

最終講義抄録



10歳若返る！「インターバル速歩」  
—生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム—

能 勢 博

信州大学学術研究院 先端領域融合研究群バイオメディカル研究所 先端疾患予防学部門  
同院・大学院医学系研究科疾患予防医科学系専攻・スポーツ医科学教室

## 能勢 博 教授 略歴

### [学 歴]

昭和48年4月 京都府立医科大学医学部医学科 入学  
昭和54年3月 京都府立医科大学医学部医学科 卒業  
昭和54年5月 医師免許証取得（第246119号）  
昭和59年5月 医学博士（京都府立医科大学 乙第807号）

### [職 歴]

昭和54年4月 京都府立医科大学 第一生理学教室 助手（昭和63年3月まで）  
昭和60年12月 米国 Yale 大学医学部 John B. Pierce 研究所に博士研究員として留学（昭和63年3月まで）  
昭和63年4月 京都府立医科大学 第一生理学教室 講師（平成5年10月まで）  
平成5年10月 京都府立医科大学 第一生理学教室 助教授（平成7年7月まで）  
平成7年8月 信州大学医学部附属加齢適応研究センター・スポーツ医学分野・教授に採用（平成15年4月まで）  
平成15年4月 信州大学大学院医学系研究科・加齢適応医科学系（独立専攻）・个体機能学部門・スポーツ医科学分野・教授に配置換え（平成24年4月まで）  
平成16年2月 NPO 法人熟年体育大学リサーチセンター 理事長 就任（平成25年5月まで）  
平成18年7月 厚生労働省「運動所要量・運動指針策定検討会」委員就任（平成20年6月まで）  
平成24年4月 信州大学大学院医学系研究科・疾患予防医科学系専攻・个体機能学部門・スポーツ医科学講座・教授に配置換え（現在に至る）  
平成25年5月 NPO 法人熟年体育大学リサーチセンター 副理事長 就任（現在に至る）  
平成26年4月 信州大学先鋭領域融合研究群・バイオメディカル研究所・先端疾患予防学部門・教授（疾患予防医科学系専攻・教授は兼任）（現在に至る）  
平成30年3月 信州大学 定年退職

### [主な科学研究費など]

平成15-17年度 経済産業省 健康サービス産業創出支援事業：「松本市熟年体育大学を  
発展させた熟年者健康増進事業」（代表：能勢 博）[2億4,000万円]  
平成17-19年度 厚生労働省 長寿科学総合研究事業「中高年健康増進のためのITによ  
る地域連携型運動処方システム」（代表：能勢 博）[5,641万円]  
平成17-19年度 基盤研究(A)：「 $\alpha$ -アドレナリン受容体発現と圧反射性筋血流調節：動  
物とヒトの双方向性研究」（代表：能勢 博）[3,960万円]  
平成24-26年度 基盤研究(A)：「加齢による体温調節劣化機構の解明とその熱中症予防へ  
の応用」（代表：能勢 博）[3,670万円]  
平成27-29年度 基盤研究(A)：「運動+乳製品摂取の生活習慣病・熱中症予防効果：遠隔  
型大規模研究体制の確立」（代表：能勢 博）[3,120万円]

### [所属学会]

日本生理学会  
日本生気象学会  
日本体力医学会  
American Physiological Society（米国生理学会）  
American College of Sports Medicine（米国スポーツ医学会）

# 10歳若返る！「インターバル速歩」 —生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方システム—

能 勢 博

信州大学学術研究院 先端領域融合研究群バイオメディカル研究所 先端疾患予防学部門  
同院・大学院医学系研究科疾患予防医科学系専攻・スポーツ医科学教室

## 役に立つ生理学とは

私の専門は環境・運動生理学である。応用生理学、人体生理学と呼ぶ人もいる。私が、その価値を認識し、自分のライフワークにしようと本格的に決めたのは、今から30年近く前、米国 Yale 大学・医学部、故 Ethan R. Nadel 教授の研究室に留学したときだった。彼は、実験を開始する前に、私に2つの条件を提示した。一つは、「ヒトと実験動物は生理機能が著しく異なる、ヒトのように二本足で歩行（運動）し、大量の皮膚血流量、発汗量で高い暑熱環境適応能を持っている生物種は地球上に他にいない。したがって対象はヒトにしよう」ということ、もう一つは、「何時役に立つかわからない基礎研究は他の研究者に任せておいて、即、世の中の役に立つ社会問題解決型の研究をしよう」ということだった。

その結果、私が、当時取り組んだ研究テーマは「暑熱環境下で運動パフォーマンスを向上させるスポーツ飲料の開発」だった。その結果は上々で、それに基づき、ゲータレード社が1988年「スポーツ科学研究所」を設立し、その後10年間で同社の製品が「科学的根拠に基づくスポーツ飲料」として、世界シェアの90%を占めることになった。「役に立つ生理学」とは何か、「世の中を動かす生理学とは何か」を実感できる研究プロジェクトに参画できたことは、その後の私の研究スタイルを決定することになる。「インターバル速歩」も、松本市を舞台に留学中に学んだ研究理念から生み出されたといってよい。

## 何が社会問題か？

直面する社会問題の一つとして少子高齢社会における医療費の高騰がある。H27年度には年間42兆円であったが、このままの医療体制では、H35年度には56兆円になると予測され、それは一般会計予算90兆円の60%に相当する。したがって、今後、高齢者の医療サービスが低下することは容易に想像がつく。では、

どうすればよいか。答えは、簡単。これからの高齢者は「国に頼らず、自分の身は自分で守れ」である。そのためには、体力向上のための運動トレーニングが有効である。

## 何故、体力か？

我々の体力は20歳代をピークとし、30歳以降10歳加齢するごとに5-10%ずつ低下する。この原因は「老人性筋萎縮症（サルコペニア）」と呼ばれる加齢現象の一つである。さて、ここで興味深いのはこの加齢による体力の低下と医療費が非常によく相関することだ。すなわち、生活習慣病は、この老人性筋萎縮症による体力低下が根本原因になっている可能性が高い。

## 「インターバル速歩」とは何か？

私たちはH13年度より何時でも、何処でも、誰でも、安価に実施できる体力向上のための運動処方として個人の体力に合った個別運動処方「インターバル速歩」を提案し、以降、それを軸に事業を展開してきた。インターバル速歩とは、個人の最大体力（最高酸素摂取量）の70%以上に相当する速歩と40%以下のゆっくり歩きを3分間ずつ交互に繰り返す運動方法で、これを1日30分以上、週4日以上実施する。

## マシン並みの効果があるのか？

これまでにインターバル速歩の効果について7,300人以上のDBを構築した（H29年8月5日現在）。その結果、5カ月間の同トレーニング効果として、体力が最大20%向上し、それに比例して、生活習慣病の症状が20%改善、うつ症状と膝関節痛の症状がそれぞれ50%改善し、医療費が20%抑制できた。以上、マシントレーニングに匹敵する効果がその1/4の費用で達成できた。

## 分子生物学的な裏付けはあるのか？

最近、生活習慣病の発症機序について、加齢、運動

不足によって細胞内のミトコンドリア機能が劣化し、これによって全身性の慢性炎症がおき、それが脂肪細胞でおきれば「糖尿病」、免疫細胞で起きれば「循環器疾患」、脳細胞でおきれば「認知症」、「うつ病」、がん抑制遺伝子に影響すれば「がん」になる、という考え方が世界の潮流になりつつある。最近、私たちは、インターバル速歩の遺伝子修飾（メチル化）への効果をゲノムワイドで解析した。その結果、炎症促進遺伝子群のメチル化（不活性化）、炎症抑制遺伝子の脱メチル化（活性化）が起きることを突き止めた。さらに、それらの遺伝子のメチル化が運動直後の乳製品摂取で促進する結果を得た。さらに、遺伝子に関する2,200人のDBから、運動処方に特に反応する遺伝子多型の同定に成功し、さらにその遺伝子が運動開始時の昇圧反応を介して運動習慣の定着にも関与していることを明らかにした。

#### 普及は期待できるのか？

インターバル速歩は、「科学的証拠に基づく体力向上のための運動処方」として、国内では厚労省「エクササイズガイド2006」、文科省「平成22年度科学技術白書」に紹介され、国外では、Journal of Physiology (Lond.) の表紙で未来型の運動処方として紹介された。それと並行してコペンハーゲン大学、米国イェール大学、メイヨークリニックで追試実験が行われ、インターバル速歩の有効性を支持する論文が発表された。

マスコミの取材も盛んで、インターバル速歩は、国外ではNew York Timesで、2011年4月15日に「What is the best single exercise?」、2015年2月22日に「Walk hard. Walk easy. Repeat.」のタイトルで紹介され、国内ではNHKの「ためしてガッテン」など、多くのマスコミによって取り上げられた。過去5年間の取材件数は400件以上になる。また、学会、自治体など各種団体からの講演依頼は200件以上にのぼる。

#### 機能的食品の効果判定のテストベッドとしての役割

医薬品の効果を検証するには病院というテストベッドがあるが、機能的食品の効果判定するテストベッドはない。その理由は、医薬品に比べ機能的食品では、その効果の発現に時間がかかるために、それを検証するには、被験者の身体特性、日常の活動量、食事内容など、長期間の大規模な追跡調査を必要とするからである。私たちのシステムは、これらの問題点を見事にクリアした。これまで実施した研究の中で、特に、注

目されているのが、運動直後の乳製品+糖質摂取である。これを摂取することで、中高年者の筋力が向上し、血液量が増加することを明らかにした。筋力の向上は、上述のメカニズムから生活習慣病の予防・治療につながるし、血液量の増加は、皮膚血流量、発汗量を増加させ、熱中症予防につながる。

#### リハビリテーション医学への応用

最近、術後の在院日数が制限され、そこで患者が受けられるリハビリが十分でなく、通院や在宅で手軽にできる運動処方が求められている。そこで、私たちは、股関節人工骨頭全置換術を受けた患者を対象にインターバル速歩の効果検証を行い、その有効性を明らかにした。さらに、膝、腰関節痛患者のために、水中インターバル速歩の効果検証を行い、その有効性を明らかにした。

#### 新しい生理学の創出の可能性

私が、20年近く中高年者を対象に運動処方事業に携わってきて、コペンハーゲン大学のBente K. Pedersen教授が提唱した「diseasome of physical inactivity (不活動症候群)」という概念の妥当性を感じる。彼女によると、ヒトが不活動になると、糖尿病、心臓血管病、肥満、うつ病、認知症、がんになるが、それらは「伝染病」のように運動嫌いのコミュニティ内で集団発生するという。その原因は、たとえば、運動嫌いの人たちが周囲に大勢いれば自分だけ運動しようとは思わない、周囲がファストフードを食べているのに自分だけ健康食品を食べようとは思わない、すなわち、人は自分ひとりで生きているのではなく、絶えず周囲の人たちの影響を受けながら生きているからである。したがって、彼女は、生活習慣病を予防・治療するには、医者と患者が一对一対応で行うのでは限界があって、あたかも、伝染病を封じ込めるように集団としてのヒトに対応しなければならない、と主張する。

私は、私たちの運動処方システムを、この目的に使えないか、と考えている。最近の携帯端末、無線技術の進歩は、遠隔から生体信号をサーバーコンピュータに高速転送し、患者はその結果に基づいた運動処方を遠隔で受けられるようになった。そこで、これらの技術を私たちのシステムに取り入れれば、ある地域を対象とした運動介入の住民全体としての効果を即座に検証できるであろう。

生理学は生体の恒常性維持メカニズムを研究する学

間である。その概念を「個体」から「集団」としてのヒトの健康増進に役立てる時代が到来したと思う。若いころ読んだ本の中に「生物とは即興演劇の役者のようである」という記述があった。即興演劇の役者は、観客から与えられる注文にしたがって演劇を行い、さらにそれを見た観客からの新たな注文にしたがって演劇の内容をどんどん変化させる。すなわち、生物の本質は普遍的な「個」として存在するのではなく、周囲環境の影響を受けて変化し、その変化によって引き起こされる周囲環境の変化によって、さらに自らを変化させていく。一方、現行の科学一般に要求されているのは、できるだけ実験条件を一定にして「単純な系」で実験することである。しかし、それは本当に生物の本質に迫る行為なのだろうか、と思う。日本列島丸ごと、あるいは地球丸ごとを研究フィールドと考え、環境変化に対する集団としてのヒトの生理反応を観察し、

そこでピックアップされた課題の解決のための介入方法を提案する、それが超高齢化、地球温暖化から生じるさまざまな社会問題解決のために求められる「新しい生理学」のように思うが、いかがだろうか。

最後に、この20年余り私と研究を共にしていただいた皆様、また、研究を支援していただいた皆様に厚く御礼申し上げます。今後、この信州大学生生まれの「インターバル速歩」の研究がさらに継続・発展することを願っております。

本文は、日本生理学雑誌 77(3), 35-41, 2015, 能勢博「歩き方を変えれば人生が変わる?!—生活習慣病・介護予防のための新しい運動処方—」から引用し、一部改変したものです。