

日常の体力作りと最適な牛乳摂取の関係

2025年には65歳以上の高齢者の約5人に1人が認知症になるという推計があります。また60歳以上の男女の8割が排尿障害を患うとも言われており、それら高齢者に多くみられる症状は、生活習慣病に起因しているといっても過言ではありません。生活習慣病を予防し、健康寿命の延伸やクオリティーオブライフ向上のために、適切な体力作りを行うことが必要不可欠です。

今回のメディアミルクセミナーでは、生活習慣病予防につながる、1日たった15分で実践可能な体力づくりの方法や、運動後の適切な牛乳摂取タイミングを、最新の研究と共に紹介します。また、最適な体力作りのデモンストレーションも披露しました。

講演者 プロフィール



信州大学大学院
医学系研究科
スポーツ医科学講座/
バイオメディカル研究所
教授(医学博士)

増木 静江 先生

奈良女子大学生生活環境学部卒業、信州大学大学院工学系研究科博士前期課程修了、信州大学大学院医学研究科修了。米国Mayo Clinic 麻酔科博士研究員、信州大学大学院医学系研究科助教、同研究科准教授を経て、2018年より現職。主な研究分野は「生活習慣病・介護予防のための運動処方」、「トレーニング効果を亢進(こうしん)させるための栄養補助食品」、「遺伝子多型と運動習慣の定着率と効果の個体差」、「パゾプレッシンV1a受容体と運動開始時の中枢性昇圧応答」など。

中高年8,700名の蓄積データ インターバル速歩の効果を証明

私たちの体力は20歳代をピークにそれ以降、10歳年を取るごとに10%ずつ低下します。体力の低下と一人当たりの年間医療費は見事に相関し、運動処方によって体力が10%向上すれば、医療費が20%削減できるのです。

私たちは過去14年間、中高年者の健康スポーツ教室「熟年体育大学」を実施してきました。これに用いる遠隔型個別運動処方システムには①インターバル速歩トレーニング(IWT)、②携帯型カロリー計、③ITネットワークシステム

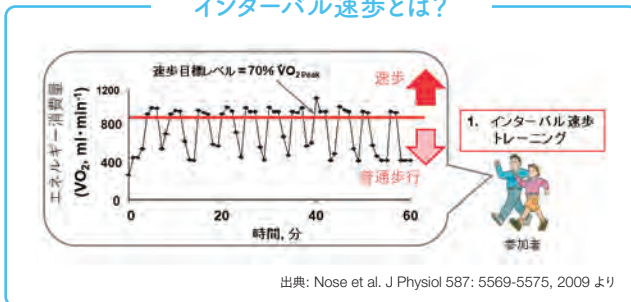
一人当たりの年間医療費



という特徴があります。携帯型カロリー計に保存された歩行記録は、インターネットを介してサーバーに転送され、参加者は歩行記録の解析結果とそれに基づくアドバイスを受け取ります。アドバイスは14年間蓄積された8,700名のデータベースに基づき自動的に作成されます。さらにトレーニング反応性の個人差に影響する遺伝子背景について、2,200名のDNAデータベースを蓄積しています。

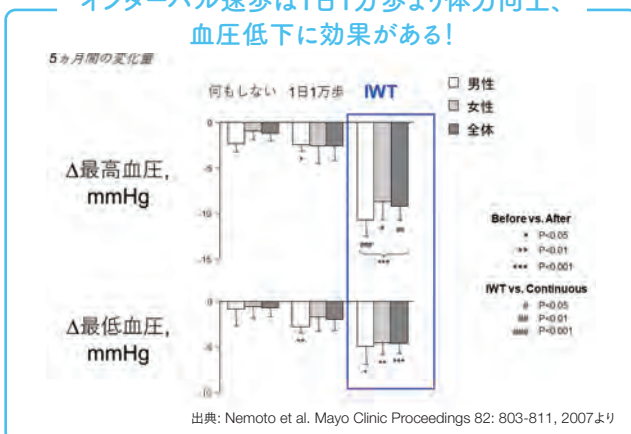
速歩と普通歩行の繰り返しは、「1日1万歩」より効果大

インターバル速歩とは？



インターバル速歩 (IWT) とは個人の体力に合わせて速歩と普通歩行を繰り返し行うトレーニング方法です。最高酸素摂取量 (VO_{2peak}) を測定するために、3段階のステップアップ歩行を用い、被験者に主観的な低・中・高速で歩いてもらい、この時の酸素摂取量を加速度計から推定しました。最高速で歩く際の最後の1分の値を VO_{2peak} 、心拍数を最高心拍数としました。何もしない群、1日1万歩群、IWT群を比較し、5カ月間のトレーニングによる膝伸展筋力、膝屈曲筋力、 VO_{2peak} の上昇を見ると、IWT群では伸展、屈曲、 VO_{2peak} が10~20%上昇していました。これは体力的に10歳若返ったことを意味します。一方、1日1万歩群ではほとんど上昇していません。最高、最低血圧の低下度では、体力が上昇したIWT群では最高血圧が10mmHg、最低血圧が

インターバル速歩は1日1万歩より体力向上、血圧低下に効果がある！



5mmHgそれぞれ低下しましたが、1日1万歩群は低下しませんでした。最低血圧の5mmHgの低下を5年間維持できれば、脳卒中の発症を40%抑制できます。このようにインターバル速歩は1日1万歩歩くよりも体力向上と血圧低下に効果がありました。

インターバル速歩を5カ月間継続 生活習慣病指標を改善

インターバル速歩 (IWT) の効果を実証してきた8,700名の中で中高年の効果を調べました。生活習慣病指標 (いわゆるメタボ指標) を算出するため、高血圧、高血糖、肥満、脂質異常症の基準のうち、当てはまるのが1つだと1点、全部だと4点としました。初期の体力 (VO_{2peak}) レベルに従って参加者を3群に等分し生活習慣病指標を見ると、低体力者ほど指標が高いことが分かりました。一方、IWTを5カ月間続けると体力が上昇し、それに比例して男女共に指標が改善していました。体力 (VO_{2peak}) に対して指標をプロットすると、トレーニング前後では男女共に有意な負の相関が成立しました。トレーニング前の体力の低い人ほど指標が高いのに対し、5カ月間IWTをすると体力が上昇し、それに比例して指標が改善したのです。このことから体力 (VO_{2peak}) の増加が指標を低下させることが明らかになりました。

どの生活習慣病指標が良くなるかを見てみると、生活習慣病の項目のうち最も該当者の割合が高いのは、どの体力レベルでも高血圧、高血糖、肥満の順でした。5カ月間インターバル速歩をすると、男女共に初期値が高い項目ほど低下していました。このように高血圧、高血糖、肥満の順で運動に対する感受性が高いことが分かります。

ぐっすり眠れる睡眠効果 認知機能も大きく上昇

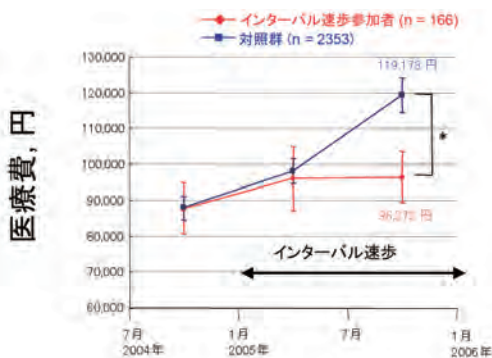
睡眠効果を調べるため①就床時間、②睡眠時間、③ぐっすり睡眠時間、④途中覚醒回数、⑤途中覚醒時間、⑥睡眠効率=睡眠時間/就床時間、⑦ぐっすり睡眠効率=ぐっすり睡眠時間/就床時間について評価しました。その結果、 VO_{2peak} の高い人ほど途中覚醒時間が短く、途中覚醒回数も少ないことが分かりました。次にこの人たちをランダムにインターバル速歩 (IWT) 群と対照群に分けて5カ月間、介入をかけると、IWT群ではトレーニングによって体力が上昇し、トレーニング前よりも睡眠効率、ぐっすり睡眠効率が上昇していました。

認知機能への効果を調べるため、被験者を無作為にコントロール群とインターバル速歩 (IWT) 群に分けて5カ月間介入を行い、介入の前後に形態測定 (身長、体重、血圧)、体力測定 (VO_{2peak} 測定)、認知機能検査 (浦上式認知症簡易スクリーニング、15点満点) を行いました。その結果、加齢に伴って VO_{2peak} も認知機能も低下していましたが、認知機能検査の12点以下を軽度認知障害とし、この人たちを対象にIWTの効果を介入前後で比較しました。5カ月間の介入による変化量を見ると、 VO_{2peak} は介入後にIWT群では6%上昇しているのに対し、対照群では変化がありませんでした。認知機能も介入後にIWT群では34%上昇しているのに対し、対照群では変化がありません。この結果からインターバル速歩によって体力が上がれば認知機能も改善することが分かりました。

インターバル速歩を10年継続すると 加齢による体力の低下を予防

10年継続効果では、2005～07年に719名がプロジェクトに参加し、最終的に154名が残り残りました。この間、体力その他の項目を半年ごとに測定すると、下肢筋力の変化で同年代の横断的対照群では30%低下している一方、継続者では男女共に初期レベルを維持していました。体力 (VO_{2peak}) の変化では対照群は20%低下しているのに対し、継続者は初めの5カ月間に20%上昇し、その後もレベルを男女共に維持していました。このようにインターバル速歩の10年継続は加齢による体力の低下を予防することが分かりました。

半年間で22,901円の医療費 (20%) が削減された



半年間で医療費23,000円を削減 体力向上、生活習慣病改善の鍵は、速歩時間

インターバル速歩 (IWT) 群と対照群の半年ごとの医療費を見ると、IWT群は半年間で23,000円削減されました。

これらのことからインターバル速歩を5カ月間実施すれば体力が最大20%向上し、これに伴い高血圧、高血糖、肥満などの生活習慣病の症状、認知機能が20%改善します。その結果、医療費が20%削減できることが分かりました。一方、1日1万歩はその効果がほとんどありませんでした。

では、どのくらいの時間、速歩をすれば効果があるでしょうか。それを調べるため、679名の被験者について5カ月間のトレーニング量に対してそれによる体力 (VO_{2peak}) の上昇度をプロットしました。速歩時間が短い人は体力が上昇していませんが、長い人はそれに比例して体力が上昇し、さらにその上昇に比例して生活習慣病指標も改善しています。その効果は速歩時間50分あたりで頭打ちになります。一方、普通歩行時間とは、体力向上、生活習慣病改善効果は相関しませんでした。このように体力向上、生活習慣病の改善には速歩を最低週50分実施することが大切、強度が大切であることが分かりました。

まとめ「20%の法則」

インターバル速歩を5ヶ月間すれば、

- 1) 体力が最大20%向上
- 2) 高血圧、高血糖、肥満、認知機能が20%改善
- 3) 医療費が20%削減

一方、1日1万歩では、その効果は.....?

インターバル速歩を熱心に取り組む人ほど 炎症促進遺伝子を抑制

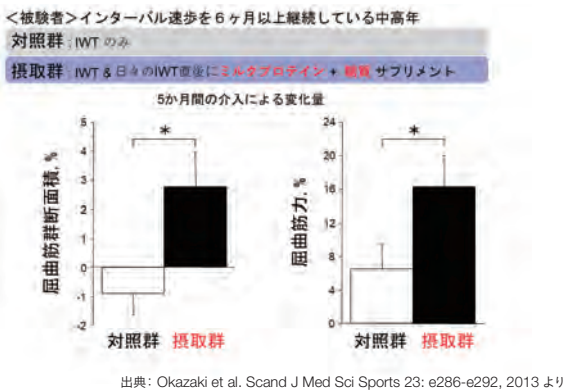
不活動は慢性炎症を引き起こすことが報告され、その炎症が脂肪細胞に及ぶとインスリン抵抗性II型糖尿病、免疫細胞なら動脈硬化、脳細胞なら認知症、全身性にサイトカインを上昇させればがんになります。私たちは、不活動が慢性炎症を引き起こす原因として、加齢によって筋肉が萎縮しミトコンドリア機能が低下するためではないかと考えました。そこで、運動トレーニングで筋萎縮を抑制すれば慢性炎症を防止できるのではないかと考え、最初に炎症関連遺伝子のメチル化を測定しました。すなわち、32億段の塩基対でできているヒトのゲノムには、メチル基が結合しているところがあります。炎症関連遺伝子のメチル化はその活性を抑制するので、インターバル速歩 (IWT) の高運動群7名と低運動群6名について5カ月間のトレーニング前後で採血し、

ゲノム上の23万カ所のメチル化を測定しました。その結果、高運動群でメチル化が亢進し、インターバル速歩が炎症促進遺伝子を抑制することが分かりました。一方、炎症抑制遺伝子群は高運動群で脱メチル化が起き、インターバル速歩が炎症抑制遺伝子を活性化することも明らかになりました。

インターバル速歩直後の乳製品摂取 体力を向上し生活習慣病を予防

インターバル速歩(IWT)後の乳製品摂取が筋萎縮の抑制を促進するなら、慢性炎症も抑制されるのではないかと考え、大腿部のCT断面図を測定し、筋力への効果を調べました。IWTを6カ月以上継続している中高年にさらに5カ月続けてもらい、IWT直後にミルクプロテインと糖質サプリメントを摂取してもらい、効果をIWTのみの群と比べました。屈曲筋群断面積と屈曲筋力では、摂取群は対照群に比べて筋群断面積、屈曲筋力ともに増加が大きく、インターバル速歩+乳製品摂取は筋肉をより太くすることが分かりました。

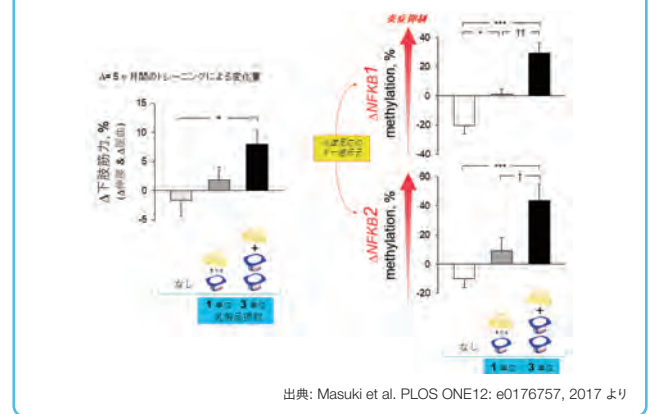
インターバル速歩+乳製品摂取は筋肉をより太くする



筋力向上による慢性炎症抑制効果を検討するために、インターバル速歩(IWT)を6カ月以上継続している被験者にさらに5カ月続けてもらい、IWT直後30分以内に乳製品を摂取してもらいました。乳製品1単位(チーズ18gまたはヨーグルト80g)摂取するLow Dose(LD)群、乳製品3単位(チーズ18g+ヨーグルト80gを2個)摂取するHigh Dose(HD)群、IWTのみを行う対照群について5か月間の介入前後に体力とDNAのメチル化を測定しました。下肢筋力の増加度ではHD群が大きく増加していました。次に慢性炎症の指標として炎症反応のキー遺伝子であるNFκB1とNFκB2のメチル化を測定しました。その結果、HD群は他の群と比較してメチル化が亢進し、慢性炎症が抑制されていました。さらにGenome-wide DNA methylation解析によりゲノム上の

48万カ所のメチル化を測定し、群間でメチル化パターンの異なる1,436カ所を特定し、生理機能を解析しました。その結果、HD群は対照群と比べて介入後に、NFκB以外の炎症関連遺伝子、がん遺伝子もメチル化が亢進していました。

トレーニング中の乳製品摂取は筋力を増加し、慢性炎症を抑制



実際に生活習慣病の症状が改善されるかどうかを調べました。インターバル速歩を5カ月以上継続しても血圧と血糖が高止まりの中高年を対象に、さらに5カ月の継続とIWT直後に乳製品を摂取してもらいました。介入前後に連続血糖と頸動脈コンプライアンスを測定すると、連続血糖測定による血糖の24時間の平均値と変動は、乳製品摂取群のみ有意に低下しました。頸動脈コンプライアンスも乳製品摂取群のみ有意に改善し、IWT中の乳製品摂取は生活習慣病の症状をかなり改善することが分かりました。これまでの研究からインターバル速歩直後の乳製品摂取は体力向上を亢進し、これに伴い慢性炎症の抑制が促進され、生活習慣病の症状をさらに改善することが明らかになりました。

最近、私たちはインターバル速歩と食品との併用効果を検証するため、スマホアプリを開発しました。体力、運動量を測定し閲覧でき、さらに、データをサーバーに転送すると運動効果が自動的に解析され、ユーザーは個人の解析結果とそれに基づくアドバイスを閲覧できます。このシステムを利用してインターバル速歩の参加者を数万人規模にできれば、さらに多くの被験者を対象に機能性食品の効果検証が可能になります。乳製品との併用効果にも取り組んでいきたいと思えます。

まとめ



- 1) 体力向上
- 2) 慢性炎症抑制
- 3) 生活習慣病改善

