 No. 1, 2018.

熱中症の最近の情報（西伊豆健育会病院病院長 仲田 和正先生の調査）

10. 古典的熱射病は呼吸性アルカローシス、運動性熱射病は呼吸性アルカローシス＋乳酸アシドーシス
11. 検査：胸Xp, ECG, CBC, 電解質、BUN, Cr, CK, GOT, GPT, PT, PTT, 尿中ミオグロビン、検尿、頭CT
12. DICでは血小板、Plt, フィブリノゲン、PT, APTT, SF, TAT, PIC, AT, TMなど検査
13. 冷却しても意識悪ければ髄膜炎、脳出血、視床下部卒中考えCT, 髄液検査
14. 40℃以上の発熱は熱射病、悪性症候群、悪性過高熱考えよ
15. 冷却は40℃の湯を体表にスプレーし扇風機、首・脇・鼠径にシャーベット状氷を
16. 冷却は38～39℃で中止！ノルアド・NSAID使用不可！低血圧には生食を！（生食の点滴を行う）
17. 震えにはベンゾジアゼピン、悪性症候群でなければクロルプロマジン
18. 横紋筋融解：CK>5,000は生食1～2L/時間、尿200～300mL/時間に。メイロン使用、尿Ph>6.5に

合宿中のレーニング内容と時間

対象者（○）
トレーニング時間（●）

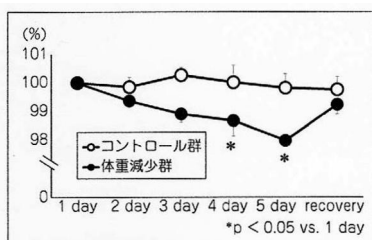


図2 合宿期間中における体重 (kg) の減少率

熱中症の最近の情報（西伊豆健育会病院病院長 仲田 和正先生の調査）

1-18の著者この総説の著者は熱中症の本場、サウジアラビアと米・テキサス州ダラスの医師ですから実に説得力があります。

サウジアラビアで熱疲労（heat exhaustion、4病態のうち3番目）の発症率は450～1,800人/10万人、熱射病（最重症）の発症率は22～250人/10万人で死亡率50%です。

米国で熱射病の発症率は17.6～26.5人/10万人だそうです。

1. 熱失神は皮膚血管拡張による失神、
熱痙攣は塩分なしで水分補給による筋痙攣

【熱中症の分類】

- ・熱失神(heat syncope)：血管拡張で脳血流減少して立ちくらみ、失神。体温正常
- ・熱痙攣(heat cramp)：四肢、腹部の筋痙攣、こむら返り。水分補給のみして塩分を補給しないときに起こる。熱は38℃以下
- ・熱疲労(heat exhaustion)：汗で塩分、水分大量に失い細胞外液減少。悪心、嘔吐、頭痛、めまい、低血圧。直腸温38～39℃。生食輸液。尿中ミオグロビンチェック
- ・熱射病：日射病(heat stroke)：発熱40℃以上、中枢神経症状(せん妄、痙攣、昏睡)あり

① 古典的熱射病(Classical heat stroke)：高温環境で起こるもの

② 運動性熱射病(Exertional heat stroke)：運動によるもの

2. ヒトが耐えうる最高体温は41.6～42℃で
45分～8時間。49～50℃は5分で死亡

以前、近くの観光ホテルのサウナで倒れていた方が救急で搬入されました。昏睡、直腸温42℃で即座にクーリングしましたが亡くなりました。

この総説によるとヒトが耐えうる最高体温 (critical thermal maximum) は41.6～42℃の間で、45分～8時間だそうです。

42℃以上でミトコンドリア内での酸化的リン酸化(ATP産生)が困難になり酵素も活動を停止します。49～50℃で全細胞構造は破壊され5分で死亡します。それより低い温度での細胞死はアポトーシスによるのだそうです。

3. 湿度75%以上で発汗蒸発は不能。
発汗で最大600kcal/時 放熱。抗コリン薬注意

体温1℃程度の上昇を末梢や視床下部の熱センサーが感知し、視床下部前方の体温調整中枢 (preoptic nucleus) から自律神経を介して、全身の発汗、皮膚血管拡張が起こり熱くなった血液を内臓から体表に送ります。交感神経による皮膚血管拡張により皮膚血流は8L/分まで増加し、また発汗を促します。

発汗による蒸発熱で体表は冷やされますが、1.7mLの発汗で1kcalの熱が消費されます。しかし湿度75%以上になると蒸発ができなくなります。ですから「天気予報で湿度75%以上と言ったら要注意」です。

4. 心拍出量が増えないと熱射病起こす。
β 遮断薬、利尿薬など内服薬に注意！

熱ストレスにより心拍出量は20L/分まで増加し、内臓血流は筋肉や皮膚へシフトします。つまり心拍出量が増えないと熱射病の可能性が高まるのです。

例えば塩分、水分の減少や心疾患、心機能を抑制するような薬剤を内服していると危険なわけです。つまり β 遮断薬、利尿薬などの内服です。

というわけで、熱中症では必ず内服薬をチェックする必要があります！

5. 血流の皮膚・筋へのシフトで腸管虚血
→腸管透過性亢進→エンドトキシン血中へ入る

また、血流が腸間膜から筋肉や皮膚へとシフトするため、腸管虚血が起こり反応性酸素や酸化窒素が増加して粘膜損傷を起こし、腸管透過性が亢進します。

熱射病での炎症反応の原因は胃腸による可能性があるというのです。ラットでは、中心体温45℃でI¹²⁵endotoxinの腸管透過性が高まり、またサルでも深部体温40℃でendotoxinが腸管から全身循環に入ります。

つまり、熱射病で体がおかしくなるのは血流の皮膚、筋へのシフトで腸管虚血が起こり腸管透過性が亢進してendotoxinが血中へ入るから、という意外な展開でした。

6. 最大酸素摂取量の80%を超えると腸管透過性亢進する

エンドトキシンにより血行動態は不安定となり死に至ります。抗エンドトキシン抗体を熱ストレス前に投与するとアウトカムは改善します。ヒトでも激しい運動後にエンドトキシン、炎症性サイトカイン、急性相蛋白質が血中に増加します。

最大酸素摂取量 (maximum oxygen consumption：1分間に体重1kg当たり何mLの酸素を取り込めるか) の80%を超えると腸管透過性が亢進します。最大酸素摂取量 (VO₂max) の計測はトレッドミルや自転車エルゴメーターで負荷を上げていき、呼吸量、酸素、二酸化炭素を計測します。負荷を上げて酸素消費量がプラトーになったときに最大酸素消費量で全身持久力が分かります。VO₂maxが大きいほど持久力に優れます。

最大酸素摂取量＝心拍出量×（動脈酸素含有量－静脈酸素含有量）

ですが、下記のような簡易式があります。皆様も計算してみてください。

最大酸素摂取量 (VO₂max) = 15 ×最大心拍数/安静時心拍数

ただし最大心拍数＝220－年齢

もしくは **最大酸素摂取量＝〔12分の走行距離 (m)－505〕/45**

最大酸素摂取量は年齢別に下記の通りです。

18～39歳	男39mL/kg/分(11.0METs)、女33mL/kg/分(9.5METs)
40～59歳	男35mL/kg/分(10.0METs)、女30mL/kg/分(8.5METs)
60～69歳	男32mL/kg/分(9.0METs)、女26mL/kg/分(7.5METs)

最大酸素摂取量の80%に達すると腸管虚血が始まるのです。

マラソン選手の川内優輝氏の最大酸素摂取量は82mL/kg/分、瀬古利彦氏は84mL/kg/分だったそうです。

7. 熱ショック蛋白はシャペロン機能（蛋白折り畳み）
で細胞を防御する

熱ストレスに対しほぼ全ての細胞は遺伝子翻訳を介して熱ショック蛋白 (heat-shock protein) を産生することで、これにより熱に対する防御を行います。熱ショック蛋白はシャペロン機能（蛋白の折り畳み促進）と関連するそうです。蛋白の構造を折り畳んで熱に強くするのです。

するめを焼くとクルクルと丸くなるようなイメージでしょうか。

そういえば八代亜紀の舟歌の中で、「肴はあぶったイカでいい」という歌詞があります。昔と違ってするめって今は結構高級品ですから、小生ずっとこの歌詞に違和感を覚えていました。「あぶったイカなら上等だろう！」と思うのです。

ところでシャペロン (chaperon) ってどういう意味だろうと仏和辞典で調べたら「若い女性に付く介添え人」のことでした。だらしない若い女性 (細胞) を介添えのおばさんが手伝って、蛋白の折り畳みを行うのです。

熱防御能は熱ショック蛋白72のレベルと相関し、この産生を阻害するとわずかな熱ストレスにも耐えられないそうです。

熱射病患者では炎症性サイトカインであるTNF α 、IL-1 β 、インターフェロニン γ が上昇します。炎症性サイトカインで脳圧亢進、脳血流低下、神経損傷が起こります。またそれとは逆に抗炎症性サイトカインのIL-6、soluble TNF receptors p55、p75、IL-10も上昇します。つまり炎症性、抗炎症性両方のサイトカインが増加するのです。体温を下げてもこれを抑制できません。

炎症、抗炎症両方のサイトカインが活性化してアンバランスになり炎症または免疫抑制が起こるのです。IL-6とTNF receptorのレベルは熱射病の重症度と関連し、熱射病患者は感染を起こしやすいのです。

8. 熱射病のDICは敗血症と同じ線溶抑制型DIC。CBC, PT, PTTチェックせよ

熱射病で内皮細胞障害、微小血管血栓が著明でDICが起こります。熱射病で凝固活性が亢進しトロンビン・アンチトロンビンⅢ複合体 (TAT) 増加し、Protein C、protein S、アンチトロンビンⅢが低下します。線溶も活性化し、プラスミン- α 2プラスミンインヒビター複合体 (PIC)、D-ダイマーが上昇し、プラスミノゲンが低下します。

深部体温を正常化すると線溶は阻止されますが凝固は阻止されず敗血症に似るのだそうです。DICは凝固亢進に加えて線溶抑制・亢進・均衡で3種類に分けます。熱射病のDICは敗血症で多い線溶抑制型だということです。

【DICの3型】

- ① 線溶抑制型DIC：敗血症が代表
治療はヘパリン+アンチトロンビン (AT)、トロンボモジュリン (TM)
- ② 線溶亢進型DIC：急性前骨髄球性白血病 (APL)、前立腺がんが多い
治療はNM (フサン) またはヘパリン+トナネキサム
- ③ 線溶均衡型DIC：固形がんが代表
治療はヘパリン、TM

Up to Dateによると熱射病ではDIC否定のため、CBC、プロトロンビン時間 (PT)、活性化部分トロンボプラスチン時間 (APTT) を測定します。

DICを疑ったら、血小板数 (P1t)、フィブリン分解産物 (FDP)、フィブリノーゲン、PTを提出し、補助的に可溶性フィブリン (SF)、TAT、PIC、AT、TMの検査というところでしょうか。

9. 熱射病診断は深部体温>40℃、中枢神経障害の2つ存在。無尿の死亡リスクHR 5.24

発熱40℃以上は一般的に重症熱射です。熱射病の診断は次の2つの存在が必須です。

- ① 深部体温>40℃
- ② 中枢神経障害 (せん妄、痙攣、昏睡)

深部体温は40~41℃、ただし前もってクーリングしていれば40℃以下のこともあります。神経症状は意識障害、構音障害、興奮、失調、せん妄、痙攣、昏睡などです。痙攣は特に冷房中に起こるそうです。

外れでお年寄りに話を伺うとエアコンがなくて扇風機しかないという方が多いのには驚きます。なぜエアコンを入れないのかと聞くと、エアコンの風が寒いとか、家が古いからとか言います。以前、エアコンの冷房と暖房と間違えて熱中症で来られたお年寄りもいました。

古典的熱射病 (高温環境暴露) は若年者、高齢者やエアコンがない環境で多いのです。リスク因子は高齢、脱水、肥満、順応不十分 (lack of acclimatization)、体調不良 (poor physical condition)、エアコンがない、社会的孤立などです。

渡部昇一の『熱帯生活の手法』(講談社現代新書、1976年) は往年のベストセラーです。この中に暑害のつくり方というのがあり、エアコン設置を強く推奨しているのはつくづく時代を感じます。1970年代、エアコンはまだ贅沢品でした。

熱射病のリスク因子となる精神疾患、心臓障害、電解質異常を起こす薬物 (利尿薬、抗コリン薬) には要注意です。Up to Dateによると高熱に寄与する薬物はアルコール、アンフェタミン、コカイン、マリチレート、幻覚剤、リチウム、抗ヒスタミン薬があります。抗コリン薬は過活動性膀胱でよく使われています。

熱射病の死亡率は大変高く21~63%です。死亡リスクの高いのは特に次の項目です。

- ・無尿 (ハザード比 (HR) 5.24、95%CI 2.29~12.03)
- ・昏睡 (HR 2.95、95%CI 1.26~6.92)
- ・心不全 (HR 2.43、95%CI 1.14~5.17)

10. 古典的熱射病は呼吸性アルカローシス、運動性熱射病は呼吸性アルカローシス+乳酸アシドーシス

全ての熱射病患者は頻脈、過呼吸があり、PCO₂は20mmHg以下のことが多いそうです。肺水腫によるcrackleが聞こえることがあります。Classical heat stroke (古典的熱射病：環境によるもの) では呼吸性アルカローシスが多いのですが、運動によるexertional heat stroke (運動性熱射病) では呼吸性アルカローシスと乳酸アシドーシスの両方があるそうです。

洞性頻脈、脈圧増加の25%は低血圧です。脈圧増加は注目すべきだと思います。皮膚は紅潮 (皮膚血管拡張) し、湿潤あるいは乾燥しています。皮膚の湿潤または乾燥は、基礎疾患や熱射病の発病速度、水分投与によります。

熱射病では急性呼吸窮迫症候群 (ARDS)、DIC、急性腎不全、肝障害、低血糖、横紋筋融解、痙攣が起こります。入院時、低P血症、低K血症が多く低血糖はまれです。血液濃縮により高Ca血症、高蛋白も起こります。運動によるheat strokeの冷却後、横紋筋融解、高P、低Ca、高Kがあります。

最重症は多臓器不全で脳症、横紋筋融解、心筋損傷、肝障害、腸管虚血または腸管梗塞、脾損傷、出血性障害、DIC、血小板低下などが起こります。

11. 検査：胸部X線、ECG、CBC、電解質、BUN、Cr、CK、GOT、GPT、PT、APTT、尿中ミオグロビン、尿検尿沈査、頭部CT

検査は下記を行います。

- ・胸部X線 (肺水腫)
- ・ECG (不整脈、伝導障害、非特異的ST・T変化、熱による心筋虚血・梗塞)
- ・採血：CBC、電解質、BUN、クレアチニン (急性腎不全)、CPK (横紋筋融解)、肝トランスアミナーゼ (熱射病ではめったに正常値にならない)、ただし肝酵素異常は24~48時間たたないと出現しないこともあります。
- ・PT、APTT：肝障害、DIC
- ・血ガス：古典的熱射病では呼吸性アルカローシスが多い、運動性熱射病では呼吸性アルカローシス+乳酸アシドーシス
- ・尿中ミオグロビン (横紋筋融解)、尿が茶色だったらミオグロビン尿疑え。
- ・尿検査、沈査で蛋白、円柱、尿比重増加
- ・頭部CT (意識変容)、必要なら髄液検査

12. DICでは血小板、P1t、フィブリノーゲン、PT、APTT、SF、TAT、PIC、AT、TMなど検査

DICを疑った場合は、P1t、FDP、フィブリノーゲン、PTを提出し、補助的に下記の測定というところでしょうか。

凝固活性化と線溶活性化の両者の存在を調べるのです。

- ・SF (可溶性フィブリン：凝固活性化の指標)
- ・TAT (凝固活性化の指標)
- ・PIC (線溶活性化の指標)
- ・トロンビン (Xa因子を阻害)
- ・トロンボモジュリン (血管内皮細胞障害の指標、トロンビン阻止)

13. 冷却しても意識悪ければ髄膜炎、脳出血、視床下部卒中考えCT、髄液検査

初期では熱射病とSIRS (全身性炎症反応症候群) の区別はできません。SIRSは下記4項目の内2つを満たします。

- ① BT<36℃または>38℃
- ② 脈>90/分
- ③ PaCO₂<32
- ④ WBC>1万2,000/mm³または<4,000または10%を超える幼若球出現

熱射病なのかSIRSなのか分からなければ、とりあえずクーリングを始めてから考えよとのことです。クーリングで急速に改善すれば熱射病です。

高齢者では熱射病の回復は遅くまた β 遮断薬、Ca拮抗薬使用していると周囲環境の熱、湿度への反応が悪くなります。冷却にもかかわらず意識が悪ければ、髄膜炎、脳出血、視床下部卒中も考え、頭部CT、髄液検査を行います。

14. 40℃以上発熱は熱射病、悪性症候群、悪性過高熱を考える

40℃以上の高熱を起こすのは、熱射病、悪性症候群、悪性過高熱があります。悪性症候群（neuroleptic malignant syndrome）は第一、第二世代の向精神薬で起こり、下記のような薬剤があります。

【悪性症候群を起こす薬剤】

- ・抗精神病薬（従来のもの）
- クロルプロマジン、フルフェナジン、ハロペリドール、ロキサピン、メソリダジン、モリンドン、ベルフェナジン、ピモジド、チオチキセン、トリフロペラジン
- ・抗精神病薬（比較的新しいもの）
- アリピプラゾール、クロザピン、オランザピン、パリエリドン、クエチアピン、リスパリドン、ジブラシドン
- ・制吐薬
- ドンペリドン、ドロペリドール、メトクロプラミド、プロクロルペラジン、プロメタジン

17. 震えにはベンゾジアゼピン、悪性症候群でなければクロルプロマジン

震え、痙攣は熱射病ではよくあります。特に冷却時に起こります。クーリングで震え（shivering）があると発熱するのでベンゾジアゼピンを注射します。ミダゾラム（ドルミカム10mg/2mL）0.1～0.2mg/kgから最大4mg/kg静注は効くまでに1～5分で1～6時間有効です。

もし震えにベンゾジアゼピンが効かなくてかつ悪性症候群がなければクロルプロマジン（ウインタミン、コントミン、10、25、50mg/A）を使用します。ただしクロルプロマジンは抗コリン作用があり発汗阻害や低血圧を助長することがあります。

患者を氷水に漬ける（cold water immersion）のは効果的ですがモニターやルート確保が困難になるし高齢者では死亡率が上がります。

悪性症候群の診断基準は以下の通りです。

【Levensonらの悪性症候群診断基準】

以下の大症状の3項目を満たす、または大症状の2項目＋小症状の4項目を満たせば確定診断

大症状	小症状
1) 発熱	1) 頻脈
2) 筋強剛	2) 血圧の異常
3) 血清CKの上昇	3) 頻呼吸
	4) 意識変容
	5) 発汗過多
	6) 白血球増多

悪性過高熱は小生、麻酔科研修中に経験したことがありました。舌小帯短縮症の小児で、ハロセン麻酔を行い筋弛緩剤のサクシン（サクシニルコリン）を静注して挿管しようとしたところ突然、心室細動になりわが目を疑いました。高KIになったのです。やがて赤ワインのような色のミオグロビン尿が始め38℃以上の高熱となりました。幸い蘇生でき筋生検によりDuchenne型筋ジストロフィーと分かりました。

17. 震えにはベンゾジアゼピン、悪性症候群でなければクロルプロマジン

小RCTで、運動誘発性の熱射病で、頬、手掌、足底などスベスベした（glabrous）皮膚にアイスパックを当てるのも有効で、頸部、腋下、鼠径部に当てるより有効という報告があります。

胸腔、腹膜洗浄（peritoneal lavage）を冷水で冷やすのも有効ですが侵襲的だし妊婦や腹部手術患者では禁忌です。22℃くらいの輸液、冷却酸素、冷却毛布も有効かもしれません。冷水による胃洗浄は水中毒を起こすかもしれません。アルコールスポンジ清拭はアルコールが皮膚から吸収されて中毒を起こしますのでやっではありません。

16. 冷却は38～39℃で中止！ノルアド・NSAID使用不可！低血圧は生食を！

深部体温<39.4℃を目指し、38～39℃になったらクーリングを中止します。医原性低体温を起こすからです。

Body Cooling Unitという特殊なベッドがあるそうで、15℃の水をスプレーで散布し45℃温風を全身に送り皮膚温を32～33℃にするのだそうです。

熱射病にNSAIDなどの解熱薬使用のスタディはありません。アセトアミノフェンやアスピリンは熱射病に使ってはなりません。熱射病は視床下部病変ではないしこれら薬剤で肝障害、DICを起こしかねないのでやめておけとのこと。

Salicylateは酸化的リン酸化のuncouplingにより高熱を起こすことがあります。筋弛緩剤のダントロレンは無効です。

α-adrenergic agonists（ノルアドレナリンなど）は血管収縮して熱放散を妨げますので使用してはなりません。

低血圧に対しては生食をボラスで250～500mL投与して対処します。

18. 横紋筋融解はCK>5,000は生食1～2L/時間、尿200～300mL/時間に。メイロン使用

横紋筋融解ではミオグロビンが尿に出て赤ワイン色の尿になります。横紋筋融解では腎不全を起こしますので腎血流確保と利尿、尿アルカリ化を図りミオグロビンによる腎障害（heme-induced acute kidney injury）を防止します。

Up to Dateによるとその方略は以下の通りです。

- ① CPK>5,000の全患者は十分な生食投与を行え
- ② まず1～2L/時間で開始し、尿量200～300mL/時に
- ③ 尿は8.4%メイロン150mLを5%G1Lに混ぜて200mL/時、尿pH>6.5に

運動時の水分補給

大塚製薬株式会社 佐賀栄養製品研究所
濱田広一郎

暑熱下でのスポーツ活動においては、熱中症事故が懸念されます。これまでに様々な団体や機関が、熱中症に対する啓発活動や予防対策を実施してきました。これらの活動によって、熱中症の認知度は向上し、スポーツ活動中の死亡を含む重篤な事故は減少傾向にあるようです。それでも救急搬送された件数は減少しておらず、今夏のように異常な高温になると搬送者は増加しています。

熱中症とは、暑熱環境で生じる障害の総称です。体温調節機能がうまく働かなくなって過剰に体温が上昇することで発症します。われわれのからだは、暑熱環境に対応するため異常な体温上昇を効率的に調整する機構を備えています。暑い時には、自律神経を介して末梢血管が拡張し、皮膚血流量を増やして外気への熱伝導により体温上昇を防いでいます。また、発汗することで、皮膚からの汗の蒸発により気化熱が生じ熱を逃がしています。この体温調節機能がうまく働かなくなって過剰に体温が上昇することで発症する障害が熱中症です。

熱中症の病型として、熱失神（皮膚血管の拡張によって血圧が低下、脳血流が減少しておこる）、熱痙攣（大量に汗をかき水だけを補給して血液の塩分濃度が低下した時におこる）、熱疲労（脱水による症状で、脱力感、倦怠感、めまい、頭痛、吐き気などがみられる）、熱射病（体温上昇のため中枢機能に異常を来した状態で、意識障害がおこり死亡率が高い）の4病型があります。

発汗は、体温を低下させる重要な調節機能のひとつですが、一方で、汗は血液中の血漿から作られるため、発汗が進むと循環血液量が減少し、発汗と皮膚血流による熱放散ができにくくなってしまいます。このため、暑熱下での運動時など発汗量が増加する場合は、水分をきちんと補給することで、循環血液量を維持して、発汗と皮膚血流による熱放散を確保することが重要です。

ひと昔前の運動中に水を飲んではいけないという慣習は大きく様変わりし、現在ではスポーツ活動中の水分摂取の重要性はひろく認識されています。これに伴って、より効率的に水分を補給できるよう、スポーツドリンクとして多くの商品が販売されるようになってきました。これらをうまく活用するためには、飲料に配合されている成分の科学的根拠などを理解しておくといと思います。多くのスポーツドリンクには電解質と糖質が配合されており、発汗によって失われた電解質と水分を素早く効率的に補う目的でつくられています。スポーツドリンクを選ぶ際には、電解質組成や糖質組成および配合量などを総合的にみて判断すべきです。

本講演では、運動時の水分補給に関して、わたしもがこれまでに行ってきたイオン飲料の研究に関連して得られた知見をもとに、飲料に配合されている成分の科学的根拠などを中心に解説したいと思います。

1) 汗で失われた電解質の補給

汗は血漿を原料とするため、血漿中に多く存在するナトリウムが含まれています。このため、汗を多くかくとその分体内のナトリウムが失われます。ナトリウムは血漿浸透圧を規定する主要な電解質です。スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブックでは、飲料に食塩として0.1~0.2%含むことが推奨されており、この食塩濃度をナトリウム濃度に換算すると100mLあたりおよそ40~80mgとなります。市販スポーツドリンクにどのくらいナトリウムが入っているかは、そのラベルにある栄養成分表示のナトリウム量で確認できます。

2) 汗で失われた水分の補給

血液中の血漿浸透圧は視床下部にある浸透圧レセプターによりコントロールされています。水だけを摂取した場合、一時的に血漿浸透圧が低下することでのどの渇きが癒え飲水行動が止まってしまい、発

汗によって失われた水分量に見合う量を補給できなくなります（自発的脱水）。加えて、水だけを摂取すると、低下した血漿浸透圧をもとに戻すために、余分な水分を尿として体外に排泄するため（水利尿）、必要な水分量を結局は補えません。われわれのこれまでの研究では、水とイオン飲料を比較すると、水だけの摂取に対して、イオン飲料摂取では自発的脱水を起こしにくく水利尿も少ないため、汗で失われた水分の補給にはより適していると考えられます。

3) 水分と電解質のスムーズな補給

摂取した飲料は腸管から体内に吸収されますが、飲料中に糖質（特にブドウ糖）とナトリウムが含まれている場合、腸管にある ナトリウム・グルコース共役輸送体を介して水分の吸収が加速されます。また、果糖などブドウ糖以外の糖も、ブドウ糖と混在することで腸管での水分吸収が加速されることが示されています。つまり、総量が同じであれば配合されている糖の種類が多いほど、腸管からの水分吸収速度は速くなります。市販スポーツドリンクにどのような糖が入っているかは、そのラベルにある原材料名のところで確認できます（砂糖は、ブドウ糖と果糖に分解されて体内に吸収されるので、2種類の糖が入っているのと同じです）。また、ブドウ糖は体内に入るとインスリンの分泌を刺激します。インスリンは腎臓でのナトリウム再吸収を増やすことで、血漿浸透圧を維持する働きがあります。このように、ブドウ糖は、インスリン分泌を介して水分を体内に長く留めることにも寄与していることが示唆されています。

4) 飲料の浸透圧

スポーツドリンクの浸透圧に関連して、ハイポトニック飲料やアイソトニック飲料のような呼び方で商品の特長を訴求するケースがあります。ハイポトニックとは血漿浸透圧より低い浸透圧、アイソトニックは血漿浸透圧と同じ浸透圧になります。飲料中の主な浸透圧物質は、電解質（特にナトリウム）と糖質ですが、体内への水分吸収速度はこれらのバランスが大事であり、単に浸透圧だけで規定されるものではないので、スポーツドリンクを選ぶ際には、電解質組成や糖質組成および配合量などを総合

的にみて判断するべきです。

一方、ナトリウム濃度の低い飲料を過剰に摂取した場合、低ナトリウム血症（水中毒）が起こることも指摘されています。場合によっては、死に至るケースもありますので、長時間の運動前後で体重が増加するほど水分を摂取することは控えましょう。

5) プレクーリングとしてのアイススラリー

体温上昇は運動パフォーマンスにも影響を及ぼすため、最近では運動前に一時的に体温を下げるプレクーリングといった概念が提唱されています。その中で、身体の内側から冷却する方法としてアイススラリーというシャーベット状の氷水を摂取する方法が注目されています。アイススラリー摂取によって深部体温が低く抑えられ、その状態で運動すると、運動中の深部体温も低く推移し、運動持続時間が延長するといった報告もあります。アイススラリーはスラリーマシーンといった機器で用時調整する必要があるため、実際のスポーツ現場では、まだ広く利用されていませんが、体温上昇が熱中症につながることを考えれば、水分補給も兼ねることのできるアイススラリーのようなプレクーリングは熱中症の予防対策といった観点からも有益と考えられ、今後その応用が期待されます。

以上のように、暑熱環境下での運動時に必要な水分補給の目的は、発汗によって失われた水分と電解質を補給することで体温調節機能を正常に維持することです。このため、発汗による脱水時に必要な水分補給は、飲みやすく、素早く吸収されて体内に長く留まることが最も大切であり、そのためには、電解質と糖質がバランスよく配合された飲料を利用することがより効果的です。

アスリートにとって水分とは？ ～水電解質代謝について「^{いっすい}溢水」の立場から～

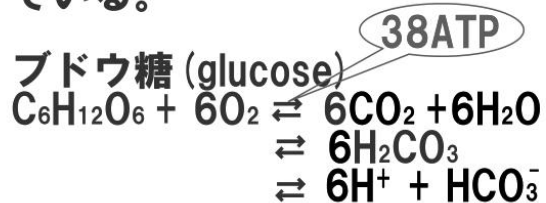
武庫川女子大学 薬学部 臨床病態解析学
森山 賢治

1992年～2011年8月までの間に開催された国内のマラソン大会で、127名のランナーにおいて心停止が発生するなど、健康障害（事故）が起きているという報告があります。また、これらのランニング中の事故は、中学生や高校生でも発生しています。すなわち、年齢が高くなるほど心停止などの事故が起きやすいということばかりでもなさそうです。若いアスリートでさえも起こる可能性があるのが心停止などの事故なのです。また、その原因は1つではなさそうです。では、マラソンやジョギングであれ、

球技であれ、スポーツ中は脱水に注意しておけば良いのでしょうか？そうすれば心臓は止まらないのでしょうか？ いえいえ、そうでもないことが分かっています。

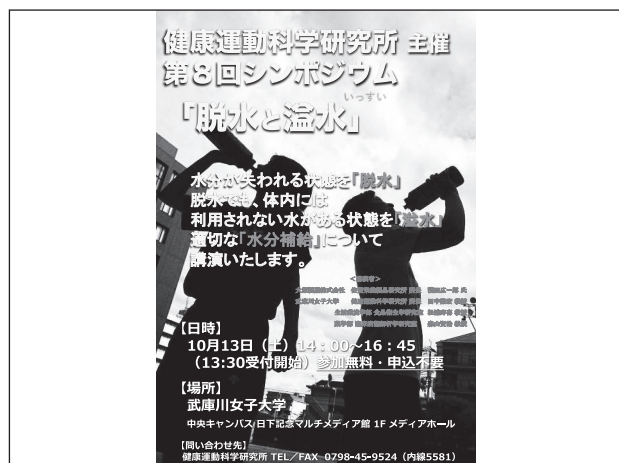
ではどうすれば良いのでしょうか？自らアスリートとしてランニングしたとしても、指導者としてコーチングしたとしても、水の動きについて、知識として知っておくべきいくつかのポイントがあります。今回は、「走りたい」・「走らせたい」ために知っておくべき事柄の2，3についてご紹介します。

【原則】
私たちは、糖質を酸素で酸化することによりカロリーを得ている。



【原則】生体にとっては…

必要なもの = Na^+
不要なもの = K^+ と H^+
酸性であるもの



自覚症状のないからこそ…

年に1度、定期健康診断を受けていれば、致死的な不整脈が防げたり、スポーツ貧血のリスクが防げたりします。これらは多くのアスリートに共通しています。

しかし…

- 『運動時の水分補給』
- 『慢性脱水症とコンディション』
- 『電解質異常』
- 『相対的栄養失調(運動量に見合った栄養摂取が出来ていない)』

を知らないと、ベストパフォーマンスは出せません。そこに、スポーツメディカルチェックの意義があります。

アスリートにとって水分とは？ ～水電解質代謝について「脱水(いっすい)」の立場から～

水の管理

薬学
森山賢治

自覚症状のないからこそ…

年に1度、定期健康診断を受けていれば、致死的な不整脈が防げたり、スポーツ貧血のリスクが防げたりします。これらは多くのアスリートに共通しています。

しかし、

- 『運動時の水分補給』
- 『慢性脱水症とコンディション』
- 『電解質異常』
- 『相対的栄養失調(運動量に見合った栄養摂取が出来ていない)』

を知らないと、ベストパフォーマンスは出せません。そこに、スポーツメディカルチェックの意義があります。

安全に そして 最高のパフォーマンスのために

自覚症状のないからこそ…

パフォーマンスの向上については、アスリートに特化した血液検査の読み方が必要です。

『運動をしても良いか』という低い次元ではなく、『ベストのパフォーマンスを発揮するにはどうすれば良いか』という高い次元で血液検査結果を読み、適切なアドバイスをを行います。

自覚症状がない

自覚症状がなくても、知らず知らずのうちにパフォーマンスが落ちている可能性はありませんか？

いっすい
溺水とは
||
水中毒

いっ すい
溢水とは

||
水中毒

それは ^{ナトリウム}
低Na血症 と言う病(やまい)

水中毒 1

細胞外液(≒血液)の水が浸透圧を作り出す物質(特に Na^+)に比して著しく増加した状態。

強度の低 Na^+ 血症の場合には、皮膚はしっとり(湿潤)、血圧は上昇、脈拍はしっかり(緊張良好)ですが…。

ところで…

ナトリウム
Na

っていう元素を知っていますか？

水中毒 2

低 Na^+ 血症の場合には…

神経や筋肉の動きに変化(異常)を認めます。筋肉の痙れん、意識はうすれ(傾眠)たり、または気を失ったり(昏睡)、全身痙攣などの症状をおこします。

最終的には、取り返しのつかない(非可逆的な)脳(中枢神経)の障害を起こすこともあります。

血液中の Na^+ (塩分)濃度の低下

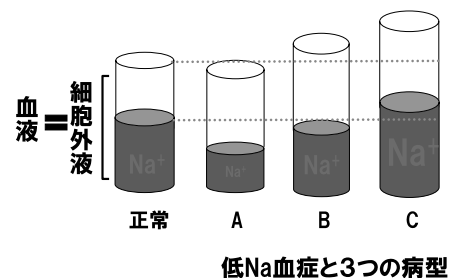
↓
水中毒=溢水

↓
自発的脱水(多すぎる水を排泄するために、水と塩分が体内から更に排泄される)。

↓
重篤な症状

水を飲む前は…

見逃されている水電解質異常
低 Na^+ 血症



血液中の Na^+ (塩分)濃度の低下

↓
水中毒=溢水

↓
自発的脱水(多すぎる水を排泄するために、水と塩分が体内から更に排泄される)。

↓
重篤な症状

アスリートの

あるある

きつつ〜い運動した後、食欲が無くなったことはありませんか？

それ以外にも…

見逃されている水・電解質異常

・ボストンマラソンのランナーに発生する低 Na^+ 血症

いっ すい
溢水とは
||
水中毒

文献から

The New England Journal of Medicine

2002年のBostonマラソン

766人中の488人から血液サンプルを採取

結果：13%の参加ランナー $\text{Na}^+ < 135$ (正常下限)
0.6%の “ ” $\text{Na}^+ < 120$ (危険！)

(中には110台まで低下する例があった)

基準値は, $135 < \text{Na}^+ < 145 \text{ mEq/L}$

見逃されている水電解質異常

- ・マラソン、ジョギング、ハイキング
- ・サプリメントの乱用(とその増加)
- ・薬剤
- ・高齢者
- ・心血管障害の増加

文献から

The New England Journal of Medicine

マラソンランナーは、
レース中の緊張感、呼吸、発汗、体温
の変化などから正常の口渴感を得るこ
とは困難。



脱水症状への警戒感から機械的な飲水
行動で“水”が過剰になることがある。

見逃されている水電解質異常

- ・マラソン、ジョギング、ハイキング
- ・サプリメントの乱用(とその増加)
- ・薬剤
- ・高齢者
- ・心血管障害の増加

文献から

The New England Journal of Medicine

低 Na^+ のリスクは：

**体重増加（競技中の体重増加）
4時間以上の競技（レース）
競技・レース中の水分補給**

…で起きやすい。

Bostonマラソンの参加ランナーから 血液サンプルを採取すると…

糖質（ご飯、ブドウ糖）が燃焼すると、どれくらいの水（代謝水）ができるでしょうか？



500gのブドウ糖（糖質）では…

$$\frac{500 \text{ (糖質)}}{180 \text{ (グルコース)}} \times 6 \times 18 \text{ (水の分子)} = 300\text{g}$$

体重60kgで0.83%の水負荷

Na低下は1%以下にしかない。

文献から
The New England Journal of Medicine

運動するとい うことは

ご飯を食べて運動するということは

血液サンプルを分析すると…

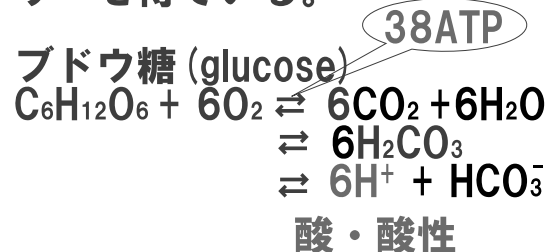
他の3つの栄養素の水（代謝水）はどうでしょうか？

100gの糖質（炭水化物）で 55gの水負荷
100gのタンパク質で 100gの水負荷
100gの脂肪（脂質）で 107gの水負荷

出典：運動生理学大辞典から（西村書店）

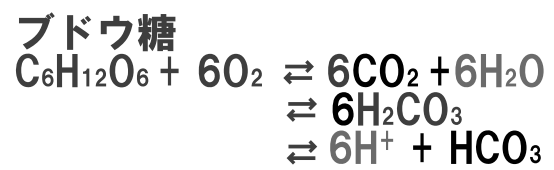
【原則】

私たちは、ご飯（糖質）を酸素で酸化することによりカロリーを得ている。



グリコーゲンはエネルギー源

【原則】私たちは、糖質を酸素で酸化することによりカロリーを得ている。



ご飯を食べて運動するということは水を生み、体を酸性にすること

汗をかくとは

Bostonマラソンの参加ランナーから

ブドウ糖は肝臓・筋肉でグリコーゲンとして貯蔵されている。



1kgのグリコーゲンは体内では2～3kgの“結合水”を伴って溶解している。



→1kgのグリコーゲンの分解で
代謝水+Na⁺(電解質)の無い“純粋な水”が体内で生み出される。
=3～2.3 kgの水が増える

文献から
The New England Journal of Medicine

汗も涙も塩っぱいのは何故…？

Na^+ を追いかけて水は動く

ポイントは、 Na^+ が動けば水が動く！

汗をかけば、尿を出せば、 Na^+ が動いている。

【原則】生体にとっては…

必要なもの= Na^+

不要なもの= K^+ と H^+
(酸性)
であるもの

見逃されている水電解質異常
水の出納簿

水は Na^+ を追いかけて動く
 Na^+ が動くところ、そこが大切！

Bostonマラソンの参加ランナーから

ブドウ糖は肝臓・筋肉でグリコーゲンとして貯蔵されている。

1kgのグリコーゲンは体内では2～3kgの“結合水”を伴って溶解している。

→1kgのグリコーゲンの分解で
代謝水+ Na^+ (電解質)の無い“純粋な水”が体内で生み出される。
=3～2.3 kgの水が増える

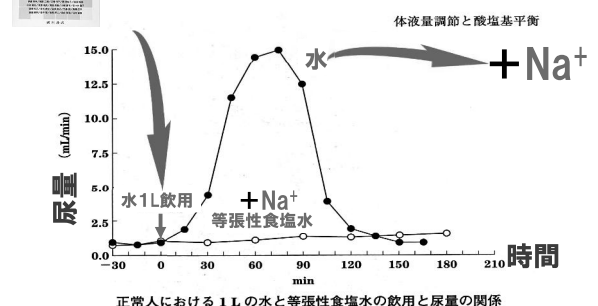
文献から
The New England Journal of Medicine

外見上はラブラブだけど…

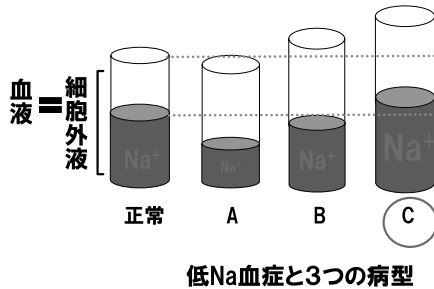
Na^+

水分

体液調節と酸塩基平衡



見逃されている水電解質異常 低Na血症



見逃されている水電解質異常

問2. 最も厳密にコントロールされている電解質は以下のうちどれか？

- ① Na (ナトリウム)
- ② K (カリウム)
- ③ Cl (塩素)
- ④ Ca (カルシウム)
- ⑤ P (リン)

尿量調節の仕組み

何が刺激となって尿量の組成や量が調節されているのか？

浸透圧性

バソプレシンと視床下部(浸透圧受容器)

容量調節

レニン-アンギオテンシン系

(レニン-アンギオテンシン-アルドステロン系)

見逃されている水電解質異常

Na⁺調節の異常

- ✓ 6時間の運動(脱水)後、水だけを摂取しても体液量は、完全に回復することはない。
- ✓ 23時間後でも損失量の約60%しか回復しない。
- ✓ 温熱脱水時には、体液量回復のためにナトリウムの補給が不可欠である。
- ✓ 温熱脱水からの回復には、ナトリウムだけではなく、飲料水に糖濃度も影響する。

ノドの渇きと水分補給

見逃されている水電解質異常

Na⁺調節の異常

Na⁺調節(Na⁺バランス)の基本的事項:

- ・ 食塩の過剰摂取などによりNa⁺量が増加したら...
→ 高Na⁺血症ではなく細胞外液量の増加。
- ・ 外に出てくる症状としては血圧上昇と浮腫(むくみ)である。
- ・ 正常ではNa⁺の過剰摂取は高Na⁺血症の原因とはなりにくい。
- ・ 高Na⁺血症はNa⁺よりもむしろ水の調節異常と理解する。

見逃されている水電解質異常

問1. 最も喪失し易い電解質は以下のうちどれですか？

- ① Na (ナトリウム)
- ② K (カリウム)
- ③ Cl (塩素)
- ④ Ca (カルシウム)
- ⑤ P (リン)

見逃されている水電解質異常

常に薬を念頭に！

血液変化	被疑薬剤
低Na血症	解熱・鎮痛剤(ロキソニン、イブ、パファリン、タイレノールなどのNSAIDs)、ニコチン、サイアザイド、
高Na血症	リチウム
低K血症	甘草(栄養ドリンク剤など)、緩下剤、ステロイド薬 サイアザイド、ループ利尿薬、インスリン
高K血症	解熱・鎮痛剤(NSAIDs)、高血圧治療薬、β遮断薬
低Ca血症	カルシトニン、ループ利尿薬
高Ca血症	ビタミンD、サイアザイド

では、どうする？

長時間運動時の水分摂取過剰と、低 Na^+ 血症のリスクを避けるポイント？

- 運動前2～3時間前に、水400mL～600mLを補給する。
- 運動30分前に、150～300mL補給する。
- 1000mLを限度に、水を運動中～運動後に、15分以上の間隔を空けて補給する。
- 食塩2～3g/1000mLに溶かして飲用する。
- 塩分制限はしない。

身体症状	細胞外液の減少	細胞外液の増加
むくみ(浮腫)はあるか？	なし	あり
皮膚の張りはあるか？	低下	ふつう
口は乾いているか？	乾燥	ふつう
血圧はどうか？	低い	高い
立ちくらみはあるか？	ある	なし
脈拍数はどうか？	多い	ふつう
	↓	↓
対策	ドリンク剤	水の制限

まとめ

- アスリートに、水・電解質異常は増加している。
- 低 Na^+ には、体液量と Na^+ バランスに注意する。
- 頭痛、吐き気、食欲不振、痙れんなどの症状には、電解質バランスの異常が隠れているかもしれない。

プロテイン、いつ、何を飲むかに関する基礎的研究

武庫川女子大学 生活環境学部 食物栄養学科 食品衛生学研究室
松浦 寿喜

私たちが生命を維持するうえで必要なエネルギー源は、主に糖質と脂質です。一方、アスリートのように膨大なエネルギーを必要とする場合には、糖質や脂質に加え、筋肉などのタンパク質を分解して生じるアミノ酸がエネルギー源として利用されます。当然、アスリートの運動能力を維持するためには、適切な水分補給を必要としますが、筋肉のタンパク質の分解を最小限に抑えるためには、適切なタンパク質あるいはアミノ酸の補給が不可欠です。このような理由から、アスリート向けのプロテイン飲料が数多く市販されていますが、はたしてどのタイミングで何を摂取すれば良いのでしょうか。

プロテイン飲料に使用されているタンパク質としては、主に動物性の「ホエイタンパク質」と植物性の「大豆タンパク質」があります。一般に、「ホエイタンパク質」は、筋タンパク質の合成促進や分解抑制に働く分岐鎖アミノ酸(BCAA)を豊富に含み、消化管からの吸収が早いことから、筋肉や体づくりをしたいアスリートに適するプロテインとされています。一方、「大豆タンパク質」は、中性脂肪を低下させる働きを有することから、減量や引き締まった体づくりに適するプロテインとされています。

ところで、このようなタンパク質の由来による特徴は、常識的なところで扱われてきましたが、それぞれのタンパク質がどのような速度で消化吸収され、どのようなアミノ酸バランスで血中に放出されるのかといった基礎的データは全く見あたりません。

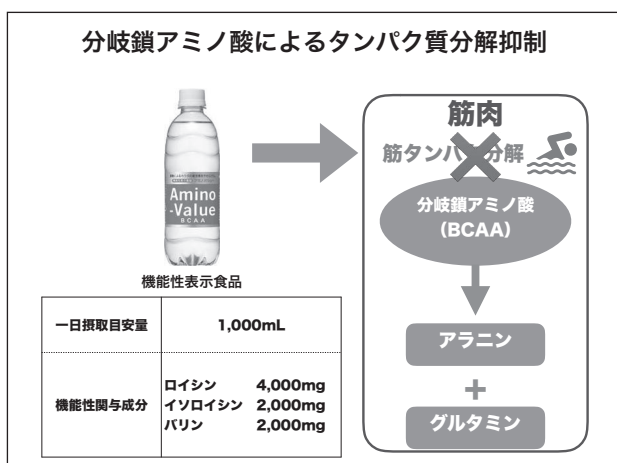
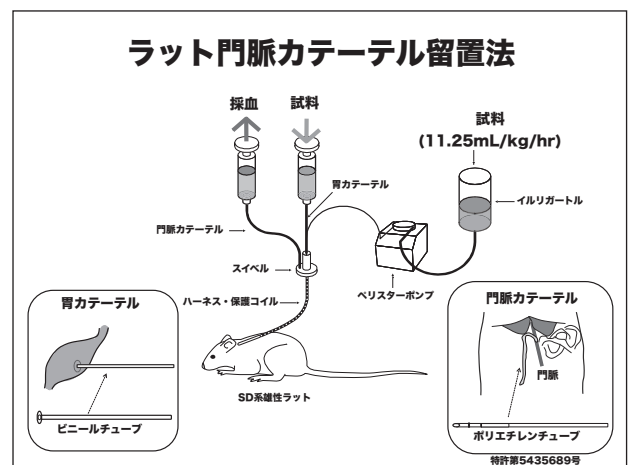
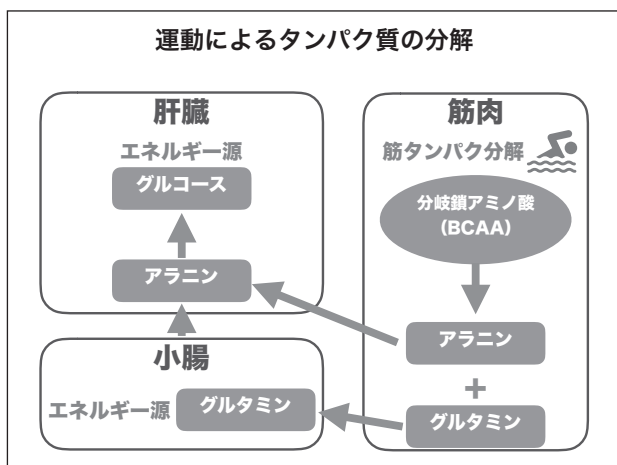
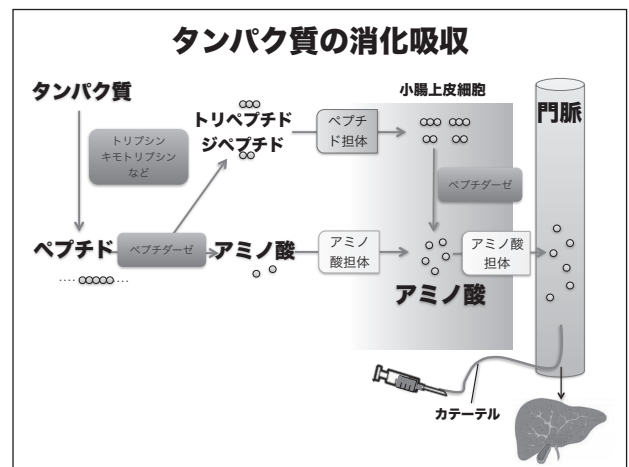
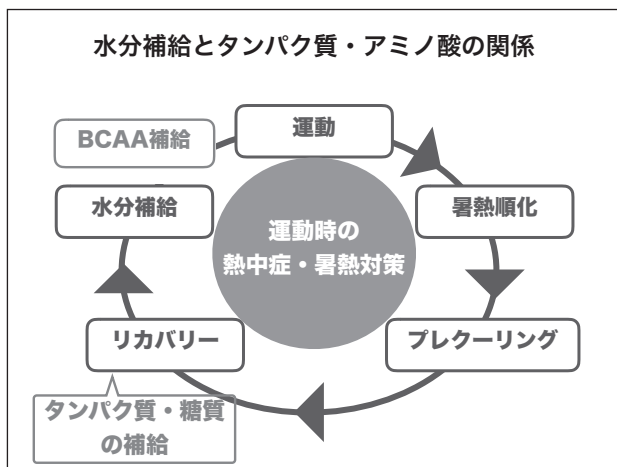
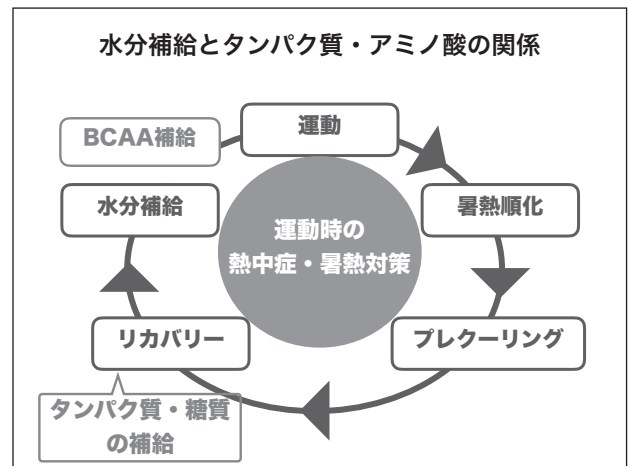
そこで、私たちの研究室では、無麻酔無拘束下で持続的に門脈血を採取できる「ラット門脈カテーテル留置法」を用いて、ホエイタンパク質と大豆タンパク質を摂取した時に体内に吸収されるアミノ酸の種類および消化吸収速度を比較することにしました。

その結果、吸収されるアミノ酸は、バリン、ロイシン、イソロイシンなどの分岐鎖アミノ酸がホエイタンパク質で多く、アスパラギン、アルギニン、グ

リシンが大豆タンパク質で多いことが明らかになりました。消化吸収速度については、各アミノ酸の最高血中濃度到達時間で比較すると、大豆たんぱく質に比べホエイタンパク質で早い傾向が認められました。

以上の結果より、運動負荷後の筋たんぱく質分解時には、筋たんぱく質の分解を抑制する働きを有する分岐鎖アミノ酸を補給することのできるホエイタンパク質が有用であると考えられます。

今後、運動種目や運動強度の違いにより必要とされるアミノ酸の種類や量を検討し、効率的にタンパク質やアミノ酸の補給ができるプロテイン飲料を開発したいと考えています。



市販されているプロテイン

	ホエイ	大豆	混合
名称	ザバスタイプ1 ストレングス	ザバスタイプ3 エンデュランス	ザバスタイプ2 スピード
タンパク質	ホエイ100%	大豆100%	ホエイ+大豆 +BCAA
総窒素量 (g/100mL)	1.125		
利用目的	 瞬発系 (野球・短距離種目)	 持久系 (長距離種目)	 パワー持久力系 (球技全般・中距離種目)

まとめ

血中遊離アミノ酸濃度のバランス

運動強度、摂取のタイミング



分岐鎖アミノ酸

配合

大豆タンパク質

ホエイタンパク質

ここまでの研究により

ホエイタンパク質

分岐鎖アミノ酸など必須アミノ酸の補給

大豆タンパク質

非必須アミノ酸の補給

吸収速度

ホエイタンパク質 $\geq$ 大豆タンパク質

健康運動科学「投稿規定」

1. 健康運動科学について

「健康運動科学（Mukogawa Journal of Health and Exercise Science；MJHES）」（以下、本誌）は、健康運動科学研究所が発刊する科学雑誌であり、健康・スポーツ科学領域、リハビリテーション科学領域をはじめ、広く健康科学に関する研究論文などを掲載し、人々のquality of life（QoL）の向上に資することを目的とする。

2. 投稿資格

本誌に投稿できるのは原則として本学教員とするが、編集委員会が必要と認めた場合には、学外からも投稿を依頼することがある。

3. 原稿執筆及び種類

本誌の原稿は別掲の執筆要領にしたがって、日本語または英語で執筆する。原稿の種類は「総説」、「原著」、「短報」、「速報」、「実践研究」などとし、いずれも未発表のものに限る。ただし、論文の内容に応じて編集委員会から種類の変更を求める場合がある。

英文論文や英文抄録を含む場合は、必ずネイティブスピーカーの校閲を受けることとする。

種類の概要

総説（Review）：特定の研究分野に関する知見を総合的・体系的にまとめた論文。

原著（Original investigation）：本誌の趣旨に沿った内容で、新たな知見（独創性）を示した研究であり、なおかつ完成度が高い論文。

短報（Research letter）：独創的かつ研究上の価値があると思われる成績が示されており、原著に準じた体裁でまとめた論文。

速報（Rapid Communication）：研究上の価値があると思われる成績が示されており、方法論上の独創性を主張するために緊急を要する論文。

実践研究（Practical investigation）：実践現場での指導法・治療法に関する知見や情報をまとめた内容であり、方法・結果考察など適切に記述されている論文。

原著論文はタイトルページ（原稿執筆要項に記載）、英文抄録、Ⅰ 緒言、Ⅱ 研究対象、方法、Ⅲ 結果、Ⅳ 考察、Ⅴ 謝辞、Ⅵ 引用文献などと記載、図、図の説明文の順序で構成する。短報、速報は原則として原著論文に準ずる。

4. 査読制度と論文の採否

本誌では査読制度を設ける。編集委員会は投稿された論文の内容に詳しい適任者（査読委員）を2～3名選定し、査読委員の意見を参考に論文の採否を決定する。なお、本誌に掲載された論文原稿は、原則として返却しない。

5. ヒトを対象とする研究及び動物実験に関する研究倫理基準

ヒトを対象とした研究では、「ヒトを対象とする医学研究の倫理的原則」（ヘルシンキ宣言，1964年，2002年追加）の基準に従う。また，動物実験の場合は「大学等における動物実験について」（文学情第141号，1987年）及び本学の「武庫川女子大学動物実験規程」における指針に従う。

6. 論文の投稿

論文の投稿に際しては，原本1部とそのコピー（3部）及び共著者全員が投稿に同意することを示した投稿承諾書（別添）を添えて下記編集委員会宛に送付する。編集委員会は投稿原稿を受け付けた後，投稿者に投稿受理通知書を発行する。また，査読の結果，論文が受理された場合は最終の原本（図，表等を含む）1部と共に電子媒体を下記編集委員会宛に送付する。

7. 掲載料

掲載料は原則無料とするが，ページの超過分については編集委員会の議を経て定める。また，写真などカラーページは別途実費を徴収する。

8. 著作権

本誌に掲載された論文の著作権は，武庫川女子大学に帰属する。ただし，著作者本人は論文を許諾なしに利用することができる。また，論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し，インターネットを通して公開されるものとする。

—原稿の提出先—

〒663-8558 西宮市池開町6-46

武庫川女子大学健康運動科学研究所 編集委員会

Tel：(0798)45-9524

平成22年6月18日

平成26年2月14日一部追加記載

健康運動科学「原稿執筆要領」

1. 原稿の様式

- 1) 原稿は和文または英文とする。原稿はワープロソフト（MS Wordを推奨）を用い、A4判横書きで上下左右に3 cmの余白をとる。和文原稿の場合には、全角文字で40字×40行のページ設定とする。英文原稿の場合には、ダブルスペースで印字する。なお、文字の大きさは、いずれも11ポイントとする。原稿の長さは本文（英文抄録あるいは和文抄録、引用文献等を含む）及び図表等（それぞれ1枚とカウント）を含めて20枚以内とする。
- 2) 和文原稿はひらがな、新かなづかいとする。
- 3) 和文の句読点は「,」と「。」にする。英文の場合は、アメリカンスタイルとする（句読点はコーテーションあるいはダブルコーテーションマークの内側に付ける）。
- 4) 字体（ボールド、イタリック、JIS外字など）の指定は、投稿原稿に赤字で指定する。
- 5) 図、表、写真（原則として電子データ）にはアラビア数字で通し番号を付け、挿入箇所は投稿原稿右余白に赤字で指定する。図、表、写真には表題を付け、原則として図と写真は下に、表は上に記載する。また、他の文献から図、表、写真を転載する際は、必ず転載許可を得なければならない。
- 6) 和文・英文原稿ともに単位は原則として国際単位（SI単位）を使用する。また、記号・符号は国際的に慣用されているものを使用する。数字はアラビア数字を使用する。
- 7) 和文・英文原稿における略語は初出時の後の括弧に示し、以下その略語を用いる。
- 8) 項目の表記は、順にⅠ, Ⅱ, Ⅲ, ..., A, B, C, ..., 1, 2, 3, ..., 1), 2), 3), ..., (1), (2), (3)..., ①, ②, ③…とする。

2. 原稿表紙

- 1) 表紙には表題、著者名、所属（住所）、連絡先を記入する。その次に英文で表題、著者名、所属、連絡先を記入する。なお、種別は表紙の左上に記入する。
- 2) Key wordsは、1)の英文連絡先の次に原稿内容が分かるような単語または句を3～5個記入する。各Key words間はコロンで区切る。
- 3) 別刷希望部数（50部単位）を記入する。ただし、50部までは無料とし、それ以上は実費負担とする。
- 4) 編集委員会との連絡として、2)のKey wordsの次に筆頭著者名、連絡先（住所、電話番号、fax番号、e-mailアドレス）を記入する。

3. 抄録

- 1) 和文の原著及び短報論文には、第2ページ目に英文抄録（300語以内）を記載する。
- 2) 英文の原著論文には1200字以内の和文抄録を記載する。

4. 引用文献

- 1) 引用文献は、引用する箇所の右肩にアラビア数字で上付番号（¹, ^{2,3}, ⁴⁻⁷）を付け、引用文献欄に引用順に記載する。本文で著者名を引用する場合は姓のみとする（田中^{*}, 田中と鈴木^{*}, 田中ほか^{*}, Tanaka^{*}, Tanaka and Suzuki^{*}, Tanaka et al.^{*}）。

- 2) 引用文献欄における著者名は全員の記載を原則とするが、多数の連名の場合は第3著者までを記載し、第4著者以降を和文では“ほか”，英文の場合は“et al.”とする。
- 3) 引用文献で学術論文の記載形式は、「著者名．表題．雑誌名，巻（号），引用頁－頁，発行年．」の順とする。
なお，雑誌名の略は当該雑誌の形式に準ずる。
- 4) 引用文献で書籍の記載形式（単著の場合）は，「著者名．書名．引用頁－頁，発行所，発行所の所在地，発行年．」とし，編著者の場合「執筆者名．該当表題“書名”（編者名），引用頁－頁，発行所，発行所の所在地，発行年．」とする。

【引用文献の記載例】

1. 田中繁宏，垂井彩未．2次健康診断での脈波伝搬速度計測導入の試み．学校保健研究，48(5)，448-452，2006.
2. 渡辺完児，中塘二三生，田中喜代次，ほか．皮脂厚法による中学生の身体組成評価．体力科学，42(2)，164-172，1993.
3. Ito T, Azuma T, Yamashita N. Changes in forward step velocity on step initiation from backward and forward leaning postures. Osaka R J Phys Educ, 48, 85-92, 2010.
4. Ramsdale SJ, Bassey EJ. Changes in bone mineral density associated with dietary-induced loss of body mass in young women. Clin Sci, 87, 343-348, 1994.
5. Oshima Y, Miyamoto T, Tanaka S, et al. Relationship between isocapnic buffering and maximal aerobic capacity in athletes. Eur J Appl Physiol, 76, 409-414, 1997.
6. 池上晴夫．運動処方．p. 145-151，朝倉書店，東京，1993.
7. 前田如矢．健康チェックの基本“健康の科学”（前田如矢，田中喜代次編），p. 1-6，金芳堂，京都，2003.
8. Mahoney C, Boreham CAG. Validity and reliability of fitness testing in primary school children. “Sport and physical activity -moving towards excellence-” (Williams T, Almond L, Sparkes A, editors), p. 429-437, E & FN Spon, London, 1992.
9. 文部科学省．学校保健統計調査．http://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/1268813.htm（2010年6月24日にアクセス）

5. 校正

初校は著者校正とし，印刷上の誤り以外の加筆・修正・削除は認めない。

平成22年6月18日

投 稿 承 諾 書

健康運動科学 編集委員長殿

論文名 _____

上記の論文を「健康運動科学」に投稿いたします。投稿は、共著者全員の承諾の上で行われること、本論文の内容は刊行物として未発表であり、また他誌に投稿中でないこと、本誌に掲載された論文の著作権は武庫川女子大学に帰属すること、さらに論文は武庫川女子大学リポジトリに搭載し、インターネットを通して公開することに同意いたします。

年 月 日

筆頭著者氏名（自署） _____

論文名 _____

所属名 _____

共著者氏名（自署） _____

共著者氏名（自署） _____

共著者氏名（自署） _____

共著者氏名（自署） _____

共著者氏名（自署） _____

共著者氏名（自署） _____

（共著者が多数の場合、同紙のコピーを使用してください）

編 集 後 記

第 9 卷第 1 号の論文で査読をお願いした先生方(敬称略)

伊 東 太 郎
中 村 哲 士
渡 邊 完 児
松 本 裕 史

Mukogawa Journal of Health and Exercise Science Vol. 9 No. 1

健康運動科学 第 9 卷第 1 号

平成31年 3 月22日 印 刷

平成31年 3 月29日 発 行

編集者 健康運動科学編集委員会

委員長 田 中 繁 宏

発行所 武庫川女子大学健康運動科学研究所

〒663-8558 西宮市池開町6-46

TEL & FAX 0798-45-9524

印刷所 大和出版印刷株式会社

〒658-0031 神戸市東灘区向洋町東2-7-2

TEL 078-857-2355 FAX 078-857-2377
