

ISSN 1342-4157

日本体育大学

体育研究所雑誌

Journal of Research Institute for Sport Science
Nippon Sport Science University

vol. 44
2019

目次

巻頭言

コロナ禍における 体育研究所の姿勢と取り組み

体育研究所長 中里浩一

1

研究プロジェクト

研究プロジェクト1 健康に関する生理・生化学的基礎研究

中里浩一・鴻崎香里奈・田村優樹・小林正利・平沼憲治

3

研究プロジェクト2 子どものからだに関する研究

野井真吾・鹿野晶子・鈴川一宏・岡本美和子・田邊弘祐

13

研究プロジェクト3 中高年の健康寿命延伸に関する研究

岡本孝信・横山順一・菊池直樹・矢部まどか

21

研究プロジェクト4 女性の健康とスポーツに関する研究

須永美歌子・岡本美和子・安達瑞保

31

研究プロジェクト5 競技力向上のための効果的なトレーニング方法 およびコンディショニングに関する研究

杉田正明・西山哲成・大石健二・岡田 隆

39

所員業績一覧

53

編集後記

コロナ禍における 体育研究所の姿勢と取り組み

体育研究所 所長 中里 浩一

2019年の活動実績を報告する本雑誌は発刊に非常に大きな後れを生じました。この責任はひとえに私体育研究所所長にあります。冒頭より恐縮ですが、心よりお詫び申し上げます。

言い訳をするのは本当に心苦しいのですが、発刊が遅延した原因のひとつは新型コロナウイルスの蔓延にあります。特に2019年度末(2020年3月)の本学における第一号感染者の発生、大学のロックアウト、2020年度前期講義の全面オンライン化など、大学人であればほぼ全ての方が経験されたことがここ日体大でも繰り広げられました。日体大ではオンラインでの教育実施に数多くの先生方が腐心され、特に多くの実技教育を担当した先生方は必死で授業展開されていました。短期間での見切り発車的なスタートを切らざるをえなかったにもかかわらず、これらの実践の中には今後の高等教育におけるオンライン教育開発に重要な視座を与えるものが数多くあります。オンライン講義を録画した動画が字幕付き動画としてオンデマンド視聴が可能になったことで、様々な学生さんにとって反復学習時に大きなメリットが生まれたことが代表的かと思われます。

大学において教育と両輪をなす研究活動も大きな影響を受けました。実験系研究者は大学のロックアウトによりデータ取得がほぼ不可能となりました。データ収集と同様かそれ以上に重要な位置付けにある研究ミーティングや日々のディスカッションについても対面から全てオンラインへ移行しました。研究者が情報交換を行う場である学会も対面での開始はほぼ全て中止となり、オンライン開催となりました。これらの変化は、特にコロナ発生直後は、大きな負の影響を与えたと思われました。ところが業が深い研究者たちはすぐにオンラインでのディスカッション、ミーティングのメリットを見出すこととなります。複数あるメリットの中でも非常に大きいのは移動の必要がなくなったことです。コロナ前でも可能ではあったものの、感染症の強制力は多くの研究者たちに海外を含む遠隔地会議システムが対面の会議とほぼ同等の効果をもたらすことを実感させました。時差はあるものの、私自身も海外で開かれる学会やセミナーにオンラインで気軽に参加できるようになりました。新型コロナウイルスの素性がだいわかってきた現在では、新型コロナウイルスの特徴を理解した上で可能な限りの感染症対策をとりながら実験を進める状況にあります。最近(2020年12月)開催された体育研究所内でのオンラインミーティングでも、各プロジェクト長から感染症発生前にかなり近い形で研究活動が進められているとのご報告を受けています。

このコロナ禍は全世界に多くの不安や混乱を今ももたらし続けています。一方で少なくとも私

が関係している教育、研究において、多くの同業者と同様、新型コロナウイルス蔓延がもたらした否応ない変革に大きなメリットを見出すこともできました。暗闇の中に見出された果実のようなこの事象は、ピンチをチャンスに変えるなどといった大げさなことではなく、状況を可能な限り正確にとらえ適切に判断し、評価するということだと思っています。恐怖感をはじめとする感情までもが揺さぶられるパンデミックの中で、状況を正確にとらえ判断することは容易にはできません。ただ、科学的に適切な手続きによって得られた「客観的事実」に対峙することの重要性は、研究に関わるものであれば誰でも否定はできないことだと思っています。日本学会会議や感染症専門家会議の存在やその役割が国民の中でも大きな議論を招いていますが、それらに含まれる批判に科学の否定につながるものはないと思います。さらに言えばこれらの批判はこの新型コロナ感染症が一定の落ち着きを迎え振り返る際に、科学の重要性の再認識へつながるうねりになると信じています。さらには、豊かさに隠れていたものの実は虚構と慢心に満ち溢れた現代社会への気づきをも与えることを期待しています。

体育研究所では2020年度における新しい取り組みとして全6回にわたる学術ウェビナーを開催しています。ウェビナーはご存知のとおりウェブとセミナーからなる造語であり、Zoomなどの遠隔地ビデオ会議システムを用いたセミナーです。現在体育研究所では健康寿命の延伸を研究テーマの軸に据えています。コロナ禍においてステイホームを与儀なくされたことで真っ先に思いつくのは身体活動量の低下による健康被害でした。そこで2020年度前期(4月～9月)において我々は自宅でできる筋力トレーニング、子どもの身体活動量低下、自宅でできる高血圧改善トレーニングなどを、体育研究所で有している科学的根拠に基づいてご紹介いたしました。2020年度後期はスポーツ活動の具体的な実施に向けて、コロナ禍におけるスポーツ活動、アスリートへの心理学的、栄養学的支援といったウェビナーを企画し、一部実施しました。全てのウェビナーにおいてわかりやすさを重視しながらも、講師の先生方には科学的根拠を必ず提示いただくようお願いいたしました。

これまででも、そして今後も体育研究所は体育スポーツにおける科学を探求しその知見を学内外に発信することが最大の使命であると認識しています。我々は日々研鑽を積んでまいります。ご理解ご支援のほどよろしく申し上げます。

研究プロジェクト1 健康に関する生理・生化学的基礎研究

遺伝子編集技術を用いたヒト遺伝子多型基礎研究の試み

CRISPR/Cas9を用いた欠失変異誘発性終止コドンを有するラットACTN3遺伝子におけるタンパク質翻訳

中里浩一・鴻崎香里奈・田村優樹・小林正利・平沼憲治

1. はじめに

CRISPR-Cas (clustered regulatory interspaced short palindromic repeats-CRISPR-associated protein; クリスピーキャス) はDNAを切断する分解酵素Casタンパク質と、Casタンパク質を結合して標的配列へと導くsingle guide RNA (sgRNA) からなる。sgRNAはCRISPR (cr) RNA、trans-activating cr (tracr) RNAおよび標的配列と相補的に結合するRNAがつながったRNAであり、これら二つ (sgRNAとCasタンパク質あるいはCasタンパク質のmRNA) を細胞内に導入することにより任意の箇所DNAに切断部位を導入することができる (図1)¹。

α アクチニン3タンパク質は骨格筋の中でも速筋を補強するタンパク質である。ヒト α アクチニン3タンパク質の遺伝子であるACTN3遺伝子にはDNA

配列のうちの一つの塩基が置き換わることによる一塩基置換 (single nucleotide polymorphism : SNP) 多型が存在することが知られている。ACTN3遺伝子における一塩基多型の中でもR/X多型と呼ばれるものがあり、この一塩基多型ではR型の場合 α アクチニン3タンパク質は産生されるが、X型の場合 α アクチニン3タンパク質が産生されないことが知られている²。我々は世田谷区および青葉区の方たちを中心とする日本人1,227名を対象とした研究から、ACTN3遺伝子がXX型である55歳以上の方は同年代の方と比較して下肢筋力が低値であることを見出した³。すなわち加齢性筋力低下に対してACTN3遺伝子多型あるいは α アクチニン3タンパク質産生の有無が何らかの影響を与えている可能性がある。この現象を分子レベルで解明するにあたって、遺伝子編集によりげっ歯類で同様の遺伝子変異を導入する

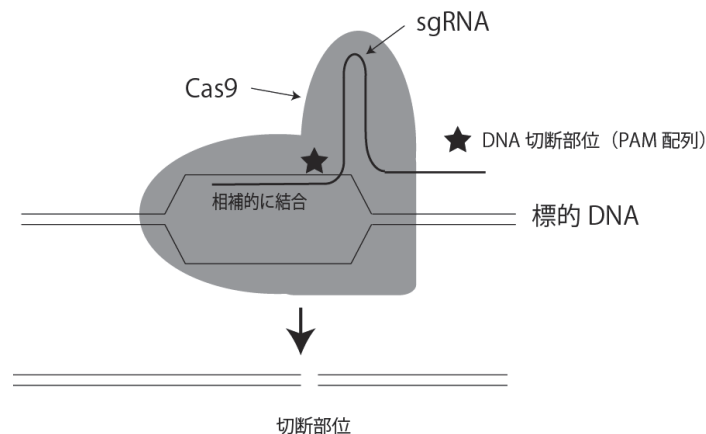


図1. CRISPR-Casの原理

ことを考えた。

ACTN3 遺伝子 R/X 多型は一塩基の欠失によるフレームシフトが終止コドンを形成することによって起きている²。CRISPR/Cas9による遺伝子編集はガイドRNAが標的とする遺伝子配列部位に欠損を生じる。そのためCRISPR/Cas9における欠損部以降には新たに終止コドン(未成熟終止コドンと呼ばれる)が生じる。その結果、ACTN3タンパク質が翻訳されないACTN3タンパク質ノックアウトの状態が生じる。この原理を用い、今回我々はラットACTN3 遺伝子中に欠失変異を導入することでヒトACTN3R/X多型の再現を試みることにした。結果的にACTN3 遺伝子中に欠失変異を導入、および未成熟終止コドンの誘発に成功した。ところが、予想に反して、偽ACTN3タンパク質の発現が観察された。以降、本報告書では偽ACTN3タンパク質発現について詳述する。

2. 方法

CRISPR/Cas9による遺伝子編集

Cas9mRNAは市販品を用いた(Sigma)。rat Actn3のexon2に対するcrRNAおよびtracrRNA合成は外部業者に委託した(ファスマック)。5週齢のメスWistar-Imamichiラットにセロトロピン(25 IU, あすか製薬, 東京)を腹腔内に投与し、その48時間後に

ゴナトロピン(あすか製薬)を腹腔内投与し、交配経験済みオスWistar-Imamichiラット(動物繁殖研究所)と交配させた。その20時間後に卵管を採取し、膨大部より受精卵を採卵した。受精卵は採取後ヒアルロニダーゼ処理した後、M2培地(Sigma)中へ移した。マイクロマニピュレーター(ナリシゲ、東京)によりCas9 mRNA(10 ng/ml)およびgRNA(10 ng/ml)あるいはsgRNA(10 ng/ml)を顕微注入し、M16培地にて1時間培養した。その後、前日に偽妊娠した8週齢メスWistar-Imamichiラットの卵管采から膨大部付近を切開し、1卵管あたりおおよそ10個の顕微注入した受精卵をキャピラリーに充填した後卵管内に移植した。sgRNAの標的配列はGUGUGCCUGCCUUGCGCAGAであった(図2)。Cas mRNAとsgRNAを顕微注入し、1卵管あたり10個ずつの受精卵を偽妊娠ラットに移植した。

得られた産仔より2世代目までの繁殖・飼育はアークリソースに委託した。本実験においては12週齢の個体を用いた。実験に供した個体は麻酔下にて脱血後、腓腹筋を摘出した。遺伝子編集動物および野生型それぞれ6匹ずつを用いた。

DNA 配列評価

遺伝子欠失部位の確認はDNA中のターゲット領域をPCRにて増幅後、サンガー法にてDNA配列を読み取った。サンガー法によるDNA配列解析はファスマックに依頼した。

ガイドRNA: GUGUGCCUGCCUUGCGCAGA

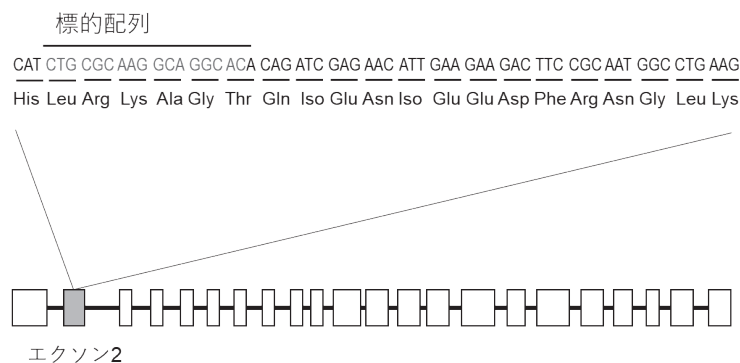


図2. ガイドRNAの設計と標的配列

表1. プライマー 一覧

	Forward	Reverse	Product length (Position)
Primer1	ATGATGGTTATGCAGCCCGA	AGTGAAGTTTTCCGCTGCT	150 bp (42-172)
Primer2	AGCACCATACCGCAATGTCA	CTCCAACAGCTCACTAGCCA	391 bp (551-922)
Primer3	TCCCATGGCTAGAGAACCGA	ACGCATTGGCTATGTCCGAA	222 bp (958-1160)
Primer4	TGCAGGATGTGTGGCTAGTG	TTCCGCTCCGGTCAAAGTG	694 bp (1672-2346)
Primer5	ACTTTGACCGGAAGCGGAAT	GAAGGCTTGAAGGTCACGA	152 bp (2347-2479)
Primer6	CGACTTGCTGTTGGATCCTG	TGGAAGCGCATCTTGCCTTT	200 bp (140-340)

RNA単離、逆転写および定量的リアルタイムPCR

全RNAはラット腓腹筋から単離した。前脛骨筋を氷上のTRIzol試薬 (Thermo Fisher Scientific) 中でホモジナイズし、次いでクロロホルムを用いて有機相と水相に分離した。得られた水相から市販のキットを用いてRNAを単離した (74106, QIAGEN, ヒルデン, ドイツ)。RNA濃度および単離純度は分光光度法によって測定した。市販のキット (00494742, Thermo Fisher Scientific) により、ランダムヘキサマープライマーを用いて、1.0 μ gの全RNAから逆転写反応によりcDNA合成を行った。遺伝子の発現は、qPCR試薬 (QPS-201, 東洋紡) およびサーマルサイクラー (CFX96, Bio-Rad) を用いて定量した。プライマーは表1に示す通りであった。プライマー特異性は、各PCR実行時のmelting curveによって確認した。検量線法を用いて定量化を行った。

ウェスタンブロッティング

プロテアーゼおよびリン酸化阻害剤 (169-26063/167-24381, 富士フイルム和光純薬株式会社) を含有するRIPA (Radioimmunoprecipitation) バッファー (188-02453, 富士フイルム和光純薬株式会社) を用

いてサンプルをホモジネートした。タンパク質濃度は、BCA法 (23225, Thermo Fisher Scientific, 米国) を用いて測定した。等量 (10 μ g) のタンパク質をSDSポリアクリルアミドゲル [10%および12% (w/v) TGXポリアクリルアミドゲル (161-0173/161-0175, Bio-Rad, 米国)] を用いて電気泳動し、その後PVDFメンブレン (IPVH00010, Merk Millipore, 米国) に転写した。転写されたタンパク質は、Ponceau S (33427.01, SERVA Electrophoresis GmbH, ドイツ) で染色することによって確認し、定量した。メンブレンをブロッキング剤 (NYPBR01, 東洋紡) で1時間ブロッキングし、Solution 1 (NKB-101, 東洋紡) に希釈した一次抗体と共に1時間インキュベートした。使用した一次抗体を表2に記載する。インキュベーション後、メンブレンを0.01% Tween 20を含有するトリス緩衝食塩水 (TBST; T9142, タカラバイオ株式会社, 日本) で洗浄した。次いで、Solution 2 (NKB-101, 東洋紡) で希釈した二次抗体 (7074/7076, Cell Signaling Technology, 米国) と共にメンブレンを室温で1時間インキュベートしTBSTで再度洗浄した。化学発光試薬 (SuperSignal West Pico 化学発光基質; Thermo Fisher Scientific) にて発光後、ChemiDoc XRS (170-8071, Bio-Rad) にてタンパク質を検出し

表2. 使用した抗体

	Cat number	Dilution (WB)	Supplier
Antibody1	ab68204	1 : 1,000	Abcam
Antibody2	GTX103216	1 : 20,000	Gene Tex
Antibody3	PA5-102972	1 : 1,000	Thermo Fisher

Quantity One (170-9600, バージョン 4.5.2, Windows; Bio-Rad) を用いて定量した。Ponceau S のシグナル強度をローディングコントロールとして使用した。

免疫沈降

プロテアーゼ阻害剤 (169-26063, 富士フィルム和光純薬株式会社) を含み SDS を含まない RIPA バッファーを用いてサンプルをホモジネートした。得られた抽出物は Surebeads protein A および Antibody2 を用い、Surebeads のインストラクションに従って免疫沈降した。得られた標本はウエスタンブロットティングによって評価した。

3. 結果

CRISPR/Cas9 による遺伝子編集によって ACTN3 遺伝子における遺伝子欠失と終止コドン導入に成功した

最初に遺伝子編集による配列の欠失についてサンガー法にて確認した。図1に示したガイドRNAを用いて遺伝子編集を行った結果を図2に示す。CRISPR/Cas9による遺伝子編集によって7塩基対の欠失に成功し、その47塩基対下流に終止コドンを導入することに成功した(図3)。

ACTN3 遺伝子内終止コドンは ACTN3 mRNA およびタンパク質発現を妨げなかった

遺伝子編集によりラット ACTN3 遺伝子内に終止コドンを導入することに成功した。通常遺伝子変異によって遺伝子途中に終止コドンが挿入された場合、nonsense – mediated RNA decay (NMD) によって mRNA は分解される⁴。そこで遺伝子編集したラット骨格筋における ACTN3 mRNA 発現およびタンパク質発現の検討を行った。

ACTN3 mRNA の複数の領域をカバーするプライマーをデザインし、それぞれの領域における mRNA 存在量を野生型と比較した。その結果、遺伝子編集ラットの骨格筋においても ACTN3 mRNA が発現していることが確認された。その発現量は野生型と比較して 1~3% 程度であった(図4)。

ACTN3 mRNA の複数個所をカバーするプライマー全てで ACTN3 mRNA 発現が確認されたため、次に ACTN3 タンパク質発現を検討することとした。異なる3種類の抗体 (Antibody1-3) を入手し、ウエスタンブロットティングにより骨格筋内における ACTN3 タンパク質の存在および定量を試みた。なお、Antibody1 は ACTN3 タンパク質の N 末端、Antibody2 は ACTN3 タンパク質の中央、Antibody3 は ACTN3 タンパク質の C 末端をそれぞれ認識する抗体である。

結果的にすべての抗体で ACTN3 タンパク質の分

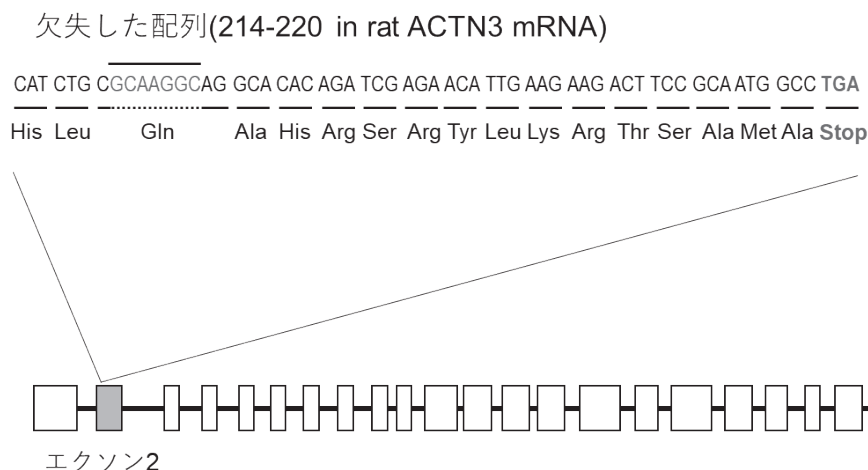


図3. ACTN3 遺伝子内の欠失部位と終止コドン
終止コドンは図中 Stop で示されている。

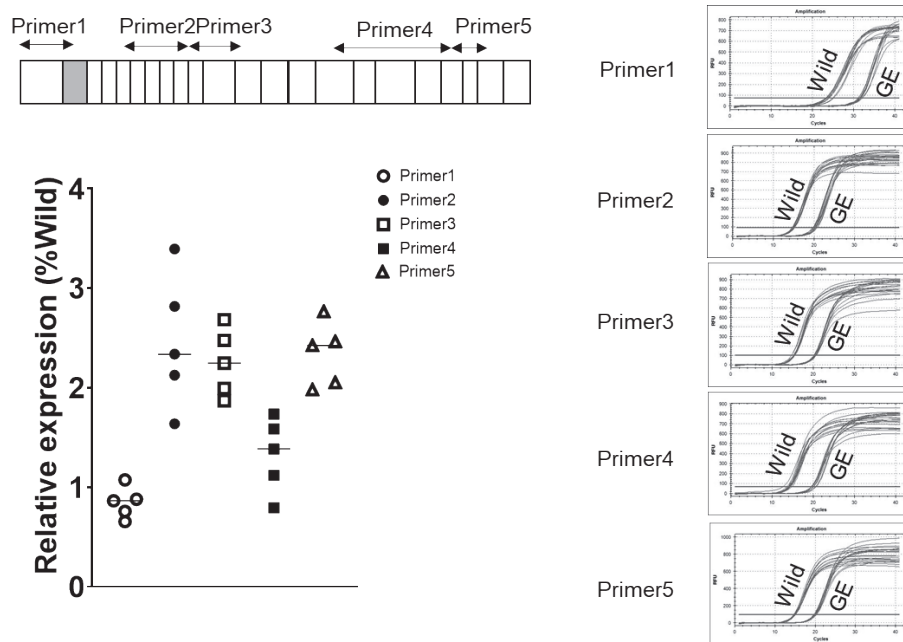


図4. 遺伝子編集ラット骨格筋におけるACTN3mRNAの発現
プライマーを5種類 (Primer1～5) デザインし、それぞれの発現を検討した。

子量付近 (100kDa) にシグナルが検出された。ただしそのシグナルから推定される分子量は、特に Antibody2 と 3 において野生型と比較してやや小さい傾向が観察された (図4)。これらのシグナルから遺伝子編集ラット骨格筋における ACTN3 タンパク質の相対的な発現量を評価したところ、野生型と比較して 10～20% であった。以上の結果は遺伝子編集したラット骨格筋において終止コドンを導入したにもかかわらず ACTN3 遺伝子のほぼ全領域がタンパク質として翻訳されている可能性を強く示唆している。

遺伝子編集ラットの骨格筋で発現している ACTN3 タンパク質の一部は N 末端を欠失している

抗体によるタンパク質発現解析の結果、ACTN3 タンパク質の全領域が発現している可能性が示唆された。次に我々は今回3つの抗体で認識された抗原が一つのタンパク質分子上に存在するかを検証するために、中央領域を認識する Antibody2 を用いて免疫沈降を行うことにした。なお、Antibody1、3 はサプライヤーからの情報から免疫沈降に不適とされており免疫沈降に使用しなかった。なお、免疫沈

降によって得られたタンパク質が Antibody1 および Antibody2 によって認識されれば、遺伝子編集したにも関わらずほぼ全長の ACTN3 タンパク質が骨格筋において発現されていることになる。

結果的に Antibody2 によって免疫沈降したタンパク質は Antibody3 によって認識されたものの、Antibody1 では認識されなかった (図5)。すなわち、遺伝子編集したラット骨格筋内で発現している ACTN3 タンパク質の一部は N 末端を欠失しているものの、それ以降の部分は保持した偽 ACTN3 タンパク質であることが推察された。

遺伝子編集したラット骨格筋内には複数の偽 ACTN3 mRNA が発現している

これまでの検討からラット骨格筋内に発現している ACTN3 タンパク質の一部は N 末端を欠失している可能性が示唆された。ところが ACTN3 タンパク質 N 末端を認識する抗体によって遺伝子編集ラット骨格筋内に同抗体に反応する抗原が存在することを確認している (図6)。すなわち、N 末端を保持した偽 ACTN3 タンパク質の存在も強く示唆される。もし N 末端を保持した偽 ACTN3 タンパク質が翻訳

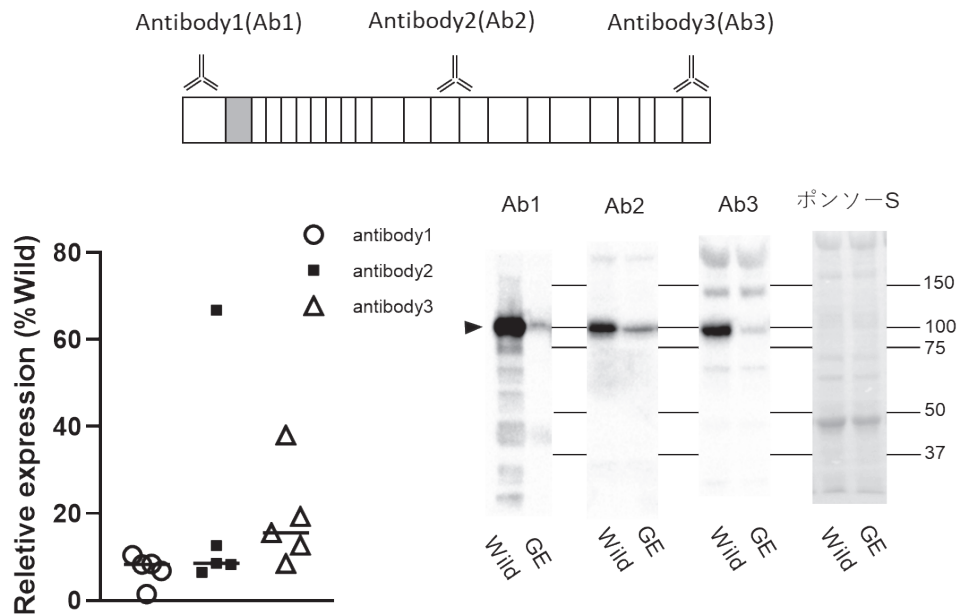


図5. 遺伝子編集ラット骨格筋におけるACTN3タンパク質の発現
ACTN3タンパク質の異なる領域を認識する抗体を3種類 (Antibody1～3) 入手し、それぞれの発現を検討した。

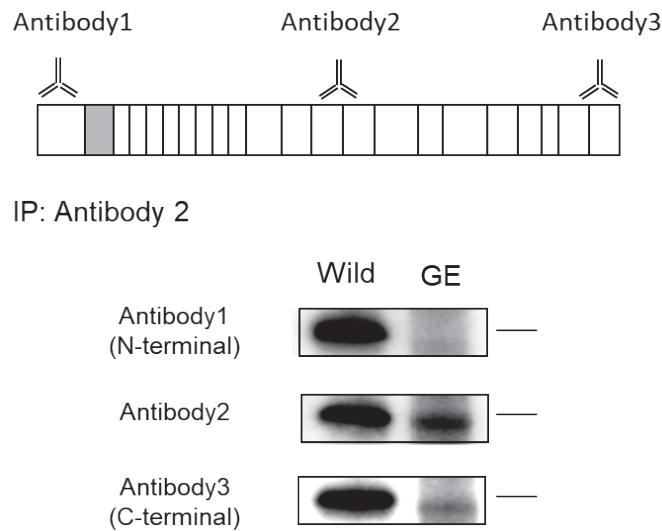


図6. Antibody2免疫沈降で得られた分子の他の抗体との反応性
野生型 (Wild) および遺伝子編集 (GE) ラットの骨格筋抽出物より Antibody2によって免疫沈降 (IP: immunoprecipitation) した分子を全ての抗体を用いたウエスタンブロットングにて評価した。線は 100kDaを示す。

されているのであれば、変異を導入したエクソン2付近で終止コドンスキップするような、野生型とは異なる mRNA が転写・発現している可能性がある。そこで我々はエクソン2をはさむようなプライ

マーを設計し (Primer6)、PCRにて増幅を試みた。その結果、野生型では予想される 200bp の増幅産物が検出された。一方遺伝子編集ラットの骨格筋では期待される分子量のPCR産物以外に複数のPCR産

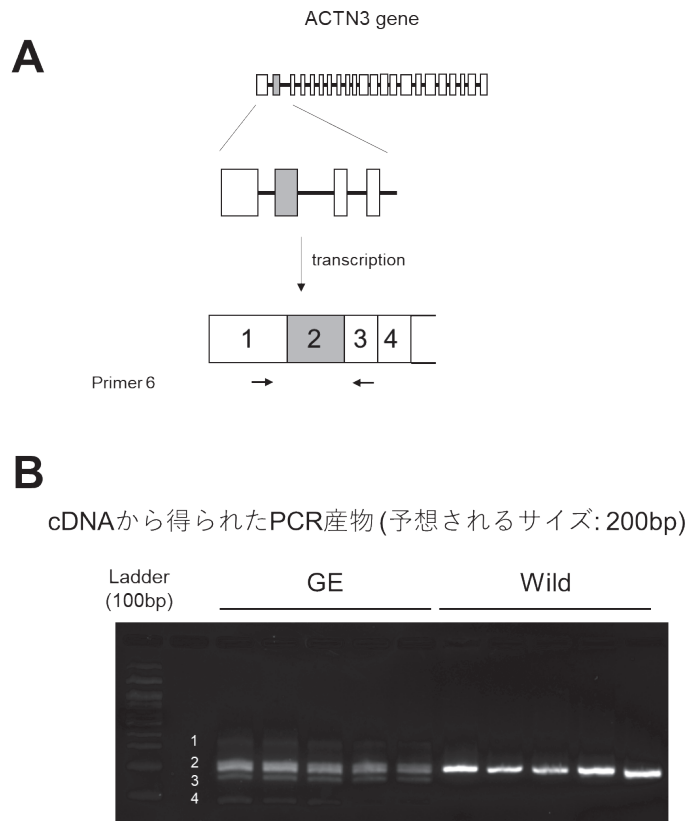


図7. エクソン2領域をターゲットとしたPCR産物

A: primer6のデザイン、エクソン2をはさむようにプライマーをデザインした。
 B: primer6によるPCR増幅産物。Wildにおいては予想されるPCR産物のみが増幅しているにもかかわらず、遺伝子編集群 (GE) では複数のPCR産物 (1-4) が検出された。

物が得られた (図7)。しかもこのPCR産物は異なる複数の遺伝子編集個体由来の標本において確認され、個体間の再現性の高さが確認された。これらの結果は、遺伝子編集ラットにおいて複数種類の偽ACTN3mRNAが異なる個体間でも再現性高く転写されていることを示している。

4. 考察

今回CRISPR/Cas9による遺伝子編集法を用いてラットACTN3遺伝子エクソン2に7塩基対の欠失変異を誘発することで終止コドンの形成に成功した。ただしこの遺伝子編集によって得られた個体からはACTN3mRNAおよびタンパク質の発現が確認された。免疫沈降の結果から、遺伝子編集したラッ

ト骨格筋から得られたACTN3タンパク質はN末端を欠失した偽タンパク質である可能性が示唆された。さらに遺伝子編集した骨格筋においてエクソン2付近で複数の異なるmRNA発現が確認された。ここでは発現が予想される偽ACTN3タンパク質の発現メカニズムおよびその構造に関して考察を加えることとする。

遺伝子編集した骨格筋内におけるN末端を欠失したACTN3タンパク質発現の可能性

ACTN3タンパク質の中央部を認識する抗体によって免疫沈降した結果、中央部およびC末端を認識する抗体では反応するものの、N末端を認識する抗体 (Antibody1) では認識しない分子の存在が確認された。この分子はN末端を欠失した偽ACTN3タンパク質である可能性が高い。ではN末端を欠失

したACTN3タンパク質がどのように翻訳されたのか。可能性の一つを図8Aに示した。

遺伝子編集によって生じた未成熟コドンによって、nonsense mediated mRNA decay (NMD) すなわち不完全なストップコドン誘発性mRNA分解によって転写されたmRNAは分解されるはずであった。ところが今回の検討によりNMDを受けなかったmRNAが遺伝子編集された骨格筋に1-5%存在していることを確認した。このmRNAは遺伝子変異によって新たに形成されたストップコドンを有するため、完全長のACTN3タンパクは翻訳されないはずである。ところが、遺伝子編集によって生じた未成熟終止コドン(PTC)の下流に翻訳開始点が新たに形成され(ATI: alternative translation initiation)、結果的にN末端を欠失した偽ACTN3タンパク質が形成されたと予想される。

遺伝子編集した骨格筋内におけるN末端のみ野生型を保持した偽ACTN3タンパク質発現の可能性

N末端を欠失した偽ACTN3タンパク質が遺伝子編集した骨格筋内に発現していることを上述した。しかし、遺伝子編集した骨格筋の抽出物中には約100kDaでN末端を認識する抗体に反応する抗原が存在することを確認している(図5)。すなわち、N末端を欠失した偽ACTN3以外に、遺伝子編集した骨格筋の中には野生型N末端を保持した偽ACTN3タンパク質が存在することが強く示唆される。N末端を保持した偽ACTN3タンパク質発現メカニズムの仮説を図8Bに示した。

遺伝子編集によって終止コドンが生じたにも関わらずNMDを回避してACTN3mRNAが転写されることは上に述べたとおりである。エクソン2をはさむプライマーによってmRNA産物を解析すること

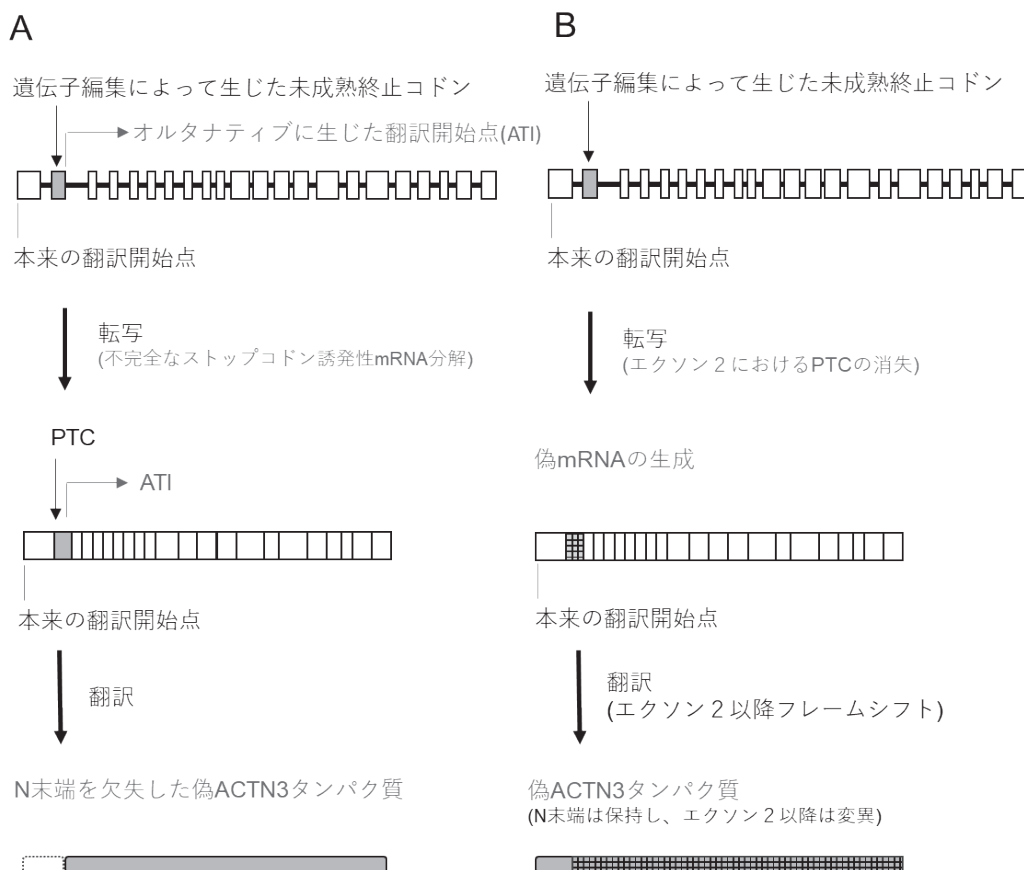


図8. 遺伝子編集ラット骨格筋において発現が予想される偽ACTN3タンパク質

で、今回遺伝子変異を導入したエクソン2付近において複数の転写産物が存在する可能性を示した。この結果はRNA転写時あるいはmRNAとして成熟する過程において偽ACTN3mRNAが形成された可能性を示唆している。本来の翻訳開始点から翻訳の銜型として用いられた偽ACTN3mRNAはフレームシフトを経ることで、分子量が野生型と等しいもののエクソン2以降野生型とはアミノ酸配列が異なるACTN3タンパク質を形成した可能性がある。これらの直接的な証拠は遺伝子編集した骨格筋より得られたPCR産物の塩基配列を解析することによって明らかになるため、今後さらなる解析を行う予定である。

以上からCRISPR/Cas9による遺伝子編集によってACTN3遺伝子にストップコドンを挿入することに成功したものの、完全なACTN3タンパク質ノックアウト動物作成には至らなかった。最近類似の観察が報告されており⁵、フレームシフトを介したノックアウトは完全なノックアウトに至らないことが強く示唆される。今後本研究を遂行するにあたり、遺伝子欠失部位を複数導入するなどのノックアウト動物作成改善法が考えられる。しかし、ヒト型ACTN3遺伝子多型は欠失変異によるものであり、げっ歯類によりその再現を行うことが今回のような偽タンパク質合成も含めて重要である。今後はヒト型ACTN3遺伝子多型のげっ歯類での再現を目標にさらに研究を進める予定である。

謝辞

本報告書のデータ収集にあたって保健医療学部整復医療学科3年生服部 桜さんの支援をいただきました。服部さんに感謝の意を示します。

参考文献

- 1 Babacic H, Mehta A, Merkel O, Schoser B. CRISPR-cas gene-editing as plausible treatment of neuromuscular and nucleotide-repeat-expansion diseases: A systematic review. *PLoS One*. 2019; 14(2):e0212198.
- 2 Kikuchi N, Nakazato K. Effective utilization of genetic information for athletes and coaches: focus on ACTN3 R577X polymorphism. *J Exerc Nutrition Biochem*. 2015; 19(3):157-64.
- 3 Kikuchi N, Yoshida S, Min SK, Lee K, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, et al. The ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2015; 40(4):316-22.
- 4 Gatfield D, Izaurralde E. Nonsense-mediated messenger RNA decay is initiated by endonucleolytic cleavage in *Drosophila*. *Nature*. 2004; 429(6991):575-8.
- 5 Tuladhar R, Yeu Y, Tyler Piazza J, Tan Z, Rene Clemenceau J, Wu X, et al. CRISPR-Cas9-based mutagenesis frequently provokes on-target mRNA misregulation. *Nat Commun*. 2019; 10(1):4056.

研究プロジェクト2 子どものからだに関する研究

野井真吾・鹿野晶子・鈴木一宏・岡本美和子・田邊弘祐

1. 本研究プロジェクトの問題意識

一昨年度、昨年度の研究プロジェクト報告で詳述したように日本では子どものからだと心が「ちょっと気になる」、「どこかおかしい」といったことが長年に亘って心配され続けている。そのような中、子どものからだと心に関する実感調査では、心配されている多くの問題事象の背景に前頭葉機能、自律神経機能、睡眠・覚醒機能といった“神経系”の問題が推測されている(野井ほか, 2016)。そのため、昨年度までの2年間は、日本における子どもの神経系の実態とそれに及ぼす諸要因の解明に主眼を置いてそれぞれの研究活動に従事してきた。加えて今年度は、心配されている子どものからだと心の問題を解決する段階の研究活動にも着手した。

本報告書では、今年度に得られた研究成果のうち、紙幅の都合から以下の5つのテーマに絞って、それぞれの研究成果を紹介することにしたい。

テーマ：

- 1) 日本の子どもにおける go/no-go 課題の誤反応数の性差・学年差と生活習慣要因の検討(鹿野晶子)
- 2) 運動系部活動への参加が実行機能に与える影響：A小学校の取り組みにおける4年生を対象とした検討(鈴木一宏)
- 3) 子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況の検討(田邊弘祐)
- 4) 小・中学生における疲労自覚症状と生活状況の因果構造(野井真吾、田中 良)
- 5) 普通教室への立ち机の導入が小学生の身体活動、疲労自覚症状に及ぼす影響の検討(野井真吾、田

中 良)

2. テーマ別に得られた主な研究成果の概要

1) 日本の子どもにおける go/no-go 課題の誤反応数の性差・学年差と生活習慣要因の検討

背景

日本では、子どもの自殺、いじめ、暴力、長期欠席等が社会問題になっている。また、保育・教育現場の教師や保護者の多くが、まっすぐに座ることが難しい子、授業中じっとしていない子が増えていると実感している。これらの状況は、心の身体的な基盤の一部が脳にあることを勘案すると、子どもたちの心(脳)の発達に関する研究が必要であることを連想させる。このようなことから我々は前頭葉機能検査の一つである go/no-go 課題を実施してきた。

目的

本研究では、go/no-go 課題のパフォーマンスから最近の小中学生の前頭葉機能の実態を明らかにするとともに、生活習慣との関連を検討することを目的とした。

方法

対象は日本の8都市の10校(小学校8校, 中学校2校)に在籍する小学1年生~中学3年生の4,482名(男子2,289名, 女子2,193名)であり、調査は2017年11月~2020年2月の特別な学校行事がない平日

の午前中に実施された。本研究では、光刺激によるgo/no-go課題に対する把握運動反応のデータと質問紙による生活状況（睡眠状況、身体活動状況、スクリーンタイム）のデータが収集された。なお、生活状況調査は、自己記入が可能と考えられた小学3年生以上を対象とした。go/no-go課題に対する誤反応数（no-go errors, go errors）の性差・学年差の検討には、性要因、学年要因を考慮した繰り返しのない二元配置分散分析を用いた。また、誤反応数（no-go errors, go errors）の生活習慣関連要因の検討には、目的変数に誤反応数（no-go errors, go errors：低値群=0, 高値群=1）を、説明変数に就床時刻、スクリーンタイム（mean-0.5SD未満群=0, mean±0.5SD群=1, mean+0.5SD以上群=2）、身体活動（非実施群=0, median以下群=1, median超群=2）と基本属性として性と学年を投入した二項ロジスティック回帰分析（強制投入法）を用いた。

結果

誤反応数の性・学年差の検討の結果、no-go errorsは女子に比して男子で多く、男女とも学年進行に伴って減少した（図1）。対して、go errorsに性差は確認されなかった（図2）。生活習慣関連要因の検討の結果、有意な説明変数は、no-go errorsでは性（OR=0.543, 95%CI=0.470-0.627）、学年（OR=0.902, 95%CI=0.861-0.944）、go errorsでは学年（OR=0.934, 95%CI=0.879-0.992）、就床時刻（mean+0.5SD群：OR=1.425, 95%CI=1.092-1.860）、身体活動（median以下群：OR=0.767, 95%CI=0.590-0.997）、スクリーンタイム（mean+0.5SD群：OR=1.350, 95%CI=1.039-1.754）であった。

結論

以上のことから、子どもの前頭葉機能の発達は、加齢に加えて生活習慣が関連している可能性が示唆された。

（文責・鹿野晶子）

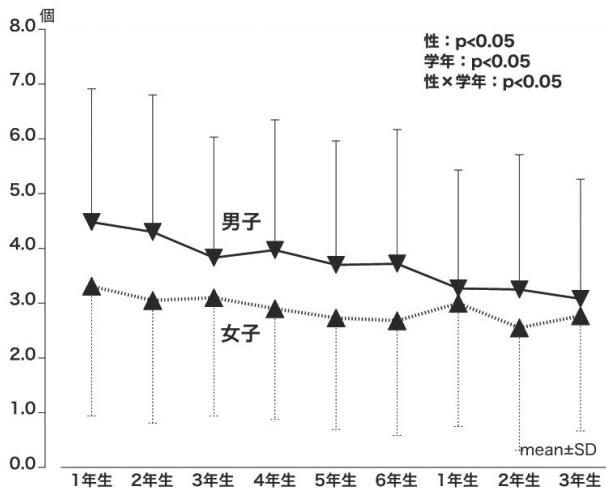


図1. no-go errorsの男女別学年推移

注：統計処理には、性要因、学年要因と考慮した対応のない二次配置分散分析を用いた。n=4,482

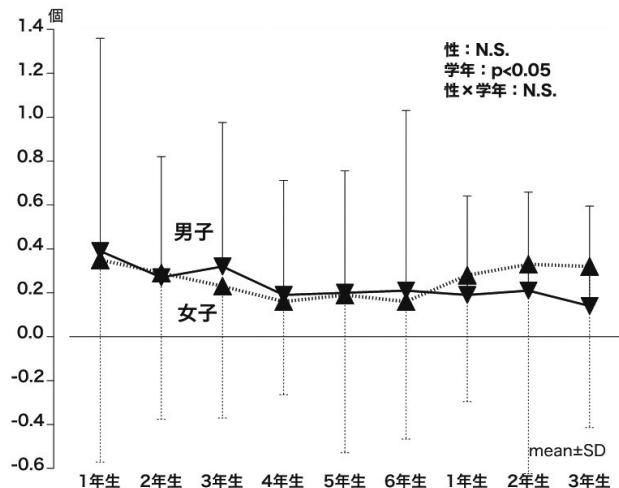


図2. go errorsの男女別学年推移

注：統計処理には、性要因、学年要因と考慮した対応のない二次配置分散分析を用いた。n=4,482

2) 運動系部活動への参加が実行機能に与える影響：A小学校の取り組みにおける4年生を対象とした検討

背景

実行機能は、論理的思考、問題の解決、計画など目標志向的な制御を要する機能である。児童期における実行機能の高さは学力やスポーツの競技成績との関係が報告されていることから、児童期に実行機能を高めることは重要である。これまで、運動介入によって実行機能が高まることが報告されているものの、子どもが1日の大半を過ごす学校で行う運動の取り組みに着目し、実行機能の変化を検討した研究は少ない。学校で行う運動の取り組みの有効性を示すことができれば、より多くの子どもに運動の機会を提供し、実行機能を高めることが可能となる。

目的

本研究では小学4年生を対象に、6週間の学校で行う運動の取り組み(部活動)に着目し、実行機能の変化について検討した。

方法

対象者は、千葉県A小学校に在籍する4年生124名(男子57名,女子67名)とした。対象校では、児童の意志により選択可能な部活動が実施されており、運動遊び部、サッカー部、バスケットボール部を運動部群。吹奏学部、コンピュータ部、無所属を

非運動部群とした。実行機能の評価にはStroop Test(統制課題, 干渉課題)、Design Fluency Test、Trail Making Test(A課題, B課題)を部活動開始前および部活動開始6週間後に実施した。統計解析は共変量に性を投入した二要因共分散分析を用い、統計的有意水準は5%未満とした。

結果

部活動開始前および部活動開始6週間後の実行機能の変化について、運動部群と非運動部群を比較した結果、すべての課題において群×時間の有意な交互作用は認められなかった(表1)。一方で、Stroop統制課題、Design Fluency Test、Trail Making Test A課題、B課題において時間の主効果が認められ(それぞれ $p < 0.05$)、両群において実行機能の向上が認められた。さらに、Trail Making Test A課題、B課題では、群の主効果が認められ(それぞれ $p < 0.05$)、運動部群が非運動部群よりも優れている様子が確認された。

結論

以上の結果から、学校で行う6週間の運動の取り組みにおいて、運動部群は非運動部群に比べて顕著な実行機能の向上は認められなかった。一方で、一部の実行機能では運動部群が優れており、運動を好んで行っている運動部群では、日頃の運動実施が実行機能に影響している可能性が考えられた。

(文責・鈴木一宏)

表1. 部活動所属の違いにおける実行機能の変化

		部活動開始前		部活動開始6週間後		p	
Stroop 統制課題 正答数(個)	運動部群(64)	36.0	± 5.9	41.8	± 6.4	群	0.274
	非運動部群(57)	35.8	± 5.6	40.4	± 6.1	時間	0.004
	全体(121)	35.9	± 5.7	41.1	± 6.3	群×時間	0.053
Stroop 干渉課題 正答数(個)	運動部群(62)	32.3	± 7.4	36	± 6.7	群	0.396
	非運動部群(56)	31.8	± 6	35.4	± 6.9	時間	0.099
	全体(118)	32.0	± 6.8	35.7	± 6.8	群×時間	0.799
DFT 正答数(個)	運動部群(64)	8.4	± 3.1	10	± 3.9	群	0.26
	非運動部群(58)	7.6	± 3.2	8.9	± 3.4	時間	0.012
	全体(122)	8.0	± 3.2	9.5	± 3.7	群×時間	0.748
TMT A課題 回答時間(秒)	運動部群(64)	29.5	± 15.9	22.9	± 7.3	群	0.028
	非運動部群(57)	34.6	± 14.9	26.2	± 9.2	時間	0.044
	全体(121)	31.9	± 15.6	24.5	± 8.4	群×時間	0.451
TMT B課題 回答時間(秒)	運動部群(63)	80.7	± 35.6	61.4	± 26.9	群	0.025
	非運動部群(57)	92.0	± 48.1	73.6	± 37.6	時間	0.046
	全体(120)	86.0	± 42.2	67.2	± 32.9	群×時間	0.935

DFT : Design Fluency Test, TMT : Trail Making Test 共変量に投入した変数 : 性

3) 子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況の検討

背景

周知の通り、子どもの生活が乱れ、就床時刻が遅くなり、睡眠時間が短縮化しているという報告は多数見受けられる。また、生体リズムの重要な指標であるメラトニンの分泌パターンが乱れている様子も報告されている。このような状況の中、長期キャンプが子どものメラトニン分泌パターンを改善するも確認されている。しかしながら、長期キャンプのプログラム下ではどのような生活要因がメラトニン分泌パターンを改善させたのかという点は定かではない。加えて、長期キャンプのようにハードルの高い実践の提案は持続可能な取り組みともいい難い。

目的

本研究では、唾液メラトニン濃度の測定と種々の生活状況に関する質問紙調査を実施し、子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況を検討することを目的とした。

方法

対象は、東京都のT小学校に通う小学5年生の56名(男子28名,女子28名)であった。分析には、唾液メラトニン濃度のデータに欠損のなかった44名(男子22名,女子22名)のデータが使用された。唾液を採取した時間は、21:30(夜)および6:30(朝)であった。本研究では、唾液メラトニン濃度の測定結果を基に、夜>朝の者を「朝型」、夜<朝の者を「夜型」と区分し、種々の生活状況の違いがメラトニン分泌パターン(朝型・夜型)に及ぼす影響を検討した。夜と朝の唾液メラトニン濃度の測定結果を基に判定された「朝型群」と「夜型群」の分布の偏りの検定には、適合度の検定を使用し、朝型・夜型群別の種々の生活状況(睡眠状況,身体活動状況,受光状況,夜間の暗環境,電子メディア利用状況,インターネット依存傾向)との関連の検討には、 χ^2 検定もしくは対応のないt検定にて比較した。

結果

各対象者における夜と朝の唾液メラトニン濃度の経時変化を図3に示した。この図が示すように、「夜>朝」を示した「朝型群」は12名(27.3%)であり、「夜<朝」を示した「夜型群」は32名(72.7%)であった。さらに、朝型群と夜型群の割合を適合度の検定で比較した結果、朝型群に比して、夜型群の割合が有意に多いことが認められた($\chi^2 = 9.091$; $p = 0.003$)。次に、メラトニン分泌パターン(朝型・夜型)と種々の生活状況との関連を検討したところ、夜型群に比して、朝型群の1日の総身体活動時間が有意に長い様子が確認された($t = -2.122$; $p = 0.040$)。

結論

小学5年生44名を対象に、メラトニン分泌パターンに関連する生活状況を検討した。その結果、唾液メラトニン濃度が「夜>朝」を示した「朝型群」(12名:27.3%)に比して、「夜<朝」を示した「夜型群」(32名:72.7%)の割合が多い様子が確認された。さらに、子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況は、1日の総身体活動時間である可能性が示唆された。

(文責・田邊弘祐)

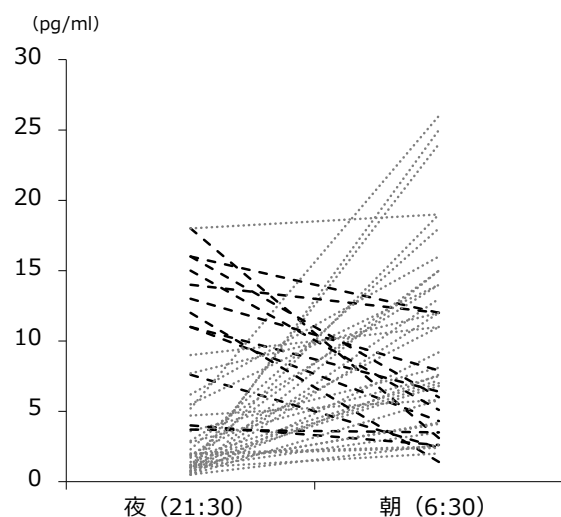


図3. 各対象者における夜と朝の唾液メラトニン濃度 $n=44$ 。夜>朝を示した「朝方群(破線)」は12名(27.3%)、夜<朝を示した「夜型群(点線)」32名(72.7%)であった。

4) 小・中学生における疲労自覚症状と生活状況の因果構造

背景

日本では、子どもの疲労の問題が1990年から報告されてきた。この問題には、質の悪い睡眠、不活発な身体活動および過剰な電子メディア接触といった好ましくない生活習慣が関与している可能性がある。一方で、子どもたちが比較的多くの時間を過ごしているのが学校であることを勘案すると、この問題の解決に向けて学校でどのような取り組みを行うべきであるかを検討することは子どもの現代的健康課題を解決するための大事な作業になる。また、その際、小学生と中学生では生活習慣は異なることから、小学校と中学校では異なる取り組みが必要になってくる可能性もある。

目的

本研究では、学校での健康教育の際に参考となる資料を得るために疲労自覚症状と生活習慣との因果構造とその学校段階差を検討することを目的とした。

方法

対象は、東京都世田谷区の小学5、6年生10,049名とその保護者、中学1年生～3年生9,343名であった。疲労自覚症状と生活習慣との因果構造は構造方

程式モデリング、学校段階差は多母集団同時分析を用いて分析した。

結果

本研究における仮説モデルの検証の結果、「身体活動」や「電子メディア利用・座位行動」の影響は「睡眠」に収束し、「疲労自覚症状」に影響を与えるとのモデルが採択された (GFI=0.983, AGFI=0.976, CFI=0.971, RMSEA=0.039)。そのため、学校段階を考慮した多母集団同時解析を行ったところ、図4に示すモデルが採択された (GFI=0.982, AGFI=0.973, CFI=0.968, RMSEA=0.028)。この図が示すように、「身体活動」から「睡眠」へのパス係数は小学生でより高い正の値を示した。「電子メディア利用・座位行動」から「身体活動」へのパス係数は中学生でより高い正の値を示した。小・中学生の両方で「睡眠」から「疲労自覚症状」へのパス係数が最も高い正の値を示すことが確認された。

結論

以上の結果から、疲労自覚症状を改善するためには、小・中学生ともに質の良い睡眠をとることが重要であるだけでなく、小学生は身体活動の促進が、中学生は電子メディアの使用に関する注意喚起が必要であるとの結論に達した。

(文責・野井真吾、田中 良)

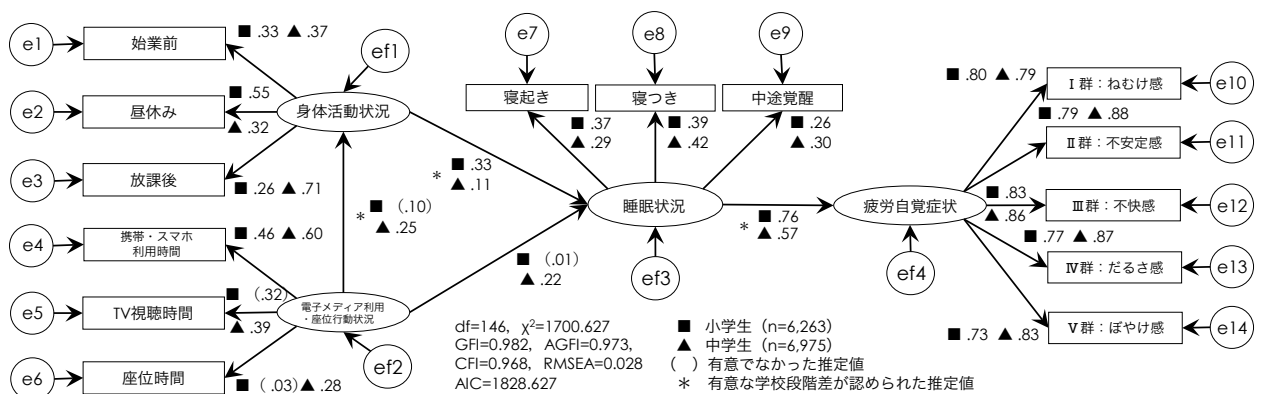


図4. 小・中学生における疲労自覚症状に影響を及ぼす生活状況の因果構造

5) 普通教室への立ち机の導入が小学生の身体活動、疲労自覚症状に及ぼす影響の検討

背景

我が国では、子どもの疲労感の問題が1990年から報告されてきた。この問題の改善には、生活習慣の改善が寄与する。他方で、生活習慣の確立には望ましくない生活習慣の改善よりも望ましい生活の継続の方が必要であるとの指摘もある。したがって、子どもの疲労感の解決に向けた学校での持続可能な取り組みを提案することは重要な課題であると考ええる。

近年、長すぎる座位時間が健康に与える負の影響が指摘されることから、立ち机の利用が子どもに与える影響が検討されている。しかしながら、普通教室に立ち机を導入し子どもの疲労感が軽減するかどうかを検討した報告は見当たらない。

目的

本研究では、普通教室への立ち机の導入が小学生の身体活動量、疲労自覚症状に及ぼす影響を検討することを目的とした。

方法

対象は、東京都世田谷区公立小学校の小学5年生88名であった。対象者は立ち机を導入しない対照クラス(2クラス58名)と立ち机を導入する介入クラス(1クラス30名)に区分された。立ち机の導入は普通教室で普段使用しているすべての机と入れ替えることで行われ、期間は2017年10月下旬から12月中旬の約2ヵ月間であった。立ち机の利用方法は、担任教諭に一任するものの、少なくとも1コマの授業の中で1セット(座位→立位→座位)の体位変換を行うように依頼した。身体活動量の測定には加速度センサー付き歩数計を、疲労自覚症状の評価には日

表2. 対照クラス、介入クラス別導入前後別にみた「自覚症しらべ」の項目得点、群別得点、総得点

		対照クラス (n=54)		Wilcoxonの 順位和検定 (z) ^b	効果量 (r)	介入クラス (n=22)		Wilcoxonの 順位和検定 (z) ^b	効果量 (r)
		導入前 ^a	導入後 ^a			導入前 ^a	導入後 ^a		
I群：ねむけ感	あくびがでる(点)	2.8±1.4	2.6±1.4	-1.19	0.16	2.7±1.3	2.3±1.3	-2.18*	0.47
	ねむい(点)	2.4±1.3	2.6±1.5	-0.98	0.13	2.9±1.5	2.5±1.4	-2.00*	0.43
	やる気がとぼしい(点)	1.5±0.9	1.6±1.1	-0.13	0.02	1.8±1.2	1.5±1.0	-1.73	0.37
	全身がだるい(点)	1.7±1.1	1.6±1.1	-0.71	0.10	1.8±1.3	1.3±0.9	-1.48	0.32
	横になりたい(点)	2.0±1.3	2.2±1.5	-0.10	0.01	2.4±1.7	2.3±1.5	-0.36	0.08
II群：不安定感	いらいらする(点)	1.8±1.1	1.8±1.3	-0.14	0.02	2.0±1.2	2.0±1.2	-0.10	0.02
	おちつかない気分だ(点)	1.7±1.1	1.6±1.1	-0.46	0.06	1.6±0.9	1.5±1.0	-0.24	0.05
	不安な感じがする(点)	1.6±1.0	1.5±1.0	-0.30	0.04	1.7±1.1	1.5±1.0	-1.10	0.24
	ゆううつな気分だ(点)	1.2±0.7	1.3±0.8	-0.64	0.09	1.3±0.6	1.2±0.5	-0.88	0.19
	考えがまとまりにくい(点)	1.4±0.8	1.4±0.9	-0.02	0.00	1.7±1.2	1.4±0.9	-1.27	0.27
III群：不快感	頭がおもい(点)	1.7±1.1	1.6±1.0	-0.25	0.04	1.5±0.7	1.4±1.0	-0.37	0.08
	気分がわるい(点)	1.4±0.8	1.5±1.0	-0.41	0.06	1.7±1.2	1.4±0.9	-1.20	0.26
	頭がいたい(点)	1.6±1.0	1.6±1.2	-0.23	0.03	1.6±1.2	1.5±1.1	-0.58	0.12
	頭がぼんやりする(点)	1.6±0.9	1.4±0.9	-0.96	0.13	1.7±1.1	1.6±1.1	-0.30	0.06
	めまいがする(点)	1.5±0.9	1.3±0.9	-1.22	0.17	1.1±0.2	1.2±0.7	-1.13	0.24
IV群：だるさ感	肩がこる(点)	2.1±1.3	2.2±1.5	-0.31	0.04	1.2±0.4	1.6±1.0	-1.93	0.41
	手や指がいたい(点)	1.5±1.0	1.5±1.1	-0.03	0.01	1.1±0.3	1.7±1.3	-2.04*	0.44
	腕がだるい(点)	1.5±1.1	1.7±1.1	-1.26	0.17	1.4±0.7	1.3±0.9	-0.45	0.10
	腰がいたい(点)	1.9±1.3	2.0±1.5	-0.76	0.10	1.1±0.4	1.4±1.0	-1.51	0.32
	足がだるい(点)	1.6±1.2	1.7±1.3	-0.24	0.03	1.6±1.0	1.7±1.1	-0.35	0.08
V群：ぼやけ感	目がかわく(点)	1.5±1.0	1.4±1.0	-0.84	0.12	1.4±0.8	1.2±0.7	-1.13	0.24
	目がいたい(点)	1.4±0.9	1.6±1.1	-1.09	0.15	1.2±0.6	1.2±0.7	-0.38	0.08
	ものがぼやける(点)	1.5±1.1	1.4±0.8	-0.97	0.13	1.3±0.9	1.2±0.6	-0.55	0.12
	目がつかれる(点)	1.8±1.3	2.0±1.4	-1.19	0.16	1.9±1.2	1.4±1.0	-2.12*	0.45
	目がしょぼつく(点)	1.5±1.2	1.5±1.0	-0.43	0.06	1.5±1.0	1.1±0.3	-1.84	0.39
群別得点	I群：ねむけ感(点)	10.5±4.7	10.6±5.2	-0.02	0.00	11.6±6.0	9.9±4.9	-2.40*	0.51
	II群：不安定感(点)	7.7±3.3	7.7±3.8	-0.55	0.08	8.3±3.8	7.5±3.5	-1.28	0.27
	III群：不快感(点)	7.8±3.5	7.4±4.0	-0.98	0.13	7.6±3.2	7.1±4.0	-1.34	0.29
	IV群：だるさ感(点)	8.5±4.3	8.9±5.0	-0.63	0.09	6.4±1.8	7.6±3.8	-2.06*	0.44
	V群：ぼやけ感(点)	7.8±4.1	7.9±4.3	-0.16	0.02	7.2±3.4	6.1±1.9	-1.93	0.41
総得点	42.2±17.2	42.5±20.0	-0.58	0.08	41.1±15.3	38.2±15.5	-1.92	0.41	

^a: 表中の数値は、Mean±S.D.を示す。
^b: *p<0.05

本産業衛生学会疲労研究会によって作成された「自覚症しらべ」を使用した。「自覚症しらべ」により得られた回答結果は「まったくあてはまらない」1点～「非常によくあてはまる」5点に得点化し項目別得点、群別得点および総得点を算出した

結果

本研究の結果、立ち机を導入しなかった対照クラスの1日総歩数には変化が認められなかった一方で、立ち机を導入した介入クラスでは導入後に有意に増加することが確認された。また、対照クラスでは自覚症しらべのすべての項目別得点、群別得点、総得点で導入前後の変化が認められなかったのに対して、介入クラスでは「あくびができる」「ねむい」「目が見つかる」「I群:ねむけ感」の訴えが導入後に有意に減少することも確認された(表2)。

結論

以上のことから、学生の教室に立ち机を導入することは、身体活動を増加させ、疲労自覚症状を軽減させる持続可能な取り組みとなる可能性が示された。

(文責・野井真吾、田中 良)

なお、本プロジェクトの成果は、巻末に記す「所員業績一覧」以外にも、著書：17件、学会での招待講演等：2件、学会発表：112件、雑誌依頼原稿等：40件、講演：317件、取材協力等：39件、受賞：3件と種々の手法を用いて幅広く発信された。

文献

- 中里浩一(2019) 体育研究所における研究課題の変遷と今後の体育研究所の在り方に関する私見、日本体育大学体育研究所雑誌、43、1-4。
- 野井真吾、阿部茂明、鹿野晶子、野田 耕、中島綾子、下里彩香、松本稜子、張 巧鳳、齊 建国、唐 東輝(2016) 子どもの“からだのおかしさ”に関する保育・教育現場の実感：「子どものからだの調査2015」の結果を基に、日本体育大学紀要、46、1-19。

3. 本プロジェクトの総括

以上のように、3年間に亘る本プロジェクトでは、体育研究所におけるこれまでの「子どもを対象とした研究」(中里, 2019)を一層前進させることができた。この点は、本研究所が「子どものからだ研究」の全国的な研究拠点になっていること、換言すると、この分野の研究をリードすることが保育・教育現場をはじめとする社会からの要請であることを鑑みても、重要な成果であったと考える。幸い、本プロジェクトは2020年度以降のプロジェクトにも引き継がれることになっている。今後も本研究所の「子どものからだ研究」に寄せられている社会的要請を意識しつつ、それに応えられる研究成果を着実に蓄積していくとともに、子どもの「元気」を育む研究活動に従事していきたい。

研究プロジェクト3 中高年の健康寿命延伸に関する研究

岡本孝信・横山順一・菊池直樹・矢部まどか

1. プロジェクトの概要と2019年度の研究計画

日本の高齢者人口の割合は世界でも最も高く、高齢化率も世界最速である。このように、世界で類を見ない超高齢社会となった我が国において、中高齢者の健康寿命の延伸に取り組むことは喫緊の課題である。

本プロジェクトは2017年度より上記の課題に取り組むべく、主に認知機能、循環系指標（血圧、動脈硬化度など）および体力指標（筋力、持久力など）を中心に検討を行ってきた。2019年度の本プロジェクトでは、2017年度および18年度の研究を踏まえて、認知機能、循環系指標および体力指標それぞれの関連性や筋肉脂肪および遺伝子が及ぼす影響について検討した。本報告書ではそれらの研究から得られた研究成果について報告する。

2. 研究1：認知機能レベルの違いが体力や動脈ステイフネスに及ぼす影響：世田谷－青葉研究の知見から

2-1. 背景および目的

認知症は世界中で懸念されている健康問題であり、2050年には認知症患者が1億3,200万人に到達すると予想されている（Alzheimer's Disease International, 2015）。認知症はその発症メカニズムが明らかにされておらず、現時点では認知症そのものの根本的な治療法は確立されていない（Taniguchi et al., 2015）。したがって、認知症発症の前駆症状であ

る認知機能の低下を予防することが重要である。

認知機能の低下は体力の低下と関連することが明らかにされている（Kennedy et al., 2018）。実際、幾つかの先行研究において、認知機能が低下した高齢者の筋力、歩行能力、持久力などの体力は低いことが報告されている（Park and Bae, 2012; Pedrero-Chamizo et al., 2013）。また、動脈ステイフネスの増加は高齢者の認知機能低下の強力な危険因子である可能性が示唆されている（Taniguchi et al., 2015）。したがって、体力の低下と動脈ステイフネスの増加の抑制は加齢にともなう認知機能低下の割合を減らすために重要である（Kennedy et al., 2018）。しかし、認知機能レベルの違いが筋力、柔軟性、持久力、バランス能力などの総合的な体力指標および動脈ステイフネスに及ぼす影響について十分に検討されていない。

トレイルメイキングテストA（TMT-A）およびB（TMT-B）は注意機能や実行機能などの評価として用いられており、紙と筆記用具を用いて簡便に認知機能の検査が可能である。したがって、TMT-AおよびBを用いた認知機能レベルの違いによって体力および循環器指標が異なるか否かを明らかにすることは重要である。

研究1では本学の地域社会貢献の一環として行われている体力測定に参加した東京都世田谷区および横浜市青葉区の近隣に居住している高齢者を対象として、TMT-AおよびBの時間から評価した認知機能を基に、認知機能の高い中高齢者と低い中高齢者の体力および動脈ステイフネスを比較検討することを目的とした。

2-2. 方法

2-2-1. 対象者

対象者は東京都世田谷区および横浜市青葉区の近隣に居住する60歳以上の健康な男性および女性394名(平均年齢:71±0歳, 平均値±標準誤差)とした。

2-2-2. 測定項目

認知機能はTMT-AおよびBを使用して測定した。身体特性は身長、体重およびBMIを測定した。体力は筋力の指標として握力、椅子立ち上がりテスト、敏捷性の指標として全身反応時間、柔軟性の指標として長座体前屈、持久力の指標として6分間歩行、バランス能力の指標として8フィートタイムドアップアンドゴートテストを実施した。心臓血管指標は収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数および上腕-足首間脈波伝播速度を測定した。

2-2-3. 統計処理

TMT-AおよびBの時間を用いて分類した群間に

おける体力指標および動脈スティフネスの比較は、一元配置分散分析を用いて実施した。なお、有意水準は5%未満とした。

2-3. 結果

TMT-AおよびBの時間から中央値を算出し、TMT-AおよびBの両方が中央値よりも優れていた対象者をHigh-COG群(142名:女性:112名, 男性:30名)、TMT-AおよびBのいずれかが中央値よりも優れていた対象者をModerate-COG群(110名:女性:81名, 男性:29名)、TMT-AおよびBの両方が中央値よりも劣っていた対象者をLow-COG群(142名:女性:100名, 男性:42名)に分類した。表1にHigh-COG群、Moderate-COG群およびLow-COG群における身体特性を示した。

年齢、身長、体重およびBMIは3群の間に有意差が認められなかった。表2にHigh-COG群、Moderate-COG群およびLow-COG群における体力を示した。High-COG群の握力、椅子立ち上がりテストの回

表1. 対象者の身体特性

	High-COG群	Moderate-COG群	Low-COG群
女性/男性	112/30	81/29	100/42
年齢(歳)	70±0	71±1	73±1
身長(cm)	159.4±0.7	159.6±0.8	156.7±0.7
体重(kg)	57.1±0.8	57.7±0.8	55.6±0.8
BMI(kg/m ²)	22.3±0.2	22.6±0.2	22.6±0.2

表2. High-COG群、Moderate-COG群およびLow-COG群における体力の比較

	High-COG群	Moderate-COG群	Low-COG群
握力(kg)	29.2±0.7**	28.1±0.7*	25.6±0.6
椅子立ち上がり(回)	27±0*, †	25±1	25±0
全身反応時間(秒)	0.408±0.006**	0.425±0.008	0.440±0.008
長座体前屈(cm)	36.3±0.9	36.4±0.9	36.8±0.8
6分間歩行(m)	596±5*, †	574±5	557±6
8フィート歩行(秒)	4.57±0.05*	4.78±0.07*	5.00±0.007

** P<0.01、* P<0.05 vs. Low-COG群、† P<0.05 vs. Moderate-COG群

表3. High-COG群、Moderate-COG群およびLow-COG群における心血管指標の比較

	High-COG群	Moderate-COG群	Low-COG群
収縮期血圧 (mmHg)	133 ± 1	131 ± 1	135 ± 2
拡張期血圧 (mmHg)	77 ± 1	77 ± 1	77 ± 1
安静時心拍数 (拍)	71 ± 1	70 ± 1	71 ± 1
脈波伝播速度 (cm/秒)	1578 ± 25*	1594 ± 29	1673 ± 27

* P<0.05 vs. Low-COG群

数、全身反応時間、6分間歩行の距離および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間はLow-COG群と比較して有意に優れた値を示した。また、High-COG群の椅子立ち上がりテストの回数および6分間歩行の距離はModerate-COG群と比較して有意に優れた値を示した。Moderate-COG群の握力および8フィートタイムドアップアンドゴーテストの時間はLow-COG群と比較して有意に優れた値を示した。一方、長座体前屈は3群の間に有意差が認められなかった。

表3にHigh-COG群、Moderate-COG群およびLow-COG群における収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数および脈波伝播速度を示した。High-COG群の脈波伝播速度はLow-COG群と比較して有意に低値を示した。一方、収縮期血圧、拡張期血圧および心拍数は3群の間に有意差が認められなかった。

2-4. 考察

先行研究において認知機能の低下は体力の低下や動脈ステイフネスの増加と関連していることが示唆されている。認知機能と握力の関係を検討した幾つかの先行研究は、認知機能と握力の間に正の相関関係が認められていることを報告した (Camargo et al., 2016; Praetorius Björk et al., 2016; Veronese et al., 2016; Hooghiemstra et al., 2017)。また、Koseら (2016) はTMT-AおよびBの低下は3mタイムドアップアンドゴーテストの低下と独立して関連することを明らかにした。さらに、Kennedy et al. (2018) は認知機能の低下において6分間歩行の距離の低下と動脈ステイフネスの増加が関連する可能性を示唆した。本研究は注意機能や実行機能の評価として用いられてるTMT-AおよびBを使用して認知機能を

評価し、TMT-AおよびBの時間が中央値よりも優れている、すなわち、認知機能が高い群において、柔軟性以外の体力指標は認知機能が低い群と比較して優れており、動脈ステイフネスも有意に低いことを明らかにした。これらの結果は、認知機能レベルが低いほど、体力や動脈機能が低いことを証明するとともに、簡易に測定できるTMT-AおよびBは、認知機能と体力や循環機能の関係を評価する上において有用なツールである可能性を示唆するものである。

研究1の結果から、高い認知機能の中高齢者の体力や動脈機能は、低い認知機能の中高齢者と比較して有意に高いことが明らかにされた。

3. 研究2：毛様体神経栄養因子受容体 (CNTFR) 遺伝子多型と握力との関連性：世田谷－青葉研究の知見から

3-1. 背景および目的

筋力や筋量を維持することは健康で質の高い生活を送る上で重要である。一方、筋力や筋量は加齢によって低下することが多くの先行研究で明らかになっており、近年我々は、アクチニン3 (ACTN3) 遺伝子多型が筋力低下に影響を与えることを報告している。

近年では3'非翻訳領域のエクソン9に位置する毛様体神経栄養因子受容体 (CNTFR; rs41274853) 遺伝子多型と力/パワー発揮能力との関連性が報告されている (Roth et al., 2003; Miyamoto-Mikami et al., 2016)。CNTFは毛様体神経栄養因子 (CNTF) の受容体であり、CNTFは受容体と結びつくことでsensory

(感覚)、sympathetic (交感神経)、motor neuron (運動ニューロン)などのニューロン細胞の維持、増殖、および分化を誘導するポリペプチドである (Ip et al., 1993)。Roth et al. の20才から91才の一般成人を対象とした研究において、全身の除脂肪体重および下肢の除脂肪体重がCC型の方がCT+TT型よりも有意に低く、伸張性の膝伸展ピークトルク ($180^\circ/s$) において高い値を報告している (Roth et al., 2003)。

したがって、研究2では幅広い年齢層の男女を対象としてCNTF遺伝子多型rs41274853と筋機能との関連性を明らかにすることを目的とした。

3-2. 方法

3-2-1. 対象者

対象者は、東京都世田谷区および横浜市青葉区の近隣に居住する60歳以上の健康な男性289名、女性388名の計677名であった。

3-2-2. 測定項目

握力の測定は、竹井機器社製のデジタル握力測定

器を用いた。文部科学省の新体力テスト実施要項に基づき、左右2回ずつ行い良い方を記録した。

3-2-3. 遺伝子多型の解析

唾液抽出キット (Oragene DNA kit) を用いて唾液を採取し、マニュアルに基づいてDNAを抽出した。CNTFR遺伝子多型 (rs41274853) の解析はリアルタイムPCRシステム (Applied Biosystems, Foster City, CA) にて、タックマンプローブ法 (アッセイID: C_590093_1_) を用いて行った。

3-2-4. 統計処理

各遺伝子多型別 (CC, CTおよびTT) の対象者の身体特性 (年齢, 身長, 体重) および握力は一元配置分散分析を用いて行った。また、遺伝子モデル (CC vs. CT+TT) の比較は対応のないt検定を用いた。なお、有意水準は5%未満とした。

3-3. 結果

CNTFR遺伝子多型別の身体特性などは表4およ

表4. 男性における各遺伝子多型別の身体的特性

	CC (n=134)	CT (n=120)	TT (n=35)
年齢 (歳)	47.5 ± 18.9	48.1 ± 18.4	50.3 ± 20.0
身長 (cm)	169.7 ± 10.7	169.3 ± 10.6	169.6 ± 7.6
体重 (kg)	71.0 ± 10.8	68.4 ± 10.7	69.5 ± 9.2
握力右 (kg)	42.2 ± 6.8	41.0 ± 7.3	37.9 ± 7.3
握力左 (kg)	41.1 ± 7.0	39.2 ± 6.9	38.4 ± 6.8
握力平均 (kg)	41.6 ± 6.7	40.1 ± 6.8	38.2 ± 6.8

表5. 女性における各遺伝子多型別の身体的特性

	CC (n=195)	CT (n=162)	TT (n=31)
年齢 (歳)	53.4 ± 16.1	55.5 ± 17.7	54.0 ± 11.4
身長 (cm)	156.0 ± 8.6	156.2 ± 7.4	157.6 ± 4.4
体重 (kg)	55.0 ± 8.2	54.2 ± 7.5	56.0 ± 10.0
握力右 (kg)	24.9 ± 4.7	24.7 ± 4.4	25.7 ± 4.1
握力左 (kg)	23.8 ± 4.7	23.6 ± 4.5	24.6 ± 3.6
握力平均 (kg)	24.4 ± 4.5	24.2 ± 4.3	25.2 ± 3.6

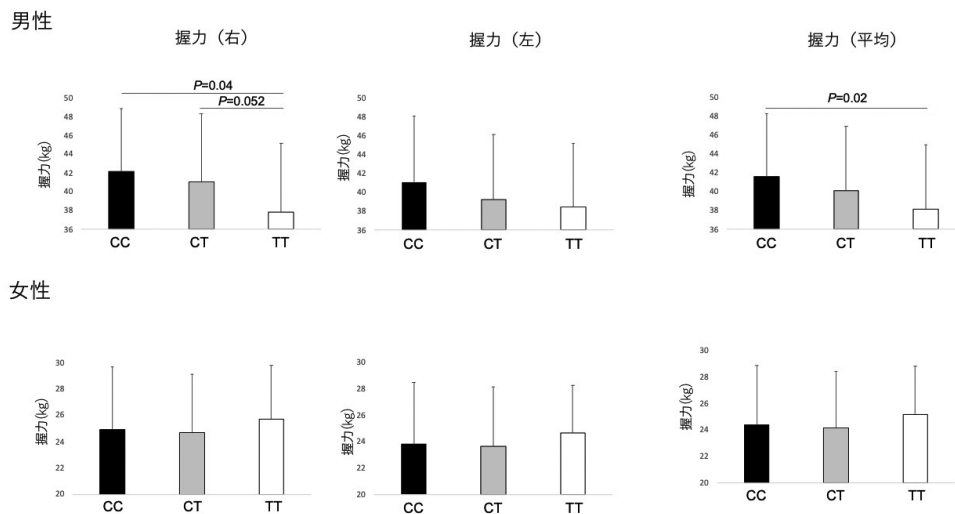


図1. 各遺伝子多型別の握力の比較

び表5に示した。年齢、身長、体重において遺伝子多型間で有意差は認められなかった。

図1に遺伝子多型別の握力の比較を示した。男性において、CC型はTT型と比較して有意に高値を示した。一方で女性においては有意差は認められなかった。

3-4. 考察

本研究では、20歳から84歳の一般者677名を対象にCNTFR rs41274853遺伝子多型と握力との関連性について検討した。本研究の結果、特に男性においてCNTFR遺伝子多型のCC型はTT型と比較して握力が有意に高かった。

CNTFR rs41274853遺伝子多型のケースコントロール研究についてみると、Miyamoto-Mikami et al. (2016)は、コントロール群のCNTFR rs41274853遺伝子多型のTT型は9.4%である一方で、スプリント/パワー種目における国際レベルで19.4%であり頻度が高いことを報告している。一般の対象者においても検討しており、TT型は筋力が高いことを報告しており、アスリートの結果を支持している。さらに、Miyamoto et al. (2016)は、rs41274853多型がプロモーター領域に存在しmiR-675-5pとの接続領域となっていることから、多型によってCNTFRの発現が異なる可能性を指摘してい

る。本研究では、CC型において筋力が高いという結果であり、Miyamoto et al. (2016)とは異なる結果となった。20才から91才の男女を対象としたRothら(2003)の研究では、女性における伸張性(180°/s)膝伸展筋力でTアレルを有するものが有意に高い値を示した。一方で、De Mars et al. (2007)の研究ではmiddle-age男性における等尺性膝伸展トルク(150°)および伸張性膝伸展トルク(60°/s)においてCC型がTT型+CT型よりも高い値を報告している。本研究の結果は、De Marsらを支持する結果であった。

CNTFおよびCNTFRの伝達シグナルは筋萎縮と関連することが報告されている。Frayssé et al.は除神経による筋萎縮に対してCNTF療法は筋量、twichトルク、time to peakなどの減少を抑制する(Frayssé et al., 2000)ことを報告している。また高齢ラットにおけるCNTF療法が筋収縮に関連するパラメータやヒラメ筋のCSAに影響を与えること(Guillet et al., 1999)なども報告されている。これらのことから、CNTFおよびその受容体であるCNTFRは筋の収縮特性に影響を及ぼすと考えられる。

本研究ではCNTFR rs41274853多型が一般者における筋力に関連する可能性が明らかになった。

4. 研究3: 中高年齢男性における動脈硬化指標と筋内脂肪との関係

4-1. 背景および目的

世界の死因の約3割が心血管疾患である (Cao et al., 2018)。中でもアテローム性動脈硬化は、血管壁にマクロファージや脂質、酸化LDLコレステロールが蓄積することで血管壁が肥厚し、冠動脈疾患や脳出血疾患を引き起こす直接的な原因とされている (Herrington et al., 2016)。現在、動脈硬化の評価指標として、形態学的検査法の1つである超音波画像を用い、頸動脈の内膜中膜複合体 (IMT) の肥厚を計測対象とすることが推奨されている (Gronholdt 1999; Nezu et al., 2016)。多くの先行研究において、頸動脈 IMT は全身の動脈硬化の程度を示し、心血管疾患の予後を反映していることが報告されている (Lorenz et al., 2007; Nezu et al., 2016)。

アテローム性動脈硬化は無症状で進行し、これらの既知の危険因子として、本来はみられない臓器や部位に蓄積する脂肪 (異所性脂肪) が注目されている (Neeland et al., 2019)。例えば、頸動脈 IMT の肥厚は、骨格筋内に霜降り状に蓄積する筋内脂肪と関連することが示されている (Lee et al., 2015; Kim et al., 2010; Morris et al., 2018)。また、先行研究の多くは、若年者、肥満者や疾患のある者を対象としているため、非若年者、非肥満者かつ疾患がない場合、筋内脂肪が動脈硬化の進展に対して、どの程度の影響がみられるかは十分に明らかになっていない。したがって、研究3では中年および高齢の非肥満男性を対象に、頸動脈 IMT と大腿部の筋内脂肪の割合と

の関係を検討することを目的とした。

4-2. 研究方法

4-2-1. 被験者

体格指数 (BMI) 25 kg/m² 未満の呼吸器、循環器、運動器に疾患のない中年および高齢男性を対象とした。現在、喫煙習慣のある者および筋力トレーニングを定期的に行っている者は被験者から除外した。被験者は中年群 (35～64歳; 13名) と高齢群 (65～88歳; 31名) に分類した (表6)。

4-2-2. MR画像の撮像法および画像分析

臨床用の全身用MR装置 (1.5T, ECHELON OVAL, HITACHI社製) を用いて、2-point Dixon法によって横断画像を撮影した。被験者は仰臥位で右大腿中央を中心に連続画像を撮影された。撮影画像から大腿部中央の大腿四頭筋およびハムストリングスの横断面積を測定し、両筋群の合計を筋横断面積とした。体格を考慮するため、体重あたりの筋横断面積を算出した。また、Nobleら (2014) の方法を参考に、筋内脂肪の割合を算出した。

4-2-3. 頸動脈内膜中膜複合体 (IMT) の測定

超音波診断装置 (Vivit T8, GE healthcare社製) を使用し、Bモードで右側の頸動脈分岐部と分岐部より中枢側の血管壁を撮像した。

4-2-4. 身体特性および体脂肪率の測定

身長は、身長計を用いて計測した。インピーダンス式の体組成計 (ITO-Inbody370+, 伊藤超短波社製)

表6. 身体特性、大腿部の筋横断面積および筋内脂肪の割合、頸動脈内膜中膜複合体 (IMT) の中年群および高齢群の比較

	中年群 (n=13)	高齢群 (n=31)	P値
年齢 (歳)	55.2 ± 6.1	73.6 ± 5.7	< 0.001
BMI (kg/m ²)	22.1 ± 2.0	22.6 ± 1.8	0.518
体脂肪率 (%)	16.9 ± 4.2	21.0 ± 5.0	0.014
筋横断面積/体重 (cm ² /kg)	2.0 ± 0.2	1.7 ± 0.2	0.004
筋内脂肪の割合 (%)	11.6 ± 3.8	13.4 ± 5.5	0.296
頸動脈 IMT (cm)	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.1	< 0.001

を用いて、体重および体脂肪率を計測した。

4-2-5. 統計処理

中年群と高齢群の比較は、対応のないt検定を行った。頸動脈IMTと筋横断面積および筋内脂肪の割合、体脂肪率との関係は、ピアソンの相関係数を求めた。さらに、頸動脈IMTを従属変数としたステップワイズ法による重回帰分析を実施した。なお、有意水準は5%未満とした。

4-3. 結果と考察

表6には、中年群と高齢群における身体特性、体重あたりの筋横断面積および筋内脂肪の割合、頸動脈IMTを示した。体重あたりの筋横断面積は、中年群と比較して、高齢群で有意に低値を示した。一方、体脂肪率および頸動脈IMTは中年群と比較して、高齢群において有意に高値を示した。筋内脂肪の割合は、両群間に有意差がみられなかった。

図2Aには、頸動脈IMTと体重あたりの筋横断面積の相関関係を示した。中年群および高齢群ともに有意な相関関係はみられなかった。

図2Bには、頸動脈IMTと筋内脂肪の割合との相

関関係を示した。中年群では頸動脈IMTと筋内脂肪の割合との間に有意な正の相関関係がみられた ($r=0.623$, $P=0.023$)。これらの結果は、若齢者で報告された頸動脈IMTと筋内脂肪間の有意な正の相関関係 (Lee et al., 2015; Kim et al., 2010) を支持した。一方、高齢群において、頸動脈IMTと筋内脂肪間に有意な相関関係はみられなかった。これらの結果から、若齢者や中年者と異なり、高齢者の頸動脈IMTの肥厚は、体組成以上に加齢の影響を大きく受けていることが推察される。

図2Cには、頸動脈IMTと体脂肪率との相関関係を示した。中年群および高齢群の両群で有意な相関関係はみられなかった。

表7には、頸動脈IMTを従属変数としたステップワイズ法重回帰分析の結果を示した。説明変数は、年齢、体重あたりの筋横断面積、筋内脂肪の割合、体脂肪率とした。その結果、有意な説明変数として、年齢のみが選択された。したがって、これらの結果は、心血管疾患やその危険因子を保有しているか否かに関わらず、加齢が頸動脈IMTの肥厚をもたらすという過去の報告 (van den Munckhof et al., 2018) と一致した。

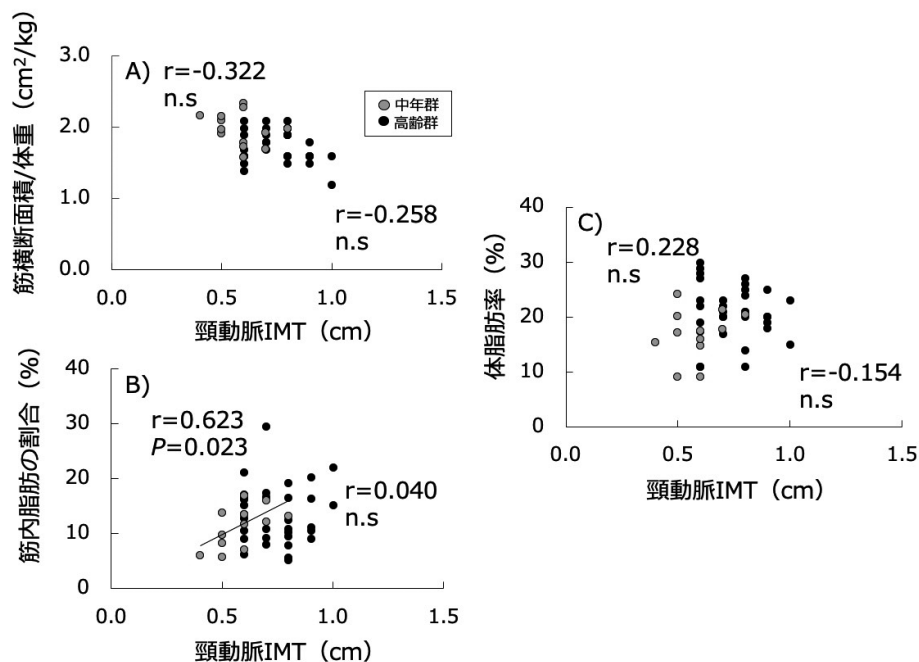


図2. A) 頸動脈内膜中膜複合体 (IMT) と筋横断面積との相関関係
B) 頸動脈IMTと筋内脂肪の割合との相関関係
C) 頸動脈IMTと体脂肪率との相関関係

表7. 頸動脈内膜中膜複合体 (IMT) を従属変数とした場合のステップワイズ法による重回帰分析の結果

説明変数	回帰係数	SE	標準化回帰係数	R	調整済R ²
年齢 (歳)	0.009	0.002	0.649	0.649	0.407

P < 0.001

アテローム性動脈硬化をもたらす既知の危険因子である加齢、肥満や性差の影響を考慮した場合にも、頸動脈IMTと筋内脂肪との間に有意な関係が観察されるかを今後検討していく必要がある。加えて、体組成と動脈機能(例:中心血圧)との関係も同時に検討を進めていく予定である。それらの結果を踏まえ、頸動脈IMTおよび筋内脂肪の両変化と関連する血液マーカーや自律神経指標を縦断研究で検討し、動脈硬化の進展を予防する運動処方確立へ繋げていきたい。

5. 総括と今後の展望

世界的に高齢者の増加が問題となっているが、我が国においては、国民の4人に1人が75歳以上の後期高齢者となり、医療や介護などの社会保障費の増大がより一層懸念される2025年問題が間近に迫っている。したがって、高齢者が自立した生活を送るための対策が必要となる。本プロジェクトはそれらの課題に対して2017年度より中高齢者を対象とした研究を実施してきた。

これまでの成果としては、2017年度、18年度および本報告書に記載する通りであるが、それらの研究の一部は学術論文として掲載されており、さらに、現在幾つかの研究成果を学術雑誌に投稿あるいは投稿を準備しているところである。

今後はこれまで継続して実施している体力測定の測定結果を詳細に分析することによって、さらなる健康寿命延伸のためのエビデンスを集積する。なお、体力測定に関連する研究は“世田谷-青葉研究”として発表する。また、加齢にともなう認知機能、体力指標や循環機能の低下のメカニズムを遺伝子を含めて総合的に検討するとともに、その低下を抑制

する運動プログラムの開発などを行う必要がある。

謝辞

本研究の遂行において、岡本研究室および菊地研究室の大学院生およびゼミ学生に協力いただきました。また、体力測定の実施にあたり、スポーツプロモーションオフィスの皆さまに多大なる貢献をいただきました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- Alzheimer's Disease International. World Alzheimer Report 2015. The Global Impact of Dementia: an analysis of prevalence, incidence, cost and trends, 2015; London.
- Cao B, et al. Effect on longevity of one-third reduction in premature mortality from non-communicable diseases by 2030: a global analysis of the Sustainable Development Goal health target. *Lancet Glob Health*. 2018; 6(12):e1288-e1296.
- Camargo EC, et al. Association of Physical Function with Clinical and Subclinical Brain Disease: The Framingham Offspring Study. *J Alzheimers Dis*. 2016; 53(4):1597-1608.
- De Mars G, et al. Polymorphisms in the CNTF and CNTF receptor genes are associated with muscle strength in men and women. *J Appl Physiol* (1985). 2007; 102(5):1824-1831.
- Frayssé B, et al. Ciliary neurotrophic factor prevents unweighting-induced functional changes in rat soleus muscle. *J Appl Physiol* (1985). 2000; 88(5):1623-1630.
- Guillet C, et al. Ciliary neurotrophic factor is a regulator of muscular strength in aging. *J Neurosci*. 1999; 19(4):1257-1262.
- Herrington W, et al. Epidemiology of Atherosclerosis and the Potential to Reduce the Global Burden of Atherothrombotic Disease. *Circ Res*. 2016; 118(4): 535-546.
- Hooghiemstra AM, et al. 4C Study Group. Gait Speed and

- Grip Strength Reflect Cognitive Impairment and Are Modestly Related to Incident Cognitive Decline in Memory Clinic Patients With Subjective Cognitive Decline and Mild Cognitive Impairment: Findings From the 4C Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017; 72(6):846-854.
- Ip NY, et al. The alpha component of the CNTF receptor is required for signaling and defines potential CNTF targets in the adult and during development. *Neuron*. 1993; 10(1):89-102.
- Kennedy G, et al. Physical Fitness and Aortic Stiffness Explain the Reduced Cognitive Performance Associated with Increasing Age in Older People. *J Alzheimers Dis*. 2018; 63(4):1307-1316.
- Kim SK, et al. High fat stores in ectopic compartments in men with newly diagnosed type 2 diabetes: an anthropometric determinant of carotid atherosclerosis and insulin resistance. *Int J Obes (Lond)*. 2010; 34(1):105-110.
- Kose Y, et al. Nakagawa Study Group. Timed Up and Go test, atrophy of medial temporal areas and cognitive functions in community-dwelling older adults with normal cognition and mild cognitive impairment. *Exp Gerontol*. 2016; 85:81-87.
- Lee JJ, et al. Ectopic adiposity is associated with autonomic risk factors and subclinical cardiovascular disease in young adults. *Obesity(Silver Spring)*. 2015; 23(10): 2030-2036.
- Lorenz MW, et al. Prediction of clinical cardiovascular events with carotid intima-media thickness: a systematic review and meta-analysis. *Circulation*. 2007; 115(4):459-467.
- Morris DR, et al. Association of Computed Tomographic Leg Muscle Characteristics With Lower Limb and Cardiovascular Events in Patients With Peripheral Artery Disease. *J Am Heart Assoc*. 2018; 7(20): e009943.
- Neeland IJ, et al. International Atherosclerosis Society; International Chair on Cardiometabolic Risk Working Group on Visceral Obesity. Visceral and ectopic fat, atherosclerosis, and cardiometabolic disease: a position statement. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2019; 7(9):715-725.
- Nezu T, et al. Carotid Intima-Media Thickness for Atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb*. 2016; 23(1): 18-31.
- Noble JJ, et al. In vitro and in vivo comparison of two-, three- and four-point Dixon techniques for clinical intramuscular fat quantification at 3 T. *Br J Radiol*. 2014; 87(1036):20130761.
- Miyamoto-Mikami E, et al. CNTFR Genotype and Sprint/power Performance: Case-control Association and Functional Studies. *Int J Sports Med*. 2016; 37(5): 411-417.
- Park Y and Bae Y. A Comparison of Functional Fitness and Walking Speed with Cognitive Function of Facility-Dwelling Elderly Women: a Cross- Sectional Study. *J Phys Ther Sci*. 2012; 24(1):73-76.
- Pedrero-Chamizo R, et al. Physical strength is associated with Mini-Mental State Examination scores in Spanish institutionalized elderly. *Geriatr Gerontol Int*. 2013; 13(4):1026-1034.
- Praetorius Björk M, et al. I forgot when I lost my grip-strong associations between cognition and grip strength in level of performance and change across time in relation to impending death. *Neurobiol Aging*. 2016; 38:68-72.
- Roth SM, et al. C174T polymorphism in the CNTF receptor gene is associated with fat-free mass in men and women. *J Appl Physiol (1985)*. 2003; 95(4):1425-1430.
- Taniguchi Y, et al. Prospective Study of Arterial Stiffness and Subsequent Cognitive Decline Among Community-Dwelling Older Japanese. *J Epidemiol*. 2015; 25(9):592-599.
- van den Munckhof ICL, et al. Relation between age and carotid artery intima-medial thickness: a systematic review. *Clin Cardiol*. 2018; 41(5):698-704.
- Veronese N, et al. What physical performance measures predict incident cognitive decline among intact older adults? A 4.4year follow up study. *Exp Gerontol*. 2016; 81:110-118.

研究プロジェクト4 女性の健康とスポーツに関する研究

須永美歌子¹・岡本美和子²・安達瑞保³

1. プロジェクトの概要

女性は月経周期を有し、それに伴い生じる生理的・心理的な変化は、女性のコンディション維持を難しくする一因となっている。例えば、月経中に下腹部痛や吐気等が生じる月経困難症や月経前に腰痛や精神的变化等に悩まされる月経前症候群があり、このような月経随伴症状は女性特有の健康課題となっている¹。したがって、女性の場合には月経周期に伴うコンディション(体調)の変化を考慮し、コンディショニング(体調管理)を実践する必要性は高いといえる。

われわれは、これまでも月経周期がコンディションに与える影響について、「現象」(主観的)データに加えて、「生理・生化学」(客観的)データをあわせて検討してきた^{2,4}。しかしながら、月経周期がコンディション低下に与える因子は多様であり、従来の特定された代謝マーカーを単独的に用いる手法では因子の同定が難しいというのが現状である。

そこで、本プロジェクトでは、AI(人工知能)プロテオミクス技術に着目し、その技術を用いて女性特有の生理現象である月経周期が心身のコンディションに与える影響について検討すること、さらに月経教育プログラム構築することを目的として調査・研究を推進している。

2. 当該年度の取組内容について

2-1. 研究目的

今年度の研究課題は、「月経周期によるコンディ

ション変化の見える化」であり、女性を対象としてライフログデータおよび血液サンプルを取得し、プロテオミクスを実施すること、さらに月経周期との関連性について検討することとした。

2-2. 実験方法

1) 対象者

日本体育大学に在籍する女子学生2,700名のうち、体育系クラブに所属し、週5日以上運動習慣がある者を対象として被験者を選定した。最終的にソフトボール部の女子学生38名を対象として各項目の測定を実施し、データを取得した。さらに、データ分析の対象者は、正常な月経周期を有する者、経口避妊薬を服用していない者とした。

2) 実施期間

令和元年11月5日から12月3日にわたって、計5回(11/5, 12, 19, 27, 12/3)測定を実施した。

3) 生化学的指標(血液検査)

肘正中静脈より採血を行い、血液検体は、採血後速やかに血清分離用凝固促進剤入真空採血管(ベノジェクトII, テルモ株式会社, 東京)に採取した。また、得られた血液は遠心分離(3,000rpm, 10分間, 4℃)を行い、血清を分注した後、-80℃で冷凍保存した。エストラジオールおよびプロゲステロンは、化学発光免疫測定(Chemiluminescent Immunoassay; CLIA)法によって分析した。なお、エストラジオールおよびプロゲステロンの分析は、LSIメディエンス株式会社に委託した。さらに、糖質・脂質代謝(ヘモグロビンA1C, 総コレステロール, LDL コレス

テロール, HDLコレステロール, 中性脂肪)、肝機能(アスパラギン酸アミノ基転移酵素 (AST), アラニンアミノ基転移酵素 (ALT), γ グルタミルトランスペプチターゼ (GGT), ロイシンアミノペプチターゼ (LAP), コリンエステラーゼ, アルブミン)、骨代謝(アルカリフォスファターゼ)、腎機能(クレアチンキナーゼ, クレアチニン, 尿酸, 総蛋白, 尿素窒素)、貧血(赤血球数, ヘモグロビン濃度, ヘマトクリット値, 血小板, 平均赤血球容積, 平均赤血球ヘモグロビン量, 平均赤血球ヘモグロビン濃度, 網状赤血球数, 血清鉄, 不飽和鉄結合能, フェリチン)、免疫機能(白血球数, C反応性蛋白)の測定は、aiwell care 検査キット (aiwell株式会社, 東京) を用いて測定した。

4) ライフログデータ

主観的コンディション(疲労感, 体のだるさ, 食欲)、食事内容、睡眠(目覚めの良さ, 睡眠の質, 睡眠時間)、運動内容、月経周期、体重をスマートフォンを利用したアプリ (ONE TAP SPORTS, 株式会社ユーフォリア, 東京) によって入力した。得られたデータは、ネットワークを介してホストコンピュータ上に一元管理した。さらに月経随伴症状に関するアンケート (日本語版 Menstrual distress questionnaire; MDQ)⁵ を実施した。

5) 生理学的指標 (形態・体組成)

形態の測定として、身長、体重および体組成の測定を実施した。身長は、身長計 (YG-200, 株式会社ヤガミ, 名古屋) を用いて0.1cm単位で測定した。また、体重および体組成の測定には、1kHz、5kHz、50kHz、250kHz、500kHz、1,000kHzの測定周波数を含んだ8点接触型電極法による体成分分析装置 (Inbody770, 株式会社インボディ, 東京) を用いた。体組成は、筋肉量、部位別筋肉量、体脂肪量、体脂肪率、体水分量、細胞内水分量、細胞外水分量、細胞外水分比、部位別水分量について分析した。

6) 月経周期の期分け

正常な月経周期は25-38日の範囲内であると、さらにエストラジオールおよびプロゲステロンの値から月経周期の期分けを規定した。月経周期の

期分けは、卵胞期 (エストラジオール19-226pg/mL, プロゲステロン0.4以下) および黄体期 (エストラジオール78-252pg/mL, プロゲステロン8.5-21.9ng/mL) した。

また、次回月経予定日の17日前から、1日1回毎日ほぼ同じ時間帯に、排卵日予測検査薬 (ドゥーテスト[®]LH排卵日予測検査薬、ロート製薬株式会社、大阪) を用いて尿中LH (黄体化ホルモン) を測定し、LHサージを検出した。

7) プロテオミクス

血清からタンパク質成分を抽出し、そこに含まれるタンパク質を二次元電気泳動法により分離することで、含まれる各タンパク質がその分子量と電荷(等電点)を座標とする位置にそれぞれスポットとして配置された固有の泳動パターンを得た。このパターンを比較することで有意なスポットの探索と回収を行った。回収したスポット(ゲル片)を特定のアミノ酸でタンパク質を切断する酵素で処理し、そこに含まれるたんぱく質をゲル内で断片化した。得られたタンパク質の分解産物(ペプチド)の質量分析の結果を細胞内のタンパク質のアミノ酸配列を仮想的に酵素で処理した時に得られる断片の予測質量のリストと照らし合わせることでタンパク質を同定した。

8) 統計処理

対象者の月経周期(日数)および性ホルモン濃度の値より、卵胞期と黄体期のデータを抽出して分析を行った。卵胞期と黄体期の比較には、対応のあるt検定を用いた。すべての統計処理は、IBM SPSS statistics Ver.24を用いて行い、有意水準は5%未満とした。

2-3. 結果

1) 被験者特性

対象者38名のうち、正常な月経周期であった34名を分析の対象とした。月経異常の内訳は、それぞれ月経周期異常(頻発性月経、希発性月経)、不正出血であった。1名は、すべての実験に参加することができなかったため除外した。

2) 月経周期と月経随伴症状の関連性

卵胞期と黄体期の月経随伴症状を比較したところ、水分貯留および合計得点は黄体期に比べて卵胞期に高い傾向を示した(表1)。水分貯留の質問項目には「体重の増加」、「肌荒れ、もしくは肌のトラブル」、「乳房や腹部の張り」があり、このような症状を卵胞期に感じているようだ。

3) 月経周期と体重・体組成の関連性

黄体期に主観的コンディションが低下する要因のひとつとして体重増加が挙げられる^{6,7}。しかしながら、本研究ではすべての項目において、両フェーズ間に有意な差は認められなかった(表2)。卵胞期から黄体期の体重の変化量について、個人のデータを確認したところ、+1.5kg~-1.9kgと個人差が非常に大きいことが観察された。そこで、体重の変化量と体脂肪、体水分量の変化量の相関関係について検討

表1. 卵胞期と黄体期の月経随伴症状の比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
痛み(点)	4.6 ± 4.0	3.4 ± 3.0	N.S.
水分貯留(点)	4.6 ± 4.0	3.2 ± 3.2	p=0.057
自律神経(点)	1.4 ± 1.8	1.3 ± 1.9	N.S.
負の感情(点)	4.9 ± 6.4	4.2 ± 5.6	N.S.
集中力(点)	4.5 ± 5.8	4.1 ± 5.8	N.S.
行動変化(点)	2.7 ± 2.9	1.8 ± 2.3	N.S.
気分の高揚(点)	4.3 ± 3.6	3.9 ± 4.0	N.S.
コントロール(点)	1.3 ± 2.7	0.7 ± 1.9	N.S.
合計得点(点)	28.2 ± 21.8	22.0 ± 18.3	p=0.092

平均値±標準偏差

表2. 卵胞期と黄体期における体重・体組成の比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
身長(cm)	160.8 ± 4.2	—	—
年齢(歳)	19.8 ± 0.9	—	—
体重(kg)	60.5 ± 5.6	60.6 ± 5.4	0.39
体水分量(kg)	33.9 ± 2.3	33.9 ± 2.2	0.54
細胞内水分量(L)	21.2 ± 1.4	21.3 ± 1.4	0.25
細胞外水分量(L)	12.7 ± 0.9	12.7 ± 0.8	0.75
除脂肪体重(kg)	46.3 ± 3.1	46.4 ± 3.1	0.47
骨格筋量(kg)	25.7 ± 1.8	25.8 ± 1.9	0.26
BMI(m ² /kg)	23.4 ± 2.0	23.4 ± 2.0	0.27
体脂肪率(%)	23.1 ± 4.9	23.1 ± 4.6	0.84
細胞外水分比	0.4 ± 0.0	0.4 ± 0.0	0.11
骨格筋指数	7.3 ± 0.4	7.3 ± 0.3	0.42

平均値±標準偏差、BMI；body mass index

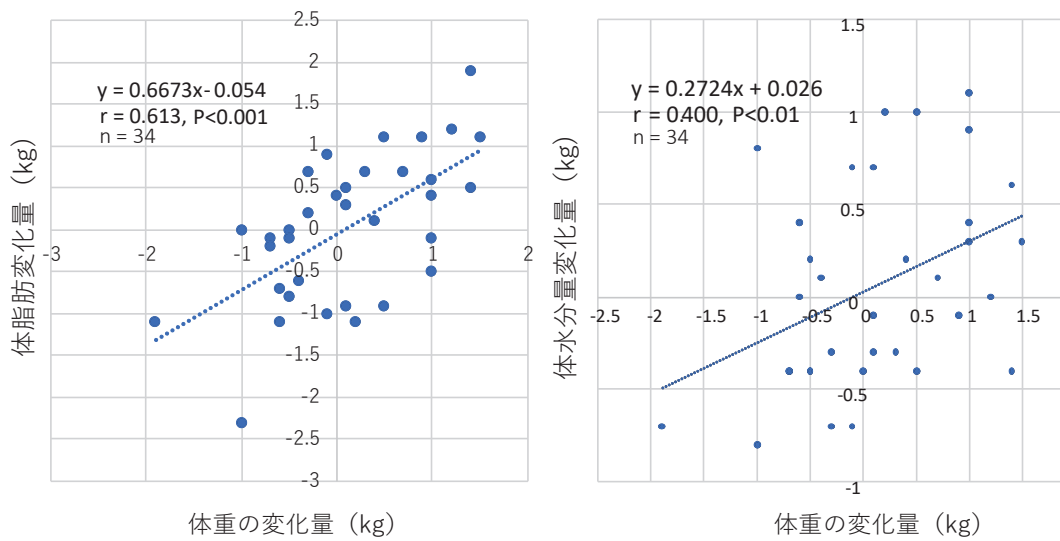


図1. 体重変化量と体脂肪量および体水分量変化量の相関関係

したところ、それぞれ有意な正の相関関係が認められた(体脂肪量: $r=0.613$, $p<0.001$, 体水分量: $r=0.400$, $p<0.01$, 図1)。以上のことから、月経周期に伴う体重の変動は、体脂肪量の増加だけではなく、体水分量にも依存していると考えられる。今後は、性ホルモンや食事などのデータとあわせて分析をする必要がある。

4) 月経周期と生化学的指標の関連性

性ホルモン濃度は、エストラジオールおよびプロゲステロンともに卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した(エストラジオール: $p<0.0001$, プロゲステロン: $p<0.0001$, 図2)。

卵胞期と黄体期における糖および脂質代謝マーカーの比較を表3に示した。糖代謝関連マーカーでは、HbA1cが卵胞期に比べて黄体期に有意に低い値を示した($p<0.01$)。さらに、脂質代謝関連マーカーでは、HDLは卵胞期に比べて黄体期に有意に高い値を示した($p<0.01$)。LDL/HDL比は卵胞期に比べて黄体期に有意に低い値を示した($p<0.05$)。

卵胞期と黄体期における肝機能および骨代謝マーカーの比較を表4に示した。肝機能および骨代謝マーカーには、月経周期による影響は見られなかった。

炎症マーカーであるCK(クレアチンキナーゼ)および腎機能のマーカーであるUA(尿酸)は、黄体期

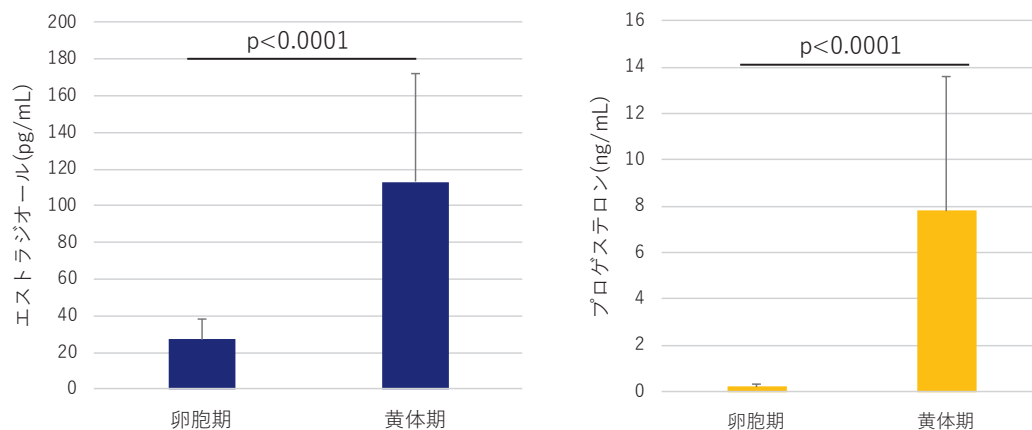


図2. 卵胞期および黄体期の性ホルモン濃度の比較 平均値±標準偏差

表3. 卵胞期と黄体期における糖および脂質代謝マーカーの比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
HbA1c (%)	5.2 ± 0.2	5.1 ± 0.2	p<0.01
TC (mg/dL)	173.8 ± 33.1	176.9 ± 33.0	N.S.
LDL (mg/mL)	93.2 ± 30.1	93.9 ± 29.9	N.S.
HDL (mg/mL)	69.6 ± 9.4	73.1 ± 10.3	p<0.001
LDL/HDL比	1.4 ± 0.4	1.3 ± 0.4	p<0.05
TG (mg/mL)	66.6 ± 24.4	66.1 ± 26.8	N.S.
TG/HDL比	1.0 ± 0.5	0.9 ± 0.4	N.S.

平均値±標準偏差、HbA1c；ヘモグロビンA1C、TC；総コレステロール、LDL；LDLコレステロール、HDL；HDLコレステロール、TG；中性脂肪

表4. 卵胞期と黄体期における肝機能および骨代謝マーカーの比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
AST (U/L)	20.9 ± 3.4	20.2 ± 4.4	N.S.
ALT (U/L)	14.0 ± 5.0	13.8 ± 5.9	N.S.
GGT (U/L)	14.0 ± 3.1	13.9 ± 4.3	N.S.
LAP (U/L)	46.5 ± 4.5	46.3 ± 5.1	N.S.
ChE (U/L)	297.7 ± 52.5	300.6 ± 51.3	N.S.
ALB (g/dL)	4.6 ± 0.2	4.6 ± 0.2	N.S.
ALP (U/L)	214.4 ± 69.9	204.5 ± 54.5	N.S.

平均値±標準偏差、AST；アスパラギン酸アミノ基転移酵素、ALT；アラニンアミノ基転移酵素、GGT；γグルタミルトランスペプチターゼ、LAP；ロイシンアミノペプチターゼ、ChE；コリンエステラーゼ、ALB；アルブミン、ALP；アルカリフォスファターゼ

表5. 卵胞期と黄体期における腎機能および炎症マーカーの比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
CK (U/L)	176.3 ± 88.6	140.2 ± 74.1	p<0.05
CRE (mg/mL)	0.72 ± 0.08	0.72 ± 0.09	N.S.
UA (mg/mL)	4.2 ± 0.7	4.1 ± 0.6	p<0.05
TP (g/dL)	7.5 ± 0.3	7.6 ± 0.3	N.S.
BUN (mg/dL)	14.7 ± 3.2	14.3 ± 2.3	N.S.

平均値±標準偏差、CK；クレアチンキナーゼ、CRE；クレアチニン、UA；尿酸、TP；総蛋白、BUN；尿素窒素

に比べて卵胞期に有意に低い値を示した ($p < 0.05$, 表5)。CKとUAは、激しい運動によって高値を示すことが知られているため、今後はトレーニング内容をあわせて分析する必要がある。

卵胞期と黄体期における貧血マーカーの比較を表6に示した。HGB (ヘモグロビン濃度) は、黄体期に

比べて卵胞期に有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。卵胞期は、ほとんどの者が月経中であったため、その影響を受けた可能性があると考えられる。

WBC (白血球) とCRP (C反応性蛋白) に月経周期の影響はみられなかった (表7)。

表6. 卵胞期と黄体期における貧血マーカーの比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
RBC ($10^4/\mu\text{L}$)	446.0 ± 21.0	448.5 ± 23.0	N.S.
HGB (g/dL)	13.4 ± 0.8	13.6 ± 0.8	$p < 0.05$
HCT (%)	40.5 ± 2.1	40.6 ± 2.0	N.S.
PLT ($10^4/\mu\text{L}$)	27.2 ± 6.3	27.3 ± 6.9	N.S.
MCV (fL)	90.9 ± 4.8	90.7 ± 4.2	N.S.
MCH (pg)	30.2 ± 1.8	30.3 ± 1.7	N.S.
MCHC (%)	33.2 ± 1.1	33.4 ± 1.0	N.S.
RETI (%)	1.3 ± 0.4	1.4 ± 0.5	N.S.
Fe ($\mu\text{g/dL}$)	68.7 ± 24.2	72.0 ± 21.1	N.S.
UIBC ($\mu\text{g/dL}$)	319.8 ± 74.7	315.6 ± 61.3	N.S.
FER (ng/mL)	36.4 ± 19.8	37.5 ± 19.6	N.S.
TSAT (%)	18.4 ± 7.4	18.9 ± 5.4	N.S.

平均値±標準偏差、RBC；赤血球、HGB；血色素濃度、HCT；ヘマトクリット、PLT；血小板数、MCV；平均赤血球体積、MCH；平均赤血球ヘモグロビン量、MCHC；平均赤血球ヘモグロビン濃度、RETI；網状赤血球数、Fe；血清鉄、UIBC；不飽和鉄結合能、FER；フェリチンTSAT；トランスフェリン飽和度

表7. 卵胞期と黄体期における免疫機能マーカーの比較 (n=34)

	卵胞期	黄体期	p値
WBC (μL)	6740.3 ± 1727.4	7115.9 ± 1510.5	N.S.
CRP (mg/dL)	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	N.S.

平均値±標準偏差、WBC；白血球数、CRP；C反応性蛋白

5) プロテオミクスによる画像データ解析

採血によって得られた血液サンプルから血清を分注し、プロテオミクスの分析に用いた。今回は、ID No.1の被験者の5回分の検体を用いて独自の方法で二次元電気泳動を行い、プロテオミクス画像

データを取得した (図3-A)。次に得られた画像上で解析対象となるスポットを526個抽出し (図3-B)、さらにそのスポットから、期間中に変動したスポットを抽出した (図4)。

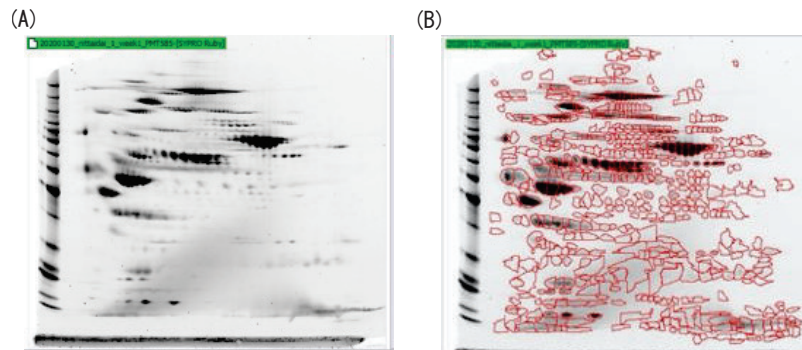


図3. ID No.1の被験者の検体の二次元電気泳動画像(A)、
二次元電気泳動画像状の解析対象スポット(B)



図4. ID No.1の被験者の5回分の検体の二次元電気泳動画像上の解析対象スポットのなかで期間中に変動が見られたスポット群(緑の枠で囲ったもの)

3. 今後の課題

3-1. AI (人工知能) プロテオミクスを活用した次世代型女性アスリートコンディショニングシステムの構築

来年度は、全て(38名:5回)の検体の画像データを取得したのち、以下の項目を実施する。

項目1：月経周期に伴う健康状態の変化の個人差の

解析

1. 各被験者のホルモン検査の結果に基づき時間軸を合わせたのち、経時的に変化するスポットを探索し、そこに含まれるタンパク質を質量分析により同定する。
2. 得られたリストを被験者間で比較し、同じことが起きているのか、被験者ごとに異なることが起きているのかを調べる。

項目2：バイオマーカー群、あるいは、プロテオミクス画像による体調（月経状態）の判別法の開発

1. 項目1で得られたバイオマーカーとなる可能性のある一群のタンパク質の時間変化と、健康に関するアンケートの答えの変化の相関を調べ、アンケートで問うた項目を反映するバイオマーカー群を探索する。
2. 健康に関するアンケートの答えを教師データとした機械学習により、AIがアンケートで被験者に問うた項目をプロテオミクス画像から判定するシステムを開発する。

項目3：バイオマーカー群、あるいは、プロテオミクス画像による既存の血液検査の検査項目の判別法の開発

1. 項目1で得られたバイオマーカーとなる可能性のある一群のタンパク質の時間変化と、血液検査の検査項目の変化の相関を調べ、各検査項目を反映するバイオマーカー群を探索する。

以上の血液検査の検査項目を教師データとした機械学習により、AIが検査項目をプロテオミクス画像から判定するシステムを開発する。

3-2. 月経教育プログラムの構築

本研究で得られた知見を取り入れた月経教育プログラムを開発する。

以上の課題を遂行し、来年度も引き続き女性特有の健康障害の改善に貢献しうる科学的知見の創出を目指して研究を推進していく。

参考文献

- 1 日本産婦人科学会用語委員会, 月経に関する定義. 日本産科婦人科学会誌, 42(7), 6-7. 1990
- 2 須永美歌子, 涌井佐和子, 佐藤馨, 小菅萌[町田], 亀本佳世子, 中村亜紀, 山田満月. 月経周期が女性アスリートの生理的・心理的コンディションに与える影響. *Journal of High Performance Sport*. 4(1), 36-41. 2019
- 3 松田知華, 山田満月, 須永美歌子. 女性アスリートにおける月経周期が短時間高強度運動時の酸化ストレスおよび抗酸化力に及ぼす影響. *日本運動生理学雑誌*, 26(1), 9-18. 2019
- 4 Matsuda T, Furuhashi T, Ogata H, Kamemoto K, Yamada M, Sakamaki-Sunaga M. Effects of the Menstrual Cycle on Serum Carnitine and Endurance Performance of Women. *Int J Sports Med*. doi: 10.1055/a-1088-5555. 41, 443-449. 2020
- 5 大野佳南子, 涌井佐和子, 須永美歌子, 町田修一. 女子大生および大学院生を対象とした月経関連症状の把握の試み—日本語版「月経関連症状に関する調査フォーム T」を用いた実例—. *順天堂スポーツ健康科学研究*, 8(2), 44-50, 2017
- 6 Watson PE, Robinson MF. Variations in body-weight of young women during the menstrual cycle. *Br J Nutr*. 19, 237-48. 1965
- 7 須永美歌子, 亀本佳世子, 山田満月. 月経周期のフェーズを利用したウェイトコントロールプログラムの開発. *デサントスポーツ科学*, 38, 132-140. 2017

研究プロジェクト5 競技力向上のための効果的なトレーニング方法および コンディショニングに関する研究

杉田正明・西山哲成・大石健二・岡田 隆

プロジェクトの概要と2019年度の概要

本年度から競技力向上を目的とし、トレーニング期や試合期におけるコンディションや運動量の可視化とパフォーマンスの評価を検討するために、3つの研究に取り組むこととした。1年目の本年度は、1. 陸上競技・長距離選手、2. スピードスケート選手及び自転車競技選手、3. バレーボール選手をそれぞれ対象とした。1. では、微量血液、唾液、尿に含まれる様々な生化学的指標及びVisual Analogue Scale (VAS) 法による主観的指標を用いたコンディションの可視化とそれらとパフォーマンスとの関係について検討を行った。2. では、上肢および下肢の筋力、パワー発揮の定期的測定から末梢性および中枢性要因を区別したコンディション評価の検討を行った。3. では、夏季合宿を対象とし、練習量(ジャンプ回数)を可視化するとともに唾液中の免疫系指標を用いたコンディショニング管理の有効性を検討した。1. ~3. のそれぞれの研究成果について以下に報告する。

1. 定期的なコンディションチェックを用いた望ましいコンディショニング方略の検討—男子長距離選手を対象として—

1-1. 目的

大学男子長距離選手を対象として、微量血液、唾液、尿に含まれる様々な生化学的指標及びVAS法による主観的指標の定期的な測定によってコンディ

ションを可視化することと、それらと長距離走のパフォーマンス(5,000m, 10,000m, ハーフマラソン)との関係及び測定値の相互関係等について検討することを目的とした。

1-2. 方法

対象は、大学男子長距離選手47名(年齢 20.5 ± 1.1 歳(平均値 \pm 標準偏差))とした。身体的特徴は、身長 170.0 ± 5.3 cm、体重 57.5 ± 4.7 kg、体脂肪率 11.5 ± 2.0 %であった。

測定項目と用いた測定装置は、以下の通りである。微量採血によるd-ROMs(酸化ストレス度)、BAP(抗酸化力)、潜在的抗酸化能(BAP/d-ROMs)(フリーラジカル解析装置FREE Carrio DUO, ウィスマー社製)、CPK、LDH、GOT、GPT(スポットケムEZ SP-4430 N, アークレイ社製)、唾液中の cortisol、SIgA(唾液中ストレスマーカー分析装置(Cube Reader), SOMA社製)、尿中の8-OHdG、インドキシル硫酸(からだチェック郵送検査, ヘルスケアシステムズ社製)、唾液中の細菌数(細菌カウンタ, PHCホールディングス社製)、質問紙及びVAS法による主観(排便回数, 便のかたち(Heatonら, 1992, Lewisら, 1997)、睡眠時間、寝つき、練習の負担度、全般的な体調、心理的ストレス、食欲、練習に対する意欲、故障の程度、その他)(図1)を測定項目とした。

上記の測定は2019年5月10日から12月27日までの計9回行い、測定時間は毎回ほとんど15時~16時半であった。各回で対象者が異なっていることもあり1度でも測定を行った全員(47名)を対象者とした。なお、CPK、LDH、GOT、GPTについ

コンディション記録用紙		名前	日付	／
以下の項目について、感じている感覚を、直線の左右両端に示した感覚を参考に、直線状に×で示してください。				
1 全般的な体調	とても悪い	-----		とても良い
2 寝つき	とても悪い	-----		とても良い
3 睡眠の深さ	とても浅い	-----		とても深い
4 睡眠の状況 (○をつけてください)	夢を見た 寝汗をかいた	何回も目覚めた 軽く頭痛がした	何回もトイレに行った 特に無し	
5 寝起き	とても悪い	-----		とても良い
6 疲労感	とても強い	-----		全く無い
7 意欲	全く無い	-----		とてもある
8 睡眠時間	就寝 : , 起床 :			
9 排便(昨日)	有(回) 無	10 便のかたち ()		

① コロコロ便

② 硬い便

③ やや硬い便

④ 普通便

⑤ やや軟らかい便

⑥ 泥状便

⑦ 水様便

図1. VAS法を用いたコンディション記録用紙

では11/29から4回、唾液中の細菌数は最後測定日(12/27)のみの測定であった。

これらの測定値と競技成績との関係を見るために、対象者が各測定日から2日以内に行われた競技会(5,000m, 10,000m, ハーフマラソン)に参加した者の記録を用いて検討した。ただし、各対象者が複数回の競技会に参加した場合は最も良い記録を用いた。各種目の該当人数と平均記録は、5,000mでは29名で14分39.7秒±21秒、10,000mは9名で29分37.8秒±30秒、ハーフマラソンは15名となり、1時間4分42秒±1分03秒であった。5,000m、10,000mはベスト記録に対する相対値(%自己ベスト)も指標とした。測定値は全て平均値(±標準偏差)で示した。各測定日における各指標の比較は線形混合モデルを用い、平均値に対して有意差が認められた項目については、Bonferroniの多重比較を用いて検討を行った。また、相関関係はPearsonの積率相関係数によって分析した。いずれの場合も危険率5%未満を有意とした。

1-3. 結果および考察

各測定項目の推移と水準

長距離男子選手を対象として、微量血液、唾液、尿に含まれる様々な生化学的指標及びVAS法による主観的指標の測定期間中の推移と水準をみるた

め、ここでは、競技レベルが高く均一な対象とみなすことができる箱根駅伝(2020年1月)のエントリーメンバー16名(年齢20.6±1.2歳、身長169.9±5.7cm、体重56.2±4.3kg、体脂肪率10.8±1.2%)を対象に検討を行うこととした。

その結果、各指標(微量血液、唾液、尿、VAS)についてこの期間における測定日間での有意差はほとんど認められなかった。これは選手間の差が大きかったことや測定日を試合に近い日に設定したことも多かったため、対象者のコンディションが比較的安定していたこと等が影響したと考えられる。睡眠時間と睡眠の深さについてみる(図2, 図3)と、睡眠時間は平均で概ね6時間半~7時間程度であるが、12/12は早朝練習があったため6時間を下回っていた。朝練習がなかった12/18は約8時間を上回る睡眠時間がみられ平均値よりも有意(p<0.05)に長い睡眠時間となった。

睡眠の深さは、平均で54~71の水準で推移をしているが、やはり個人間の差や変動が大きいことがうかがえる。最近では、アスリートは十分すぎるほどの睡眠時間を確保すること(睡眠延長)がパフォーマンスをあげるためには重要であるとされている(Mahら, 2011, Schwartzら, 2015, Richardら, 2018)ことから考えると、より長い睡眠延長(9~10時間)が望ましいといえる。全般的な体調は、54~

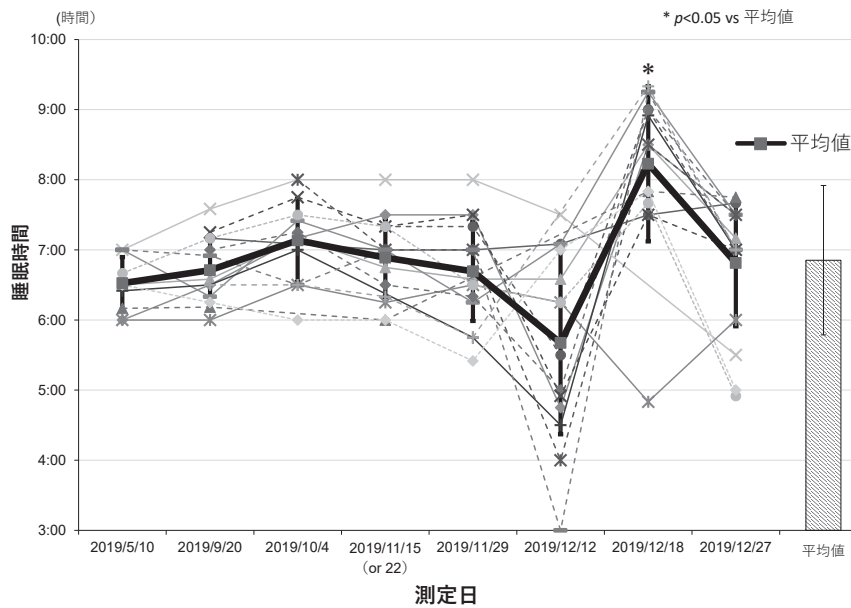


図2. 測定期間中の睡眠時間の推移

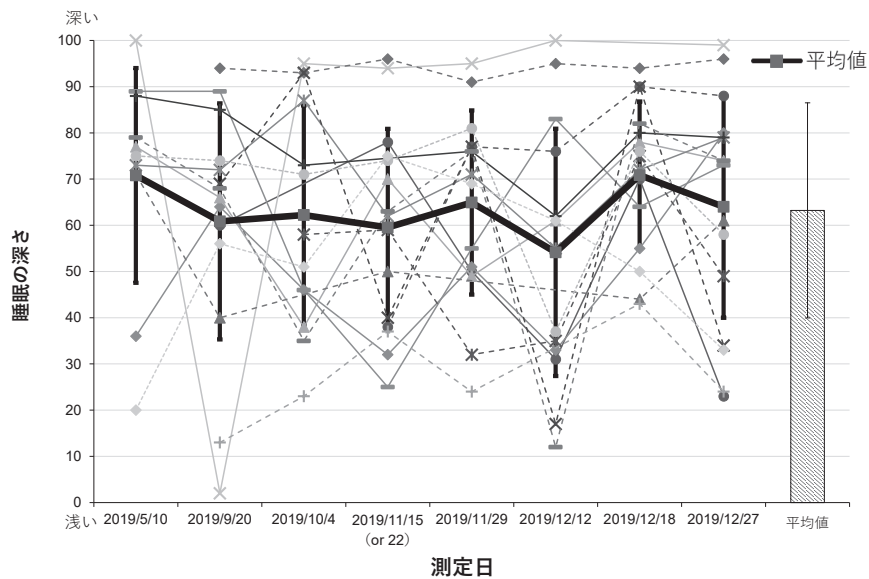


図3. 測定期間中の睡眠の深さ (VAS法) の推移

73の範囲で推移を示した(図4)が、その変化は睡眠時間や深さと連動している様子がうかがえる。

微量採血による酸化ストレス(d-ROM)、抗酸化力(BAP)、CPK、LDH、GOT、GPT、唾液中のコルチゾール、SIgA、尿中の8-OHd、インドキシル硫酸などについては、測定期間中の値の変動や個人差が大きいことを知る事ができ、現場の指導者から

は、選手個人への負荷の加わり方や回復などコンディションを客観的に確認することができ、有用であるとのコメントを得ることができた。唾液中の細菌数については、最後の測定日に1度測定をしたのみであるが、その結果は図5に示す通り、選手間で口腔内環境の差が大きいことが推察される。口腔は消化器官、呼吸器官の初部であり、食事内容も含め

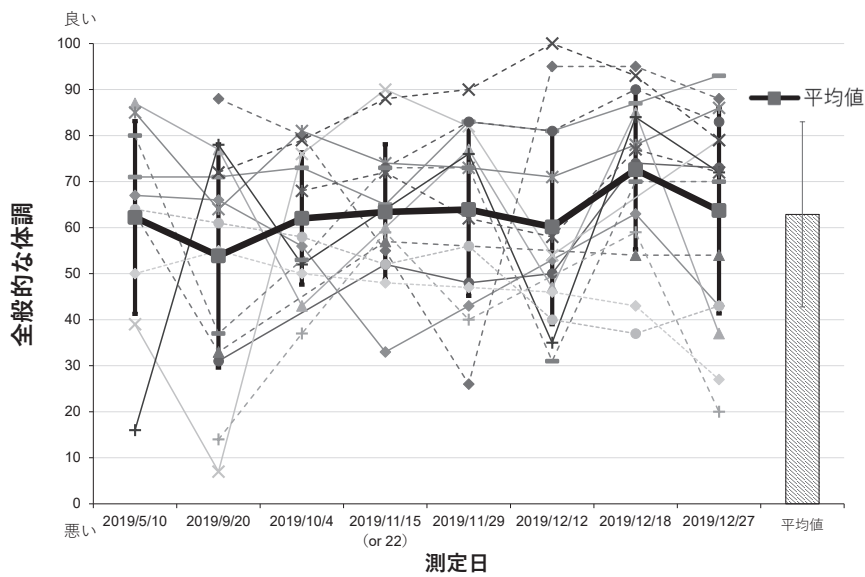


図4. 測定期間中の全般的な体調 (VAS法) の推移

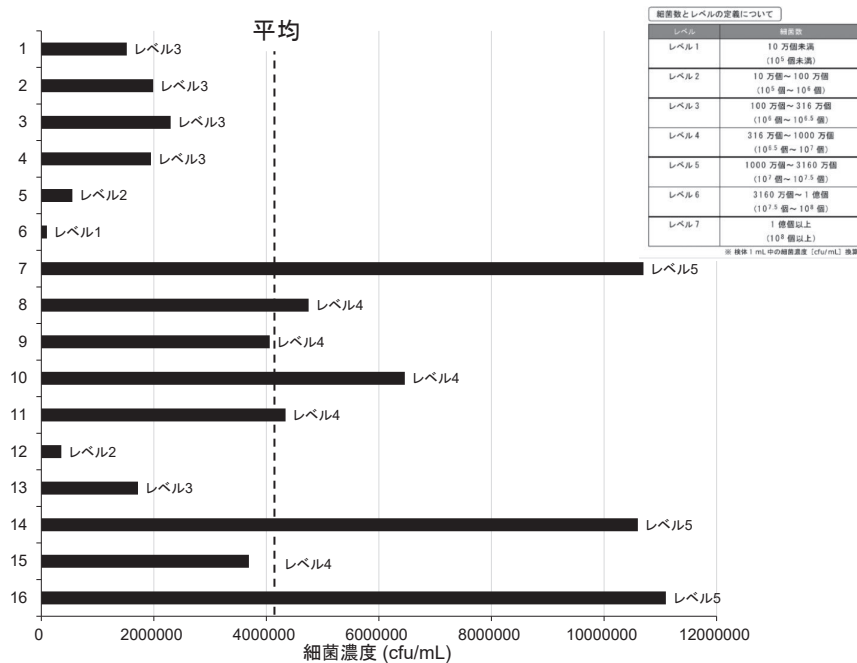


図5. 対象者の口腔細菌濃度

た全身のコンディションの変動は同部に表出しやすく、その変化を容易に検出しやすいものと考えられる。

アスリートを対象とした口腔内環境とコンディションに関する報告 (Ercole, 2013, Simonetta, 2016)

もみられてきており、細菌数など口腔内環境はコンディションを簡便で迅速に評価できる指標になり得る可能性があることから、継続した研究が望まれる。

各測定値と競技成績との関係

次に、これらの各測定値と競技成績との関係について検討した結果、5,000mタイムと潜在的抗酸化能と全般的な体調との間に正の傾向がみられたが、それ以外の測定値とは有意な相関関係は認められなかった。また、5,000mのベスト記録に対する相対値と全般的な体調、疲労感、練習の負担度との間に有意な ($p < 0.05$) 相関関係が認められ (図6)、また睡眠時間が長いと d-ROMs (酸化ストレス度) が低い傾向がみられた。すなわち試合の少なくとも2日前からの疲労感や練習の負担度が少なく全般的な体調が良いほど、良いパフォーマンスが期待できる可能性が示唆された。さらに、この時の全般的な体調と寝つき、寝起き、疲労感、意欲、心理的ストレスとの間にいずれも有意な相関関係 ($p < 0.05 \sim 0.01$) がみられ、

また、全般的な体調は、睡眠時間、睡眠の深さとの間に正の傾向を示したことから、試合前には良質で長時間の睡眠をとることを含めて心身ともに良い状態の創出が最重要であることが明らかとなった。

10,000mのタイムとの間にはいずれの測定項目との間に有意な相関関係はみられなかった。ベスト記録に対する相対値と潜在的抗酸化能との間には正の傾向がみられたが、それ以外の測定項目とは有意な相関関係は認められなかった。これは対象者が9名と少なかったため明確な関係性をみることができなかった可能性が推測される。

ハーフマラソンのタイムと潜在的抗酸化能との間に負の、d-ROMs との間に正の相関関係 ($p < 0.05$) がみられた (図7) ことから、潜在的抗酸化能が高く、酸化ストレスが低いほどタイムが良くなる可能性が

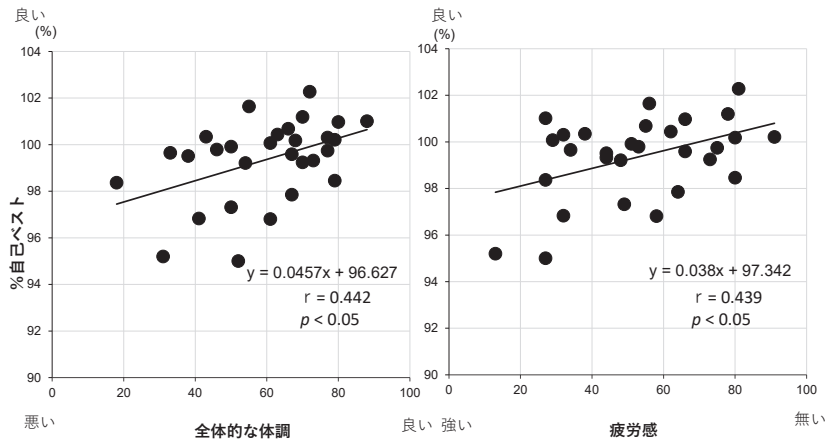


図6. 全般的な体調、疲労感 (VAS法) と5,000m (%自己ベスト) との関係

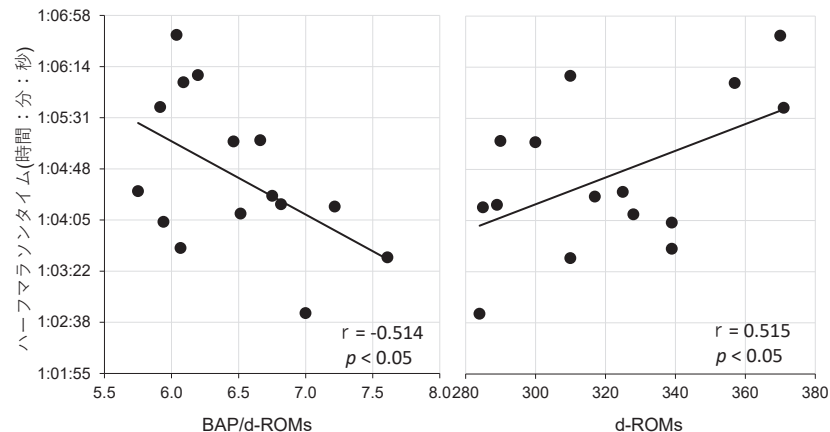


図7. 潜在的抗酸化能、酸化ストレスとハーフマラソンタイムとの関係

示唆された。

d-ROMsは酸化ストレス度、BAPは抗酸化力を示す指標 (Iameleら, 2002, Nakayamaら, 2007) であり、d-ROMsとBAPの比である潜在的抗酸化能 (BAP/d-ROMs) は、酸化ストレス防御系を包括的に評価する指標として用いられている (永田ら, 2008, 2014)。3種目いずれのタイムと潜在的抗酸化能との間に何らかの関係を有することから、酸化還元バランスを評価する潜在的抗酸化能は競技パフォーマンスを予測する指標としても有用であるといえる。このことは、競技会前に体内の酸化ストレスを減らし、抗酸化力を上げる、あるいはどちらかの値を改善させ潜在的抗酸化能を高めることが良い結果をもたらすことを意味するもので、それらを支持する報告がいくつか見受けられている (琉子ら, 2014, 杉田, 2014, 谷口ら, 2017)。

d-ROMsの基準値としては、正常値:200-300、ボーダーライン:301-320、軽度の酸化ストレス:321-340、中程度の酸化ストレス:341-400、強度の酸化ストレス:401-500、かなり強度の酸化ストレス:501以上とされており (関, 2009)、BAPの基準値としては、最適値:2200以上、ボーダーライン:2000-2200、抗酸化力がやや不足:1800-2000、抗酸化力が不足:1600-1800、抗酸化力がかなり不足:1400-1600、抗酸化力が大幅に不足:1400以下が適用されている

(Iorio, 2010)。潜在的抗酸化能 (BAP/d-ROMs) については、永田ら (2008) が示した日本人の健常者の値である7.541がアスリートにおいても目指すべき目標値とされている。図8~10にこれらの各測定値の推移を示した。測定期間中のd-ROMs、BAPの平均値はほとんどボーダーライン辺りの水準で推移し、潜在的抗酸化能は、約7前後で推移していることがわかる。これを7.5以上にするためには、酸化ストレスを減らし (図8中の破線以下)、抗酸化力を上げる (図9中の破線以上) ことの両方を目指すことが有効であると思われる。

生活習慣病の内因的な要素 (遺伝, 疾患, 睡眠障害) はd-ROMs値によく反映され、食事内容 (量, 質) など外因的な要素はBAP値によく反映される (永田ら, 2008) ことが報告されている。

コンディションとは、スポーツにおいて変動する競技的状态を構成する心身の状態、及びアスリートのパフォーマンスに影響を与える全ての要因と定義され (西嶋ら, 1999)、現在のコンディションと目標とするコンディションとの間のギャップを最小化するプロセスがコンディショニングとされている (西嶋ら, 1999)。このことから考えられる今後の取り組みとしては現在よりも良い睡眠 (質, 量) と充実した食事 (質, 量) を習慣化することが望ましいコンディショニングをつくる上で必要といえよう。

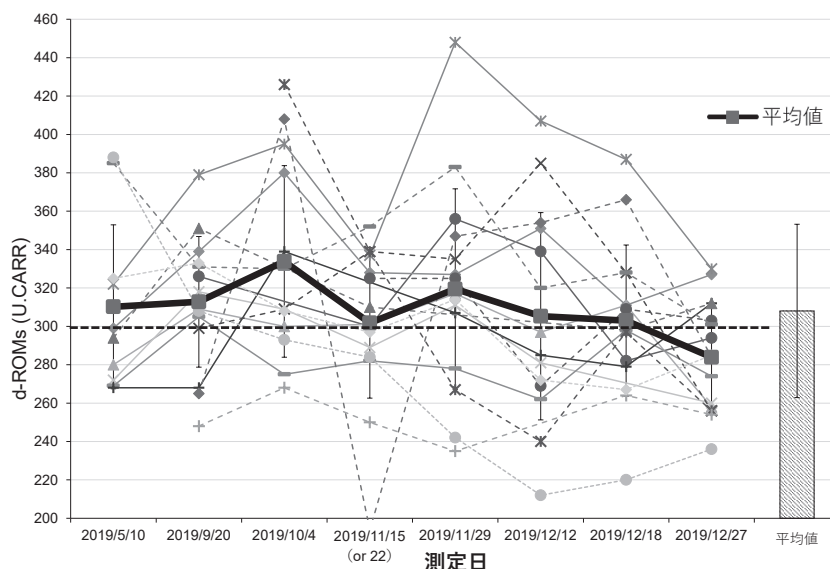


図8. 測定期間中のd-ROMs (酸化ストレス度) の推移

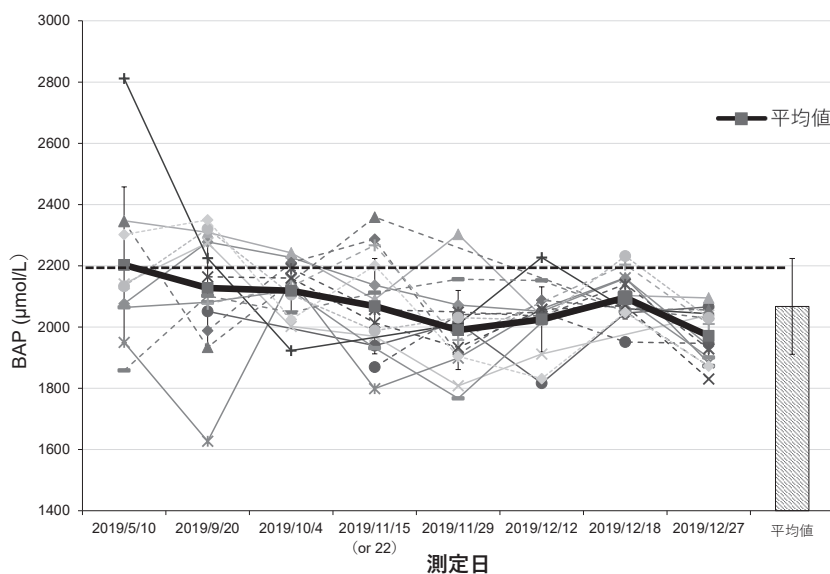


図9. 測定期間中のBAP (抗酸化力) の推移

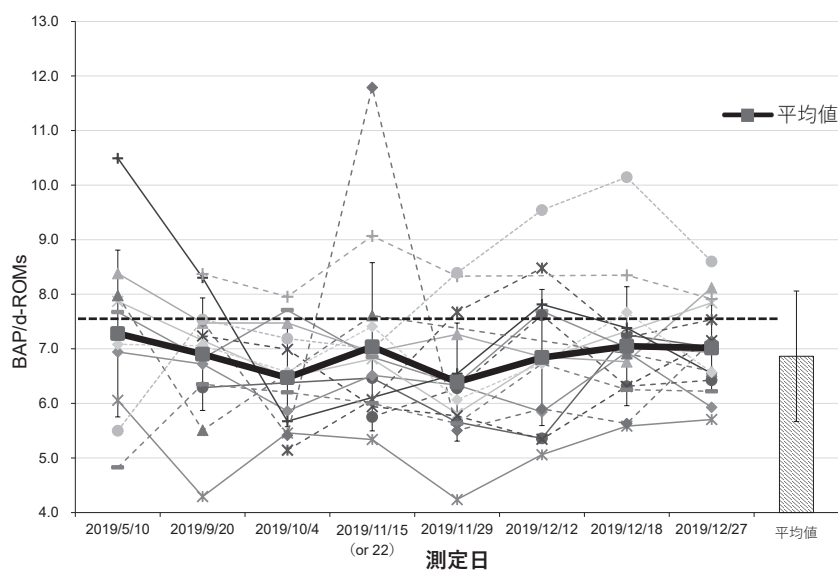


図10. 測定期間中の潜在的抗酸化能 (BAP/d-ROMs) の推移

これまでにコンディションの評価は、選手自身によるセルフモニタリングとして脈拍数、体重、主観的コンディション等が有効とする研究 (Dressendorferら, 1985, 河野, 1990, 小林, 1992, Hooper, 1999, 松村, 2009)、尿検査や血液検査および心拍変動 (HRV) によってトレーニング負荷の適正と選手の疲労を把握する研究 (川原, 1992, 和久ら, 1995, 新畑, 2000, Plewsら, 2012, 2013) などが行われてきている。本研究ではこれらを踏まえ、より簡便に客観的な指標と

して用いることができる微量採血からの血液成分や唾液および尿から得られる最新の指標と主観的指標を併用し検討を行ったが、全体としての傾向、選手個々のコンディション及び競技成績との関係性がある程度、評価することができたといえる。

1-4. 今後の展望

今後の課題として、以下のことが考えられる。各指標に選手間でばらつきがあるため偏差値などを用

いて標準化し検討すること、重回帰分析や主成分分析などから測定項目を精査すること、トレーニングの強度・量の分析を行うこと、睡眠の質的・量的な分析を行いそれらとの関係性を明らかにすること (Fullagarら, 2015)、心理面の評価を行うこと (星川ら, 1995, kagetaら, 2016)、栄養調査とともに疲労回復の度合を定量化すること、競技会におけるパフォーマンス分析との突合せを行うこと、などがあげられる。それらを行い、各指標の相互関係を究明するとともに対象者の個人差、特徴をより明確にできれば、個人にあった精度の高いコンディショニング法を提示できるものと考えられる。

(文責：杉田正明、河村亜希、橋本 峻)

参考文献

- D' Ercole S, Tripodi D. (2013) The effect of swimming on oral ecological factors. *J Biol Regul Homeost Agents*. 27(2):551-558.
- Dressendorfer RH, Wade CE, Scaff JH Jr. (1985) Increase morning heart rate in runners: A veiled sign of overtraining. *Phys Sportsmed*.13:77-86.
- Fullagar HH, Skorski S, Duffield R, Hammes D, Coutts AJ, Meyer T. (2015) Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Med*. 45(2):161-186.
- Heaton KW, Radvan J, Cripps H, Mountford RA, Braddon FE, Hughes AO (1992) Defecation frequency and timing, and stool form in the general population: a prospective study. *Gut*. 33(6):818-824.
- Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A (1999) Physiological and psychometric variables for monitoring recovery during tapering for major competition. *Med Sci Sports Exerc* 31(8):1205-1210.
- 星川淳人, 鳥居俊, 小林康一 (1995) 女子マラソン選手における心理的コンディションと競技成績. *日本臨床スポーツ医学会誌* 3(1):1-5.
- Iamele, L., Fiocchi, R., Vernocchi, A. (2002) Evaluation of an automated spectrophotometric assay for reactive oxygen metabolites in serum. *Clin Chem Lab Med*. 40(7):673-676.
- Iorio EL. (2010) The BAP test and the global assessment of oxidative stress in clinical practice. A short review Release4.1. *International Observatory of Oxidative Stress*.
- Kageta T, Tsuchiya Y, Morishima T, Hasegawa Y, Sasaki H, Goto K. (2016) Influences of increased training volume on exercise performance, physiological and psychological parameters. *J Sports Med Phys Fitness*. 56(7-8):913-921.
- 川原貴 (1992) オーバートレーニングに対する予防と対策. *臨床スポーツ医学* 9 : 489-495.
- 小林寛道 (1992) 疲労の自己チェック. *体育の科学* 42(5):351-356.
- 河野一郎 (1990) コンディションチェックにおける自覚的指標の有効性. *日本体育協会スポーツ医一科学研究報告No IX オーバートレーニングに関する研究第2報*92-96.
- Lewis SJ, Heaton KW. (1997) Stool form scale as a useful guide to intestinal transit time. *Scand J Gastroenterol*. 32(9):920-924.
- Mah CD, Mah KE, Kezirian EJ, Dement WC. (2011) The effects of sleep extension on the athletic performance of collegiate basketball player. *Sleep* 34(7):943-950.
- 松村勲 (2009) 陸上競技女子長距離選手の体調確認の実践事例—VAS法の活用—. *スポーツパフォーマンス研究* 1:110-124.
- 永田勝太郎, 長谷川拓也, 広門靖正, 喜山克彦, 大槻千佳 (2008) 生活習慣病と酸化ストレス防御系. *日本心身医学* 48(3):177-183.
- 永田勝太郎, 近藤麻乃, 藤森純子 (2014) 新しいストレスバイオマーカーとしてのd-ROMs test, BAP test, 修正BAP/d-ROMs値. *ストレス科学：日本ストレス学会誌* 29(3):281-292.
- Nakayama, K., Terawaki, H., Nakayama, M., Iwabuchi, M., Sato, T., Ito, S. (2007) Reduction of serum antioxidative capacity during hemodialysis. *Clin Exp Nephrol*, 11(3):218-224.
- 新畑茂充 (2000) 長距離選手のコンディショニング. *体育の科学* 50(10):792-796.
- 西嶋尚彦, 高倉亜維, 榎本恵子, 中野貴博 (1999) 単一事例モデルを用いたコンディションの変動分析. *Training Journal* 233: 20.
- Plews D. J., Laursen P. B., Kilding A. E., Buchheit M. (2012) Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. *Eur J Appl Physiol* 112(11), 3729-3741.
- Plews D. J., Laursen P. B., Stanley J., Kilding A. E., Buchheit M. (2013) Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring. *Sports Med* 43(9), 773-781.
- 流子友男, 小松崎禎行, 田中博史, 只隈伸也 (2014) 定期的な酸化ストレス測定は駅伝選手の有効なコンディショニング指標になる. *運動とスポーツの科*

学20(1):31-39.
 関秦一 (2009) d-ROMsテストによる酸化ストレス総合評価. 生物試料分析32(4):301-306.
 Schwartz J, Simon RD Jr. (2015) Sleep extension improves serving accuracy: A study with college varsity tennis players. *Physiol Behav.* 151:541-544.
 Swinbourne R, Miller J, Smart D, Dulson DK, Gill N. (2018) The effects of sleep extension on sleep, performance, immunity and physical stress in rugby players. *Sports (Basel)* 6(2):42. Published online
 D'Ercole S, Tieri M, Martinelli D, Tripodi D. (2016) The effect of swimming on oral health status: competitive versus non-competitive athletes. *J Appl Oral Sci.* 24(2):107-113.
 杉田正明 (2014) 酸化ストレスと運動パフォーマンス. 第12回酸化ストレス・抗酸化セミナー Lecture 7: 116-117.
 谷口耕輔, 杉田正明 (2017) 実業団女子長距離走における酸化ストレス評価を用いたコンディション評価に関する研究. *トレーニング科学* 29(1):43-54.
 和久貴洋, 香田泰子, 赤間高雄, 杉浦弘一, 秋本崇之, 龍野美恵子, 河野一郎 (1995) 競技スポーツ選手のコンディション評価に関する研究. *体力科学* 44(6):820.

2. 定期トレーニングデータを利用したコンディショニングおよびトレーニング方略の検討。末梢要因および中枢要因を区別したコンディショニング評価について—自転車競技およびスピードスケート選手について—

2-1. 目的

強化合宿や重要な試合前の期間において選手のコンディションを把握することは重要である。自転車

競技やスピードスケートのように体力要素が競技パフォーマンスに強く影響する種目では競技に特化した動作や運動におけるパワー発揮状態を捉えて評価することが多い^{1,2}。このような状況で発揮されるパワーには脚筋のコンディション（末梢性要因）と覚醒状態（中枢性要因）が影響することがわかっているが、これらを客観的に評価する手段は競技現場で確立しているとはいえない。特に、心的状態が影響する中枢性要因においてはコーチ、選手による感覚的な判断を用いることになり、より洗練したトレーニングやピーキングを実践するためには両要因を区別し客観評価することのできる方法が望まれる。

自転車競技やスピードスケートは下肢筋を選択的に使用する競技であり上肢の疲労はあまり蓄積されないという競技特性を利用して、定期測定した上肢および下肢の筋力、パワー発揮の推移を観察することで末梢性および中枢性要因を区別してコンディション評価に結び付ける方法を提案したい。

2-2. 方法

研究対象は本学学友会自転車競技部所属の男子学生17名であった。本報告では短距離、中距離ブロック（トラック種目）選手について示す。

測定期間は対象選手がインシーズン中の最重要大会として位置付けた8月末のインターカレッジ大会（以下インカレと略す）までの2か月間（6月24日－8月25日）であった。期分けとしては、調整試合期（3wk）、回復期（1wk）、強化期（3wk）、調整期（2wk）であり計画通り実行された。

定期測定は同期間における毎週水曜日に実施した（図11）。

測定項目については「客観的指標」として起床時

6/24 -6/30	7/1 -7/7	7/8 -7/14	7/15 -7/21	7/22 -7/28	7/29 -8/4	8/5 -8/11	8/12 -8/18	8/19 -8/23	8/24 -8/26
調整期	試合期	試合期	回復期	強化期	強化期	強化期	調整期	調整期	試合期

曜日	月曜	火曜	水曜	木曜	金曜	土曜	日曜
練習内容	OFF	ウェイト	エルゴ /測定日	ウェイト	エルゴ	トラック /ロード	トラック /ロード

図11. 期分けおよび週間スケジュール

の①心拍数と②体温、午後のトレーニング前③握力、④垂直跳高(以下VJと略す)、⑤3分間定常ペダリング後の血中乳酸濃度(以下Laと略す)を測定した。「主観的指標」として①体調、②精神的疲労度、③肉体的疲労度、④練習意欲、⑤身体のキレについては5段階評価とし、⑥上肢筋肉痛、⑦下肢筋肉痛、⑧体幹筋肉痛についてはVisual Analog Scale(以下、VAS)を用いて記録した。

2-3. 結果及び考察

インシーズンの重要大会であったインカレに向けた2か月間の体力データ推移を短距離ブロック選手Aについて示した(図12)。調整試合とした試合期1wkにはVJ、握力とも高値を示し、試合期2wkでは

低下し、その後の回復期でVJが著しく回復したが、握力は低下し、Laは増加した。後の強化期ではトレーニング量を反映してかVJ低下およびLa増加が確認された。また、インカレ直前の調整期2wkでVJは増加し、Laは低下した。握力については回復期で上半身トレーニングを実施したためかVJとは異なり低下したが、それ以外の期間では変動幅は小さいけれどもVJと同様の変動パターンを示した。この選手Aはインカレでは優勝、自己ベストタイムの更新という結果を残した。

図13には、選手Aの客観指標(握力および垂直跳高)と主観指標(上肢および下肢筋肉痛)の推移を示した。VJと下肢筋肉痛の変動パターンは2か月間を通して同様であり、インカレ直前には筋肉痛もほぼ

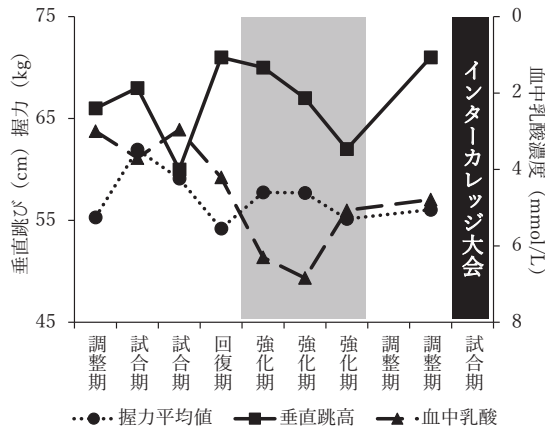


図12. 体力データ推移(選手A)

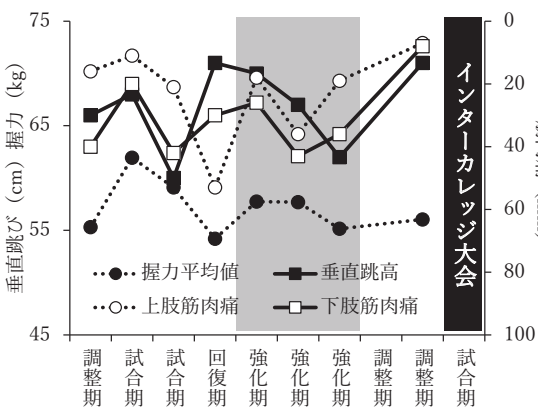


図13. 主観および客観データ推移(選手A)

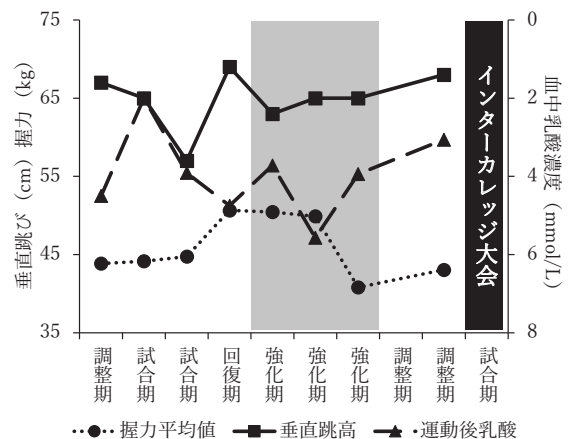


図14. 体力データ推移(選手B)

消失し、VJもこの二か月間で最高値を示した。握力と上肢筋肉痛については強化期2wk以降、筋肉痛は軽減したが握力は変化しなかった。これらのことを合わせるとピーキングの狙いであるインカレ時に脚筋をはじめとする末梢要因は疲労から抜けて良いコンディションにあり、一方、中枢性要因については“おそらく良いコンディションではなかった”と推察された。中枢性要因の状態をより客観的に評価する測定項目が必要であると考えられた。

また、主観的指標として測定した体調、疲労度、練習意欲、身体のキレについては5段階で評価したため大きな変動は認められなかった。今後はVASを用いた測定を導入する必要があるだろう。

図14に示した中距離ブロックの選手Bについて体力データの推移をみると、インカレ直前の調整においてVJの増加およびLa低下がみとめられたが、握力は大きく低下した。上半身の筋肉痛はほぼみられなかった（未表示）ことから選手Bにおけるインカレ時の末梢性要因は上下肢ともに良いコンディションにあり、中枢性要因については良い状態ではなかったと推察された。選手Bは補欠選手でありインカレでの競技パフォーマンスを見ることはできなかったがインカレに向かうモチベーションの程度も覚醒状態に影響した可能性が考えられる。

本研究の目的とした中枢性、および末梢性要因を区別したコンディショニングチェック方法の開発に於いて本年度のアプローチは有効であったと考えられる。

2-4. 今後の展望

今後、中枢性要因の状態を客観的に評価するための測定項目（唾液中SIgAなど）の追加が必要である。また、オフシーズン鍛錬期における高度疲労時の測定およびスピードスケート選手についてデータ追加を予定している。

（文責：西山哲成、青柳 徹、曾根良太、中澤 翔）

参考文献

- 1 Valenzuela PL, Foster C, Lucia A, de la Villa P. Performance and physiological analysis of 500 km non-stop cycling: a case study. *Res Sports Med.* 2018; 26: 222-229.

- 2 Dionne JF, Lajoie C, Gendron P, Freiburger E, Trudeau F. Physiological and psychological adaptations of trained cyclists to spring cycling camps. *J Hum Kinet.* 2018; 64: 137-146.

3. 大学男子バレー選手を対象とした夏季宿中におけるジャンプ回数と口腔免疫機能の関係

3-1. 研究目的

夏季合宿は、練習時間の確保が容易となり、秋の大会シーズンに向けた競技力向上に重要な役割を担っている。しかし夏季合宿は、暑熱環境下における練習量の増加や集団生活という環境変化により、体調不良（コンディショニング不良）になる選手もいる。

そこで本研究は、大学男子バレーボール選手の夏季合宿を対象とし、口腔免疫機能変化を用いたコンディショニング管理の有効性を検証することとした。また、バレーボール競技の特性上、繰り返し実施されるジャンプ回数が各選手の運動（練習）量を示す項目と推測し、ジャンプ回数と口腔免疫機能との関係性に注目した。

3-2. 方法

3-2-1. 参加者

本研究参加者は、本学男子バレーボール部所属8選手とした。本研究参加者には、研究内容を説明した後、研究への参加の同意を得た。尚、本研究は日本体育大学ヒトを対象とした実験等に関する倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：第019-H080号）。

3-2-2. 対象夏季合宿

対象とした夏季合宿は、2019年8月14日から8月24日まで北志賀高原（長野県）にて実施した11日間の合宿とした。合宿は、午前と午後の1日に2回の練習を基本とする内容であった。合宿期間中の練習内容は、表1に記した。

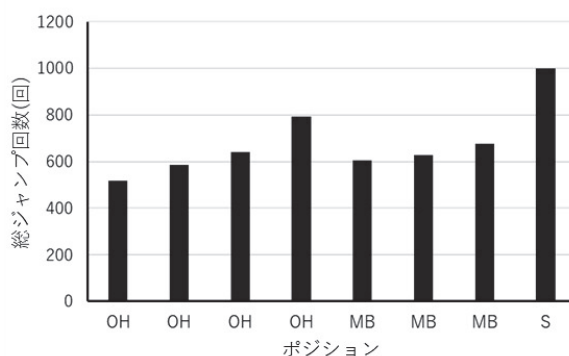


図15. 各個人における総ジャンプ回数

OH;アウトサイドヒッター、MB;ミドルブロッカー、S;セッター

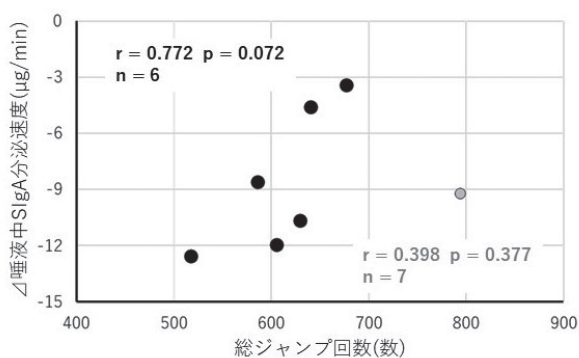


図16. 合宿中の総ジャンプ回数と唾液中SIgA分泌速度の変化量との関係

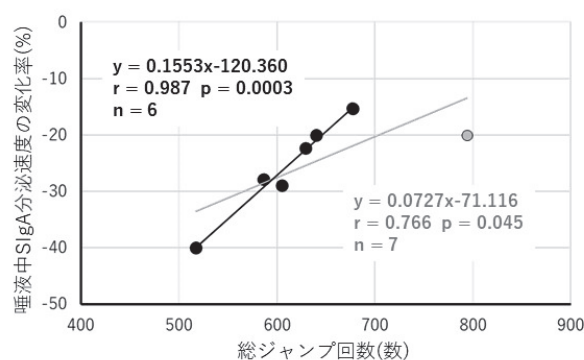


図17. 合宿中の総ジャンプ回数と唾液中SIgA分泌速度の変化率との関係

ターは、各選手における試合中のコンディショニングやスパイク決定率などを考慮しトスを上げる選手を決定すると推察される。つまり、本研究結果は、セッターが各選手のコンディショニングを考慮したトスを行うため、唾液中SIgA分泌速度の減少率が大きい選手ほど総ジャンプ回数が少ない結果を示したと推察する。

6選手による総ジャンプ回数と唾液中SIgA分泌速度の変化率の間に0.1%水準の有意な関係性が検出された(図17)。上記に示すように、セッターが各選手のコンディショニングを考慮し、各選手のスパイク数(ジャンプ回数)を決めているのであれば、セッターによる各選手のコンディショニング評価能力は、唾液中SIgA分泌速度の変化率の測定と同等な精度と考えられる。

図16と図17において白丸マークで示した選手

は、他の6選手と異なる傾向を示した。そのため、監督やコーチに白丸マークの選手について確認した結果、普段の練習においても全体練習後に個人でスパイク練習する選手であり、研究対象の合宿中においても全体練習後に個人でスパイク練習を実施していた。これらのことから、白丸マークの選手は、全体練習後の個人練習(自主練習)や普段の練習量による影響により他の選手とは異なる傾向を示したと考える。

3-5. 今後の展望

今後の課題として以下の3つが考えられる。まず、研究対象期間を普段の練習期や試合期と変え、年間を通したコンディショニング管理への有効性を検証することである。次に、セッターによる各選手のコンディショニング評価の可能性について検証する

ことである。最後に、口腔免疫機能からバレーボール選手に多いジャンパー膝に焦点を変え、各選手のジャンプ回数とジャンパー膝の関係性を明らかにし、コンディショニング管理の一助となる知見を得ることである。

(文責：大石健二、曾根良太、山本健之)

参考文献

- Heath GW, Ford ES, Craven TE, Macera CA, Jackson KL and Pate RR. 1991. Exercise and the incidence of upper respiratory tract infections. *Med Sci Sports Exerc* 23:152-157.
- Mahmoud I, Othman AAA, Abdelrasoul E, Stergiou P, and Katz L. 2015. The reliability of a real time wearable sensing device to measure vertical jump. *Procedia Engineering*. 112:467-72.
- Neville V, Gleeson M and Folland JP. 2008. Salivary IgA as a risk factor for upper respiratory infections in elite professional athletes. *Med Sci Sports Exerc* 40:1228-1236.

01 中里浩一 (保健医療学部・教授)

- Homma H, Kobatake N, Sekimoto Y, Saito M, Mochizuki Y, Okamoto T, Nakazato K, Nishiyama T, Kikuchi N
Ciliary Neurotrophic Factor Receptor rs41274853 Polymorphism Is Associated With Weightlifting Performance
in Japanese Weightlifters J Strength Cond Res, 2020
- Okamoto T, Hashimoto Y, Kobayashi R, Nakazato K, Willems MET. Effects of blackcurrant extract on arterial
functions in older adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial Clin Exp Hypertens
42(7):640-647, 2020
- Sumi K, Ashida K, Nakazato K. Repeated stretch-shortening contraction of the triceps surae attenuates muscle
atrophy and liver dysfunction in a rat model of inflammation Exp Physiol 105(7):1111-1123, 2020
- Wakabayashi Y, Tamura Y, Kouzaki K, Kikuchi N, Hiranuma K, Menuki K, Tajima T, Yamanaka Y, Sakai A, Nakayama
KI, Kawamoto T, Kitagawa K, Nakazato K. Acetaldehyde dehydrogenase 2 deficiency increases mitochondrial
reactive oxygen species emission and induces mitochondrial protease Omi/HtrA2 in skeletal muscle Am J
Physiol Regul Integr Comp Physiol, 2020
- Tamura Y, Tomiya S, Takegaki J, Kouzaki K, Tsutaki A, Nakazato K. Apple polyphenols induce browning of white
adipose tissue J Nutr Biochem 77:108299, 2020
- Ochi E, Ueda H, Tsuchiya Y, Kouzaki K, Nakazato K. Eccentric contraction-induced muscle damage in human flexor
pollicis brevis is accompanied by impairment of motor nerve Scand J Med Sci Sports 30(3):462-471, 2020
- Sumi K, Ashida K, Nakazato K. Resistance exercise with anti-inflammatory foods attenuates skeletal muscle atrophy
induced by chronic inflammation J Appl Physiol 128(1):197-211, 2020
- Tomiya S, Tamura Y, Kouzaki K, Kotani T, Wakabayashi Y, Noda M, Nakazato K. Cast immobilization of hindlimb
upregulates sarcolipin expression in atrophied skeletal muscles and increases thermogenesis in C57BL/6J mice
Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 317(5):R649-R661, 2019
- Takegaki J, Ogasawara R, Kotani T, Tamura Y, Takagi R, Nakazato K, Ishii N. Influence of shortened recovery between
resistance exercise sessions on muscle-hypertrophic effect in rat skeletal muscle Physiol Rep 7(13), 2019
- Ato S, Tsushima D, Isono Y, Suginochara T, Maruyama Y, Nakazato K, Ogasawara R. The Effect of Changing the
Contraction Mode During Resistance Training on mTORC1 Signaling and Muscle Protein Synthesis Front
Physiol, 2019
- Kotani T, Takegaki J, Takagi R, Nakazato K, Ishii N. Consecutive bouts of electrical stimulation-induced contractions
alter ribosome biogenesis in rat skeletal muscle (査読付) J Appl Physiol (1985), 2019
- Kubo Y, Watanabe K, Nakazato K, Koyama K, Hakkaku T, Kemuriyama S, Suzuki M, Hiranuma K. The Effect of a
Previous Strain Injury on Regional Neuromuscular Activation Within the Rectus Femoris (査読付) J Hum
Kinet, 2019
- Fink J, Schoenfeld BJ, Hackney AC, Matsumoto M, Maekawa T, Nakazato K, Horie S. Anabolic-androgenic steroids:
procurement and administration practices of doping athletes (査読付) Phys Sportsmed.47(1), 2019
- Saitou K, Tokunaga M, Yoshino D, Sakitani N, Maekawa T, Ryu Y, Nagao M, Nakamoto H, Saito T, Kawanishi
N, Suzuki K, Ogata T, Makuuchi M, Takashima A, Sawada K, Kawamura S, Nakazato K, Kouzaki K, Harada

- I, Ichihara Y, Sawada Y. Local cyclical compression modulates macrophage function in situ and alleviates immobilization-induced muscle atrophy (査読付) *Clin Sci (Lond)*.132(19):2147-2161, 2018
- Tsuchiya Y, Nakazato K, Ochi E. Contralateral repeated bout effect after eccentric exercise on muscular activation (査読付) *Eur J Appl Physiol*,118(9):1997-2005, 2018
- Yoshida Y, Tsutaki A, Tamura Y, Kouzaki K, Sashihara K, Nakashima S, Tagashira M, Tatsumi R, Nakazato K. Dietary apple polyphenols increase skeletal muscle capillaries in Wistar rats (査読付) *Physiol Rep*. 6(18):e13866, 2018
- Maekawa T, Ogasawara R, Tsutaki A, Lee K, Nakada S, Nakazato K, and Ishii N. Electrically evoked local muscle contractions cause an increase in hippocampal BDNF (査読付) *Applied Physiology, Nutrition Metabolism* 43(5):491-496, 2018
- Takagi R, Ogasawara R, Takegaki J, Tamura Y, Tsutaki A, Nakazato K, and Ishii N. Past Injurious Exercise Attenuates Activation of Primary Calcium-dependent Injury Pathways in Skeletal Muscle during Subsequent Exercise (査読付) *Physiological Report* (in press), 2018
- Takegaki J, Ogasawara R, Tamura Y, Takagi R, Arihara Y, Tsutaki A, Nakazato K, and Ishii N. Repeated bouts of resistance exercise with short recovery periods activates mTOR signaling, but not protein synthesis, in mouse skeletal muscle *Physiological Report*, 5(22). pii: e13515, 2017
- Fink J, Schoenfeld BJ, Nakazato K. The role of hormones in muscle hypertrophy (査読付総説) *The Physician and Sportsmedicine*, 46(1):129-134, 2017
- Takagi R, Ogasawara R, Takegaki J, Tsutaki A, Nakazato K, and Ishii N. Influence of Past Injurious Exercise on Fiber Type Specific Acute Anabolic Response to Resistance Exercise in Skeletal Muscle (査読付) *Journal of Applied Physiology*, 124(1):16-22, 2017
- Koyama K, Nakazato K, Maeda S, Kikuchi N, Matsumoto S, and Hiranuma K. Association of COL11A1 4603C/T Polymorphism with Cervical Disc Degeneration in Collegiate Wrestlers (査読付) *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, in press, 2017
- Kikuchi N, Tsuchiya Y, Nakazato K, Ishii N, Ochi E. Effects of ACTN3 on the strength and flexibility before and after eccentric contractions (査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 39(2):148-153, 2017
- Hakkaku T, Nakazato K, Koyama K, Kouzaki K, and Hiranuma H. Cervical intervertebral disk degeneration and low cervical extension independently associated with a history of stinger syndrome (査読付) *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(11):2325967117735830, 2017
- Tomiyama S, Kikuchi N and Nakazato K. Moderate intensity cycling exercise after upper-body resistance training interferes with response to muscle hypertrophy but not strength gains (査読付) *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(3):391-395, 2017
- Ogasawara R, Arihara Y, Takegaki J, Nakazato K, Ishii N. Relationship between exercise volume and muscle protein synthesis in a rat model of resistance exercise (査読付) *Journal of Applied Physiology*, 123(4):710-716, 2017
- Kouzaki K, Nakazato K, Mizuno M, Yonechi T, Higo Y, Kubo Y, Kono T, and Hiranuma K. Sciatic nerve conductivity is impaired by hamstring strain injuries (査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 38(11): 803-808, 2017
- Kikuchi N and Nakazato K. Low-load bench press and push-up induce similar muscle hypertrophy and strength gain (査読付) *Journal of Exercise Science & Fitness*, 15(1), 37-42, 2017
- Fink J, Schoenfeld BJ, Kikuchi N, Nakazato K. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength (査読付) *J Sports Med Phys Fitness*, S0022-4707.17.06838-4, 2017
- Jee H, Ochi E, Sakurai T, Lim JY, Nakazato K, and Hatta H. Muscle plasticity related to changes in tubulin and α B-

- crystallin levels induced by eccentric contraction in rat skeletal muscles (査読付) *Physiology International* 103(3):300-309, 2016
- Fink J, Kikuchi N, Nakazato K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy (査読付) *Clin Physiol Funct Imaging*. 38(2):261-268, 2016
- Okamoto T, Kobayashi R, Natsume M, Nakazato K. Habitual cocoa intake reduces arterial stiffness in postmenopausal women regardless of intake frequency: a randomized parallel group study (査読付) *Clinical Interventions in Aging*, 11:1645-1652, 2016
- Fink J, Shoenfeld B, Kikuchi N, and Nakazato K. Acute and long-term responses to different rest intervals in low load resistance training (査読付) *Int J Sports Med* 38(2):118-124, 2016
- Kikuchi N, Zempo H, Fuku N, Murakami H, Sakamaki M, Okamoto T, Nakazato K, Miyachi M. Association between ACTN3 R577X polymorphism and trunk flexibility in two different cohorts (査読付) *Int J Sports Med*, 2016
- Koyama K, Okada T, Nakazato K, Takahashi R, Matsumoto S, Yamamoto Y, and Hiramuna K. Asymmetrical and smaller size of trunk muscles in combat sports athletes with lumbar intervertebral disc degeneration (査読付) Springer Plus, 2016
- Kikuchi N, Fuku, N, Matsumoto R, Matsumoto S, Murakami H, Miyachi M, Nakazato K. The association between MCT1 T1470A polymorphism and power-oriented athletic performance (査読付) *International Journal of Sports Medicine* 38(1):76-80, 2016
- Takagi R, Ogasawara R, Tsutaki A, Nakazato K, Ishii N. Regional adaptation of collagen in skeletal muscle to repeated bouts of strenuous eccentric exercise (査読付) *Pflugers Archiv - European Journal of Physiology*, 2016
- Ogasawara R, Fujita S, Hornburger TA, Kitaoka Y, Makanae Y, Nakazato K, and Ishii N. The role of mTOR signalling in the regulation of skeletal muscle mass in a rodent model of resistance exercise (査読付) *Scientific Report*, 2016
- Kubo Y, Nakazato K, Koyama K, Tahara Y, Funaki, A and Hiranuma K. The Relation between Hamstring Strain Injury and Physical Characteristics of Japanese Collegiate Sepak Takraw Players (査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 2016
- Julius Fink Email author, Naoki Kikuchi, Shou Yoshida, Kentaro Terada and Koichi Nakazato. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development (査読付) SpringerPlus, 2016
- Tsuchiya Y, Yanagimoto K, Nakazato K, Hayamizu K, and Ochi E. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids-rich fish oil supplementation attenuates strength loss and limited joint range of motion after eccentric contractions: a randomized, double-blind, placebo-controlled, parallel-group trial (査読付) *European Journal of Applied Physiology*, 2016
- MIZUNOYA W, OKAMOTO S, MIYAHARA H, AKAHOSHI M, SUZUKI T, DO M, OHTSUBO H, KOMIYA Y, QAHAR M, WAGA T, NAKAZATO K, IKEUCHI Y, ANDERSON J and TATSUMI R. Fast-to-slow shift of muscle fiber-type composition by dietary apple polyphenols in rats: impact of the low-dose supplementation (査読付) *Animal Science Journal*, 2016
- Karina Kouzaki, Kazunori Nosaka, Eisuke Ochi, and Koichi Nakazato. INCREASES IN M-WAVE LATENCY OF BICEPS BRACHII AFTER ELBOW FLEXOR ECCENTRIC CONTRACTIONS IN WOMEN (査読付) *European Journal of Applied Physiology*, 2016
- Kouzaki K, Kobayashi M, Nakamura KI, Ohta K, Nakazato K. Repeated bouts of fast eccentric contraction produce

- sciatic nerve damage in rats (査読付) *Muscle Nerve*, 2016
- Lee K, Ochi E, Song H, Nakazato K. Activation of AMP-activated protein kinase induce expression of FoxO1, FoxO3a, and myostatin after exercise-induced muscle damage (査読付) *Biochem Biophys Res Commun*, 2015
- Makanae Y, Ogasawara R, Sato K, Takamura Y, Matsutani K, Kido K, Shiozawa N, Nakazato K, Fujita S. Acute bout of resistance exercise increases vitamin D receptor protein expression in rat skeletal muscle (査読付) *Exp Physiol*, 2015
- Koji Koyama, Koichi Nakazato, and Kenji Hiranuma. Etiology and nature of intervertebral disc degeneration and its correlation with low back pain *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2015
- Mizunoya W, Miyahara H, Okamoto S, Akahoshi M, Suzuki T, Do MK, Ohtsubo H, Komiya Y, Lan M, Waga T, Iwata A, Nakazato K, Ikeuchi Y, Anderson JE, and Tatsumi R. Improvement of Endurance Based on Muscle Fiber-Type Composition by Treatment with Dietary Apple Polyphenols in Rats (査読付) *PLoS One*, 2015
- Ochi E, Nosaka K, Tsutaki A, Kouzaki K, and Nakazato K. Repeated bouts of fast velocity eccentric contractions induce atrophy of gastrocnemius muscle in rats (査読付) *J Muscle Res Cell Motil*, 2015
- Kikuchi N, Yoshida S, Min SK, Lee K, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, and Nakazato K. The ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population (査読付) *Appl Physiol Nutr Metab*, 2015
- Koyama K, Nakazato K, and Hiranuma K. Etiology and nature of intervertebral disc degeneration and its correlation with low back pain. *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2015
- Kikuchi N, Nakazato K. Effective utilization of genetic information for athletes and coaches: focus on ACTN3 R577X polymorphism. *J Exerc Nutrition Biochem*, 2015
- Kikuchi N, Yoshida S, and Nakazato K. The effect of high-intensity interval cycling sprints subsequent to arm-curl exercise on upper-body muscle strength and hypertrophy (査読付) *J Strength Cond Res*, 2015
- Kikuchi N, Yoshida S, Min S, Lee K, Sunaga M, Okamoto T, and Nakazato K. ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population (査読付) *Applied Physiology, Nutrition, Metabolism*, 2014
- Ogasawara R, Nakazato K, Sato K, Boppart M, and Fujita S. Resistance exercise increases active MMP and β 1-integrin protein expression in skeletal muscle (査読付) *Physiological Reports*, 2014
- Ogasawara R, Sato K, Matsutani K, Nakazato K, Fujita S. The order of concurrent endurance and resistance exercise modifies mTOR signaling and protein synthesis in rat skeletal muscle (査読付) *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 2014
- Sumi K, Higashi S, Natsume M, Kawahata K and Nakazato K. Temporal changes in ERK phosphorylation are harmonious with 4E-BP1 but not p70S6K during clenbuterol-induced hypertrophy in the rat gastrocnemius (査読付) *Appl Physiol, Nutr, and Metab*, in press, 2014

02 大石健二 (体育学部・教授)

- 山口雄大, 渡邊航平, 大石健二, 福田渉, 西山哲成. ベダリング運動における踏み込み局面の膝関節屈曲モーメントは負の有効踏力を減少させる. *体育学研究*, in press, 2020
- Ryota Sone, Sho Nakazawa, Kenji Ohishi. Efficacy of mineral-rich antioxidant supplements on oxidative stress markers and exercise performance. *GAZZETTA MEDICA ITALIANA*, in press, 2020

- Ryota Sone, Kenji Yamamoto, Kenji Ohishi. The effect of pre-season training camp on oral immune functions in elite collegiate volleyball players The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 10(2), in press, 2020
- Asai Taishi, Abe Daisuke, Doi Hirokazu, Tanaka Chikara, Ohishi Kenji, Maeda Hideki, Wada Tadashi, Takahashi Yuusuke, Nakahata Yasukazu, Shinohara Kazuyuki. Characteristics of the BDNF Val66Met polymorphism in competitive swimmers and judo athletes Acta medica Nagasakiensia 64(1), 23-29, 2020
- 中澤翔, 大石健二, 山口雄大, 菊池直樹, 榎野陽介, 塩島絵未, 堀彩夏, 池田祐介, 大本洋嗣, 西山哲成 国内大学自転車競技選手における1kmタイムトライアルの競技記録とラップタイムの関係: 250mトラックでのレース分析 トレーニング科学32(1), 9-17, 2020
- 藤岩秀樹, 大石健二 サッカーゲームにおける得点傾向の分析(第二報) 尾道市立大学経済情報論集19(1), 59-70, 2019
- 大石健二 幼児を対象とした室内における運動プログラム実施時の身体活動強度と身体活動時間(査読付) 運動とスポーツの科学24(2), 97-106, 2019
- 益川満治, 宮腰太輔, 山口良博, 比嘉靖, 渡邊陵由 大学体育授業におけるバスケットボールの身体活動量(査読付) 身体運動文化研究23(1), 1-12, 2018
- 山本沙貴, 生川岳人, 辻国内女子ビーチハンドボール競技におけるシュートに着目したゲーム分析(査読付) 日本体育大学紀要47(2), 151-160, 2018
- 大石健二 就学前施設における活動内容と幼児の走・投能力の変化—園庭を有しない就学前施設の午前中の活動に注目して—(査読付) 日本体育大学紀要47(1), 13-22, 2017
- 河田聖良・北見好・上野敦史・山本沙貴 函館圏における生活習慣および生活環境の実態 鶴見大学紀要54(3), 49-57, 2017
- 上野敦史・北見好・河田聖良. 財政再建団体(夕張市)の生活環境は子どもたちの体力・運動能力に影響を及ぼすのか? 2015年度笹川スポーツ研究助成研究成果報告書, 239-248, 2016
- 北見好・河田聖良・上野敦史・山本沙貴 幼児の体力・運動能力「走・跳・投」についての検討—函館圏と全国平均値の比較— 函館大谷短期大学紀要32, 55-59, 2016

03 岡本孝信 (体育学部・教授)

- Okamoto T, Kobayashi R, Hashimoto Y, Kikuchi N, Ogoh S. Is individual day-to-day variation of arterial stiffness associated with variation of maximal aerobic performance?(査読付) BMC Sports Sci Med Rehabil. Inpress, 2020
- Hashimoto Y, Okamoto T. Arterial Stiffness and Left Ventricular Diastolic Function in Endurance Athletes (査読付) Int J Sports Med. Inpress, 2020
- Saito M, Ginszt M, Massidda M, Cieszczyk P, Okamoto T, Majcher P, Nakazato K, Kikuchi N. Association between MCT1 T1470A polymorphism and climbing status in Polish and Japanese climbers(査読付) Biology of Sport. Inpress, 2020
- Homma H, Kobatake N, Sekimoto Y, Saito M, Mochizuki Y, Okamoto T, Nakazato K, Nishiyama T, Kikuchi N. Ciliary Neurotrophic Factor Receptor rs41274853 Polymorphism Is Associated With Weightlifting Performance in Japanese Weightlifters(査読付) J Strength Cond Res. Inpress, 2020

- Okamoto T, Hashimoto Y, Kobayashi R, Nakazato K, Willems MET. Effects of blackcurrant extract on arterial functions in older adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover trial(査読付) *Clin Exp Hypertens.* 42(7): 640-647, 2020
- Okamoto T, Hashimoto Y, Kobayashi R. Isometric handgrip training reduces blood pressure and wave reflections in East Asian, non-medicated, middle-aged and older adults: a randomized control trial(査読付) *Aging Clin Exp Res.* 32(8):1485-1491, 2020
- Kim E, Okamoto T, Song J, Lee K. The acute effects of different frequencies of whole-body vibration on arterial stiffness(査読付) *Clin Exp Hypertens.* 42(4): 345-351, 2020
- Okamoto T, Kobayashi R, Hashimoto Y, Nosaka K. Changes in arterial stiffness after eccentric versus concentric cycling(査読付) *Appl Physiol Nutr Metab.* 44(5): 533-538, 2019
- Okamoto T, Hashimoto Y, Kobayashi R. Effects of interval walking training compared to normal walking training on cognitive function and arterial function in older adults: a randomized controlled trial(査読付). *Aging Clin Exp Res.* 31(10): 1451-1459, 2019
- Figuroa A, Okamoto T, Jaime SJ, Fahs CA. Impact of high- and low-intensity resistance training on arterial stiffness and blood pressure in adults across the lifespan: a review(査読付) *Pflugers Arch.* 471(3): 467-478, 2019
- Kobayashi R, Hashimoto Y, Hatakeyama H, Okamoto T. Acute effects of repeated bouts of aerobic exercise on arterial stiffness after glucose ingestion(査読付) *Clin Exp Hypertens.* 41(2): 123-129, 2019
- Kobayashi R, Hashimoto Y, Okamoto T. Effects of acute footbath before and after glucose ingestion on arterial stiffness (査読付) *J Clin Biochem Nutr.* 64(2): 164-169, 2019
- Hashimoto Y, Okamoto T. Acute effects of walking in water on vascular endothelial function and heart rate variability in healthy young men(査読付) *Clin Exp Hypertens.* 41(5):452-459, 2018
- Okamoto T, Min SK, Sakamaki-Sunaga M. Acute Effect of interval walking on arterial stiffness in healthy young adults(査読付). *Int J Sports Med.* 39(7): 495-501, 2018
- Kobayashi R, Hashimoto Y, Hatakeyama H, Okamoto T. Acute effects of aerobic exercise intensity on arterial stiffness after glucose ingestion in young men(査読付) *Clin Physiol Funct Imaging.* 38(1): 138-144, 2018
- Kobayashi R, Hatakeyama H, Hashimoto Y, Okamoto T. Acute effects of accumulated aerobic exercise on aortic and peripheral pulse wave velocity in young males(査読付) *J Phys Ther Sci.* 30(1): 181-184, 2018
- Kobayashi R, Hatakeyama H, Hashimoto Y, Okamoto T. Acute effects of different aerobic exercise duration on pulse wave velocity in healthy young men(査読付) *J Sports Med Phys Fitness.* 57(12): 1695-1701, 2017
- Okamoto T, Kobayashi R, Sakamaki-Sunaga M. Effect of resistance exercise on arterial stiffness during the follicular and luteal phases of the menstrual cycle(査読付). *Int J Sports Med.* 38(5): 937-946, 2017
- Kikuchi N, Zempo H, Fuku N, Murakami H, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, Nakazato K, Miyachi M. Association between ACTN3 R577X polymorphism and trunk flexibility in 2 different cohorts(査読付) *Int J Sports Med.* 38(5): 402-406, 2017
- Kobayashi R, Yoshida S, Okamoto T. Effects of acute aerobic exercise on arterial stiffness before and after glucose ingestion(査読付) *Int J Sports Med.* 38(1): 12-18, 2017
- Okamoto T, Kobayashi R, Natsume M, Nakazato K. Habitual cocoa intake reduces arterial stiffness in postmenopausal women regardless of intake frequency: a randomized parallel-group study(査読付) *Clin Interv Aging.* 11. 1645-1652, 2016
- Sakamaki-Sunaga M, Min S, Kamemoto K, Okamoto T. Effects of menstrual phase-dependent resistance training frequency on muscular hypertrophy and strength(査読付) *J Strength Cond Res.* 30(6): 1727-1734, 2016

- Kobayashi R, Yoshida S, Okamoto T. Arterial stiffness after glucose ingestion in exercise-trained versus untrained men (査読付). *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(11): 1151-1156, 2015
- Kikuchi N, Yoshida S, Min SK, Lee K, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, Nakazato K. The ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population (査読付) *Appl Physiol Nutr Metab.* 40(4): 316-322, 2015
- Okamoto T, Sakamaki MS, Min SK, Yoshida S, Watanabe Y, Ogasawara R. Repeated Cessation and Resumption of Resistance Training Attenuates Increases in Arterial Stiffness (査読付) *Int J Sports Med.* 36(6): 440-445, 2015

04 小林正利 (体育学部・教授)

- 黄仁官, 小林哲郎, 別府健至, 小林正利 女性アスリートにおける低骨密度のリスクファクターとビタミンD受容体遺伝子多型との関連性 運動とスポーツの科学 25巻2号, pp49-59, 2020
- Hwang I, Beppu K, Kobayashi M, Hoshina K, Ueda D Relationship between Running Race Records and Blood Lactate|Concentration after 5000m, 10000m and Half-Marathon Races in Japanese Male Collegiate Long-Distance Runners (査読付) 運動とスポーツの科学 22巻, pp9-16, 2016
- Kouzaki K, Kobayashi M, Nakamura K, Ohta K, Nakazato K. Repeated bouts of fast eccentric contraction produce sciatic nerve damage in rats (査読付) *Muscle Nerve.* vol.54, pp936-942, 2016
- 石川直, 大川昌宏, 小林正利, 櫻井忠義 競技力向上を目指したメンタルコーチングの導入について —ダブルタッチチームを対象として— (査読付) 運動とスポーツの科学 20巻1号, pp85-91, 2014
- 小林正利, 大川昌宏, 栗田ひかり, 櫻井忠義 養護教諭が意識しているヘルスポモーターとしての資質・能力 (査読付) 日本体育大学紀要 44巻1号, pp15-19, 2014
- 小林正利, 太田啓介, 東龍平, 中村桂一郎 マウス骨格筋組織における骨髄由来細胞の分布 (査読付) 久留米医学会雑誌 77, pp34-44, 2014

05 杉田正明 (体育学部・教授)

- 橋本峻, 杉田正明 簡易測定器 (LAQUAtwin) を用いた汗中Ca濃度測定における妥当性の検討 (査読付) 日本体育大学スポーツ科学研究 Vol.9:24-29, 2020
- 谷口耕輔, 杉田正明 安静時における一過性の高濃度酸素吸入が心拍変動及び酸化ストレスに与える影響 (査読付) 運動とスポーツの科学 26(1):11-20, 2020
- 河村亜希, 杉田正明 女子長距離選手における24か月間のEPAおよびDHAの摂取による血中脂肪酸濃度の変化 (査読付) 日本栄養・食糧学会誌 73(5):199-205, 2020
- 河村亜希, 杉田正明, 西澤美春, 佐藤洋平, 小林史明 女子長距離選手における6か月間のn-3系脂肪酸含有食品の摂取が血中脂質の変化に及ぼす影響 (査読付) 日本栄養士会雑誌 63(8):439-446, 2020
- 橋本峻, 杉田正明 カプセル式深部体温測定器における妥当性の検討 (査読付) 日本体育大学紀要 49:3021-

3025, 2020

- 杉田正明 競技スポーツ選手を対象とした高地トレーニングの科学 生体の科学 Vol71(3):193-199, 2020
Koji HOGA-MIURA, Ryotaro HIROKAWA, Masaaki SUGITA, Yasushi ENOMOTO, Hirotsuke KADONO, Yuta SUZUKI. A three-dimensional kinematic analysis of walking speed on world elite women's 20-km walking races using an inverted pendulum model (査読付) *Gazzetta Medica Italiana - Archivio per le Scienze Mediche* 179(1-2) 29-38, 2020
- 酒井健介, 須永美歌子, 貴嶋孝太, 森丘保典, 真鍋知宏, 山本宏明, 杉田正明 高校生エリート陸上選手におけるサプリメント使用状況(査読付) 陸上競技研究紀要 Vol.15:81-93, 2020
- 野村由実, 杉田正明 自転車エルゴメーターにおける負荷精度の検討(査読付) トレーニング科学 32(1):33-39, 2020
- 谷口耕輔, 杉田正明 高校男子長距離走選手の試合期における酸化ストレス, 心理的状态及び主観的コンディションに関する研究(査読付) スポーツパフォーマンス研究 12:57-71, 2020
- 坂東陽月, 高橋睦, 杉田正明 スポーツ関係者および歯科医療関係者に対するスポーツ歯科学についてのアンケート調査(査読付) スポーツ歯学 22(2):29-36, 2020
- 杉田正明 コーチングの力量 体育の科学 69:651-657, 2019
Shimpei Fujita, Seiya Kusano, Yusaku Sugiura, Keishoku Sakuraba, Atsushi Kubota, Kazuhiko Sakuma, Yoshio Suzuki, Kohsuke Hayamizu, Yuma Aoki and Masaaki Sugita. A 100-m sprint time is associated with deep trunk muscle thickness in collegiate male sprinters (査読付) *Front. Sports Act. Living*, 2019
- 坂東陽月, 高橋睦, 福井卓也, 丸山章子, 杉田正明 トランポリン選手における咬合接触状態と姿勢制御機能の関連(査読付) スポーツ歯学 23(1):14-20, 2019
- 杉田正明 浅間山麓高地エリアにおける高地トレーニングの展開 *Sportsmedicine* 211:26-28, 2019
- 坂東陽月, 高橋睦, 杉田正明 スポーツ関係者および歯科医療関係者に対するスポーツ歯科学についてのアンケート調査(査読付) スポーツ歯学 22(2):29-36, 2019
- 坂東陽月, 高橋睦, 小口貴久, 福井卓也, 丸山章子, 松井陽子, 杉田正明 スケルトン競技のオリンピック強化指定選手に対する歯科学的サポート(査読付) スポーツ歯学 22(2):50-55, 2019
- 杉田正明 持久力に寄与する高地トレーニング最新情報 コーチングクリニック 33(4):18-22, 2019
- 杉田正明 東京2020のマラソンの科学的対応について *Sportsmedicine* 207:2-7, 2019
- 杉田正明, 森丘保典, 山崎一彦, 尾縣貢 日本陸上競技連盟におけるキャリア支援の取り組み 体育の科学 68(12):894-899, 2018
- 山本宏明, 杉田正明 SOC尺度を用いたインターハイ陸上競技入賞者のストレス対処力の検討(査読付) スポーツ精神医学 Vol15:11-17, 2018, 2018
- 杉田正明, 松生香里, 岡崎和伸 2020年に向けたマラソン・競歩の暑熱対策の取り組み 臨床スポーツ医学 35(7):690-696, 2018
- Mahendra P. Kapoor, Masaaki Sugita, Akinobu Nishimura, Akihiro Sudo, Tsutomu Okubo Influence of acute ingestion and regular intake of green tea catechins on resting oxidative stress biomarkers assays in a paralleled randomized controlled crossover supplementation study in healthy men (査読付) *Journal of Functional Foods*, Volume 45:381-391, 2018
- 小林海, 大沼勇人, 高橋恭平, 松林武生, 広川龍太郎, 松尾彰文, 杉田正明, 土江寛裕 桐生祥秀選手が10秒の壁を突破するまでのレースパターンの変遷(査読付) 陸上競技研究紀要 Vol13:109-114, 2018
- 谷口耕輔, 杉田正明 実業団女子長距離走選手における酸化ストレス測定を用いたコンディション評価に関する研究(査読付) トレーニング科学 29(1):43-54, 2017

- 杉田正明 高地(低酸素)トレーニングの実際とその効果～これからの利活用促進に向けて～ *Strengt & Conditioning Journal Japan* 24(8):2-8, 2017
- Koji HOGA-MIURA, Ryotaro HIROKAWA, Masaaki SUGITA Reconstruction of walking motion without flight phase by using computer simulation on the world elite 20km race walkers during official races (査読付) *Slovak Journal Sport Science* 2(1):1-17, 2017
- 古川雄大, 水落俊一, 杉田正明 慣性航法を用いたランニング運動解析機器における妥当性の検証(査読付) *科学・技術研究* 6(1):47-54, 2017
- 杉田正明 酸素飽和度を基準とした高地(低酸素)トレーニング コーチングクリニック 31(10):16-19, 2017
- Mahendra P. Kapoor, Masaaki Sugitam, Yoshitaka Fukuzawa, Tsutomu Okuboa. Impact of partially hydrolyzed guar gum (PHGG) on constipation prevention: A systematic review and meta-analysis (査読付) *Journal of Functional Foods*(33):52-66, 2017
- 杉田正明 EPA (エイコサペンタエン酸) の効果を検証する: 長距離選手の運動持久力に与える効果 月刊スポーツメディスン 28(9):28-30, 2016
- Mahendra Kapoor, Masaaki Sugita, Yoshitaka Fukuzawa, Tsutomu Okubo. Physiological Effects of Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) on Energy Expenditure for Prospective Fat Oxidation in Humans: A Systematic Review and Meta-analysis (査読付) *The Journal of nutritional biochemistry* 43:1-10, 2016
- 杉田正明 コンディショニング最前線 リカバリーがピークをつくる ランニングマガジン・クリール 12月号:10-16, 2016
- 杉田正明 酸化度測定を選手のコンディショニングに生かす コーチング・クリニック 30(5):12-15, 2016
- 山中亮, 松林武生, 佐伯徹郎, 榎本靖士, 山崎一彦, 杉田正明 高校トップレベル男子長距離走者のパフォーマンスと大腰筋の筋横断面積および最高酸素摂取量の関係(査読付) *体力科学* 65(3):307-313, 2016
- Masaaki Sugita, Mahendra P. Kapoor, Akinobu Nishimura, Tsutomu Okubo. Influence of green tea catechins on oxidative stress metabolites at rest and during exercise in healthy humans (査読付) *NUTRITION* 32(3):321-331, 2016
- 谷口耕輔, 杉田正明 異なる強度の持久的運動における生理的応答と酸化ストレス及び抗酸化力との関係(査読付) *トレーニング科学* 26(3):155-168, 2015
- 杉田正明 どのように女性スポーツを発展させるか *臨床スポーツ医学* 32(6):536-541, 2015
- 杉田正明 世界の高地トレーニング事情 第17回高所トレーニング国際シンポジウム 2013 in Hida-Ontake, Gifu:59-63, 2015 総集編, 2015
- 杉田正明, 西村明展, 小林寛道 短距離選手を対象としたLiving Low Training High (LLTH) 法における短時間・高強度トレーニングの効果(査読付) *陸上競技研究* 100(1):15-25, 2015
- 杉田正明 "防衛体力"の指標を見つける コーチング・クリニック 28(12):20-23, 2014
- 鶴原清志, 杉田正明, 富樫健二, 大隅節子, 八木規夫 本学学生の体格・体力の推移について 三重大学授業研究交流誌第22号:31-34, 2014
- Masaaki Sugita, Akinobu Nishimura and Atsumasa Uchida. Increase in plasma growth hormone after resistance training under hypoxic conditions (査読付) *Studies in Science and Technology*3(1):81-85, 2014
- Katsuyuki HAGIWARA, Masaaki SUGITA A nonlinear regression model for distance-velocity curve of 100m sprint. *Bulletin of the Faculty of Education, Mie University* Vol.65:5-17, 2014

06 鈴川一宏 (体育学部・教授)

- 谷川涼子, 古川照美, 倉内静香, 清水亮, 戸沼由紀, 鈴川一宏 地方と都市部における中学生の主観的健康観と生活習慣の比較(査読付) 日本ヒューマンケア科学会誌 13(1) 30 - 38, 2020
- 具志堅武, 小山内弘和, 越智英輔, 植木貴頼, 永松俊哉, 鈴川一宏 男子高校生の運動・スポーツ活動が行動体力・防衛体力・日常生活に及ぼす影響(査読付) 体力・栄養・免疫学雑誌 28(3), 2018
- 植松雄太, 伊藤雅充, 三輪康廣, 畠田好章, 鈴川一宏 エアロビック競技跳躍系動作における難度スコアと選手観の相違(査読付) 運動とスポーツの科学 24(2), 2019
- 酒本勝太, 鈴川一宏 ジュニアサッカー選手における実行機能(査読付) 運動とスポーツの科学 24(1), 2018
- Shota Sakamoto, Haruki Takeuchi, Naoki Ihara, Bao Ligao, Kazuhiro Suzukawa. Possible requirement of executive functions for high performance in soccer(査読付) PLoS ONE 13(8), 2018
- 神藤隆志, 鈴川一宏, 甲斐裕子, 北濃成樹, 小山内弘和, 越智英輔, 永松俊哉 男子高校生における継続的な運動・スポーツ活動と特性的自己効力感の関連性: スポーツクラブへの所属に着目して(査読付) 発育発達研究, 2018
- Takashi Jindo, Naruki Kitano, Kazuhiro Suzukawa, Shota Sakamoto, Shin Osawa, Yuichi Nakahara-Gondoh, Takeru Gushiken, Koki Nagata, Toshiya Nagamatsu. Relationship of athletic sports with sense of coherence and mood states in male senior high school students: Comparing athletes from a school soccer club and J-League youth teams(査読付) BULLETIN OF THE PHYSICAL FITNESS RESEARCH INSTITUTE 116, 2018
- 田丸由紀子, 岡本美和子, 具志堅武, 鈴木菜々, 重田唯子, 鈴川一宏 母親の養育行動促進のための親子体操による介入効果の検討(査読付) 運動とスポーツの科学 23(2), 2018
- 越智英輔, 石川和裕, 鈴川一宏, 三浦孝仁 パワーリフティング選手における権力トレーニングが動脈コンプライアンスに及ぼす影響: 横断及び1年間の縦断研究(査読付) 運動とスポーツの科学 23(1), 2017
- 中原 雄一, 角田 憲治, 池田 孝博, 具志堅 武, 重田 唯子, 藤本 敏彦, 鈴川 一宏 体育系と福祉系の大学生における身体活動量と精神的健康度の比較(査読付) 福岡県立大学人間社会学部紀要 26, 2017
- 神藤隆志, 鈴川一宏, 甲斐裕子, 北濃成樹, 松原功, 植木貴頼, 小山内弘和, 越智英輔, 青山健太, 永松俊哉 青年期男子における特性的自己効力感と関連するスポーツ活動の特徴(査読付) 体力研究 115, 2017
- 鈴木菜々, 岡本美和子, 重田唯子, 鈴川一宏 新任養護教諭が抱える困難とその対処に関する研究(査読付) 日本体育大学紀要 46(2), 2017
- 具志堅武, 越智英輔, 青山健太, 鈴川一宏 小学校高学年における運動習慣・睡眠の重要性(査読付) 運動とスポーツの科学 21(1), 2015
- Saki Hamano, Eisuke Ochi, Yosuke Tsuchiya, Erina Muramatsu, Kazuhiro Suzukawa, Shoji Igawa. Relationship between performance test and body composition/physical strength characteristic in sprint canoe and kayak paddlers(査読付) Open Access Journal of Sports Medicine 6, 2015
- 有賀玲子, 高橋一平, 鈴川一宏, 関根陽平, 和田尚子, 高橋和幸, 山田睦雄, 田中里奈, 松坂方士, 中路重之 HbA1cと動脈の硬さの関連に関する研究: 岩木健康増進プロジェクトでの横断研究と追跡研究(査読付) 体力・栄養免疫学雑誌 24(1), 2014
- 松本秀彦, 森田恭光, 具志堅武, 鈴川一宏, 越智英輔, 山本洋祐 大学女子柔道選手における試合に向けた減量の実態調査(査読付) 日本スポーツ健康科学雑誌 1(1), 2014

07 西山哲成 (体育学部・教授)

- Oe Mariko, Sakamoto Hisae, Nishiyama Hiroshi, Sasahara Ryou, Masuda Yasunobu, Adachi Mizuho & Nishiyama Tetsunari White hydrolyzate reduces mental fatigue: randomized, double-blind, controlled study BMC Research Notes volume 13, Article number: 443, 2020
- 山口雄大, 渡邊航平, 大石健二, 福田渉, 西山哲成 ベダリング運動における踏み込み局面の膝関節屈曲モーメントは負の有効踏力を減少させる 体育学研究, 65, 747-756, 2020
- Homma Hiroki, Kobatake Naoyuki, Sekimoto Yusuke, Saito Mika, Mochizuki Yukina, Okamoto Takanobu, Nakazato Koichi, Nishiyama Tetsunari, Kikuchi Naoki Ciliary Neurotrophic Factor Receptor rs41274853 Polymorphism Is Associated With Weightlifting Performance in Japanese Weightlifters Journal of Strength and Conditioning Research, 34, 11, 3037-3041, 2020
- Watanabe Kohei, Yamaguchi Yuta, Fukuda Wataru, Nakazawa Sho, Kenjo Taishi, Nishiyama Tetsunari Neuromuscular activation pattern of lower extremity muscles during pedaling in cyclists with single amputation of leg and with two legs: a case study BMC Research Notes 13: 299, 2020
- 牟田光孝, 山口雄大, 高橋勝美, 日浦幹夫, 西山哲成 3段階のリズムによる足踏み運動を用いた高齢者の歩行機能の検討 神奈川工科大学研究報告A, 人文社会科学編 (44), 37-40, 2020
- 中澤翔, 大石健二, 山口雄大, 菊池直樹, 榎野陽介, 塩島絵未, 堀彩夏, 池田祐介, 大本洋嗣, 西山哲成, 国内大学自転車競技選手における1kmタイムトライアルの競技記録とラップタイムの関係-250mトラックでのレース分析- トレーニング科学 32(1), 9-17, 2020
- 安田竜哉, 山口雄大, 西山哲成 ラグビーのパスにおけるキネマティクスの特徴とパスの種類の違いについて ラグビー科学研究 30(1), 22-26, 2019
- 西山哲成, 山口雄大, 高嶋渉 自転車競技における乗車姿勢の研究~空力学及び生理学パラメーターより~ 2017年度日本体育大学ハイパフォーマンスセンター報告書, 56-58, 2018
- Yamaguchi Y, Watanabe K, Oishi K, Fukuda W, and Nishiyama T. Braking force during bicycle pedaling: an examination on the full crank rotation Conference Proceedings: 36th International Symposium on Biomechanics in Sports. International Society of Biomechanics in Sports: 722-725, 2018
- 山辺芳, 石毛勇介, 横澤俊治, 明石啓太, 白崎啓太, 湯田淳, 西山哲成, 高嶋渉, 渡部勲, 山本敬三 高速移動を伴う競技種目に対する流体力学を考慮した技術・戦術評価 独立行政法人日本スポーツ振興センター・国立スポーツ科学センター2016 Annual Report of Japan Institute of Sports Sciences, 40-41, 2017
- 西山哲成, 高嶋渉, 白崎啓太, 明石啓太, 前川剛輝, 山口雄大, 青木稜, 山辺芳 自転車競技のライディングポジションと空気抵抗の関係 日本体育大学体育研究所雑誌 41, 48-50, 2017
- 平山浩輔, 高井秀明, 本郷由貴, 西山哲成 ピークパフォーマンスの発揮へ向けた心理的コンディショニングに関するワークシートの作成と試験的实施 日本体育大学紀要 46(1), 51-58, 2016
- 本郷由貴, 高井秀明, 平山浩輔, 西山哲成 自転車競技におけるチームを対象にした情動プロファイリングの活用 日本体育大学紀要 46(1), 71-76, 2016
- Watanabe Kohei, Sato Takayuki, Mukaimoto Takahiro, Takashima Wataru, Yamagishi Michio & Nishiyama Tetsunari Electromyographic analysis of thigh muscles during track cycling on a velodrome Journal of Sports Sciences, 34(15), 1413-1422, 2016
- Kon Michihiro, Nakagaki Kohei, Ebi Yoshiko, Nishiyama Tetsunari, Aaron P. Russell Hormonal and metabolic responses to repeated cycling sprints under different hypoxic conditions Growth Hormone & IGF Research 25, 121-126, 2015

- 小川拓郎, 菊池直樹, 鴻崎香里奈, 小林幸次, 塩島絵未, 永友憲治, 岸田謙二, 西山哲成 ストレングストレーニングの実技講習会による受講者の意識変化 日本体育大学紀要45(1), 1-8, 2015
- 佐藤孝之, 西山哲成 自転車競技のペダリング技術と走行技術のトレーニング考(特集 トレーニングに活かすバイオメカニクス知見) バイオメカニクス研究18(3), 197-202, 2014

08 野井真吾 (体育学部・教授)

- Shingo Noi, Akiko Shikano, Naoko Yamada, Ryo Tanaka, Kosuke Tanabe&Hideyuki Tsuji. Effects of change in residence to a mountain village on children's melatonin responses Biological Rhythm Research, 2019
- Akiko Shikano and Shingo Noi. The Characteristics of Higher Brain Function Types as Assessed with a go/no-go Task in Japanese Children School Health15, 2019
- 野井真吾 日本の子どもの睡眠事情と対策(特集)パワースリープ:健康と体力を高める睡眠 体育の科学68(11), 2018
- Tanabe K, Nakazato K and Noi S. Effects of prophylactic nap on physical fitness/exercise ability and executive function in healthy young trained males Biological Rhythm Research 7, 2018
- 野井真吾, 山田直子, 山本晃弘 日本における多様な子どもの健康と健康格差~『子どものからだと心白書』を基に~ 子どもと発育発達16(3), 2018
- 塙佐敏, 野井真吾 休み時間の遊び頻度が休み時間や在校時, 1日身体活動量に及ぼす影響—目標歩数達成率と休み時間の身体活動量との関連— 日本幼少児健康教育学会誌4, 2018
- 田中良, 野井真吾 中学生における生活の循環構造 発育発達研究80, 2018
- 野井真吾, 鹿野晶子 子どもにおけるメラトニン分泌パタンの予測変数に関する検討 発育発達研究80, 2018
- 塙佐敏, 野井真吾 小学生の目標身体活動時間確保のための強度別歩数指標の試み 発育発達研究78, 2018
- 田中綾帆, 野井真吾 中高生のインターネット依存傾向と視機能, 睡眠状況, 疲労自覚症状との関連 日本幼少児健康教育学会誌3, 2017
- 野井真吾 子どもの“からだ”の現状からみる「からだの学習」の重要性 体育科教育学研究33(2), 2017
- 野田耕, 鹿野晶子, 野井真吾 学校の休み時間における子どもの主体的身体活動の生起要因に関する検討:小学3~6年生を対象として 発育発達研究75, 2017
- 田中良, 鹿野晶子, 野井真吾 小中学生における疲労自覚症状の実態とその関連要因の検討 日本幼少児健康教育学会誌2, 2017
- 田中綾帆, 野井真吾 「ノーメディア」の取り組みが中学生の睡眠状況・疲労自覚症状におよぼす効果検証 発育発達研究73, 2016
- 野井真吾, 阿部茂明, 鹿野晶子, 野田耕, 中島綾子, 下里彩香, 松本稜子, 張巧鳳, 齊建国, 唐東輝 子どもの“からだのおかしさ”に関する保育・教育現場の実感:「子どものからだの調査2015」の結果を基に 日本体育大学紀要46, 2016
- 久川春菜, 野井真吾 集団宿泊活動が小学5年生の身体に及ぼす影響:起床時体温, 就床時刻, 起床時刻, 排便状況を指標として 日本幼少児健康教育学会誌2, 2016
- 野井真吾 保育・教育現場等とのコラボレーションからみた発育発達研究の課題,(特集)21世紀における発育発達研究の課題をめぐって1~発育発達学をどう探究するのか, 私の研究とそのフレームワーク~ 子ども

- もと 発育発達 14(1), 2016
- 鹿野晶子, 野井真吾 小学校教員が抱く“気になる子ども”の実感：管理職, 教諭, 養護教諭の回答をもとに 日本幼少児健康教育学会誌 1(2), 2016
- 野井真吾 Children's health and physical activity at school: physical activities solutions for Japanese children's "physical disorders" スポーツ教育学研究 35(2), 2015
- 鹿野晶子, 鈴木宏哉, 野井真吾 小学生における高次神経活動の実態とそれに及ぼす生活状況の検討：go/no-go 課題における誤反応数と型判定の結果を基に 発育発達研究 66, 2015
- 鈴木彩加, 野井真吾 発達障害のある高校生の睡眠状況の特徴：非接触型睡眠計測機器を用いて 発育発達研究 66, 2015
- 鹿野晶子, 野井真吾 F学校における朝の身体活動が子どもの高次神経活動に及ぼす影響：go/no-go 課題における誤反応数と型判定の結果を基に 運動・健康教育研究 23(1), 2014
- 忽滑谷祐介, 小澤治夫, 林田峻也, 寺尾 保, 岡崎勝博, 奥蘭雄基, 野井真吾 血中ヘモグロビン値の高い高校と低い高校の生活習慣との因果関係 東海大学スポーツ医科学雑誌 26, 2014
- 壺岐昌広, 野井真吾 種々の朝活動が子どもの覚醒水準に及ぼす影響：棒反応測定の結果を基に 運動・健康教育研究 22(1), 2014
- 鹿野晶子, 野井真吾 子どもの疲労自覚症状の実態と自律神経機能との関連：自覚症状しらべと寒冷昇圧試験を用いて 発育発達研究 62, 2014
- 野井真吾, 鹿野晶子, 内田匡輔 寒冷昇圧試験による血圧反応の性差, 学年段階差に関する検討：小学生から高校生を対象として 日本体育大学紀要 43(2), 2014
- 鹿野晶子, 野井真吾, 宗田沙緒莉 無侵襲ヘモグロビン測定と生活調査を組み合わせたライフスタイルチェックシステムの実用性とその利用状況 発育発達研究 62, 2014

09 横山順一 (体育学部・教授)

- 沢田かほり, 森隆志, 植村望, 横山順一, 川端良介, 工藤祐太郎, 翠川辰行, 井原一成, 中路重之 筋肉量と歩行関連能力の関係—岩木プロジェクトの結果より—(査読付) 体力・栄養・免疫学雑誌 (JPFNI) 第28巻第2号, 2018
- 北島洋美, 加藤愛美, 横山順一 定年退職男性が健康づくりを目的とする地域活動に参加・継続する要因—地域で展開される男性エクササイズクラブの活動からの検討—(査読付) 日本体育大学紀要 47(2), 109-119, 2018
- 横山順一, 山田千紘, 北島洋美 障害のある者の教員採用における一考察—障害者の権利に関わる法整備と各教育委員会における教員採用の動向から—(査読付) 日本体育大学紀要 46(2), 127-135, 2017

10 岡本美和子 (児童スポーツ教育学部・教授)

- 岡本美和子, 金田英子, 河田聖良 ネパールにおける女性の健康支援活動 助産師, pp.42-46, 2020
- 田丸由紀子, 岡本美和子, 具志堅武, 鈴木菜々, 重田唯子, 鈴木一宏 母親の養育行動促進のための親子体操による介入効果の検討 運動とスポーツの科学第23巻2号, pp.95-102, 2018
- 櫻井沙知, 岡本美和子, 原沢尚子, 利岡万里子, 吉野英莉花, 内藤智子, 久保絹子 乳幼児揺さぶられ症候群予防に向けた初産婦への介入プログラムの効果の検討(査読付) 日本看護学会論文集(47)ヘルスプロモーション, pp.19-22, 2017
- 鈴木菜々, 岡本美和子, 重田唯子, 鈴木一宏 新任養護教諭が抱える困難とその対処に関する研究(査読付) 日本体育大学紀要 46(2), pp.137-149, 2017
- 原沢尚子, 櫻井沙知, 岡本美和子, 利岡万里子, 内藤智子, 久保絹子 “乳幼児揺さぶられ症候群予防プログラム”実践後の初産婦とパートナーの気付きと変化(査読付) 日本看護学会論文集(46), pp.73-76, 2016
- 岡本美和子 子育て期の女性アスリートへの支援 —競技生活との両立に向けて— 臨床スポーツ医学 Vol.32, No.6, pp.548-553, 2015

11 須永美歌子 (児童スポーツ教育学部・教授)

- Matsuda T, Furuhashi T, Ogata H, Kamemoto K, Yamada M, Sakamaki-Sunaga M. Effects of the Menstrual Cycle on Serum Carnitine and Endurance Performance of Women(査読付) Int J Sports Med., 2020
- Mizuki Yamada, Tomoka Matsuda, Takashi Ichihara and Mikako Sakamaki-Sunaga M. Effects of Orally Ingested Paprika Xanthophylls on Respiratory Metabolism during Endurance Exercise: Study Protocol for an Interventional Randomised Controlled Trial Health Science Journal 14(1), 2020
- Okamoto T, Min SK, Sakamaki-Sunaga M. Acute effect of interval walking on arterial stiffness in healthy young adults(査読付) International journal of Sports Medicine, 39(7), 2018
- 松田知華, 山田満月, 須永美歌子 女性アスリートにおける月経周期が短時間高強度運動時の酸化ストレスおよび抗酸化力に及ぼす影響(査読付) 日本運動生理学雑誌, 26(1), 2018
- Okamoto T, Kobayashi R, Sakamaki-Sunaga M. Effect of resistance exercise on arterial stiffness during the follicular and luteal phases(査読付) International journal of Sports Medicine, 38(5), 2017
- Sakamaki-Sunaga M, Min S, Kamemoto K, Okamoto T. Effects of menstrual phase-dependent resistance training frequency on muscular hypertrophy and strength(査読付) J Strength Cond Res. 30(6):1727-34, 2016
- Ayaka Sunami, Hiroshi Tamura, Mikako Sunaga-Sakamaki, Shuichi Kusano, Toshiaki Kodama, Yuki Tada, Azumi Hida, Yukari Kawano. Odorless garlic supplementation for two months attenuates exercise-induced increase in interleukin-6: a before and after comparison study(査読付) J. Agric. Sci., Tokyo Univ. Agric., 61(1), 31-38, 2016
- Kikuchi N, Zempo H, Fuku N, Murakami H, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, Nakazato K, Miyachi M. Association between ACTN3 R577X polymorphism and trunk flexibility in two different cohorts. International Journal of Sports Medicine, 38(5):402-406, 2016
- Okamoto T, Sakamaki MS, Min SK, Yoshida S, Watanabe Y, Ogasawara R. Repeated Cessation and Resumption of Resistance Training Attenuates Increases in Arterial Stiffness(査読付) Int J Sports Med 36(6):440-445, 2015

Kikuchi N, Yoshida S, Min SK, Lee K, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, Nakazato K. The ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population (査読付) *Applied Physiology Nutrition and Metabolism*, 40(4):316-22, 2014

Okamoto T, Min S, Sakamaki-Sunaga M. Arterial compliance and stiffness following low-intensity resistance exercise (査読付) *European Journal of Applied Physiology*, 114(2), 2014

12 平沼憲治 (保健医療学部・教授)

Koji Koyama, Koichi Nakazato, Kenji Hiranuma. Etiology and nature of intervertebral disc degeneration and its correlation with low back pain *J Phys Fitness Sports Med*, 4(1):63-72, 2015

高橋仁, 中里浩一, 小山浩司, 青柳徹, 櫻井規子, 平沼憲治 大学アイスホッケー選手の腰痛と身体特性の関連運動とスポーツの科学, 第20巻, 第1号, PP93-98, 2014

KIHYUK LEE, KARINA KOUZAKI, EISUKE OCHI, KOJI KOBAYASHI, ARATA TUTAKI, KENJI HIRANUMA, KATSUYA KAMI, KOICHI NAKAZATO. Eccentric contractions of gastrocnemius muscle-induced nerve damage in rats (査読付) *MUSCLE & NERVE* 50(1):89-94, 2014

13 岡田 隆 (体育学部・准教授)

小嶋新太, 宋石縁, 小山浩司, 山本洋祐, 岡田隆, 平沼憲治 大学女子アスリートにおける腰痛と身体特性の関連性 (査読付) *運動とスポーツの科学*, 2018

木村昌彦, 石井孝法, 岡田隆 変わりゆくスポーツと科学シリーズ パート 30 柔道現場に活かす競技者の把握筋持久力評価のための基礎的研究 *Strength & Conditioning Journal Japan*, 2018

Kazunori Iwai, Koji Koyama, Takashi Okada, Koichi Nakazato, Ray Takahashi, Shingo Matsumoto, Yosuke Yamamoto and Kenji Hiranuma. Asymmetrical and smaller size of trunk muscles in combat sports athletes with lumbar intervertebral disc degeneration (査読付) SpringerPlus, 2016

小菅亨, 岡田隆, 増田敦子, 石井孝法, 山田利彦, 金丸雄介, 菅波盛雄 柔道競技者におけるロープトレーニングの生理学的反応 (査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2015

岡田隆, 池田未里, 小菅亨, 松本揚, 石井孝法, 野田哲由 ボディビルダーの減量における身体組成の継時的変化 (査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2015

野村遥平, 岡村知明, 池田未里, 高橋巧, 岡田隆, 上岡尚代, 野田哲由, 越田専太郎 スポーツ外傷・障害の基礎知識分野における試験対策について～平成24年度, 平成25年度AT試験問題の分析から～ (査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2015

松本揚, 岡田隆, 岡村知明, 橋本俊彦, 大澤裕行 柔道整復師国家試験の必修問題出題傾向 一柔道整復理論に着目して一 (査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2015

松本揚, 岡田隆, 岡田尚之, 橋本俊彦 競技特有の足部内在屈筋および足関節周囲筋の筋力 (査読付) 了徳寺大

学研究紀要, 2014

小菅亨, 増田敦子, 山田利彦, 金丸雄介, 岡田隆, 石井孝法 柔道競技者とレジスタンストレーニング実施者における上肢・下肢無酸素性持久運動の呼気ガス分析及び筋量の関係と比較(査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2014

金丸雄介, 岡田隆, 松本揚, 岡村知明 一流柔道選手における競技引退後の筋力変化について(査読付) 了徳寺大学研究紀要, 2014

14 菊池直樹 (体育学部・准教授)

Mika Saito, Michał Ginszt, Myosotis Massidda, Paweł Cieszczyk, Takanobu Okamoto, Piotr Majcher, Koichi Nakazato, Naoki Kikuchi. Association between MCT1 T1470A polymorphism and climbing status in Polish and Japanese climbers *Biology of Sport*, 2020

Hiroshi Kumagai, Eri Miyamoto-Mikami, Naoki Kikuchi, Nobuhiro Kamiya, Hirofumi Zempo, Noriyuki Fuku. A rs936306 C/T polymorphism in the CYP19A1 is associated with stress fractures *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2020

Myosotis Massidda, Eri Miyamoto-Mikami, Hiroshi Kumagai, Hayato Ikeda, Shimasaki Yu, Masafumi Yoshimura, Paolo Cugia, Francesco Piras, Marco Scorcu, Naoki Kikuchi, Carla Maria Calò, Noriyuki Fuku. Association between the ACE I/D polymorphism and muscle injuries in Italian and Japanese elite football players *Journal of Sports Sciences*, 2020

Hiroki Homma, Naoyuki Kobatake, Yusuke Sekimoto, Mika Saito, Yukina Mochizuki, Takanobu Okamoto, Koichi Nakazato, Tetsunari Nishiyama, Naoki Kikuchi. CNTFR rs41274853 polymorphism is associated with weightlifting performance in Japanese weightlifters *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2020

Terada K, Kikuchi N, Burt D, Voisin S, Nakazato K. Low-load resistance training to volitional failure induces muscle hypertrophy similar to volume-matched, velocity fatigue *Journal of Strength & Conditioning Research*, 2020

中澤翔, 大石健二, 山口雄大, 菊池直樹, 榎野陽介, 塩島絵未, 堀彩夏, 池田祐介, 大本洋嗣, 西山哲成 国内大学自転車競技選手における1kmタイムトライアルの競技記録とラップタイムの関係—250mトラックでのレース分析— *トレーニング科学*, 2020

Yuka Wakabayashi, Yuki Tamura, Karina Kouzaki, Naoki Kikuchi, Kenji Hiranuma, Kunitaka Menuki, Takafumi Tajima, Yoshiaki Yamanaka, Akinori Sakai, Keiichi Nakayama, Toshihiro Kawamoto, Kyoko Kitagawa, and Koichi Nakazato. Acetaldehyde dehydrogenase 2 deficiency increases mitochondrial ROS emission and induces mitochondrial protease Omi/HtrA2 in skeletal muscle *American Journal of Physiology*, 2020

Kumagai H, Miyamoto-Mikami E, Hirata K, Kikuchi N, Kamiya N, Hoshikawa S, Zempo H, Naito H, Miyamoto N, Fuku N. ESR1 rs2234693 polymorphism is associated with muscle injury and muscle stiffness (査読付) *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2019

Eri Miyamoto-Mikami, Naokazu Miyamoto, Hiroshi Kumagai, Kosuke Hirata, Naoki Kikuchi, Hirofumi Zempo, Noriko Kimura, Nobuhiro Kamiya, Hiroaki Kanehisa, Hisashi Naito, Noriyuki Fuku. COL5A1 rs12722 polymorphism is not associated with passive muscle stiffness and sports-related muscle injury in Japanese athletes *BMC Medical Genetics*, 2019

- Eri Miyamoto-Mikami, Hirofumi Zempo, Noriyuki Fuku, Naoki Kikuchi, Motohiko Miyachi, Haruka Murakami. Heritability estimates of endurance-related phenotypes: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2018
- Yvert T, Zempo H, Gabdrakhmanova LJ, Kikuchi N, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Naito H, Cieszczyk P, Leznicka K, Kostyukova ES, Alexeev DG, Egorova ES, Maciejewska-Skrendo A, Larin AK, Generozov EV, Kulemin NA, Ospanova EA, Pavlenko AV, Sawczuk M, Żmijewski P, Lulinska-Kuklik E, Govorun VM, Miyachi M, Ahmetov I, Fuku N. AGTR2 and sprint/power performance: A case-control replication study for rs11091046 polymorphism in two ethnicities *Biology of Sport*, 2018
- Fink J, Kikuchi N, Nakazato K. Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy (査読付) *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 2018
- Kikuchi N, Tsuchiya Y, Nakazato K, Ishii N, Ochi E. Effects of ACTN3 on the strength and flexibility before and after eccentric contractions(査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 2018
- Fink J, Schoenfeld B, Kikuchi N, Nakazato K. Effects of drop set resistance training on acute stress indicators and long-term muscle hypertrophy and strength (査読付) *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2018
- 菊池直樹 トレーニング効果を規定する遺伝子多型 *トレーニング科学* 29:89-93, 2017
- Kikuchi N and Nakazato K. Low-load bench press and push-up induce similar muscle hypertrophy and strength gain (査読付) *Journal of Exercise Science & Fitness*, 2017
- Tomoya S, Kikuchi N (corresponding author), Nakazato K. Moderate intensity cycling exercise after upper-body resistance training interferes with response to muscle hypertrophy but not strength gains (査読付) *Journal of Sports Science and Medicine*, 2017
- Zempo H, Miyamoto-Mikami E, Kikuchi N, Fuku N, Miyachi M, Murakami H. Heritability estimates of muscle strength-related phenotypes: A systematic review and meta-analysis *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 2017
- Fink J, Schoenfeld B, Kikuchi N, Nakazato K. Acute and long-term responses to different rest intervals in low load resistance training (査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 2017
- Kikuchi N, Zempo H, Fuku N, Murakami H, Sakamaki M, Okamoto T, Nakazato K, Miyachi M. Association between ACTN3 R577X polymorphism and trunk flexibility in two different cohorts (査読付) *International journal of Sports Medicine*, 2017
- Kikuchi N, Fuku N, Matsumoto R, Matsumoto S, Murakami H, Miyachi M, Nakazato K. The association between MCT1 T1470A polymorphism and power-oriented athletic performance (査読付) *International journal of Sports Medicine*, 2017
- Koyama K, Nakazato K, Maeda S, Kikuchi N, Matsumoto S, and Hiranuma K. Association of COL11A1 4603C/T Polymorphism with Cervical Disc Degeneration in Collegiate Wrestlers *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 2017
- Pitsiladis YP, Tanaka M, Eynon N, Bouchard C, North KN, Williams AG, Collins M, Moran CN, Britton SL, Fuku N, Ashley EA, Klissouras V, Lucia A, Ahmetov II, de Geus E, Alsayrafi M, Athlome Project Consortium (Kikuchi N 他 154名). Athlome Project Consortium: a concerted effort to discover genomic and other “omic” markers of athletic performance *Physiol Genomics* 48(3), 2016
- Fuku N, Miyamoto-Mikami E, Kikuchi N, Zempo H, Naito H. Does the sports gene affect lifestyle-related diseases? *Juntendo Medical Journal* 62, 2016
- Kikuchi N, Yoshida S, Okumura M, Nakazato K. The effect of high-intensity interval cycling sprints subsequent

- to arm-curl exercise on upper-body muscle strength and hypertrophy (査読付) *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2016
- HISASHI NAITO, NORIYUKI FUKU, HIROFUMI ZEMPO, ERI MIYAMOTO-MIKAMI, NAOKI KIKUCHI, HARUKA MURAKAMI, MOTOHIKO MIYACHI. Polymorphism in the CNTF Receptor Gene Is Associated with Elite Japanese Endurance Athlete Status: A Case-Control Study *Juntendo Medical Journal*, 2016
- Fink J, Kikuchi N, Yoshida S, Terada K, Nakazato K. Impact of high versus low fixed loads and non-linear training loads on muscle hypertrophy, strength and force development (査読付) *SpringerPlus*, 2016
- 村上晴香, 膳法浩史, 宮本(三上) 恵里, 菊池直樹, 福典之 運動能力・運動行動の遺伝率(総説) *体力科学* 65(3), 2016
- Kikuchi N, Yoshida S, Min SK, Lee K, Sakamaki-Sunaga M, Okamoto T, Naokazato K. ACTN3 R577X genotype is associated with muscle function in a Japanese population (査読付) *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 2015
- Kikuchi N, Miyamoto-Mikami E, Murakami H, Nakamura T, Min SK, Mizuno M, Naito H, Miyachi M, Nakazato K, Fuku N. ACTN3 R577X genotype and athletic performance in a large cohort of Japanese athletes (査読付) *European Journal of Sports Science*.in press, 2015
- Tsuchiya Y, Kikuchi N, Shirato M, Ochi E. Differences of activation pattern and damage in elbow flexor muscle after isokinetic eccentric contractions (査読付) *Isokinetic and Exercise Science* 23(3): 77-82, 2015
- Kikuchi N and Nakazato K. Effective utilization of genetic information for athletes and coaches: focus on the ACTN3 R577X polymorphism (査読付) *Journal of Exercise Nutrition and Biochemistry*. 19(3): 157-164, 2015
- 小川拓郎, 菊池直樹, 鴻崎香里奈, 小林幸次, 塩島絵未, 永友憲治, 岸田謙二, 西山哲成 ストレングストレーニングの実技講習会による受講者の意識変化(査読付) *日本体育大学紀要* 45(1): 67-74, 2015
- Kikuchi N, Nakazato K, Min SK, Ueda D and Igawa S. The ACTN3 R577X polymorphism is associated with muscle power in male Japanese athletes (査読付) *Journal of Strength and Conditioning Research* 28(7): 1783-9, 2014

15 鹿野晶子 (体育学部・准教授)

- 田邊弘祐, 鹿野晶子, 野井真吾 子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況の検討(査読付)(原著) *発育発達研究*, 第87号, pp20-28, 2020
- 鹿野晶子, 増田修治, 野井真吾 保育所における「散歩」が子どものメラトニン分泌パターンと生活状況に及ぼす影響(査読付)(研究論文) *こども環境学研究*, 第15巻第2号, pp77-82, 2019
- 野田耕, 鹿野晶子, 田中良, 野井真吾 小学校の休み時間における主体的身体活動を生起する生活要因—小学3～6年生の場合(査読付)(原著) *日本幼少児健康教育学会誌*, 第5巻第1号, pp5-12, 2019
- Shingo Noi, Akiko Shikano, Naoko Yamada, Ryo Tanaka, Kosuke Tanabe and Hideyuki Tsuji Effects of change in residence to a mountain village on children's melatonin responses(査読付)(Article) *Biological Rhythm Research*, pp1-10, 2019
- 王明亮, 田中良, 鹿野晶子, 岡田雄樹, 近藤智靖, 野井真吾 中国・蒙古族の子ども自律神経機能の実態をその生活背景(査読付)(原著) *日本幼少児健康教育学会誌*, 第4巻第2号, pp51-58, 2019
- Shikano, A. and Noi, S. The Characteristics of five higher brain function types as assessed with a go/no-go task in

- Japanese children(査読付)(Research Report) School Health, Vol.15, pp1-10, 2019
- 野井真吾, 鹿野晶子 子どもにおけるメラトニン分泌パタンの予測変数に関する検討(査読付)(原著) 発育発達研究, 第80号, pp9-16, 2018
- 野田耕, 鹿野晶子, 野井真吾 学校の休み時間における子どもの主体的身体活動の生起要因に関する検討: 小学3~6年生を対象として(査読付)(原著) 発育発達研究, 第75号, pp1-16, 2017
- 田中良, 鹿野晶子, 野井真吾 小中学生における疲労自覚症状の実態とその関連要因の検討(査読付)(原著) 日本幼少児健康教育学会誌, 第2巻第2号, pp77-85, 2017
- 野井真吾, 阿部茂明, 鹿野晶子, 野田耕, 中島綾子, 下里彩香, 松本稜子, 張巧鳳, 斉建国, 唐東輝 子どもの“からだのおかしさ”に関する保育・教育現場の実感: 「子どものからだの調査2015」の結果を基に(査読付)(原著) 日本体育大学紀要, 第46巻第1号, pp1-19, 2016
- 鹿野晶子, 野井真吾 小学校教員が抱く“気になる子ども”の実感: 管理職, 教諭, 養護教諭の回答をもとに(査読付)(原著) 日本幼少児健康教育学会誌, 第1巻第2号, pp45-54, 2016
- 堀内弓子, 佐久間博子, 鹿野晶子 保育科学生の体育・スポーツに対する意識について—2002年調査と2012年調査の比較から—(査読付)(研究ノート) 横浜女子短期大学研究紀要, 第31号, pp17-29, 2016
- 佐久間博子, 堀内弓子, 鹿野晶子 保育科学生における筋力・柔軟性の実態と今後の教育課題(査読付)(研究ノート) 横浜女子短期大学研究紀要, 第31号, pp31-39, 2016
- 鹿野晶子, 鈴木宏哉, 野井真吾 小学生における高次神経活動の実態とそれに及ぼす生活状況の検討: go/no-go課題における誤反応数と型判定の結果を基に(査読付)(原著) 発育発達研究, 第66号, pp16-29, 2015

16 安達瑞保(児童スポーツ教育学部・助教)

- 成田和穂, 安達瑞保, 山田保 「日体大アンチ・ドーピングガイドブック」創刊及び改訂の経緯と今後の展望 オリンピックスポーツ文化研究, 2017
- 安達瑞保, 船渡和男, 関口脩, 角屋重樹 栄養管理システムの介入が大学男子ウエイトリフティング選手のコンディショニングに及ぼす影響(査読付) 運動とスポーツの科学 (Journal of physical exercise and sports science), 2016
- 村松愛梨奈, 安達瑞保, 寺本圭輔, 乙木幸道, 井川正治 試合調整期における陸上短距離選手のエネルギーバランスと主観的コンディションの検討(査読付) Journal of human and living environment 22(1) 1-7, 2015
- 村松愛梨奈, 安達瑞保, 濱野早紀, 家崎仁成, 寺本圭輔, 乙木幸道, 井川正治 試合調整期における女性陸上短距離選手の身体活動レベルとエネルギーバランスの検討(査読付) 愛知教育大学保健体育講座研究紀要, 2015

17 田村優樹(体育学部・助教)

- Yuka Wakabayashi, Yuki Tamura (Corr.), Karina Kouzaki, Naoki Kikuchi, Kenji Hiranuma, Kunitaka Menuki,

- Takafumi Tajima, Yoshiaki Yamanaka, Akinori Sakai, Keiichi I. Nakayama, Toshihiro Kawamoto, Kyoko Kitagawa, and Koichi Nakazato. Acetaldehyde dehydrogenase 2 deficiency increases mitochondrial ROS emission and induces mitochondrial protease Omi/HtrA2 in skeletal muscle *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2020
- Yuki Tamura, Shigeto Tomiya, Junya Takegaki, Karina Kouzaki, Arata Tsutaki, Koichi Nakazato. Apple polyphenols induce browning of white adipose tissue *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 2019
- Yuki Tamura. Heat Shock Response and Metabolism in Skeletal Muscle *Book: Heat Shock Proteins and Signaling Pathways*, 2019
- Junya Takegak, Riki Ogasawara, Takaya Kotani, Yuki Tamura, Ryo Takagi, Koichi Nakazato, Naokata Ishii. Influence of shortened recovery between resistance exercise sessions on muscle-hypertrophic effect in rat skeletal muscle *Physiological Reports*, 2019
- Yuki Tamura 温熱刺激による骨格筋ミトコンドリアの適応とその分子機構 *日本運動生理学雑誌*, 2019
- Yu Kitaoka, Yuki Tamura, Kenya Takahashi, Kohei Takeda, Tohru Takemasa, and Hideo Hatta. Effects of Nrf2 deficiency on mitochondrial oxidative stress in aged skeletal muscle *Physiological Reports*, e13998, 2019
- Yuki Yoshida, Arata Tsutaki, Yuki Tamura, Karina Kouzaki, Koichi Sashihara, Shohei Nakashima, Motoyuki Tagashira, Ryuichi Tatsumi, and Koichi Nakazato. Dietary apple polyphenols increase skeletal muscle capillaries in Wistar rats. *Physiological Reports*, e13866, 2018
- Yutaka Matsunaga, Yuki Tamura, Yudai Nonaka, Noriko Saito, Hirohiko Nakamura, Yasuhiro Takeda, and Hideo Hatta. Comparison between pre-exercise casein peptide and intact casein supplementation on glucose tolerance in mice fed a high-fat diet *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2018
- Ryo Takagi, Riki Ogasawara, Junya Takegaki, Yuki Tamura, Arata Tsutaki, Koichi Nakazato, Naokata Ishii. Past Injurious Exercise Attenuates Activation of Primary Calcium-dependent Injury Pathways in Skeletal Muscle during Subsequent Exercise *Physiological Reports*, 2018
- Junya Takegaki, Riki Ogasawara, Yuki Tamura, Ryo Takagi, Yuki Arihara, Arata Tsutaki, Koichi Nakazato, and Naokata Ishii. Repeated bouts of resistance exercise with short recovery periods activates mTOR signaling, but not protein synthesis, in mouse skeletal muscle *Physiological Reports*, 2017
- Yuki Tamura and Hideo Hatta. Heat stress induces mitochondrial adaptations in skeletal muscle *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2017
- Yumiko Takahashi, Yutaka Matsunaga, Yuki Tamura, Shin Terada, and Hideo Hatta. Pre-Exercise High-Fat Diet for 3 Days Affects Post-Exercise Skeletal Muscle Glycogen Repletion *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 2017
- Yuki Tamura, Yutaka Matsunaga, Yu Kitaoka, Hideo Hatta. Effects of heat stress on unfolded protein responses in aged skeletal muscle *The Journal of Gerontology Series A – Biological Science and Medical Science*, 2017
- Yu Kitaoka, Kohei Takeda, Yuki Tamura, Shin Fujimaki, Tohru Takemasa, and Hideo Hatta. Nrf2 deficiency does not affect denervation-induced alterations in mitochondrial fission and fusion proteins in skeletal muscle *Physiological Reports*, 2016
- Yumiko Takahashi, Yuki Tamura, Yutaka Matsunaga, Yu Kitaoka, Shin Terada, and Hideo Hatta. Taurine Administration on Carbohydrate Metabolism in Skeletal Muscle during the Post-Exercise Phase *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 2016
- Daisuke Hoshino, Susumu Setogawa, Yu Kitaoka, Hiroyuki Masuda, Yuki Tamura, HideoHatta, Dai Yanagihara. Exercise-induced expression of monocarboxylate transporter 2 in the cerebellum and its contribution to motor

- performance *Neuroscience Letters*, 2016
- Yu Kitaoka, Kohei Takeda, Yuki Tamura, and Hideo Hatta. Lactate administration increases mRNA expression of PGC-1 α and UCP3 in mouse skeletal muscle *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2016
- Yutaka Matsunaga, Yuki Tamura, Yumiko Takahashi, Hiroyuki Masuda, Daisuke Hoshino, Yu Kitaoka, Noriko Saito, Hirohiko Nakamura, Yasuhiro Takeda, and Hideo Hatta. Pre- exercise casein peptide supplementation enhances endurance training-induced mitochondrial enzyme activity in slow twitch muscle, but not fast twitch muscle of high fat diet-fed mice *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2015
- Yu Kitaoka, Riki Ogasawara, Yuki Tamura, Satoshi Fujita, and Hideo Hatta. Effect of electrical stimulation- induced resistance exercise on mitochondrial fission and fusion proteins in rat skeletal muscle *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, 2015
- Daisuke Hoshino, Yuki Tamura, Hiroyuki Masuda, Yutaka Matsunaga, and Hideo Hatta. Effects of decreased lactate accumulation after dichloroacetate administration on exercise training-induced mitochondrial adaptations in mouse skeletal muscle *Physiological Reports*, 2015
- Yuki Tamura. 温熱刺激の可能性を探る *トレーニング・ジャーナル*, 2015
- Yuki Tamura, Yu Kitaoka, Yutaka Matsunaga, Daisuke Hoshino, Hideo Hatta. Daily heat stress rescues denervation- activated mitochondrial clearance and atrophy in skeletal muscle *The Journal of Physiology*, 2015
- Yuki Tamura, Yutaka Matsunaga, Hiroyuki Masuda, Yumiko Takahashi, Yuki Takahashi, Shin Terada, Daisuke Hoshino, Hideo Hatta. Postexercise heat stress additively enhances endurance training-induced mitochondrial adaptations in mouse skeletal muscle *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative, Comparative Physiology*, 2014
- Yumiko Takahashi, Yutaka Matsunaga, Yuki Tamura, Eiki Urushibata, Shin Terada and Hideo Hatta. Post-exercise taurine administration enhances glycogen repletion in tibialis anterior muscle *The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine*, 2014

18 矢部まどか (体育学部・助教)

- Akima H, Yoshiko A, Ogawa M, Maeda H, Tomita A, Ando R, Tanaka N. Quadriceps echo intensity can be an index of muscle size regardless of age in 65 or more years old (査読付) *Experimental Gerontology*, 138:111015, 2020
- Ogawa M, Belavý DL, Yoshiko A, Armbrecht G, Miokovic T, Felsenberg D, Akima H. Effects of 8 weeks of bed rest with or without resistance exercise intervention on the volume of the muscle tissue and the adipose tissues of the thigh (査読付) *Physiological report*, in press, 2020
- Ogawa M, Yoshiko A, Tanaka N, Koike T, Oshida Y, Akima H. Comparing intramuscular adipose tissue on T1-weighted and two-point Dixon images (査読付) *PLoS One*.15(4):e0231156, 2020
- Yoshiko A, Tomita A, Ando R, Ogawa M, Kondo S, Saito A, Tanaka IN, Koike T, Oshida Y, Akima H. Effects of 10-week walking and walking with home-based resistance training on muscle quality, muscle size, and physical functional tests in healthy older individuals (査読付) *European Review of Aging and Physical Activity* 15:13, 2018
- 田中憲子, 小川まどか, 吉子彰人, 富田彩, 秋間広 加齢に伴う体幹部骨格筋の量的・質的变化—高齢者を対象と

した縦断的検討— デザントスポーツ科学 39, pp.12-19, 2018

Watanabe K, Kouzaki M, Ogawa M, Akima H, Moritani T. Relationships between muscle strength and multi-channel surface EMG parameters in eighty-eight elderly (査読付) *European Review of Aging and Physical Activity* 15; pp.1-10, 2018

Ogawa M, Lester R, Akima H, Gorgey A. Intermuscular adipose tissue (IMAT) and intramuscular adipose tissue (IntraMAT) quantification by magnetic resonance imaging (査読付) *Neural Regen Res* 12; pp. 2100-2105, 2017

Tanaka N.I, Ogawa M, Yoshiko A, Ando R, Akima H. Reliability of size and echo intensity of abdominal skeletal muscles using ultrasound extended field-of-view imaging (査読付) *European Journal of Applied Physiology* 11; pp. 2263-2270, 2017

Akima H, Yoshiko A, Tomita A, Ando R, Saito A, Ogawa M, Kondo S, Tanaka N.I. Relationship between quadriceps echo intensity and functional and morphological characteristics in older men and women (査読付) *Archives of Gerontology and Geriatrics* 70; pp. 105-111, 2017

小川まどか, 秋間広 身体不活動によるヒトの筋組織および脂肪組織の適応とトレーニング科学 トレーニング科学 28; pp. 57-64, 2017

Watanabe K, Holobar A, Kouzaki M, Ogawa M, Akima H, Moritani T. Age-related changes in motor unit firing pattern of vastus lateralis muscle during low-moderate contraction (査読付) *Age* 38, 48, 2016

秋間広, 吉子彰人, 富田彩, 安藤良介, 小川まどか, 近藤翔平, 山田紀子, 田中憲子 高齢者の筋組成と身体機能および身体組成との関係 *総合保健体育科学* 2016; pp. 5-10, 2016

19 鴻崎香里奈 (体育研究所・助教)

Wakabayashi Y, Tamura Y, Kouzaki K, Kikuchi N, Hiranuma K, Menuki K, Tajima T, Yamanaka Y, Sakai A, Nakayama KI, Kawamoto T, Kitagawa K, Nakazato K. Acetaldehyde dehydrogenase 2 deficiency increases mitochondrial reactive oxygen species emission and induces mitochondrial protease Omi/HtrA2 in skeletal muscle *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2020

Tamura Y, Tomiya S, Takegaki J, Kouzaki K, Tsutaki A, Nakazato K. Apple polyphenols induce browning of white adipose tissue *J Nutr Biochem* 77:108299, 2020

Ochi E, Ueda H, Tsuchiya Y, Kouzaki K, Nakazato K. Eccentric contraction-induced muscle damage in human flexor pollicis brevis is accompanied by impairment of motor nerve *Scand J Med Sci Sports* 30(3):462-471, 2020

Tomiya S, Tamura Y, Kouzaki K, Kotani T, Wakabayashi Y, Noda M, Nakazato K. Cast immobilization of hindlimb upregulates sarcolipin expression in atrophied skeletal muscles and increases thermogenesis in C57BL/6J mice *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 317(5):R649-R661, 2019

Saitou K, Tokunaga M, Yoshino D, Sakitani N, Maekawa T, Ryu Y, Nagao M, Nakamoto H, Saito T, Kawanishi N, Suzuki K, Ogata T, Makuuchi M, Takashima A, Sawada K, Kawamura S, Nakazato K, Kouzaki K, Harada I, Ichihara Y, Sawada Y. Local cyclical compression modulates macrophage function in situ and alleviates immobilization-induced muscle atrophy (査読付) *Clin Sci (Lond)*.132(19):2147-2161, 2018

Yoshida Y, Tsutaki A, Tamura Y, Kouzaki K, Sashihara K, Nakashima S, Tagashira M, Tatsumi R, Nakazato K. Dietary

- apple polyphenols increase skeletal muscle capillaries in Wistar rats (査読付) *Physiol Rep.* 6(18):e13866, 2018
 鴻崎香里奈, 中里浩一 神経伝導検査による神経筋損傷評価 (依頼総説) *トレーニング科学*, 2018
 鴻崎香里奈, 平沼憲治, 中里浩一 伸張性収縮誘発性筋損傷と肉離れ損傷との関係 (依頼総説) *臨床スポーツ医学*, 2018
- Hakkaku T, Nakazato K, Koyama K, Kouzaki K, and Hiranuma H. Cervical intervertebral disk degeneration and low cervical extension independently associated with a history of stinger syndrome (査読付) *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(11):2325967117735830, 2017
- Kouzaki, K, Nakazato, K, Mizuno, M, Yonechi, T, Higo, Y, Kubo, Y, Kono, T, and Hiranuma, K. Sciatic nerve conductivity is impaired by hamstring strain injuries (査読付) *International Journal of Sports Medicine*, 38(11):803-808, 2017
- Karina Kouzaki, Kazunori Nosaka, Eisuke Ochi, and Koichi Nakazato. INCREASES IN M-WAVE LATENCY OF BICEPS BRACHII AFTER ELBOW FLEXOR ECCENTRIC CONTRACTIONS IN WOMEN (査読付) *European Journal of Applied Physiology*, 2016
- Kouzaki K, Kobayashi M, Nakamura KI, Ohta K, Nakazato K. Repeated bouts of fast eccentric contraction produce sciatic nerve damage in rats (査読付) *Muscle Nerve*, 2016
- Ochi E, Nosaka K, Tsutaki A, Kouzaki K, and Nakazato K. Repeated bouts of fast velocity eccentric contractions induce atrophy of gastrocnemius muscle in rats (査読付) *J Muscle Res Cell Motil*, 2015

20 田邊弘祐 (体育研究所・助教)

- Kosuke Tanabe, Koichi Nakazato and Shingo Noi. Effects of prophylactic naps on physical fitness/exercise ability and executive function in healthy young trained males *Biological Rhythm Research*, 2018
- Shingo Noi, Akiko Shikano, Naoko Yamada, Ryo Tanaka, Kosuke Tanabe and Hideyuki Tsuji. Effects of change in residence to a mountain village on children's melatonin responses *Biological Rhythm Research*, 2019
- Sayaka Aritake-Okada, Kosuke Tanabe, Yoshiko Mochizuki, Ryuji Ochiai, Masanobu Hibi, Kazuya Kozuma, Yoshihisa Katsuragi, Masashi Ganeko, Noriko Takeda, and Sunao Uchida. Diurnal repeated exercise promotes slow-wave activity and fast-sigma power during sleep with increase in body temperature: a human crossover trial *Journal of Applied Physiology*, 2019
- 田邊弘祐, 鹿野晶子, 野井真吾 子どものメラトニン分泌パターンに関連する生活状況の検討 *発育発達研究*, 2019
- 野井真吾, 田邊弘祐, 鹿野晶子 学校での教室座席と子どもの睡眠状況, メラトニン分泌パターンとの関連 *発育発達研究*, 2020
- 渡辺晃, 田中良, 田邊弘祐, 鹿野晶子, 野井真吾 小学4年生を対象とした睡眠の「みえる化」実践の効果検証 *日本幼少児健康教育学会誌*, 2020
- 野井真吾, 千竈健人, 鹿野晶子, 田中良, 田邊弘祐, 山田直子, 渡辺晃 子どものエナジードリンクの摂取実態と身体症状・生活状況との関連 *学校保健研究*, 2020

本プロジェクト体制になってから早いもので3年以上の月日が経過した。2019年度は新たに2名の研究所所属のリサーチフェローを迎え、また研究所員が増員されるなど、より一層研究の充実化が図られた年度であった。それぞれのプロジェクト研究も、一区切りを迎えるもの、これまでのデータが積み重なり研究の展開に拍車がかかったもの、新たに走り出したプロジェクトなど、今後の体育研究所の躍進を大いに期待させられる年であったと思うと感慨深い。体育研究所では、その年度の成果報告を翌年度(2020年度)に「体育研究所雑誌」として発刊している。本来であればこの2020年度は、東京オリンピック・パラリンピックの開催によって大いに盛り上がる年であると誰もが信じて疑わなかっただろう。しかしながら、新型コロナウイルスの存在によって世界は一変した。今やこのウイルスの名前を聞かない日はないだろう。オリンピック・パラリンピックは延期となり、世界中で人々の往来が中止され、これまでの生活や仕事の概念が全て覆される事態となった。このような事態はここ数十年であっただろうか。まさに激動の時代であると言えよう。そのような背景の中で、随分と先延ばしとなってしまったものの、本雑誌の発刊へと至ることができたのは、周囲のご指導・ご協力があったからこそである。

未だこのウイルスの終息の兆しが見えないこの大変な状況下であっても、体育研究所の発展と、新型コロナウイルスの早い終息を心より願って話の結びとしたい。

小谷鷹哉、鴻崎香里奈

日本体育大学 体育研究所雑誌 第44巻

2019

発行日 2021年1月31日

発行者 日本体育大学 体育研究所
〒158-8508 東京都世田谷区深沢7-1-1
TEL 03-5706-0992

印刷 株式会社 白峰社
〒170-0013 東京都豊島区東池袋5-49-6
TEL 03-3983-2312