

フィットネスFRP コントロール編

目次

1. 概要：フィットネスFRPとは

- 1-1 フィットネスとは
- 1-2 ファンクショナルローラーピラティスとは
- 1-3 フィットネスFRPの目的
- 1-4 ウォーミングアップとクールダウン
- 1-5 想定する対象者（適応）
- 1-6 実施における注意点

2. レジスタンス（抵抗運動）

- 2-1 レジスタンスの生理学的メカニズム
- 2-2 レジスタンスエクササイズの原則
- 2-3 レジスタンスエクササイズが及ぼす健康への影響
- 2-4 レジスタンスエクササイズの種類
- 2-5 エクササイズ

3. バランス（平衡機能）

- 3-1 バランスの運動学・脳科学的メカニズム
- 3-2 平衡機能に必要な要素
- 3-3 平衡機能検査（スクリーニングテスト）
- 3-4 エクササイズ

○参考・引用図書

○参考URL

1. 概要

1-1 フィットネスとは

フィットネスとは、「健康を増進する運動全般のこと」で、狭義では主に有酸素運動を指します。ピラティスもフィットネスに含まれるため、フィットネスは包括的概念だといえます。無酸素運動は30秒程度で最大心拍数の80%以上の運動と定義され、爆発的な筋出力を必要とする状況では、重要な運動になります。

運動効果は体組成や骨密度、筋力、柔軟性、心肺機能さらにはパフォーマンスの向上など広範にわたりますが、最近では脳機能への影響に注目が集まっています。

【主なフィットネス】

- ・ ストレッチング、エアロビクス
- ・ ジョギング、ウォーキング
- ・ スイミング、サイクリング
- ・ 筋力トレーニング など

認知症予防として…

運動によって血流が促進され、同時に脳血流も促進されることによって脳内の老廃物（アミロイドβ、タウタンパク質など）が排出されることで脳機能が高まるといわれています。認知症予防にはウォーキングなどの有酸素運動を20～30分以上、週3回以上行うのが重要であり、それによって認知症の発生率が40%低下するという報告もあります。

筋肉から放出されるホルモンであるIrisin アイリシン（myokineの一種）が脳においてBDNF（脳由来神経栄養因子）の分泌を促し神経の成長を促進します。

BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor) …

細胞にも寿命があり、例えば血小板では10日、皮膚ケラチノサイトでは30日、赤血球で

は120日の寿命があります。神経細胞はそれらに比べて人間の人生と同じく長生きのため（長ければ100年）栄養を与え続ける必要があります。BDNFは神経成長因子（NGF；Nerve Growth Factor）の一種で、中枢神経の主要な因子です。神経細胞の分化、成熟、生存維持に必要な不可欠なもので、記憶に関わる海馬での産生が特に多いといわれ、BDNFの産生は記憶力向上に関与します。BDNFは最大心拍数の70%以上になると放出され、安静時の3倍まで増加します。

セロトニン…

セロトニンは過剰な興奮や衝動、抑うつ、快楽を抑止して落ち着きを与える幸せホルモンとして知られており、リズム運動によって産生されます。律動的な身体のリズムは、脳幹（咀嚼、呼吸）や脊髄（歩行）のCPG（Central Pattern Generator）で作られます。歩行では100 BPM（Beat per Minute）が最適といわれており、20～30分の運動が奨励されています。セロトニンはサーカディアン（概日）リズムにも関係し、メラトニン（夜間）と共に睡眠と覚醒を制御し、姿勢保持筋を刺激します。セロトニンは睡眠ホルモンであるメラトニンの原料です。

運動の脳に及ぼす効果…

1. 集中力が増す
2. 気持ちが晴れやかになる
3. 不安やストレスが減る
4. 記憶力が向上する
5. 創造性が増す
6. 知能が高まる

2. レジスタンス（抵抗運動）

2-1 レジスタンスの生理学的メカニズム

レジスタンスエクササイズは、筋や腱などに抵抗負荷を与えることによって**神経-筋機能**を中心とした適応を引き出すエクササイズです。

筋のリモデリングが行われ、筋線維の断裂や損傷、炎症反応（コルチゾール濃度の上昇）、損傷を受けた筋のタンパク質の分解、ホルモン、その他のシグナル（例：成長因子、サイトカイン）の相互作用、そして最終的に**同化作用**によって新しいタンパク質が合成されます。

収縮タンパク質（例：アクチンとミオシン）、構造タンパク質（例：デスミンとタイチン）の合成が起こり、これらのタンパク質が最終的にサルコメアに取り込まれると分子レベルでのタンパク質合成が完了します。以上のことから筋肥大や筋機能が向上します。

筋肥大や神経系機能が向上することで、スピード能力向上やパワーの向上を目指すエクササイズを実施する**身体的な土台**ができます。

ホルモン…

内分泌腺によって血液中に放出され、様々な組織へ運搬されます。細胞の表面にある特定のタンパク質受容体と結合します。それぞれのホルモンで結合する特定の受容器があり、結合した場合にそれぞれが役割を発揮します。タンパク質合成を促すホルモンを**アナボリック（同化）ホルモン**、細胞のタンパク質分解を促すホルモンを**カタボリック（異化）ホルモン**といいます。

アナボリックホルモン：

○インスリン様成長因子（以下、IGF）：

22kDa成長ホルモンが肝細胞を刺激することで肝臓からIGFが分泌されます。甲状腺ホル

モンやテストステロンなどもIGF合成の調整に関与します。IGFは結合タンパク質と結合して血液中を循環し、標的組織で結合タンパク質から離れて受容体と相互作用されます。

最近では**mTORC1（タンパク質合成因子）**活性化が注目されており、内因性の機械感受性分子として筋タンパク質蓄積の推進力としてより重要な役割を果たしているともいわれています。

○テストステロン（testosterone TTE）：

男性ホルモンであり、受容体に結合することで同化機能を刺激する。また下垂体における成長ホルモンの放出を促進させ筋のタンパク質合成を促進させます。

【TTE濃度を上昇させるための条件】

- ・ 大筋群を使うエクササイズ
- ・ 高い強度（1RMの85%～95%）
- ・ 複数のセット
- ・ セット間の短い休息（30秒～1分）

○成長ホルモン（growth hormone GH）：

成長ホルモンの放出は休息時間によって影響を受けます。休息時間が短いエクササイズは、仕事量が同じく休息時間が長いエクササイズと比較して筋肉が低酸素状態となりやすく、血液中の乳酸濃度が高くなります。**休息時の時間が少なく運動量が多い**レジスタンスエクササイズによって成長ホルモンが分泌し、タンパク質の合成が上昇します。結果、筋肥大や筋力増強につながります。

【GH濃度を上昇させるための条件】

- ・ 高強度（10RM）
- ・ セット間の短い休息（30秒～1分）
- ・ エクササイズ前後に炭水化物とタンパク質を摂取する

2-2 レジスタンスエクササイズの実践原則

レジスタンスエクササイズには原則があり、原則に則ることでプログラムの作成がしやすくなり、筋力向上がより効果的になります。

特異性…

エクササイズそのものの適応や効果が得られます。関与する筋や動作パターン、筋活動の性質など様々な側面があります。課せられた要求に対して、筋が得意的に適応することもあります（以下、**SAID : specific adaptation to imposed demands**）。また、アスリートや競技者に関してはエクササイズ動作が実際の競技動作に似ているほど、エクササイズ効果がその競技に反映する可能性があります。

例）バスケットボールの跳躍動作…

鍛えている部位が股関節、膝関節の伸筋群である場合、レッグプレス動作よりもスクワット動作がより効果的。

過負荷…

慣れている強度よりも高い強度のエクササイズを実施することで強化できます。強度は徐々に上げていき、オーバートレーニングや過度なストレスにならないようにすることに注意が必要です。

漸進性…

エクササイズの種類や刺激、目的は一緒であるが方法を変えることでより新鮮さを増し、効果を発揮させることができます。レジスタンスエクササイズを対象者に対して実施する時に以下の動作を分析し、漸進させることでより効果を発揮しやすくなります。

動作分析：

身体および四肢の動作パターンとその動作に筋がどのように関与しているかを観て分析します。

障害分析：

障害の起こりやすい関節及び筋肉の部位を観て分析します。また、対象者の経験や運動歴も考慮することが必要であり、対象者の**キャパティシィ**の把握することが重要です。

エクササイズの違い…

機能的改善（動作を鍛えるエクササイズ）：

スポーツ動作そのもののパワーやスピードを高めます。専門的スポーツなどに関連のある動作で行われることが多く、特定の動作の筋力やパワーを高めていくエクササイズが多くあります。

形態的改善（部位を鍛えるエクササイズ）：

体力や筋力を発揮するための基盤となる身体を良い形に変化させていくエクササイズです。例えば、胸の筋肉を肥大させたり、大腿部の筋肉を肥大させるというように、特定の部位の筋肉を個々に大きくするエクササイズです。

競技や動作で何を求めるかで上記の要素をバランスよく鍛えていくことが重要です。

例）陸上競技の長距離選手…

筋力強化によって筋肉量を増やすことでランニング動作の効率性を高めたり、ストライド（足幅）を伸ばしたりと、障害予防に役立つ可能性があります。しかし、必要以上に筋肉量を増やしてしまうと、ランニング中に筋肉自体の重量が負荷となったり、筋肉内の毛細血管やミトコンドリアの密度減少につながり、マイナスに作用する場合が考えられるためバランスが重要です。

2-5 エクササイズ

○ステップアップ（概ね8秒で起きて8秒で戻る、3～5回）



開始肢位	ローラーの上で骨盤幅で足を開き前足部で立ち、手は腰に当てる
注意点	転倒、後ろ足はできるだけ真っ直ぐに伸ばす、足は一度浮かしたら極力触れず浮かしておく
主に働く筋	中殿筋、大殿筋、深層外旋六筋、下腿三頭筋、背筋群
動作	① 脚を大きく前後に開いたランジ姿勢から体を前傾させて前脚に乗り、体を垂直まで起こす。 ② 反対にゆっくりと体を前傾させて、後ろ足を遠くに伸ばしながらランジ姿勢に戻る。同じ脚を疲れるまで繰り返す。

○カーフレイズ（概ね2秒で上げて2秒で下げる、約10回）



開始肢位	ローラーの上に前足部で立ち、片脚を持ち上げて太ももの下を手で支え、肩甲骨を下げて首を伸ばす
注意点	転倒、底屈が強すぎて内反捻挫しないように、軸足の膝は伸ばしておく
主に働く筋	下腿三頭筋
動作	① ゆっくりと踵を持ち上げて足関節を底屈する。 ② ゆっくりと踵を下げて足関節を背屈する。 ※ 難しい場合は両足で行う。

3. バランス（平衡機能）

3-1 バランスの運動学・脳科学的メカニズム

平衡機能とは、運動をするにあたって重力と身体の関係性を、眼球や体幹などを使って姿勢を保ち制御する機能のことで、多くは無意識に調整されています。意識的な筋肉の制御を担う脳神経の経路は「錐体路 Pyramidal System」と呼ばれ、無意識な制御は「錐体外路 Extrapyrarnidal System」といわれています。パーキンソン病などの神経内科の疾患では、この錐体外路系障害（不随運動や振戦、無動などの症状）が出現します。現在、錐体外路という名称はほぼ「大脳基底核 Basal Ganglia」と同義で使用されることが多くあり、姿勢制御や運動プログラムの準備から実行、フィードバックシステムの視点で重要視されています。

大脳基底核は大脳半球の深部に存在し、尾状核、被殻、淡蒼球（内側・外側）、黒質（網様部・緻密部）、視床下核からなり、大脳皮質と視床、脳幹を結びつけている神経核の集まりで、補足運動野、運動前野、頭頂葉などから運動のコントロール情報を担う小脳や一次運動野に向けて送られる運動発現のための情報を、強力な抑制作用によって整理して現在の文脈に適当な行動を指示する役割を担っています。

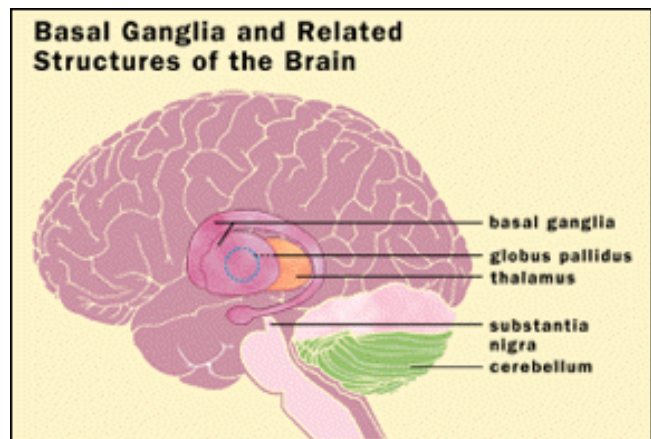
※尾状核+被殻=線条体（進化の過程で二つに内包によって分けられたと考えられている。）

※淡蒼球+被殻=レンズ核

「大脳基底核-脳幹系」は運動の無意識的な遂行（関節の円滑な動きや筋緊張、姿勢など）に関与しています。その他、報酬を元にした運動学習（強化学習）にも関わっています。

尾状核は前頭葉からの入力を受けています（尾状核-前頭葉路）。パーキンソン病では、

概念の切り替えに障害が出たり、保続が認められたりと認知機能障害が認められることがあります。尾状核では、被殻に局在性があることと異なり、体性局在性ははっきりしていません。



淡蒼球：Globus Pallidus、被殻：Putamen
黒質：Substantia nigra、視床：Thalamus
視床下核：STN (Subthalamic nucleus)
小脳：Cerebellum

Wikimedia Commons より

3-3 平衡機能検査（スクリーニングテスト）

○ロンベルグテスト



- ・足を揃えて気をつけの姿勢で立つ。30秒保持を行う。
- ・開眼と閉眼でふらつきの度合いを見て、閉眼でふらつきが大きい場合は、深部感覚の障害（脊髄後索）を疑う。
- ・障害がなくても体の動揺は大きくなるもので、揺れても倒れたり足が一步出なければ問題にはならないが、ふらつきの傾向に一貫性がある場合は、その方向の何かしらの障害を示唆する。
- ・動揺：＋、激しい動揺：＋＋、転倒：＋＋＋

○マンテスト



- ・一直線状で前後につぎ足立ちにして、両足均等な荷重で30秒保持する。開眼と閉眼の差を見る。
- ・ロンベルグテストに比べて動揺が出やすいテストで。左右差も出やすい。
- ・動揺：＋、激しい動揺：＋＋、転倒：＋＋＋

○片脚立位



- ・片脚で30秒直立して、開眼と閉眼で動揺や転倒傾向を検査する。上げる足は概ね床と平行にする。
- ・保持している時間内に何回挙上側の足が床に付くかをカウントしておく。
- ・異常は開眼30秒で1回以上の接床、閉眼で3回。

	ロンベルグテスト	マンテスト	片脚立位
開眼	－・＋・＋＋・＋＋＋ /30秒	－・＋・＋＋・＋＋＋ /30秒	－・＋ /回数（30秒間）
閉眼	－・＋・＋＋・＋＋＋ /30秒	－・＋・＋＋・＋＋＋ /30秒	－・＋ /回数（30秒間）

3-4 エクササイズ

○左右の体重移動：卵形嚢への刺激（開眼；概ねBPM60、閉眼；概ねBPM50、30回を目処に）



開始肢位	ローラーの上でローラー幅で足を開き立つ
注意点	転倒、ローラーの浮き上がり、ニーイントウアウト、ニーアウトトゥイン
主に働く筋	中殿筋、大殿筋、深層外旋六筋
動作	体を素早く左右に移動させてバランスを取る。 可能ならば閉眼で行う。

○前後の体重移動：卵形嚢への刺激（開眼；概ねBPM60、30回を目処に）



開始肢位	ローラーの上で足をタンデムにする
注意点	転倒、ローラーの浮き上がり
主に働く筋	中殿筋、大殿筋、大腿四頭筋
動作	体を素早く前後に移動させてバランスを取る。 可能ならば、足首を動かして、つま先踵でバランスを取る。

参考・引用図書

【概要】

- ・ アンデッシュ・ハンセン, 運動脳, サンマーク出版, 2022
- ・ 中村尚人, ファンクショナルローラーピラティス フォームローラーでできる104のエクササイズ, NAP, 2016

【レジスタンス】

- ・ G.Gregory Haff,N.Travis Triplett, 第4版NSCA決定版ストレングストレーニング&コンディショニング, ブックハウス・エンチディ, 2018
- ・ Ruth E Ashton, Garry A Tew, Jonathan J Aning, Stephen E Gilbert, Liane Lewis, John M Saxton, Effects of short-term, medium-term and long-term resistance exercise training on cardiometabolic health outcomes in adults: systematic review with meta- analysis, 2024
- ・ 関子浩二, 西蘭秀嗣, 平田文夫, 筋収縮の違いからみた下肢三関節の トルク発揮特性, 1998

【バランス】

- ・ 高草木薫, 大脳基底核の機能；パーキンソン病との関連において, 日生誌, Vol. 65, No. 4/5, 2003
- ・ 高草木薫, 大脳皮質・脳幹-脊髄による姿勢と歩行の制御機構, 脊髄外科, Vol.27, No3, 2013
- ・ 大屋知徹 他, 中脳赤核と運動機能-系統発生的観点から-, 脊髄外科, Vol.28, No3, 2014
- ・ 杉内友理子, 前庭脊髄系の解剖と生理, Equilibrium Res Vol. 80(4) 303~310, 2021

参考URL

- ・ 公益財団法人 The Bone and Joint Decade 運動器の10年
<http://www.bjd-jp.org/index.html>
- ・ 公益社団法人 日本整形外科学会
<https://www.joa.or.jp/index.html>
- ・ 内閣府 平成26年版 子ども・若者白書（全体版）
http://www8.cao.go.jp/youth/whitepaper/h26honpen/tokushu_02.html