Q&A Shiggekky 第 84 回

「運動したあと、なぜ休むことが大切なの？」

— Exercise × Recovery × Mitochondrial Adaptation —

MITO RISING Perspective | 2026 年 11 月 6 日

武本重毅（Shigeki Takemoto, MD, PhD）
聚楽内科クリニック／MitoQure

運動は、身体を変えるきっかけをつくる。しかし、その変化を次の能力へつなげるには、回復する時間が必要である。

前回、第 83 回では、

「運動すると、なぜミトコンドリアが増えるの？」

というテーマで、運動によるエネルギー需要の変化が AMPK や PGC-1α などの経路に働きかけ、ミトコンドリアの適応を促す仕組みを紹介しました。

しかし、ここで新しい疑問が生まれます。

運動すればするほど、ミトコンドリアは増え、身体は強くなるのでしょうか？

実は、そう単純ではありません。

運動によって身体に刺激を与えることは重要ですが、その刺激に適応するためには、運動後の回復過程も必要です。

今回は、運動、休息、ミトコンドリア、そして Recovery Capacity（回復力）の関係を考えてみましょう。

Q. 運動したあと、なぜ休む必要があるのでしょう？

A. 運動は身体に適応の刺激を与えますが、身体がその刺激に対応して機能を再構成するには、運動後の回復過程が必要だからです。

例えば、普段あまり運動しない人が、久しぶりに長い距離を歩いたとします。

翌日は筋肉が重く感じたり、疲労が残ったりするかもしれません。

しかし、適切な休息と栄養を取りながら運動を継続すると、以前より長く歩けるようになることがあります。

なぜでしょうか？

運動後の身体では、エネルギーの補充、タンパク質の合成、細胞内構造の修復、代謝機能の調節などが進んでいるからです。

つまり、

Exercise → Recovery → Adaptation

という流れがあります。

ただし、実際には回復と適応は重なり合って進み、運動中から始まる適応反応もあります。

大切なのは、**運動と回復を一つの連続した生命現象として考えること**です。

① 運動は、身体にとって「適切なストレス」である

運動すると、筋肉は収縮し、大量の ATP を消費します。

ATP は、細胞が活動するために必要なエネルギー通貨です。

運動中には、エネルギー需要の増加に加えて、カルシウムシグナルや酸化還元状態などにも変化が起こります。

これらは、筋肉にとって一種の生理的ストレスです。

しかし、ストレスは必ずしも悪いものではありません。

適切な運動負荷は、細胞が環境の変化に対応するためのシグナルになります。

これを理解するうえで重要なのが、

Hormesis（ホルミシス）

という考え方です。

比較的軽度から中等度のストレスが、生体の防御・適応機構を活性化する場合があります。

運動は、その代表的な例の一つです。

ただし、ホルミシスは「ストレスを増やせば増やすほど健康になる」という意味ではありません。

適切な負荷は適応を促しますが、過剰な負荷は回復を妨げる可能性があります。

② 運動中、ミトコンドリアでは何が起こるの？

前回、第 83 回で紹介した AMPK を思い出してください。

運動中、筋肉では ATP が消費され、細胞内のエネルギー状態が変化します。

この変化を感知する重要な仕組みの一つが、

AMPK

AMP-activated Protein Kinase

です。

AMPK は、エネルギー産生と消費のバランスを調節する役割を担っています。

さらに運動によるカルシウムシグナルや p38 MAPK などの経路も、ミトコンドリア関連遺伝子の発現に影響します。

その調節に関わる重要な因子が、

PGC-1α

です。

PGC-1α は、ミトコンドリアの構成成分や酸化的代謝に関係する遺伝子の発現を調節します。



ここで重要なのは、運動による刺激が、その瞬間だけで終わるわけではないということです。

運動後も、細胞では代謝や遺伝子発現の変化が続きます。

③ 運動後、身体は何を「回復」しているの？

運動後の回復には、いくつもの過程が関わっています。

1. エネルギーの回復

運動中に消費された ATP は、運動中から絶えず再合成されています。

運動後には、酸素消費や代謝状態が徐々に安静時へ近づきます。

また、消費された筋グリコーゲンの補充も進みます。

グリコーゲンは筋肉に蓄えられた糖の貯蔵形態で、運動時の重要なエネルギー源です。

特に長時間の運動や高強度運動のあとでは、その補充が重要になります。

2. 筋タンパク質の修復と再構成

運動、とくに筋力トレーニングでは、筋タンパク質の合成と分解のバランスが変化します。

運動後には、筋タンパク質合成が高まることがあります。

その過程で重要なのが、

mTORC1

などの栄養・成長シグナルです。

ただし、筋肉が強くなるために、必ず大きな筋損傷が必要というわけではありません。

運動による適応は、機械的負荷、神経系の変化、代謝応答など、複数の仕組みによって生じます。

3. ミトコンドリアの品質管理

運動は、ミトコンドリアの分裂・融合やマイトファジーにも影響します。

前回までに紹介した、

Fission・Fusion・Mitophagy・Biogenesis

という仕組みです。

これらは、ミトコンドリアの品質を維持し、変化するエネルギー需要へ適応するために重要です。

ただし、運動後にすべての仕組みが一斉に活性化するわけではありません。

運動の種類、強度、時間、組織の状態によって応答は異なります。

4. 神経・自律神経・全身機能の回復

運動後には、心拍数、呼吸、体温、自律神経活動なども安静時へ向かって変化します。

心拍数が運動後にどの程度速く低下するかを示す **Heart Rate Recovery（心拍回復）**は、自律神経機能や心血管リスクとの関連が研究されている指標です。

ただし、心拍回復だけでミトコンドリア機能や Recovery Capacity 全体を評価することはできません。

④ 睡眠は、運動後の回復にどう関係するの？

ここは、MITO RISING の視点から特に重要な部分です。

運動後の回復を考えるとき、休息とは単に身体を動かさないことではありません。

睡眠も、重要な回復過程の一つです。

睡眠中には、神経系、内分泌系、免疫系、代謝系などが協調して働いています。

睡眠不足が続くと、運動パフォーマンス、疲労感、認知機能、糖代謝などに悪影響が及ぶ可能性があります。

また、睡眠は筋タンパク質代謝や運動後の適応にも関係すると考えられています。

ただし、「睡眠中にだけ筋肉やミトコンドリアが修復される」というわけではありません。

修復や適応は覚醒中にも進みます。

重要なのは、十分な睡眠が全身の回復環境を支えていることです。

私は、睡眠を単なる休息時間ではなく、**生命の恒常性を維持するための能動的な調節過程**として考えています。

⑤ 運動しすぎると、なぜ回復できなくなるの？

ここで、Recovery Capacity Theory の重要な問題に入ります。

運動による刺激は、適切であれば身体の適応を促します。

しかし、負荷が大きすぎたり、回復のための時間や栄養が不足したりすると、疲労が蓄積することがあります。

運動負荷と回復のバランスが崩れると、パフォーマンスの低下、睡眠障害、気分の変化、持続する疲労などが現れる場合があります。

スポーツ医学では、こうした状態を理解するために、

Functional Overreaching

Non-functional Overreaching

Overtraining Syndrome

などの概念が用いられています。

ただし、これらは負荷量だけで決まるものではなく、診断にはほかの疾患やエネルギー不足などの評価も必要です。

ここで大切なのは、

Stress ≠ Adaptation

ということです。

ストレスを与えただけでは、適応が成立するとは限りません。

刺激に対して適切に反応し、その後の回復過程を経て、初めて長期的な適応につながる可能性があります。

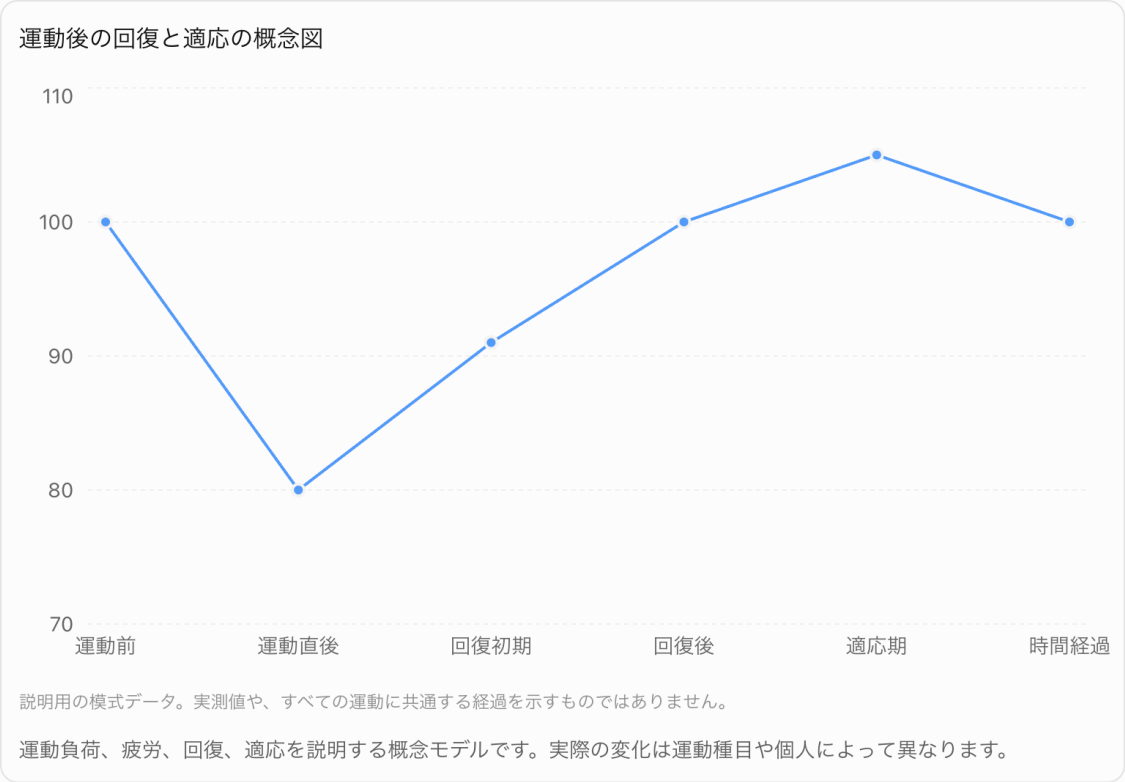
⑥ Supercompensation｜休むと、以前より強くなるの？

運動生理学には、

Supercompensation（超回復）

という考え方があります。

運動によって一時的にパフォーマンスが低下し、その後の回復を経て、以前より高い能力を発揮できる場合があるというモデルです。



ただし、超回復モデルはすべての運動適応を説明できるわけではありません。

筋力、持久力、神経系の適応、ミトコンドリア新生などは、それぞれ異なる時間経過で進みます。

したがって、運動後に一定時間休めば必ず能力が高まるという単純な法則ではありません。

それでも、このモデルは重要なことを教えてくれます。

身体が強くなるためには、負荷と回復の適切な組み合わせが必要である

ということです。

MITO RISING Perspective

Recovery Capacity とは「ストレスに反応する力」だけではない

ここから、私が提唱する Recovery Capacity Theory へつなげて考えてみたいと思います。

これまで、私は Recovery Capacity を、

損傷やストレスに応答し、修復し、恒常性を回復し、次の環境へ適応する能力

として考えてきました。

運動は、この考え方を理解するための非常に分かりやすいモデルです。

運動によって身体に負荷がかかる。

エネルギー需要が高まる。

細胞内のシグナルが変化する。

ミトコンドリアや筋タンパク質の適応が進む。

そして、十分な回復を経て、次の負荷に対応できるようになる。

この一連の流れを、

Exercise Recovery Cycle

として整理できます。



ここで重要なのは、**Recovery と Adaptation は同じではない**ということです。

Recovery は、運動によって変化した機能が回復していく過程です。

Adaptation は、繰り返される刺激に対して、身体の機能や構造が長期的に変化することです。

両者は密接に関係しますが、必ずしも同じ速度で進むわけではありません。

そして、運動を Recovery Capacity の研究モデルとして用いるなら、単に運動能力が高いかどうかだけでなく、

同じ負荷に対して、どのように反応し、どれだけ速く回復し、次の負荷にどう適応するか

を評価する必要があります。

Recovery Capacity を運動から測ることはできるのか？

私は、ここに将来の研究の可能性があると考えています。

例えば、一定の運動負荷を与えたあと、複数の指標を時間軸に沿って測定する方法です。

評価領域	研究指標の例
心血管系	運動後の心拍回復
自律神経系	心拍変動など
代謝系	血糖・乳酸・酸素消費の変化
筋機能	筋力や歩行能力の回復
ミトコンドリア	呼吸機能、酸化的代謝能力
主観的回復	疲労感、睡眠、生活機能

ただし、これらの指標は互いに異なる生理現象を反映します。

一つの指標だけで、全身の Recovery Capacity を測定することはできません。

また、研究用のミトコンドリア機能評価と、日常診療で簡単に実施できる検査には大きな違いがあります。

今後は、負荷前、負荷直後、回復期、再適応期という時間軸を取り入れた評価方法の開発が重要になると考えています。

これは、私が構想している **Recovery Clock（回復時計）**にもつながる研究課題です。

第 84 回で一番伝えたいこと

今回を一文にするなら、

Exercise provides the stimulus. Recovery creates the conditions for adaptation.

日本語なら、

運動は、身体に変化のきっかけを与える。

回復は、その変化を次の能力へつなげるための条件を整える。

さらに MITO RISING の言葉にするなら、

Stress challenges the system.

Recovery restores function.

Adaptation prepares the future.

運動すること。

休むこと。

そして、再び動けるようになること。

これらは別々の現象ではなく、生命が環境に適応するための連続した過程です。

回復力とは、ただ疲れを取る力ではない。

負荷を受けたあと、機能を取り戻し、次の変化に適応できる力でもある。

私は、この視点が、運動、睡眠、ミトコンドリア、老化、そして健康寿命を一つの線で結ぶ重要な考え方になると思っています。

次回｜Q&A Shiggekky 第 85 回

「疲れが取れないのは、ミトコンドリアが回復していないから？」

— Fatigue × Mitochondrial Function × Recovery Capacity —

運動したあと、十分に休めば疲労が回復することが多いでしょう。

しかし、なかには休んでも疲れが取れない人がいます。

そのとき、身体の中では何が起こっているのでしょうか。

ミトコンドリアの機能低下が関係しているのでしょうか。

それとも、睡眠、神経系、炎症、ホルモン、栄養状態など、別の仕組みが関係しているのでしょうか。

次回は、**疲労を単なるエネルギー不足としてではなく、全身の回復システムという視点から考えます。**

ただし、持続する疲労はさまざまな疾患でも起こるため、ミトコンドリア機能だけで説明できるものではありません。

Fatigue is a symptom. Recovery is a biological process.

疲労という症状の背後にある、回復する生命の仕組みを考えていきましょう。

MITO RISING｜THE AGE OF RECOVERY

Aging is not time.

It is the loss of Recovery Capacity.

老化とは、単なる時間の経過ではない。回復する力が失われていくこと。

※本稿では、運動生理学で研究されている適応機構と、MITO RISINGのRecovery Capacity Theoryに基づく概念的解釈を区別して紹介しています。Recovery Clockおよび運動負荷による包括的な回復力評価は、今後の検証を要する研究構想です。

© 2026 Shigeki Takemoto / MitoQure