

研究課題	健康の維持増進を目的とした運動を 快適かつ継続的に実践できる方法の模索
研究代表者	内 田 英 二（人間科学科 准教授）

I. 研究の目的

ここ数年、本邦における健康関連の重要な問題として、メタボリック・シンドローム（内臓脂肪症候群）が取り上げられるようになった。いわゆる生活習慣病の中でもっとも問題が大きい内臓脂肪に着目し、その予防と改善が緊急の課題である。

このような生活習慣病の対策として、健康的かつ規則的な生活習慣を早い時期から身につけ、実践していくことが重要であるとする。健康的な生活を営むためには、運動、栄養、休養が必要不可欠な3要素として挙げられている。しかし現代の大学生において、その日常生活を考えた場合、これらの要素すべてにおいて高校期と比較して好ましくない状況で生活しているとする。授業やアルバイトなどの影響から生活リズムが大きく異なり、また不規則性が強まることから、欠食、睡眠不足や身体的な不活動の問題が生じている。運動実践が身体的心理的に有効であることは先行研究で数多く報告されている。しかしながら、青少年の体力低下は依然として進行しており、特にスポーツ少年団などで専門的に活動しているグループとほとんど身体を動かさない生活をしているグループの二極化が進んでいることも報告されている。

これまで運動習慣を持たない青少年に対する研究を進めてきており、一定の成果は得られている。今回のような属性を持つ集団を対象とした体力科学的な研究はあまり例をみない。したがって、このような対象者の現状や特徴を明らかにすることは学術的に重要と考える。

いわゆる運動嫌いは運動することに意義や価値を見出せず、また運動自体をおもしろくないと感じ、積極的に取り組まないといった運動に対するネガティブな考え方、感情、行動によって特徴づけられる（鈴木ほか、2009）。運動嫌いになる契機は苦痛や恐怖の経験、なかなか上達しない経験、教員の不適切な指導、友だちからの指摘など様々である。さらに運動嫌いには、その対象や程度について限定された種目から体育全般にわたるものまで、また運動は好きだが体育は嫌いなど

さまざまなパターンが存在することが指摘されている（鹿島・杉原、1994）。

身体機能に関して発達段階からみた場合、おおそ20歳で完成するとされている。しかし大学生では運動を実践する機会が減少し、また健康全般に対する関心の度合いは決して高くないものと考えられる。特に運動嫌いの場合、一層深刻な状況が予想され、意識的な運動を行うことなく長期間生活することになる。

数年後に社会人となり生活のサイクルも大きく変わることは必至であり、運動の習慣化や好ましい生活習慣を意識することの重要性を早期に確立することは、その後のライフスタイルに好ましい影響を及ぼすと考えられる。

そこで本研究は、運動に対する認識や好き嫌いなどが現在の日常生活様式にどのような影響を及ぼしているかを確認することを第1の目的とした。また、運動習慣が確立していない大学生に対してどのような運動内容（種類・強度など）であればその実践につながれるのかについての方法を模索することを第2の目的とした。

II. 研究の経過

1. 研究実施の準備状況

1) 参加協力者の募集について

また研究の参加者（被検者）には本研究の趣旨を理解し、自発的に参加を希望する本学学生を採用することとした。被検者は以下に示す属性に従って募集することとした。

- ・現在、定期的な運動実践を行っていないこと。
- ・これまでに経験した何らかの理由によって、運動実施に対して否定的な意識を持っていること。

募集人員は25名程度（男女問わず）とし、男女別の被検者数が確定したのち、この対照群となる運動実践者を同数募集することとした。

募集の方法は、研究代表者が担当するすべての授業の受講者、履修者およびまた学内団体（サークル）などに対する口頭での告知とした。

2) 研究に関わる実験および測定実施の環境

・測定場所

本研究における種々の測定、実験の実施については、本学の9号館1階にあるトレーニングルームとした。

・測定機器

本研究では運動負荷テストを行い、テスト中およびその前後に種々の測定を行うこととしている。この測定に用いる機器については原則としてすでに学内に設置されたものを使用することとした。

運動負荷テスト開始前には被検者の形態計測を行うこととし、体組成計（TANITA 社製 BC-621）を用いて体重、体脂肪率、筋量、基礎代謝量等の項目について測定を行った。

運動負荷装置には自転車エルゴメーターを用いることとした。本学トレーニング室に設置されている電磁抵抗式自転車エルゴメーター（Combi 社製エアロバイク 75XL）を用いた。なお、自転車エルゴメーターの使用について、被検者のなかに経験のない者がいることから本実験の前に練習する機会を設定した。

運動負荷テスト中の心拍数変化については簡易式心拍計（Polar 社製 S610i）を使用することとした。心拍データは運動負荷テスト開始前から終了後まで5秒ごとに連続的にサンプリングを行う。並行して前腕部に装着したモニター部によってモニタリングし、心拍数変化をリアルタイムで監視することとした。

運動がどの程度ストレスになったかについて、唾液中の消化酵素である唾液 α -アミラーゼを測定することとした。先行研究において唾液中に含まれる消化酵素のひとつである唾液アミラーゼ（唾液中の α -アミラーゼ）がストレスによって変化することが報告されているから、運動嫌いの被検者の場合、運動実践者と比較して運動によってストレスが高まることが予測される。

2. 研究計画の倫理的問題

現在本学には研究に関する倫理委員会が設置されていないため、それに相当する機関を確認のうえ研究に関する内容の審査申請を平成20年10月27日付で提出した。提出先は本学学術研究助成金運営委員会とし、研究の概要、研究の必要性、研究における倫理的配慮（対象となる個人の人権擁護のための対策、対象となる個人に同意を得る方法）および予想される危険

性とその対策などに関する項目について審査を受けた。

なお、審査申請の説明内容の概要は以下の通りであった。

1) 研究の必要性

自分自身の健康状態や健康への意識が高い場合、また過去に行った運動で肯定的な経験をしている場合は自発的、意識的な運動実践は可能であると考えられる。しかし一般的にみると大学生期は健康に関する関心度が高いとは考えにくく、授業など与えられた受動的な場において知識や情報を獲得していることが現実であろう。

しかし、数年後に社会人となり生活のサイクルも大きく変わることは必至であり、運動の習慣化や好ましい生活習慣を意識することの重要性を早期に確立することは、その後のライフスタイルに好ましい影響を及ぼすと考える。

2) 研究における倫理的配慮

・対象となる個人の人権擁護のための対策

対象者の氏名、年齢、身体特性および測定で得た情報は実施責任者が管理し、結果を学会や学術論文等で発表する時は氏名を伏せ、あるいは統計処理を行うなどして個人が特定できないように配慮する。また、他に漏洩しないことを対象者に書面で確約する。

・対象となる個人に同意を得る方法

ア) 説明の具体的内容

口頭で研究目的を十分に説明した上で、同意書を提示し、そこに記した内容の説明を行って署名を求める。同意書には研究の意義・目的、研究方法、人権擁護への配慮、参加の任意性、謝金、問い合わせ先について記載した。また同意の撤回はいかなる場合でも可能であることを付記した。

イ) 同意を得る方法

書面とする。

3) 予想される危険性とその対策

・運動負荷テスト実施による生体負担

疲労困憊に至らない最大下運動で行い、心拍数および自覚的運動強度から生体負担の状況を確認する。

上記書類の提出の後、本研究計画は研究倫理に関する内容を審議する学術研究助成金運営委員会から研究実施の承諾を得た。

III. 研究の実施

本研究は、被検者募集、予備実験等の準備を行い、平成21年6月～11月の期間で実施した。

1) 被検者

被検者は定期的な運動習慣を有さない「運動嫌い」の大学生 14 名（男子 5 名、女子 9 名）およびその対照群として週 2 回程度の運動実践を行っている大学生 14 名（男子 5 名、女子 9 名）、計 28 名とした。

2) 質問紙調査

現在の生活状況、幼少期（小学校入学前と小学校期）の遊び、中学校から大学入学後までの運動経験（学校での活動以外、また個人的な活動も含む）および運動嫌いになった時期や原因（対照群は除く）などに関する質問紙を作成し、事前に回答を得た。

また現在の身体活動状況については、WHO（世界保健機関）のワーキンググループが作成した国際標準化身体活動質問表（IPAQ:International Physical Activity Questionnaire）を使用し、確認した。

3) 機能測定

本研究では自転車エルゴメーターを用いた運動負荷テストを行い、テスト中およびその前後に種々の測定を行うこととした。

・形態計測

運動負荷テスト開始前には被検者の形態計測を行い、体組成計（TANITA 社製 BC-621）を用いて体重、体脂肪率（% fat）などの項目について測定を行った。

・運動負荷テスト

運動負荷テストは漸増負荷方式による自転車漕ぎ運動によって行った。運動負荷装置には自転車エルゴメーターを用いた。電磁抵抗式自転車エルゴメーター（Combi 社製エアロバイク 75XL）を用いる。運動負荷テスト中は自覚的運動強度および運動時心拍数を測定した。自覚的運動強度は 1 分ごとに被検者に口頭で確認し、心拍数変化については簡易式心拍計（Polar 社製 S610）を使用し、運動負荷テスト開始前から終了後まで 5 秒ごとに連続的にサンプリングを行い、装着したモニターによってモニタリングし、観察した。

運動負荷テストは被検者が運動の継続が困難となる時点（exhaustion）まで行う最大運動が一般的な方法である。また運動強度を確認する方法として運動に対して運動者自身が自覚する「きつさ」を数値化した自覚的運動強度（RPE）という指標がある。「とても楽である」最低値を 6 ポイントとして上限 20 ポイントまで 15 段階に区分されている。本研究では、被検者に運動習慣のないものを採用したことから、exhaustion まで自転

車を漕がせることは安全性の観点から危険性が高いと予想される。このようなことから被検者の身体的状況を考慮して、運動の終了は被検者が自覚的運動強度で「きつい」に相当する 15 ポイントを表明した時点とした。

運動前後には、運動中のストレスを測定するための測定に唾液アミラーゼモニター（ニプロ社製）を使用した。先行研究において唾液中に含まれる消化酵素のひとつの唾液アミラーゼ（唾液中の α -アミラーゼ）がストレスによって変化することが報告されている（山口、2007）ことから、本研究では運動ストレスの指標とすることとした。またこの機器は非侵襲的に測定することが可能であり、簡便かつ安全に定量化できる分析装置である（山口ほか、2007）。

これまで助成に基づいて実施した基礎的かつ予備的研究の結果については、第 62 回（平成 19 年度）および第 63 回（平成 20 年度）日本体力医学会大会にて発表し、本研究で得られた成果の一部は本年 9 月に開催される第 65 回日本体力医学会大会において発表する予定である。

Ⅲ. 研究の成果

1) 質問紙調査結果から

・過去の運動実施状況について

小学校入学以前の行動については、対照群である運動実践群（EX 群）は男女含め全員が「活発であった」と回答したのに対し、非実践群（NE 群）は 14 名中 5 名が「おとなしかった」としていた。また小学校期もほぼ同様の傾向であった。

好きな遊びについては外で遊ぶことが多かったか、室内で遊ぶことが多かったかという観点で確認した。小学校以前は NE 群の半数（7 名）が主に室内で遊んでいたとし、このうち 2 名は外遊びの頻度がほとんどなかったと回答している。

・現在の身体活動状況

現在の身体活動状況については、IPAQ を用いて調査した。IPAQ は質問項目の多い long version（LV）と short version（SV）の 2 種類あり、LV は日常的な仕事、移動、家事労働および運動について個別に設問が用意されている。しかし設問数が多いことから、運動面を中心に作成された SV もしばしば使用されている（紙上ほか、2007）。また活動状況は 1 週間あたりの頻

度、1 回あたりの時間（分）および活動強度として Mets の 3 つの変数から検討している。

活動強度について、EX 群は高強度および中等強度での活動機会が多く、逆に NE 群では高強度は皆無であり、1 名のみが中強度の活動を週 1 回あるとしていた。また低強度での活動は 2 群に差はみられなかった。また上記の変数を用いて 1 日あたりの消費エネルギー量を以下に示す計算式から算出した。

$$\text{消費エネルギー量} = \text{活動日数} \times \text{活動強度 (Mets)} \times \text{時間 (分)} / 7 \text{ (日)} \times 0.035 \times \text{体重 (kg)}$$

この結果では同一群内でも個人差が大きく、顕著な傾向は見いだせなかった。この理由として、わずかな活動は計算上 0 kcal となってしまう、実際の活動状況を必ずしも反映できていないことが考えられる。また同様に高強度を 8 Mets で計算するためかなり高い値になってしまう傾向がある。今回消費エネルギー量を算出し、検討を加えたが 2 群間での有意差は認められなかった。

2) 機能測定の結果から

・形態計測

被検者の形態については運動開始前に測定した。測定項目は身長、体重、体脂肪率とし、この測定値を基にして BMI と除脂肪体重を算出した。

形態計測の結果は表 1 に示す。女子については、測定項目のうち体重、体脂肪率および BMI において EX 群が有意な低値を示した（体脂肪率； $p < 0.01$ 、体重および BMI； $p < 0.05$ ）。男子については、すべての項目で有意差は認められな

かった。この理由として、NE 群の被検者のうち 1 名が他の 4 名に比較して体格が著しく異なっていたことが考えられる。これにより標準偏差が非常に大きくなり、有意性が検出できなかったものと考えられる。

・唾液 α -アミラーゼ測定

本研究では、運動が身体に及ぼす影響のうち、運動がどの程度ストレスとなったかについて唾液中の α -アミラーゼから検討した。唾液 α -アミラーゼを運動直前、運動終了直後および運動終了 30 分後の計 3 回測定した。

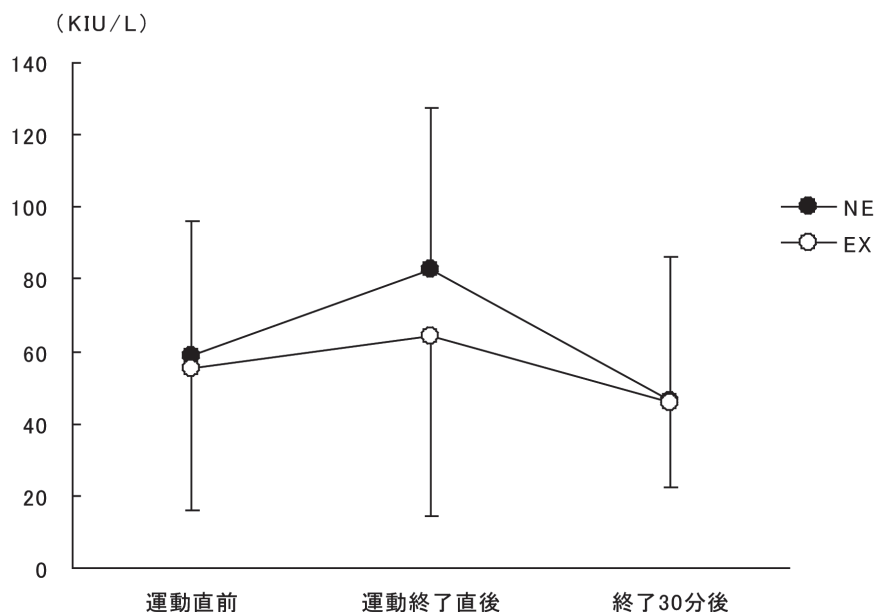
唾液 α -アミラーゼの変化については図 1 に示す。本研究では、反復測定分散分析により、2 群間の差異について検討した。その結果、2 群間に顕著な差異は確認できなかった。

飛騨ほか（2009）は、高齢者を対象にした水中運動について免疫グロブリン A(s-IgA) および α -アミラーゼなどの生化学指標との関係を検討している。その結果、高齢者向けの水中運動という比較的肉体への負荷の少ない運動においても、被験者の疲労感と α -アミラーゼ活性の間に強い相関関係が見られたことから、 α -アミラーゼが運動による肉体的ストレスの有用な指標になりうる事を見出している。

本研究の結果では、2 群いずれも運動終了直後に増加し、飛騨ほか（2009）の結果と一致した。また有意性は認められなかったものの NE 群のほうが若干増加量大きい傾向が観察されたが、ストレスが高まった状態から運動終了 30 分後には運動開始前の値まで回復することが明らかとなった。なお 2 群に対して反復測定分散分析を行ったが群間の差について有意性は認められなかった。

表 1. 各群における男子および女子の形態の平均値

		女子			男子		
		NE (N=9)	EX (N=9)	有意性	NE (N=5)	EX (N=5)	有意性
身長	(m)	1.588 ± 0.05	1.592 ± 0.05	ns	1.660 ± 0.05	1.756 ± 0.07	ns
体重	(kg)	57.1 ± 4.66	52.5 ± 3.67	$p < 0.05$	65.31 ± 25.12	66.6 ± 6.10	ns
BMI	(kg/m ²)	22.7 ± 1.82	20.7 ± 1.23	$p < 0.05$	23.5 ± 7.86	21.6 ± 1.50	ns
% fat	(%)	31.6 ± 3.59	26.4 ± 3.60	$p < 0.01$	19.3 ± 9.80	15.1 ± 2.44	ns
FFM	(kg)	38.9 ± 2.52	38.6 ± 2.64	ns	50.75 ± 10.79	56.5 ± 4.22	ns



・運動負荷テスト中の心拍数変動について

運動負荷テストについては、漸増負荷方式による自転車漕ぎ運動とし、自覚的運動強度（RPE）と心拍数について測定した。

検討はRPEが13（「ややきつい」レベル）ポイントおよび15ポイントに達した時点の2つの時点について、その時点に至るまでの時間（到達時間）と心拍数および仕事量について2群の比較検討を行った。その結果は、表2に示した。

RPE@13時点ではEX群がすべての項目で良好な値を示した。到達時間で約2分の延伸がみられ、統計的にも有意であった（ $p < 0.05$ ）。

また、心拍数についてはEX群が約7bpm高い値であったが、有意差は認められなかったが、心拍予備率についてはEX群約10ポイント高値を示し、統計的にも有意であった（ $p < 0.05$ ）。

RPE@15時点についても同様の結果が観察され、さらに2群間の差が大きくなる傾向がみられた。特に心拍数でEX群が20拍以上高い値を示し、2群間の有意差が認められ、（ $p < 0.01$ ）、心拍予備率についてもEX群が20ポイント以上高値を示し、統計的にも有意であった（ $p < 0.001$ ）。

表2. 運動負荷テストで得られた各測定値の結果（女子）

A. PRE@13

		NE 群 (N= 9)	EX 群 (N= 9)	
到達時間	(min.)	7.7 ± 1.48	9.9 ± 2.12	$p < 0.05$
心拍数	(bpm)	117.6 ± 14.41	124.6 ± 13.63	ns
心拍予備率	(%)	30.5 ± 10.32	40.8 ± 8.86	$p < 0.05$

B. PRE@15

		NE 群 (N= 9)	EX 群 (N= 9)	
到達時間	(min.)	11.3 ± 2.00	14.2 ± 2.96	$p < 0.05$
心拍数	(bpm)	136.1 ± 15.54	159.2 ± 14.41	$p < 0.01$
心拍予備率	(%)	46.4 ± 10.97	67.9 ± 11.60	$p < 0.001$

IV. 研究の課題と発展

平成 18、19 および 21 年の 3 回にわたり研究助成を受け、青年期の生活習慣について運動実践を中心に研究を進め、学会での発表と研究紀要でその成果について公表してきた。

大学生という時期は、生活全般について多様性があり、個人差が大きいことが明らかとなったが、運動に関しては、残念ながらその実践の時間、頻度は総じて少ない傾向が観察される。今回の結果からみても定期的な運動実践が形態面および機能面に対し好ましい影響を及ぼすことは明らかであり、健康的な生活を生涯にわたって営むためにも重要な要因と考えられる。

しかしながら、非実践者は実践者と比較して運動強度を高く認識する傾向がみられた。換言すれば心拍数などの生体反応と強度認識のズレが大きく、それほど高くない運動強度でも「きつく」認識してしまうことが明らかとなった。

したがって、運動実践を促し、さらに継続させるためには一般的に適用される運動強度レベルより低い強度に設定する必要があることが示唆された。

参考文献

- 飛弾浩一・山本佑太・岩竹晋也・太田克矢・長澤悦伸・中畑千賀子・喬炎・野坂俊弥・秋山知也・那須裕（2009）唾液由来の生化学的指標から見た高齢者の水中運動効果、信州公衆衛生雑誌 4(1): 52-53.
- 紙上敬太・西平賀昭・東浦拓郎（2007）運動強度と身体活動量が認知・脳機能に与える影響、体力科学 58: 63-72.
- 鹿島敬子・杉原隆（1994）運動好きの体育嫌い、学校体育 45（2）: 68-74.
- 村瀬訓生・勝村俊仁・上田千穂子・井上茂・下光輝一（2002）身体活動量の国際標準化－IPAQ 日本語版の信頼性、妥当性の評価－、厚生指標 49-11: 1-9.
- 鈴木秀人・山本理人・杉山哲司（2009）体育は何をめざすのか？－その目標について考える－、小学校の体育授業づくり入門、pp.17－70、学文社、東京.
- 内田英二・永田瑞穂・神林勲・武田秀勝（2009）運動習慣の有無が青年期女子学生の運動能力および生活行動に及ぼす影響、大正大学研究紀要 94: 1-8.
- 山口昌樹（2007）唾液マーカーでストレスを測る、日本薬理学雑誌 129: 80-84.
- 山口昌樹、花輪尚子、吉田博（2007）唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能、生体医工学：日本エム・イー学会誌 45(2): 161-168.