

最新研究のレビューに基づく「健康づくりのための身体活動基準2013」及び 「身体活動指針(アクティブガイド)」改定案と新たな基準及び指針案の作成(20FA1006)

分担研究課題: 身体活動と健康に関するメカニズム研究レビュー

研究分担者 宮地元彦（早稲田大学・教授、医薬基盤・健康・栄養研究所・部長）
研究協力者 丸藤裕子（駿河台大学・准教授）、谷澤薫平（早稲田大学・准教授）
山田陽介（医薬基盤・健康・栄養研究所・特別研究員）

研究要旨

身体活動ガイドラインの策定にあたり、身体活動・運動が健康づくりに「どれくらい」効果的なのかを疫学的に定量明示することの重要性に加え、身体活動・運動が「なぜ」効果的なのかの生物学的裏付けも併せて示すことを本レビュー班の目的とした。身体活動・運動が死亡や疾患発症の予防・改善するメカニズムについて記述するために、身体活動・運動に対する心身の適応の視点と、慢性疾患等の発症原因の視点の両面から検討した。両者に共通して記述されている総説をナラティブレビューし、エビデンスが強固な内容を精査の上、抽出した。最終的に 32 本の総説論文の内容を整理することで、インフォメーションシート「身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズム」（図 1）に要約した。

A. 研究目的

健康づくりのための身体活動基準 2013（身体活動基準 2013）は、2011～2013 年の策定当時出版済みの身体活動・運動に関する疫学論文を系統的にレビューするとともに、それらの論文で示された身体活動量・運動量・体力といった暴露要因と死亡や各種疾患発症のリスクといったアウトカムとの関連を定量化するメタ解析の結果をエビデンスとし、当時の日本人の身体活動量・運動習慣・体力の現状を考慮し策定された。身体活動基準 2013 の本文は 22 ページにまとめられているが、そのうち、身体活動・運動が死亡や疾患発症の予防・改善するメカニズムに関する記述は、「生活習慣病に対する身体活動の有益性」の章に 1 ページに満たない分量で紹介されているのみである。

身体活動基準 2013 やアクティブガイドに代表されるガイドラインでは、身体活動・運動が「どれくらい」効果的なのか？との問い（リサーチクエスション：RQ）に対する答えを疫学的エビデンスに基づき明示することが重要である。また、身体活動・運動が「なぜ」効果的なのか？との RQ に対する答えも併せて示すことが、より広く、多くの国民に積極的かつ安心して身体活動に取り組んで頂くために必要である。これらの情報は、身体活動・運動の実施者だけでなく、行政、保健事業者、運動指導者がより安全かつ有効な身体活動に関するサービスを提供する際に有用であるに違いない。

そこで本レビュー班では、生理学・生化学・臨床医学の視点から記述された総説を専門家の見識に基づきレビューし（ナラティブレビュー）、身体活動に対する心身の適応に関する知見と疾患発症メカニズムに

関する知見を統合することで、身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズムを整理した。特に、身体活動・運動による、代謝性疾患、心血管疾患、筋骨障害、精神・神経疾患、一部のがんといった疾患群の発症やそれらによる死亡の予防のメカニズムについて記述された総説を中心にレビューを実施した。これらの成果をもとに、身体活動の実施者と指導者の、身体活動・運動が「なぜ」効果的なのか？の疑問に答える資料を作成することを本レビュー班の目的とした。

B. 研究方法

本レビューは、身体活動・運動が死亡や疾患発症の予防・改善するメカニズムについて記述するために、身体活動・運動に対する身体の適応の視点と、疾患の発症要因の視点の両面から検討し、両者に共通して記述されている事項を整理することで、エビデンスが強固な内容を記述することとした。これらの研究は歴史が古く、研究論文も膨大であることから、レビューの対象は原著論文ではなくそれらを取りまとめた総説とした。

身体活動は強度、代謝、動きなどの違いによって、酸素によりエネルギー基質を分解することで継続される「有酸素性身体活動」と、酸素無しでエネルギー基質を分解し短時間で大きなパワーを発揮する「無酸素性身体活動」の大きく2つに分類できることから、二つの種類の運動に対する心身の適応について整理した。さらに、疾患を1) 代謝性疾患、2) 心血管疾患、3) 筋骨障害、4) 精神・神経疾患、5) 一部のがんの5つの疾患群に分類した。32の文献を選択し、5つの疾患群別に身体活動が関連する部位・器官に及ぼす適応のメカニズムを整理した1,2。

本研究は文献研究であり、人を対象とする研究ではなく、個人情報を取り扱うこともないため、研究倫理審査の対象外である。

C. 研究結果

1. 身体活動・運動の種類

本レビューでは、身体活動を強度、代謝、動きなどの違いによって、酸素によりエネルギー基質を分解することで継続される歩行や走行などの「有酸素性身体活動」と、酸素無しでエネルギー基質を分解し短時間で大きなパワーを発揮する筋力トレーニングなどの「無酸素性身体活動」の大きく2つに分類した。

有酸素性身体活動を適切な時間・強度・頻度・期間で習慣的に実施すると、エネルギー消費量が増加し、体脂肪が減少する。また、心肺による酸素の取り込みや運搬能、骨格筋の酸素利用能が改善することで、全身持久力（最大酸素摂取能力）が改善する。全身持久力が高い人は低い人と比較し、死亡や疾患発症リスクが低いことが複数の疫学研究で報告されている。

無酸素性身体活動は、筋に蓄積されたクレアチンリン酸やグリコーゲンを酸素なしで分解することで、短時間にATPを合成し、一時的により大きな力を発揮する（ただし、回復期には酸素を必要とする）。筋トレなどの習慣的な実施により、筋の肥大や収縮力増強が見られる。

2. 身体活動・運動による適応

身体活動・運動による全身効果で最も顕著なのは、エネルギー消費量の増加である。器官・臓器別で見ると、脂肪組織に蓄積された脂肪がエネルギー基質として動員され、体脂肪量（率）が減少すること³に加え、アディポネクチンなどの抗肥満作用があるサイトカイン（アディポカイン）が分泌される⁴。

骨では、身体活動に伴う物理的な衝撃により骨芽細胞と破骨細胞の活性化とそのバランスが変わることで、骨密度が増加する⁵。身体活動を生み出す場である骨格筋ではさまざまな適応が観察される。強度の高い無酸素性身体活動、特に筋力トレーニングは、たんぱく質同化作用が亢進⁶、運動単位の動員数の増加⁷、代謝酵素活性の亢進⁸により、筋の肥大や筋力・筋持久力を増強させる。一方、有酸素性の身体活動では、毛細血管密度増加⁹、GLUT4（糖運搬体4型）の増加¹⁰、ミトコンドリア呼吸の活性化⁸により、骨格筋への酸素や糖や脂肪などのエネルギー基質の運搬・取り込み・代謝を亢進させる^{11,12}。

酸素やエネルギー基質の運搬を担う循環器系でも適応が見られる。特に有酸素性身体活動によって、左心室の拡大¹³、迷走神経活動の亢進¹⁴、動脈内皮機能の改善¹⁵により、心拍数や血圧が低下する¹⁶。

脳や神経に関しては、海馬容積の増大¹⁷、神経成長因子の分泌や神経伝達物質およびそれらの受容体の発現量の増加¹⁸、交感・副交感神経といった自律神経調節の改善が誘発される。その他の臓器・器官では、腎臓でのレニン・アンギオテンシン代謝¹⁹、血液・免疫に関しては血液性状や量、免疫細胞の活性などでも身体活動による適応が観察される²⁰。身体活動による脳や免疫系の適応に関しては、その他の器官と比較してエビデンスが十分ではない。

3. 疾患の分類

疾患を1) 代謝性疾患（肥満、メタボリック症候群、2型糖尿病、脂質異常症）、2) 心血管疾患（高血圧、虚血性心疾患、心不全、脳卒中）、3) 筋骨障害（関節痛、腰背部痛、骨粗鬆症、サルコペニア）、4) 精神・神経疾患（うつ病、不安、ストレス、認知症）、5) 一部のがん（大腸がん、子宮体がん、乳がん、他）の5つの疾

患群に分類し、疾患群別に身体活動が関連する部位・器官に及ぼす適応のメカニズムを整理した。

4. 身体活動による発症予防・改善のメカニズム

代謝性疾患

脂肪組織、骨格筋、肝臓などの機能不全が主な要因である。身体活動・運動は、皮下、腹腔内、肝臓、骨格筋などに分布する脂肪細胞に蓄積された脂肪をエネルギー源として利用するとともに、エネルギー消費量と食事によるエネルギー摂取量とのバランスが負になることで肥満の予防・改善に寄与する³。肥満の改善とは独立して、身体活動に伴う筋収縮は、GLUT4（糖運搬体4型）の発現や筋細胞膜への移行を通して糖取り込みを促進するとともに、ミトコンドリアの呼吸代謝活性の向上を通してインスリン感受性を改善し、血糖値の上昇を抑える¹²。また、身体活動により縮小した脂肪細胞から分泌されるアディポネクチンがインスリン感受性を改善することも糖尿病の予防・改善に寄与する⁴。筋収縮や筋血流増加による血管内皮細胞のリポ蛋白リパーゼ（LPL）の増加や活性の向上は、血中の中性脂肪を脂肪酸とグリセロールに分解し筋への取り込みを促進することで、脂質異常症の予防・改善に寄与する^{21,22}。

心血管疾患

心臓、血管、自律神経系などの機能不全が疾患の主な要因である。特に有酸素性身体活動により、左心室内腔拡大や骨格筋毛細血管密度増加といった形態的適応に加え、自律神経活動や動脈スティフネスの改善、心拍数や末梢血管抵抗の低下といった機能的適応が誘発され、全身の血圧が正常に維持され、高血圧が予防・改善される^{23,24}。加えて、動脈内皮機能の改善や粥腫（プラーク）形成の抑制、凝固・線溶系の改善による血栓形成の抑制により²⁵、動脈

の梗塞によって誘発される冠動脈性心疾患や脳卒中などの発症リスクが低下する²⁶。

筋骨障害

骨、筋、関節などの変形や萎縮・炎症が要因である。身体活動は骨格筋での抗炎症作用があるマイオカインの産生や免疫細胞の活性化を通して、慢性炎症を抑制し²⁷、腰痛や関節痛を予防・改善する²⁸。また、身体活動に伴う骨や筋への物理的な刺激は骨芽細胞と破骨細胞の活性を調節し、骨の形成と吸収のバランスを変え⁵、筋でのタンパク質同化⁶や神経筋系の働きを促進する⁷ことで、骨粗鬆症やサルコペニアの予防・改善に寄与する²⁹。特に筋力トレーニングのような筋や骨に大きな力がかかる無酸素性活動が有効だが、体力レベルの低い高齢者等では有酸素性活動でも筋骨障害への予防効果が認められている^{30,31}。

精神・神経疾患

海馬の容積の減少や脳由来神経成長因子や神経伝達物質の血中濃度の低下が伴う。身体活動により、神経成長因子や伝達物質の血中濃度の増加や、うつ病や軽度認知症の患者での海馬の萎縮の抑制が報告されている^{17,18}。

一部のがん(大腸がん、子宮体がん、乳がん他)

共通する病因はDNAなどの遺伝物質の変化(突然変異)による正常細胞の腫瘍化である。身体活動ががんを予防・改善するメカニズムはほとんど明らかになっていないが、免疫機能の改善を含むいくつかのメカニズムを介して腫瘍の成長を低下させる可能性が示唆されている³²。

D. 考察

本研究では、1) 代謝性疾患、2) 心血管疾患、3) 筋骨障害、4) 精神・神経疾患、5) 一部のがんの5つの疾患群別に身体活動が各疾患群の発症に関連する身体の

部位・器官に及ぼす適応のメカニズムを、32本の総説を精読することで整理し、その成果をインフォメーションシート「身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズム」(図1)に要約した。

身体活動・運動に対する各器官の適応は運動生理学や運動生化学の分野で古くから研究され、膨大な知見が蓄積されている。これらの研究は細胞、摘出組織、実験動物、人を対象とした実施されてきた。本研究では、細胞や動物実験などで提案された比較的新しいエビデンスは取り上げず、人を対象とした研究で、さらに共通の見解が得られているエビデンスのみに焦点を絞って整理した。

5つの疾患群のうち、代謝性疾患、心血管疾患、筋骨障害に身体活動・運動が及ぼす効果のメカニズムに関するエビデンスは複数の研究により多面的に検討されており、エビデンスレベルが高い。一方、精神・神経疾患、一部のがんに関しては、人を対象とした研究が少なく、エビデンスレベルが相対的に低かった。今後、精神・神経疾患や一部のがんに対する身体活動・運動の予防・改善効果のメカニズム解明のための研究、特に人を対象としたさらなる研究が必要である。

ガイドライン作成のプロセスにおいてRQに答えるための手法として、システマティックレビューの実施が推奨されている。本研究のRQは、原著論文の数が膨大であるとともに、先行研究で多くの総説が執筆されており、そのような場合には、総説をシステマティックレビューするいわゆるアンブレラレビューの実施も推奨の範囲内である。本研究では、本研究のRQに合致すると専門家が判断した総説をレビューするに留まり、バイアスを最小限にできていない点が、本研究の限界の一つである。

E. 結論

1) 代謝性疾患、2) 心血管疾患、3) 筋骨障害、4) 精神・神経疾患、5) 一部のがんの5つの疾患群別に身体活動が各疾患群の発症に関連する身体の部位・器官に及ぼす適応のメカニズムを、31本の総説を精読することで整理し、その成果をインフォメーションシート「身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズム」(図1)に要約した。

F. 健康危険情報

なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

1. Kawakami R, Sawada SS, Kato K, Gando Y, Momma H, Oike H, Miyachi M, Lee IM, Tashiro M, Horikawa C, Ishiguro H, Matsubayashi Y, Fujihara K, Sone H. Leisure-time physical activity and incidence of objectively assessed hearing loss: The Niigata Wellness Study. *Scand J Med Sci Sports*. 2022 Feb;32(2):435-445.
2. Watanabe D, Murakami H, Gando Y, Kawakami R, Tanisawa K, Ohno H, Konishi K, Sasaki A, Morishita A, Miyatake N, Miyachi M. Association Between Temporal Changes in Diet Quality and Concurrent Changes in Dietary Intake, Body Mass Index, and Physical Activity Among Japanese Adults: A Longitudinal Study. *Front Nutr*. 2022 Feb 8;9:753127.
3. Tripette J, Gando Y, Murakami H, Kawakami R, Tanisawa K, Ohno H, Konishi K, Tanimoto M, Tanaka N, Kawano H, Yamamoto K, Morishita A, Iemitsu M, Sanada K, Miyatake N, Miyachi M. Effect of a 1-year intervention comprising brief counselling sessions and low-dose physical activity recommendations in Japanese adults,

and retention of the effect at 2 years: a randomized trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil*. 2021 Oct 25;13(1):133.

4. Yamada Y, Yamada M, Yoshida T, Miyachi M, Arai H. Validating muscle mass cutoffs of four international sarcopenia-working groups in Japanese people using DXA and BIA. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2021 Aug;12(4):1000-1010.
5. Yamada Y, Yoshida T, Nakagata T, Nanri H, Miyachi M. Letter to the Editor: Age, Sex, and Regional Differences in the Effect of COVID-19 Pandemic on Objective Physical Activity in Japan: A 2-Year Nationwide Longitudinal Study. *J Nutr Health Aging*. 2021;25(8):1032-1033.
6. Gando Y, Sawada SS, Momma H, Kawakami R, Miyachi M, Lee IM, Blair SN, Tashiro M, Horikawa C, Matsubayashi Y, Yamada T, Fujihara K, Kato K, Sone H. Body flexibility and incident hypertension: The Niigata wellness study. *Scand J Med Sci Sports*. 2021 Mar;31(3):702-709.

2. 学会発表

1. 宮地 元彦, 丸藤 祐子, 谷澤 薫平, 山田 陽介身体活動ガイドライン改定の方
向性と内容 身体活動と健康に関する
メカニズム研究レビュー班の取組み、*体力科学* 71(1) 20-20 2022年2月
2. 二宮 友佳, 中潟 崇, 南里 妃名子, 大
野 治美, 谷澤 薫平, 小西 可奈, 村上
晴香, 恒松 雄太, 佐藤 道大, 渡辺 賢
二, 宮地 元彦、日本人における身体活
動量とコリバクチン産生菌の関連、*健
康支援* 24(1) 118-118 2022年2月
3. 宮地元彦、腸から考えるコンディショ
ニング 腸内細菌叢とスポーツ、*日本
臨床スポーツ医学会誌* 29(4) S100-
S100 2021年10月

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし。

I. 引用文献

1. Booth, F. W., Roberts, C. K. & Laye, M. J. Lack of Exercise Is a Major Cause of Chronic Diseases. in *Comprehensive Physiology* 1143–1211 (Wiley, 2012). doi:10.1002/cphy.c110025.
2. Pedersen, B. K. & Saltin, B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* **25**, 1–72 (2015).
3. JAKIĆIĆ, J. M. *et al.* Physical Activity and the Prevention of Weight Gain in Adults: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **51**, 1262–1269 (2019).
4. Mika, A., Macaluso, F., Barone, R., di Felice, V. & Sledzinski, T. Effect of Exercise on Fatty Acid Metabolism and Adipokine Secretion in Adipose Tissue. *Frontiers in Physiology* **10**, (2019).
5. Chilibeck, P. D., Sale, D. G. & Webber, C. E. Exercise and Bone Mineral Density. *Sports Medicine* **19**, 103–122 (1995).
6. McGlory, C., Devries, M. C. & Phillips, S. M. Skeletal muscle and resistance exercise training; the role of protein synthesis in recovery and remodeling. *Journal of Applied Physiology* **122**, 541–548 (2017).
7. James, E., Nichols, S., Goodall, S., Hicks, K. M. & O'Doherty, A. F. The influence of resistance training on neuromuscular function in middle-aged and older adults: A systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Experimental Gerontology* **149**, 111320 (2021).
8. Granata, C., Jamnick, N. A. & Bishop, D. J. Training-Induced Changes in Mitochondrial Content and Respiratory Function in Human Skeletal Muscle. *Sports Med* **48**, 1809–1828 (2018).
9. Cocks, M. & Wagenmakers, A. J. M. The effect of different training modes on skeletal muscle microvascular density and endothelial enzymes controlling NO availability. *The Journal of Physiology* **594**, 2245–2257 (2016).
10. Richter, E. A. & Hargreaves, M. Exercise, GLUT4, and Skeletal Muscle Glucose Uptake. *Physiological Reviews* **93**, 993–1017 (2013).
11. van Hall, G. The Physiological Regulation of Skeletal Muscle Fatty Acid Supply and Oxidation During Moderate-Intensity Exercise. *Sports Medicine* **45**, 23–32 (2015).
12. Wang, Y., Simar, D. & Fiatarone Singh, M. A. Adaptations to exercise training within skeletal muscle in adults with type 2 diabetes or impaired glucose tolerance: a systematic review. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews* **25**, 13–40 (2009).
13. Beaumont, A. J., Grace, F. M., Richards, J. C., Campbell, A. K. & Sculthorpe, N. F. Aerobic Training Protects Cardiac Function During Advancing Age: A Meta-Analysis of Four Decades of Controlled Studies. *Sports Medicine* **49**, 199–219 (2019).
14. Grässler, B., Thielmann, B., Böckelmann, I. & Hökelmann, A. Effects of Different Training Interventions on Heart Rate Variability and Cardiovascular Health and

- Risk Factors in Young and Middle-Aged Adults: A Systematic Review. *Frontiers in Physiology* **12**, (2021).
15. Ashor, A. W. *et al.* Exercise Modalities and Endothelial Function: A Systematic Review and Dose–Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Medicine* **45**, 279–296 (2015).
 16. Lopes, S. *et al.* Exercise training reduces arterial stiffness in adults with hypertension: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Hypertension* **39**, 214–222 (2021).
 17. Domingos, C., Pêgo, J. M. & Santos, N. C. Effects of physical activity on brain function and structure in older adults: A systematic review. *Behavioural Brain Research* **402**, 113061 (2021).
 18. Marques, A. *et al.* Bidirectional Association between Physical Activity and Dopamine Across Adulthood—A Systematic Review. *Brain Sciences* **11**, 829 (2021).
 19. Goessler, K., Polito, M. & Cornelissen, V. A. Effect of exercise training on the renin–angiotensin–aldosterone system in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *Hypertension Research* **39**, 119–126 (2016).
 20. Rose, G. L., Skinner, T. L., Mielke, G. I. & Schaumberg, M. A. The effect of exercise intensity on chronic inflammation: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport* **24**, 345–351 (2021).
 21. Doewes, R. I. *et al.* An updated systematic review on the effects of aerobic exercise on human blood lipid profile. *Current Problems in Cardiology* 101108 (2022)
doi:10.1016/j.cpcardiol.2022.101108.
 22. Plaisance, E. P., Grandjean, P. W. & Mahurin, A. J. Independent and Combined Effects of Aerobic Exercise and Pharmacological Strategies on Serum Triglyceride Concentrations: A Qualitative Review. *The Physician and Sportsmedicine* **37**, 11–19 (2009).
 23. PESCATELLO, L. S. *et al.* Physical Activity to Prevent and Treat Hypertension: A Systematic Review. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **51**, 1314–1323 (2019).
 24. Cornelissen, V. A. & Smart, N. A. Exercise Training for Blood Pressure: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Am Heart Assoc* **2**, (2013).
 25. El-Sayed, M. S., Ali, N. & El-Sayed Ali, Z. Haemorheology in Exercise and Training. *Sports Medicine* **35**, 649–670 (2005).
 26. Koller, A. *et al.* Functional and structural adaptations of the coronary macro- and microvasculature to regular aerobic exercise by activation of physiological, cellular, and molecular mechanisms: ESC Working Group on Coronary Pathophysiology and Microcirculation position paper. *Cardiovascular Research* **118**, 357–371 (2022).
 27. Zeng, C.-Y., Zhang, Z.-R., Tang, Z.-M. & Hua, F.-Z. Benefits and Mechanisms of Exercise Training for Knee Osteoarthritis. *Frontiers in Physiology* **12**, (2021).
 28. Geneen, L. J. *et al.* Physical activity and exercise for chronic pain in adults: an overview of Cochrane Reviews. *Cochrane Database of Systematic Reviews* **2020**, (2017).

29. Csapo, R. & Alegre, L. M. Effects of resistance training with moderate vs heavy loads on muscle mass and strength in the elderly: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* **26**, 995–1006 (2016).
30. Tan, L. *et al.* Does aerobic exercise effect pain sensitisation in individuals with musculoskeletal pain? A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders* **23**, 113 (2022).
31. Ye, H. *et al.* Effectiveness and safety of aerobic exercise for rheumatoid arthritis:

- a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* **14**, 17 (2022).
32. Ashcraft, K. A., Peace, R. M., Betof, A. S., Dewhirst, M. W. & Jones, L. W. Efficacy and Mechanisms of Aerobic Exercise on Cancer Initiation, Progression, and Metastasis: A Critical Systematic Review of *In Vivo* Preclinical Data. *Cancer Research* **76**, 4032–4050 (2016).

インフォメーションシート 1 身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズム

はじめに

習慣的な身体活動は死亡や疾患発症のリスクを低減し、健康づくりに効果的です。そのメカニズムを理解することは、健康づくりのためのより安全かつ有効な身体活動の実施や指導につながります。ここでは、生理・生化学や臨床医学の視点から記述された総説をレビューし、身体活動に対する心身の適応に関する知見と疾患発症メカニズムに関する知見を統合することにより、身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズムを整理します。

1 身体活動・運動の種類

身体活動とはエネルギー消費の増加を伴う骨格筋の動きと定義されます。その目的によって日常生活を営むための「生活活動」と、健康づくりや楽しみのために余暇時間に行われる「運動」の2つに分類できます。また強度、代謝、動きなどの違いによって、酸素よりエネルギー基質を分解することで継続される歩行などの「有酸素性身体活動」と、酸素無しでエネルギー基質を分解し短時間で大きなパワーを発揮する筋力トレーニングなどの「無酸素性身体活動」の大きく2つに分類できます。

有酸素性身体活動を適切な時間・強度・頻度・期間で習慣的に実施すると、エネルギー消費量が増加し、体脂肪が減少します。

また、心臓の酸素の取り込みや運搬能、骨格筋の酸素利用能が改善することで、全身持久力（最大酸素摂取能力）が改善します。全身持久力が高い人は低い人と比較して死亡や疾患発症リスクが有意に低いことが報告されています。

無酸素性身体活動は、筋に蓄積されたクレアチンリン酸やグリコーゲンを酸素なしで分解することで、短時間でATPを合成し、一時的により大きな力を発揮します（ただし、回復期には酸素を必要とします）。筋トレなどの習慣的な実施により、筋の肥大や収縮力増強が見られます。

2 疾患の種類

疾患を1) 代謝性疾患（肥満、メタボリック症候群、2型糖尿病、脂質異常症）、2) 心血管疾患（高血圧、虚血性心疾患、心不全、脳卒中）、3) 筋骨障害（関節痛、腰痛、骨粗鬆症、サルコペニア）、4) 精神・神経疾患（うつ病、不安、ストレス、認知

症）、5) 一部のがん（大腸がん、子宮体がん、乳がん、他）の5つの疾患群に分類し、疾患群別に身体活動に関連する部位・器官に及ぼす適応のメカニズムを整理しました。

3 身体活動による発症予防・改善のメカニズム

1) 代謝性疾患

脂肪組織、骨格筋、肝臓などの機能不全が主な要因です。身体活動は、皮下、腹腔内、肝臓、骨格筋などに分布する脂肪細胞に蓄積された脂肪をエネルギー源として利用するとともに、エネルギー消費量と食事によるエネルギー摂取量とのバランスが負になることで肥満の予防・改善に寄ります。肥満の改善とは独立して、身体活動に伴う筋収縮は、GLUT4（糖運搬体4型）の発現や筋細胞膜への移行を通して糖取り込みを促進するとともに、ミトコンドリアの呼吸代謝活性の向上を通してインスリン感受性を改善し、血糖値の上昇を抑えます。また、身体活動により縮小した脂肪細胞から分泌されるアディポネクチンがインスリン感受性を改善することも糖尿病の予防・改善に寄ります。筋収縮や筋血流増加による血管内皮細胞のLiPタンパク質（LiP）の増加や活性の向上は、血中の中性脂肪を脂肪酸とグリセロールに分解し肝への取り込みを促進することで、脂質異常症の予防・改善に寄ります。

密度増加といった形態的適応に加え、自律神経活動や動脈ステュープネスの改善、心拍数や末梢血管抵抗の低下といった機能的適応が誘発され、全身の血圧が正常に維持され、高血圧が予防・改善されます。加えて、動脈内皮機能の改善や粥腫（プラーク）形成の抑制、凝固・線溶系の改善による血栓形成の抑制が生じ、動脈の硬直によって誘発される冠動脈性心疾患や脳卒中などの発症リスクが低下します。

3) 筋骨障害

骨、筋、関節などの変形や萎縮・炎症が要因です。身体活動は骨格筋での抗炎症作用があるマイオカインの産生や免疫細胞の活性化を通して、慢性炎症を抑制し、腰痛や関節痛を予防・改善します。また、身体活動に伴う骨や筋への物理的な刺激は骨芽細胞と破骨細胞の活性を調節し、骨の形成と吸収のバランスを変え、骨でのタンパク質同化や神経筋系の働きを促進することで、骨粗鬆症やサルコペニアの予防・改善に寄ります。特に筋力トレーニングのような筋や骨に大きな力がかかる無酸素性身体活動が有効ですが、体力レベルの低い高齢者等では有酸素性身体活動でも筋骨障害への予防効果が認められています。

2) 心血管疾患

心臓、血管、自律神経系などの機能不全が疾患の主な要因です。特に有酸素性身体活動により、左心室内腔拡大や骨格筋末梢血

- 4) 精神・神経疾患
海馬の容積の減少や脳由来神経成長因子や神経伝達物質の血中濃度の低下が伴います。身体活動により、神経成長因子や伝達物質の血中濃度の増加や、うつ病や軽度認知症の患者での海馬の容積の増加が報告されています。
- 5) 一部のがん（大腸がん、子宮体がん、乳がん、他）
共通する病因はDNAなどの遺伝物質の変化（突然変異）による正常細胞の腫瘍化です。身体活動ががんを予防・改善するメカニズムはほとんど明らかになっていませんが、免疫機能の改善を含むいくつかのメカニズムを介して腫瘍の成長を低下させる可能性が推察されています。

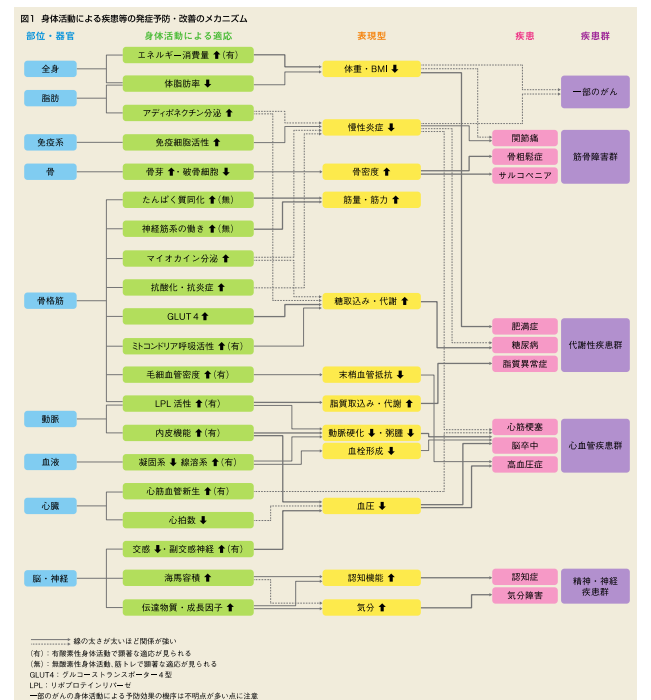


図1. インフォメーションシート「身体活動による疾患等の発症予防・改善のメカニズム」