第20回 乳酸研究会

日時　2024年2月17日 (土) 13:30~

開催方式　対面とオンラインのハイブリッド開催

場所　東京大学駒場キャンパス
KOMCEE EAST K011教室

(Zoomによるライブ配信)

参加費・懇親会費　無料

主催: 東京大学 八田研究室
協賛: コービオンジャパン株式会社, アークレイ株式会社

プログラム

酸化ストレス応答の二面性　活性酸素種は善か悪か？
　門口智泰　東京大学大学院総合文化研究科
健康スポーツにおける酸化ストレスの功罪
　北岡　祐　神奈川大学
簡単・迅速に血中の乳酸濃度測定が可能！
　～ラクテートプロ2 LT-1730 のご案内
　山枡康平　アークレイマーケティング株式会社

　　休　憩

筋収縮による筋肥大メカニズムと抗酸化物質の摂取による影響
　小谷鷹哉　東京大学大学院総合文化研究科
腸内環境に基づく層別化医療・ヘルスケアがもたらす未来
　福田真嗣　株式会社メタジェン
閉会にあたり
　島津文範　コービオンジャパン株式会社

懇親会(無料)　KOMCEE West MM ホール　17 時―18 時
　　(研究会会場から廊下でつながっています)

ごあいさつ

乳酸研究会は今回で２０回となります。前回からアークレイさんにご協力いただき、オンライン同時配信も行うようになりました。また４年ぶりに懇親会も行いますので、お時間のある方はご参加ください。

今回は「活性酸素種」「抗酸化」が大きなテーマになりました。悪役で寿命を縮めるようなイメージの情報が多い一方で、実はトレーニングの適応に必要なものという研究もあります。物事を敵か味方かで単純に判断してはいけないというのは、まさに乳酸でも同じことが言えます。運動に必ず関与するが、どう考えたらよいのかよくわからないとも言える活性酸素種や抗酸化能力について、お話しいただきます。もちろんこの話題だけにこだわらず、広く持久的運動とトレーニングに関連した、最近の新たな知見をご紹介いただけるものと思います。

皆様には積極的に討論に加わっていただきたいところですが、特にネット配信で参加の皆様のご質問に対応できるのは一部のみとなることも考えられます。この点ご了承ください。

終わりに毎回この会をご支援いただいている、コービオンジャパン株式会社、アークレイ株式会社の方々に感謝します。

2024 年 2 月 17 日
東京大学大学院総合文化研究科
八田秀雄

酸化ストレス応答の二面性　活性酸素種は善か悪か？

東京大学大学院総合文化研究科

門口智泰

高齢化が加速するわが国では、要介護状態の前段階といわれるフレイルに陥った高齢者が増加している。フレイルは、身体的・精神的・社会的脆弱性など多方面に問題を抱えやすい状態を示しているが、特に、筋量・筋力低下を表すサルコペニアが主因となっている。さらに、同病態は生活の質のみならず生存率低下とも密接に関連していることから、その予防および改善は急務であるが、その病態の複雑さゆえに、メカニズムは十分に明らかとなっていない。

生体内で生じる活性酸素種（以下、酸化ストレス）は、細胞増殖、分化、成長など生体の恒常性維持を担う一方、その過剰な亢進は循環器疾患をはじめとした各種疾患の病態発症・進展に関与する。酸化ストレスは、個々の細胞や多くの細胞内小器官において産生されるが、その主要な産生源として NADPH オキシダーゼ（以下、NOX）が注目されている。NOX は、骨格筋や細胞内小器官の 1 つであるミトコンドリアに高発現していることから、サルコペニアをはじめとした各種病態においても重要な役割を担う可能性が示唆されてきた。

実際、NOX 欠損マウス（遺伝子改変マウス）を用いた我々の研究において、循環器疾患モデルマウスや自然老齢マウスにより生じるサルコペニアが、NOX を欠損させることで予防できる可能性を報告した。その一方で、NOX の過剰な抑制が、骨格筋内ミ

トコンドリア機能障害や持久運動能力低下に関連する可能性があるという興味深い知見も得ている。これらの結果は、至適な酸化ストレスのコントロールが骨格筋機能、持久運動能力、さらにはサルコペニアに対して極めて重要な役割を担っていることを示唆している。

本研究会では、NOX 欠損マウスを用いたデータを基に、酸化ストレスと疾患・運動、さらには乳酸との関係性を紐解いていくこととする。

健康スポーツにおける酸化ストレスの功罪

神奈川大学　人間科学部
北岡祐

【はじめに】

身体活動時には（特にアスリートが高い運動パフォーマンスを発揮するためには）、たくさんのエネルギーが必要となり、安静時の何十倍にも代謝が高まる。呼吸によって体内に取り入れた酸素は、エネルギー工場に例えられる細胞小器官のミトコンドリアにて利用されるが、酸化的代謝の副産物として産生される活性酸素種（reactive oxygen species; ROS）は「酸化ストレス」を引き起こし、生体の損傷をもたらす迷惑な物質として認識されてきた。実際に、ビタミンをはじめとした抗酸化物質、あるいはそれらを含む食品の摂取が酸化ストレスの軽減を目的として推奨されているケースが多くみられる。一方で、活性酸素種の産生が運動による骨格筋ミトコンドリアの適応に重要な役割を果たす可能性も近年の研究では示されており、本講演では健康スポーツにおける酸化ストレスの功罪について考えてみたい。

【活性酸素種と筋収縮】

細胞内における具体的な活性酸素種の発生源については未だ不明な点が多いが、運動時の骨格筋においては、ミトコンドリア、NADPH オキシダーゼ（NOX）、キサンチンオキシダーゼ（XO）が主な活性酸素の発生源であると考えられている。ある一定レベル以上の活性酸素に晒されると筋の最大発揮張力は低下するが、その一方で、筋力発揮のためには低レベルの活性酸素の存在が不可欠であることも知られている。活性酸素種は、DNA やタンパク質、脂質などに損傷を引き起こすことから、「悪者」として捉えられがちだが、生体には抗酸化防御システムが備わっていることを考慮しなければならない。

【抗酸化応答の分子メカニズム】

抗酸化反応を制御するマスター遺伝子として、Nuclear factor erythroid 2-related factor 2 Nfe2l2（Nrf2）が知られている。非ストレス状態では、Nrf2 は細胞質において Kelch-like ECH-associated protein 1 (Keap1)と結合し分解されるが、Keap1 が活性酸素を感知すると Nrf2 は核内に移行し、抗酸化応答配列（ARE）に結合することで様々な抗酸化遺伝子の転写を活性化する（図 1）。これまで、Nrf2 は筋収縮による抗酸化遺伝子の発現誘導に必須であることが示されており、骨格筋における発現はあまり体を動かさない生活をしている人よりもアクティブな人の方が高く、また運動・トレーニングによって高まることが報告されている。つまり、運動は Nrf2 を介して抗酸化酵素の活性を高める効果がある。

【抗酸化物質と運動】

内因性の抗酸化酵素に対し、食事あるいはサプリメントとして摂取される外因性の抗酸化物質もあり、具体的にはビタミンやポリフェノールなどが挙げられる。一過性の運動によって酸化的損傷のマーカーが増加するが、ビタミン等の摂取によって軽減すること、欠乏によって増悪することが報告されている。一方で、高容量のビタミンCとEの摂取によってトレーニングによるミトコンドリア生合成のマスター遺伝子として知られる Peroxisome proliferator-activated receptor-γ coactivator-1α (PGC-1α)遺伝子の発現増加が抑制されたとの報告もある。対象者の性別や年齢、運動習慣の有無などによる内因性の抗酸化酵素の発現量の違いと、食事による外因性の抗酸化物質の摂取量の違いによって状況は異なるものの、活性酸素種が骨格筋の適応をもたらすシグナルとしての役割をもつことも明らかと思われる。

【おわりに】

酸化ストレスという概念は、1985 年に Sies によって "a disturbance in the prooxidant-antioxidant balance in favor of the former" と初めて定義され、その後の研究を受けて現在では "an imbalance between oxidants and antioxidants in favor of the oxidants, leading to a disruption of redox signaling and control and/or molecular damage" とアップデートされている。古い定義から酸化ストレスという用語を使うと、運動のような軽度の酸化ストレスが抗酸化防御を高める状況と、重度の酸化ストレスが細胞傷害・細胞死を引き起こす状況を同じ言葉で説明することになってしまうので注意が必要である。高用量では毒性を生じるものが低用量では有益な適応を引き起こすことをホルミシス効果と呼ぶが（特にミトコンドリアに着目してミトホルミシスという考え方もある）、運動はまさにこれに当てはまると言えるのではないだろうか。

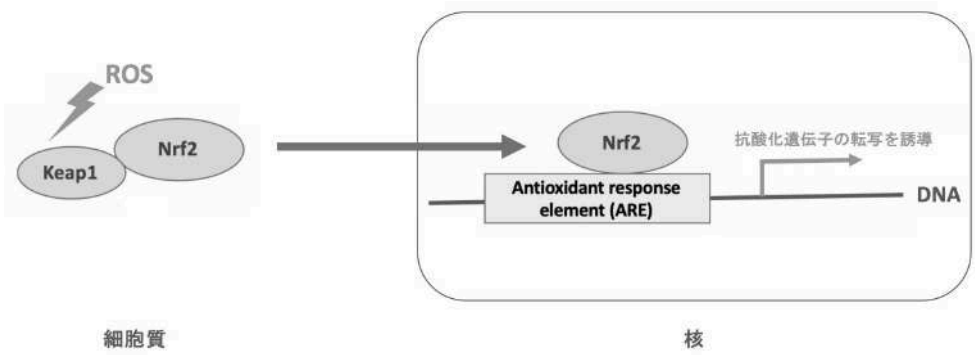


Fig 1. Nrf2 による抗酸化遺伝子の発現調節

【参考文献】

Kitaoka Y. The Role of Nrf2 in Skeletal Muscle on Exercise Capacity. Antioxidants. 10:1712, 2021

簡単・迅速に血中の乳酸濃度測定が可能！

～ラクテートプロ 2　LT-1730 のご紹介～

アークレイマーケティング株式会社

山枡康平

【初めに】

アークレイは京都で創業し、約 60 年活動している日本の医療機器メーカーである。

主な取扱製品として、糖尿病診断の検査機器や唾液を使用した口腔内疾患のリスクチェックが出来る装置などがあり、それら全ての開発・製造・販売・アフターフォローを一貫して行っている。

今回、ご紹介する製品は血中の乳酸値を簡単・迅速に測定することを実現したラクテートプロ 2　LT-1730 である。

リアルタイムの血中乳酸値が測定できるラクテートプロ 2 は今年で発売を開始してから 14 年目を迎える。

既にスポーツ施設をはじめ、病院、大学、研究機関など、多くの施設で使用されている実績があり、乳酸研究やアスリートパフォーマンスの向上・維持には欠かせない製品となりつつある。

【製品特長】

ラクテートプロ 2 の製品特長は下記の 3 点である。

1. 指先血（全血）を使用して測定が可能
2. 測定時間が 15 秒の短時間測定を実現
3. 専用ケーブルを使用し、装置内に記憶されているデータを PC への保存が可能で、データ管理が簡便

【運用方法例のご紹介】

・アスリートのパフォーマンス維持・向上のモニタリング

・アスリートのコンディションチェック　など

乳酸測定装置の他に、唾液を使用した検査装置　SillHa（シルハ）も取り扱っている。

口腔環境を良好な状態で維持することは、スポーツにおいても非常に重要なことであると考える。

SillHa を使用すれば、口腔環境の悪化から発生するアスリートのパフォーマンス低下を防ぐことが出来るかもしれない。

そこで、SillHa を新たなアスリートのコンディションチェックツールとして活用いただきたいため、この場を借りて紹介させていただく。

どこでも携帯できる手のひらサイズで、
場所を選ばず乳酸の即時検査に対応します。

ラクテート分析装置

Lactate Pro 2

ラクテート・プロ2 LT-1730 | 乳酸

必要検体量 0.3μL | 測定時間 15秒 | 補正操作不要

http://biz.arkray.co.jp/lact/ 乳酸測定活用サイト 検索

アークレイ株式会社

HG220222-02A-A52MA | MS

治療から予防へ

新たにSillHa(シルハ)で唾液検査をはじめませんか?

こんなお悩みはありませんか?

- ☑ 予防歯科を強化したいけど、どうやって進めたらよいかわからない。
- ☑ 患者さんのモチベーション維持が難しく、途中で来なくなってしまう。
- ☑ リピート件数やケアグッズの販売数が増えない。

唾液検査装置SillHa(シルハ)がお手伝いします!

操作は簡単!!
測定時間5分で検査レポート印刷まで!!

SillHa(シルハ)の詳しいご紹介は是非動画をご覧ください!

測定時間 5分

唾液検査結果　カルテ番号 1
京都 一郎 様

口腔清潔度に関する項目
歯の健康に関する項目
歯ぐきの健康に関する項目

むし歯菌	31	平均レベル 平均値：27	むし歯菌数が多いと、むし歯になりやすいことが知られています。
酸性度	54	高め 平均値：43	唾液の酸性度が高いと、むし歯になりやすいことが知られています。
緩衝能	13	弱め 平均値：38	緩衝能（酸に対する抵抗力）が弱いと、むし歯になりやすいことが知られています。
白血球	53	平均レベル 平均値：40	歯肉に炎症があると、唾液中の白血球が多くなることが知られています。
タンパク質	41	平均レベル 平均値：43	歯周病の原因菌が多く、歯肉に炎症があると、唾液中のタンパク質が多くなることが知られています。
アンモニア	38	少なめ 平均値：22	口腔内の細菌総数が多いと、唾液中のアンモニアが多くなり、口臭などの原因になることが知られています。

総合コメント　歯科医院での「プロケア」と自分で行う「セルフケア」は、予防歯科の「車の両輪」です。両方のケアをしっかり実践し、生涯を通して歯とお口の健康を守っていきましょう。

医院名 アークレイ歯科　医師名 東京 太郎

問い合わせ先
アークレイマーケティング株式会社
〒160-0004 東京都新宿区四谷1-20-20 大雅ビル5F ［TEL］050-5527-7700（代）［URL］https://arkrayoralhealthcare.com/contact/

アークレイ株式会社

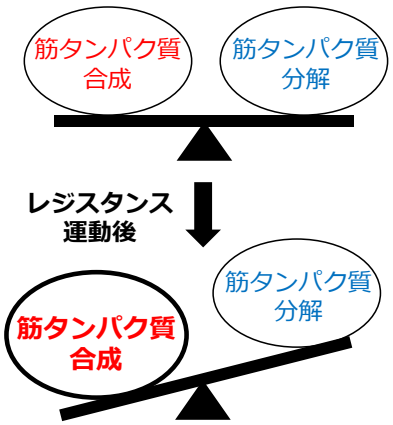
HS230901-01A-A52MA | MS

筋収縮による筋肥大メカニズムと抗酸化物質の摂取による影響

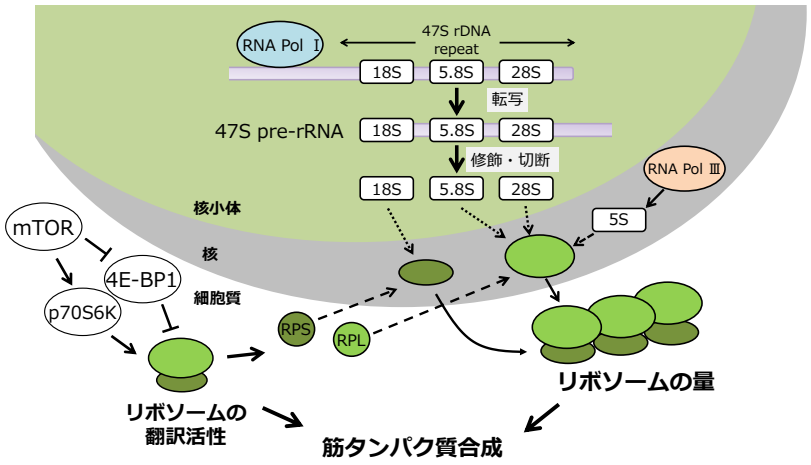
東京大学大学院総合文化研究科
小谷　鷹哉

骨格筋は身体を動かす運動器としての役割だけでなく、糖や脂質などの代謝、ホルモンの分泌といった役割も担っている。そのため、繰り返しのレジスタンス運動(いわゆる筋トレ)などにより骨格筋量を維持・増加させることは、アスリートにおけるスポーツパフォーマンスの向上のみならず、様々な疾患やサルコペニアの予防・改善にも重要である。つまり、繰り返しのレジスタンス運動による骨格筋肥大メカニズムを解明することは、スポーツ科学の発展のみに限らず、国民の健康や QOL の向上にも重要である。

骨格筋は運動により質的・量的に大きく変化するという特徴を有している。骨格筋の主成分はタンパク質であることから、骨格筋量は筋内のタンパク質の合成と分解のバランスに依存する。レジスタンス運動を行うと筋タンパク質合成が増加し、これを繰り返すことで筋量は増加すると考えられている。レジスタンス運動による筋タンパク質合成の増加には、タンパク質の翻訳過程の活性化の寄与が大きいとされている。タンパク質の翻訳は、細胞内小器官であるリボソームで行われる。レジスタンス運動を行うと mechanistic target of rapamycin (mTOR)シグナル伝達経路と呼ばれるタンパク質の情報伝達を介してリボソームにおけるタンパク質の翻訳速度が増加し、筋タンパク質合成量が増加する。



レジスタンス運動により
筋タンパク質の合成が高まる



筋タンパク質の合成量には
リボソームの翻訳活性とリボソーム量が影響する

また、近年レジスタンス運動を行うことで、リボソームの合成が活性化し、リボソーム量が増加することが明らかとなってきており、リボソーム量の増加が筋タンパク質合成を高めることも示唆されてきている。そのため、我々や他の研究グループは、レジスタンス運動によるリボソームの翻訳活性の増加やリボソーム量の増加を効果的に高める方法を日々探索している。本研究会では、我々の未発表データを含め最新の知見を紹介したい。

本研究会では、抗酸化物質の摂取が繰り返しのレジスタンス運動による筋肥大効果に与える影響についても紹介する。レジスタンス運動も他の運動と同様に活性酸素の産生を一過性に高める。活性酸素の産生が抗酸化能力を上回ると、酸化ストレスが生じる。酸化ストレスは、リボソームのタンパク質の翻訳活動を停止させることが報告されている。我々は、酸化ストレスが蓄積するような過度のレジスタンス運動を行うと、筋タンパク質合成の増加が抑制され、筋肥大効果が低下することをマウスを用いた研究により報告している。一方で、抗酸化物質として知られているビタミン C を経口投与(500mg/kg/day)すると、協働筋切除による代償性筋肥大率が低下することが報告されている。実際にヒトを対象とした研究においては、レジスタンス運動にビタミン C やビタミン E の抗酸化サプリメントの摂取を組み合わせても、筋力や筋肥大の向上効果は、変わらないあるいは減少するといった報告がされている。これらの知見から、レジスタンス運動による適度な活性酸素の産生は骨格筋の適応に必要であり、抗酸化サプリメントの摂取により筋肥大効果が促進されることは期待できないと現在は考えられている。研究会では、これらに関する最新の知見を紹介したい。

参考文献

1. Kotani T, Takegaki J, Tamura Y, Kouzaki K, Nakazato K, Ishii N. Repeated bouts of resistance exercise in rats alter mechanistic target of rapamycin complex 1 activity and ribosomal capacity but not muscle protein synthesis. Exp Physiol. 2021. 106(9):1950-1960.
2. 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. 2019. 7(13):e14155.
3. Ogasawara R, Fujita S, Hornberger TA, Kitaoka Y, Makanae Y, Nakazato K, Naokata I. The role of mTOR signalling in the regulation of skeletal muscle mass in a rodent model of resistance exercise. Sci Rep. 2016. 6:31142.
4. Figueiredo VC, McCarthy JJ. Regulation of Ribosome Biogenesis in Skeletal Muscle Hypertrophy. Physiology (Bethesda). 2019. 34(1):30-42.

腸内細菌叢＝あなたの体質？！
最新“腸”科学が明らかにする個人差と腸内環境の関係性

福田真嗣[1-5]

1 慶應義塾大学先端生命科学研究所・特任教授
2 順天堂大学大学院医学研究科・特任教授
3 神奈川県立産業技術総合研究所・グループリーダー
4 一般社団法人腸内デザイン学会・代表理事
5 株式会社メタジェン・代表取締役社長 CEO

ヒトの腸内にはおよそ 1,000 種類で 38 兆個にもおよぶとされる腸内細菌が生息しており、これらの集団（腸内細菌叢と呼ぶ）は腸管細胞群と密接に相互作用することで、複雑な腸内微生物生態系、すなわち「腸内エコシステム」を形成している。腸内エコシステムはヒトの健康維持に重要であることが知られているが、そのバランスが崩れると大腸癌や炎症性腸疾患といった腸そのものの疾患に加えて、自己免疫疾患や代謝疾患、さらには精神疾患や脳疾患といった全身性疾患につながることも知られている。したがってその重要性から、腸内細菌叢は異種生物で構成されるわれわれの体内の「もう一つの臓器」とも捉えられるが、一方で個々の腸内細菌がどのように振る舞うことで腸内エコシステムの恒常性維持に寄与しているのか、すなわち宿主－腸内細菌叢間相互作用の分子機構の詳細は不明な点が多い。

われわれはこれまでに、腸内細菌叢の遺伝子情報と代謝物質情報を網羅的に解析し、時系列情報に基づいて数理科学的に統合解析するメタボロゲノミクスを独自に構築した（図 1 左上）[1)]。本手法を適用することで、腸内細菌叢から産生される代謝物質である酢酸や酪酸などの短鎖脂肪酸が、腸管上皮層のバリア機能を向上することで感染症抑制に寄与することや、免疫系に作用して大腸炎抑制に寄与することを明らかにした[2, 3)]。また特定の腸内細菌やその代謝物質が、乳幼児や成人の腸管感染症予防に寄与すること[4-7)]や、腎疾患の増悪に繋がる尿毒症物質産生に関与すること[8-10)]、大腸がんにおいて口腔内細菌の関与や二次胆汁酸産生がその増悪因子となり得ることを明らかにした[11, 12)]。このように、メタボロゲノミクスアプローチを適用することで、腸内環境を介した全身性の恒常性維持には、腸内細菌叢から産生される代謝物質が重要であることを明らかにした（図 1）。

一方、われわれの研究成果のみならず、国内外の研究者からも腸内細菌叢が疾患だけでなく脳機能や精神状態、ホルモンバランスなど、様々な生体機能に影響を与えることが続々と報告されている。人間はヒトの細胞と腸内細菌の細胞とで構成される Superorganism と考えられることから、疾患のみならずヒトの様々な生体機能にも腸内細菌叢が影響を与え得ると考えられる。そこでわれわれは、生理機能の中でも特に運動機能に焦点を当て、腸内細菌叢と持久力との関係について研究を行った。その結果、駅伝選手の腸内には主要な腸内細菌の一種である *Bacteroides uniformis* が同年代の健康成人に比べて有意に多いことを見出した[13)]。また *B. uniformis* をマウスに 4 週間経口投与し強制水泳試験を実施したところ、その遊泳時間が 2 倍も増加することを明らかにした。そのメカニズムに迫るためメタボロゲノミクスによりアプローチしたところ、腸管内の短鎖脂肪酸の有意な増加や、肝臓における糖新生や β 酸化の亢進およびグリコーゲンの分解が認められたことから、腸内細菌叢由来短鎖脂肪酸により肝臓でのエネルギー代謝が亢進することが明らかとなった[13)]。次に *B. uniformis* をヒト腸内で増加させる食品成分として α-シクロデキストリンを同定し、8 週間の摂食試験を実施したところ、対照群と比較して運動後の疲労感が有意に軽減することや、走行試験での有意な持久力向上効果があることが明らかとなった[13)]。これらの結果から、腸内細菌叢由

来短鎖脂肪酸が、マウスのみならずヒトにおいても持久力向上や疲労軽減に寄与することが明らかとなった。

これらの基礎研究成果により、腸内細菌叢由来代謝物質が生体恒常性維持に重要な役割を担うことが明らかとなったことから、本研究成果を社会実装する目的で、慶應義塾大学と東京工業大学とのジョイントベンチャーとして株式会社メタジェンを設立した [14)]。本講演では、腸内環境に基づく層別化医療・ヘルスケアをキーワードに、科学的根拠に基づく食習慣の改善、適切なサプリメント開発や創薬など、腸内エコシステムの適切な制御による新たな健康維持、疾患予防・治療基盤技術の創出に向けたわれわれの取り組みについて紹介する。

参考文献:

1. Ishii, C., et al. : Int J Mol Sci, 19: 4079, 2018
2. Furusawa, Y., et al. : Nature, 504: 446-450, 2013
3. Fukuda, S., et al. : Nature, 469: 543-547, 2011
4. Kim, Y.G., et al. : Science, 356: 312-315, 2017
5. Kitamoto, S., et al. : Nat Microbiol, 5: 116-125, 2020
6. Nagao-Kitamoto, H., et al. : Nat Med, 26: 608-617, 2020
7. Caballero-Flores, G., et al. : Cell Host & Microbe, 28: 526-533, 2020
8. Mishima, E., et al. : J Am Soc Nephrol, 26: 1787-1794, 2015
9. Mishima, E., et al. : Kidney Int, 92: 634-645, 2017
10. Kikuchi, K., et al. : Nat Commun, 10: 1835, 2019
11. Yachida, S., et al. : Nat Med, 25: 968-976, 2019
12. Erawijantari, P. P., et al. : Gut, 69: 1404-1415, 2020
13. Morita, H., et al. : Sci. Adv. 9, eadd2120, 2023
14. https://metagen.co.jp/

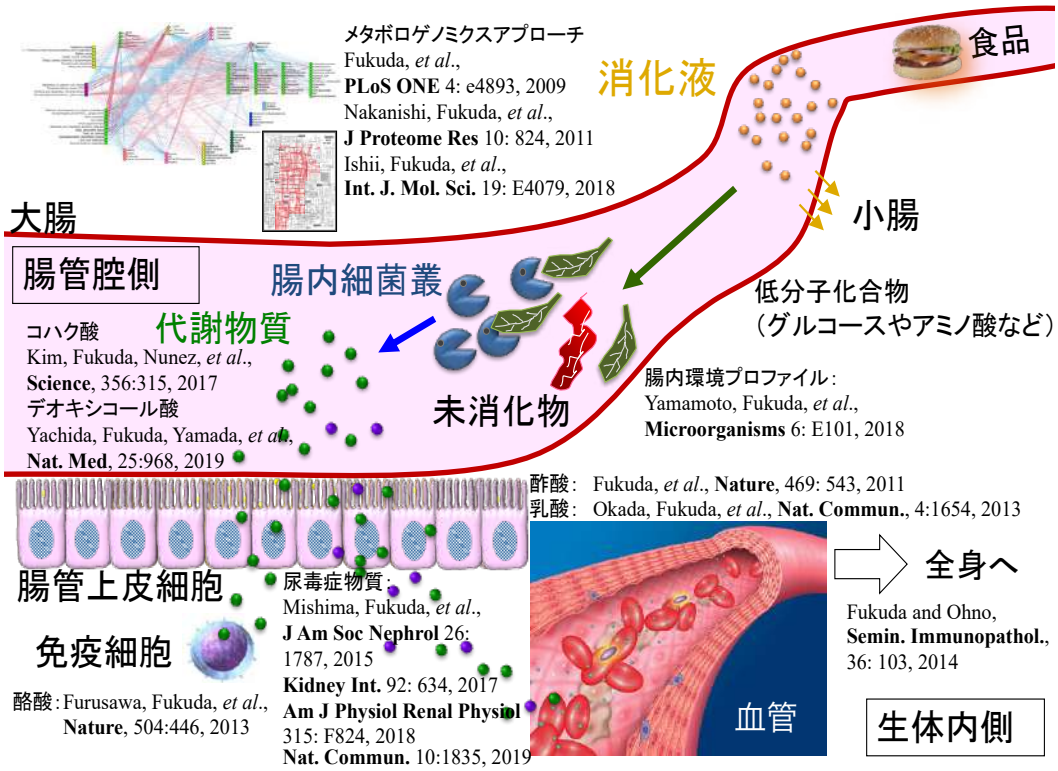


図 1： 腸内細菌叢由来代謝物質がもたらす宿主恒常性と疾患

Q&Aですらすらわかる ホメオスタシスのしくみ

臓器間ネットワークから解く健康

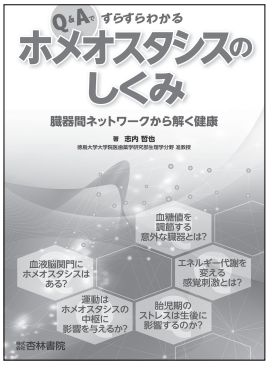
著 **志内哲也** 徳島大学大学院准教授

A5判・176頁　**定価2,640円**(税込)

新刊

本書は、人の健康とは切っても切れない関係である、「ホメオスタシス」を初学者にもわかりやすく解説しています。別な言い方をすれば、健康とはホメオスタシスをうまく維持できている状態と言えます。ホメオスタシスは生体恒常性とも呼ばれ、その名のとおり、からだを常に同じ状態に保つ機能です。

ホメオスタシスを維持するしくみにをできるだけ平易な言葉で解説。遺伝子や分子の名前も極力入れないようにしてあります。また、興味のあるテーマなど、どこからでも読めるようにQ&Aで構成し、最初にAnswerとして、ズバリ回答しています。さらに、随所にCoffee Breakを設け、関連したちょっと面白い話も掲載しました。



9784764412392

下肢と体幹の筋がよくわかる基礎ノート

既刊好評

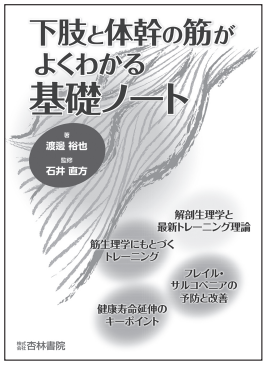
著 **渡邊裕也** びわこ成蹊スポーツ大学准教授

監修 **石井直方** 東京大学名誉教授

● A5判・240頁・図表150点　**定価3,300円**(税込)

介護予防・フレイル・サルコペニア予防、つまり加齢の変化に対応しつつ「健康寿命」を延ばすためのトレーニングの観点と、誰もが筋力トレーニングを行うにあたって知っておきたい背景と最新情報を含めて、その基礎となる内容をトレーニング科学の観点から体系的にまとめています。

特に、加齢に伴う機能低下の著しい下肢と体幹の筋群の生理学的・機能解剖学的特徴に加え、エビデンスに基づく効果的なトレーニング法を詳説しています。筋肉に興味をお持ちの方々、あるいはトレーニングをされている方々にも知っていただきたい骨格筋と健康維持、増進の基礎的内容をまとめたものでもあります。



9784764412309

乳酸をどう活かすかⅡ

既刊好評

編著 **八田秀雄** 東京大学大学院教授

A5判・256頁

定価2,750円(税込)

本書は、乳酸の基礎的理解から、測定方法と測定値の解釈、各種競技スポーツ現場での活かし方など、さまざまな場面で活用される乳酸について丁寧に解説しました。乳酸測定を競技を中心に長年にわたり活用してこられた先生方のデータが大変説得力があります。これから、トレーニング効果の指標として、乳酸測定の導入を考えている方はもとより、すでに乳酸測定を行っている方にとってお薦めの1冊です。

978-4-7644-1168-5

Q&Aですらすらわかる 体内時計応用法

リズム研究をどう社会に応用するか

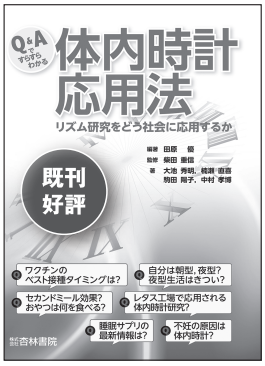
編著 **田原　優** 広島大学大学院医系科学研究科准教授

監修 **柴田重信** 早稲田大学理工学術院教授

著 **大池秀明・楠瀬直喜・駒田陽子・中村孝博**

● A5判・184頁　**定価2,640円**(税込)

2017年発行した既刊書「Q&Aですらすらわかる体内時計健康法」と同様に、各Q&Aの項目の冒頭にはズバリ解答を設け、どこの項目から読んでも理解しやすいイントロダクション、わかりやすさを工夫した図表の配置、根拠となる関連論文リストをかかげています。今回は応用編、最新研究を取り上げている関係で、説明が十分できない場合には、あらかじめ仮説の領域であるなど、現時点でのQ&Aに対する正しい評価にも努めています。



9784764412293

体育の科学

2023年 2月号

特集 **乳幼児期の脳・身体運動の発達**

- 発達に伴う感覚運動情報構造の動的変化　金沢星慶
- 感覚運動情報の予測学習と認知機能の発達　長井志江
- 乳幼児の立位・歩行の発達　進矢正宏
- 乳児期における身体運動と環境の相互作用　渡辺はま
- 乳幼児期における脳機能・構造の発達　保前文高
- 乳幼児期の睡眠と発達　太田英伸
- 発達障害児の脳と身体機能　大内田裕

●1部：**定価1,430円**(税込)

●2024年前金年間予約購読料：**定価17,160円**(税込)

株式会社 杏林書院　〒113-0034　東京都文京区湯島4-2-1　Tel. 03-3811-4887　http://www.kyorin-shoin.co.jp

arkray

ラクテート分析装置

Lactate Pro 2

ラクテート・プロ2 LT-1730 | 乳酸

どこでも携帯できる手のひらサイズで、
場所を選ばず乳酸の即時検査に対応します。

必要検体量　0.3μL

測定時間　15秒

補正操作不要

http://biz.arkray.co.jp/lact/　乳酸測定活用サイト　検 索

アークレイ株式会社

HG120410-03B-A41CA　MS

コービオンは
発酵乳酸で90年以上に及ぶ実績

Corbion

コービオンの発酵乳酸類は、
スポーツドリンクなどを始めとする
飲料、ハム・ソーセージ、麺類、
化粧品、医薬品、バイオプラスチックなど
日常生活の多くの場面で使用されています。

コービオンジャパン株式会社

〒150-0012　東京都渋谷区広尾1-13-1 フジキカイ広尾ビル3F TEL 03-5422-6290