

【研究ノート】

運動実施時間からみた男子中学生の除脂肪量指数 および体脂肪量指数と新体力テストの関係

秋原 悠・曾我部 晋哉

抄録

本研究は、男子中学生を対象とし、運動実施による身体組成と新体力テストの関係をみることで、身体組成や体力の特徴を明らかにすることを目的とした。中学校1年生から3年生の155名を対象とし、運動実施時間により、運動群、中間群、非運動群の3群に区分した。身体組成（除脂肪量：FFM、体脂肪量：FM）、身体組成指数（除脂肪量指数：FFMI、体脂肪量指数：FMI）と新体力テスト（8種目）の関係を検討した。身体組成は、体成分分析装置（InBody 470）を用いて測定した。結果、FFM及びFFMIにおいて運動群が高値を示し、FMIにおいては非運動群が高値を示した。新体力テストでは、運動群が、全種目で有意に高値を示した。また、運動群の新体力テストの項目とFFMIとの関係をみると、20m シャトルラン以外の7種目で相関がみられた。逆に非運動群では、FMIと新体力テストに相関が見られる種目が多かった。これらの結果から、運動を実施することで、身体組成や体力に大きく影響し、新体力テストの記録にも、FFMIはプラスに働くことが明らかとなった。反対に、非運動群は、新体力テストとの間にFMIがマイナスに働くことが明らかとなった。以上のことから、1日60分以上の運動を実施することで、中学生の身体組成や体力に大きく影響を及ぼすことが示唆された。

キーワード：除脂肪量指数、体脂肪量指数、新体力テスト

緒言

身体組成は、中学生期の子もたちの体格や健康指標を示すものとして重要な指針と位置付けられている。現在、学校現場において、健康診断を実施し、文部科学省は学校保健調査報告書にその結果をまとめてきた(2023)。しかしながら、学校の健康診断では、身長や体重といった体格指標は得られるが、それ以上詳細に計測することはほとんどない。身長や体重といった体格指標も個人の成長段階を記録する意味では重要であるが、それだけに捉われると、健康上のリスクも伴う。例えば、体重の測定値が同様であったとしても、身体成分のバランスによっては、肥満や痩せ、不摂生な生活習慣がもとに起こる生活習慣病といった人間の健康な生活の妨げに成り得る問題を引き起こす可能性がある。したがって、実際に脂肪組織や除脂肪組織といった分類が可能な、体成分を詳細に分析することが、個人の身体状態に対しより詳細な情報を得ることを考慮すると重要となる。こうした中で、近年注目されている身体組成の

測定法の一つに生体電気インピーダンス法（Bioelectrical impedance analysis：BIA法）がある（Meredith et al., 2015）。BIA法の最大の特長は、経済的・時間的コストを抑え測定可能であるという点であり、従来の方法に比べ汎用性が高いことから、市販の家庭用身体組成計においても広く採用されている。さらに、低周波と高周波の両方を用いる多周波インピーダンス法は、細胞内液と細胞外液の両者を区別することが可能となり、従来の脂肪組織と除脂肪組織の2組織のみならず、脂肪・筋・骨・体水分量などの多項目にわたり身体組成を算出できる（田中ほか, 1999）。また、近年左右の上下肢に接触型電極をつける8点接触型電極法が開発され、上肢・下肢・体幹の部位別測定が正確に行えることが示されている（Malavolti et al., 2003）。以上のことから、従来の測定方法より、安価で簡易的に測定できることから、BIA法を用いて思春期前期の子供たちの身体組成を計測することは、健康状況を把握する上で、有益な情報となり得る。

その一方で、近年、社会環境の変化から日常生活のあらゆる場面での利便化が進み、身体活動量が減少し生活習慣病の若年化が問題視されている。現に、文部科学省は(2012)、子どもの体力向上のための取組ハンドブックのなかで、中学校年代において、授業外での身体活動量が少なく体力・運動能力が低い子供たちと、部活動や社会体育に参加し身体活動量が多く体力・運動能力の優れた子供たちとの体力の二極化を指摘している。ライフサイクルの青年前期である中学生期は、身体的・生理的成熟が顕著な時期であり、特に身体の発達と成長において重要な時期であると報告されている(Patton & Viner, 2007)。この時期から、積極的な身体活動を習慣化させ体力を高めておくことは、子どもの健全な発育・発達にとどまらず、生涯にわたっての健康を保持するうえで重要な課題と提言されている(Boreham & Riddoch, 2001)。したがって、中学生期においては特に今後の人生の基盤を構築することを前提とした体力を構築する必要がある重要な時期であると言える。

現在、中学生期の生徒の体力評価として、文部科学省の新体力テストが毎年実施されている(1999)。文部科学省が毎年報告する体力・運動能力調査報告書では(2023)、令和4年度の調査結果の概要の中で、青少年(6歳から19歳)において、最近10年では男女の各項目ともに横ばいや向上傾向を示しているが、水準の高かった昭和60年頃と比較すると、中学生及び高校生男子の50m走を除き、依然低い水

準になっていると報告している。こうした状況のなか、青少年期の体力に焦点を充てた研究は行われており、戸田ほか(2007)は、小学校5・6年生の男子の一日の歩数と50m走及び体力テストの合計点間に、女子では一日の歩数と立ち幅跳びの間に有意な相関関係があると報告している。また、笹山ほか(2009)は、身体活動量が多い小学校4年生ほど体力が高いと報告し、また、中学生を対象とした笹山ほか(2011)では、男女ともに1日歩数と新体力テスト総得点に正の相関関係が認められたとしている。このように、青少年期の体力にスポットを充てた研究は行われてきたが、上述したように、身体組成をより詳細に検討することは学校現場では限界があり、これまで、中学生年代の身体組成やそれを外的に評価する体力の関係性を具体的に検討した研究はまだ前例が少ない。

そこで、本研究では、身体の発達と成長において重要な時期である中学生を運動時間ごとに区分し、成長と発達に関連する体力を、身体組成と文部科学省の新体力テストの各項目を用いて比較分析し、運動時間が異なる子供たちの体力や身体組成の特徴を明らかにすることを目的とした。

方法

対象者

対象は、兵庫県内の中学校1年生から3年生の男子生徒155名であった。表1に対象者の基礎情報を示した。

表1 全対象者情報

| | 全体 | A:運動群 60分以上 | B:中間群 60分未満 | C:非運動群 運動実施なし | |
|----|------------|----------------|----------------|------------------|----------|
| n | 155 | 76 | 30 | 49 | |
| 年齢 | 13.7 ± 9.1 | 14.1 ± 0.7 | 13.5 ± 0.9 | 13.2 ± 0.9 | ** A>B・C |

平均値±標準偏差で示す。A:運動群、B:中間群、C:非運動群

** : p<0.01

統計分析には、一元配置分散分析と多重比較検定(ボンフェローニ法)を用いた。

測定に先立ち、本人及びその保護者に、資料により、測定の目的や調査内容を説明した上、協力を依頼し同意を得た。また、事前に運動習慣アンケート

を実施し、1日の運動時間・種目・運動頻度について問い、その結果をもとに運動実施区分を設けた。尚、本研究においては、部活動や課外体育を運動時

間とし、体育授業や徒歩通学の時間は運動時間から除外した。分類は、WHO (2010) の提案に従い、5歳から17歳の目安の運動量とされている1日あたり平均60分以上の身体活動に従事できている対象者を運動群、1日あたり平均60分未満までの対象者を中間群、1日あたり全く運動していない対象者を非運動群と定めた。本研究の対象者は、陸上競技部・野球部・サッカー部・バスケットボール部・ソフトテニス部・剣道部の学校部活動に所属しているか、外部スポーツ団体である、野球・サッカー・水泳・空手・ダンス・クラシックバレエ・ゴルフのいずれかに参加している生徒であった。研究対象者には、研究の実施に際し、書面で参加への同意を得た。研究への協力は任意であり、自由な意思で研究に参加すること、参加しない場合でも不利益を受けないこと、個人情報と研究データの取り扱いについて、特に個人を特定できないようにした上で研究成果を公表する可能性のあること、知的財産権の帰属、問い合わせや苦情等の窓口について口頭および書面で説明した。本研究計画は、甲南大学倫理委員会による審議を受け、承認されたものである(承認番号:21-14)。また、本研究において、謝金等の報酬は一切なかった。

測定項目

身体組成

身体組成は、BIA法を採用している体成分分析装置(InBody 470, BioSpace社製)を用いて測定し、各身体組成数値を算出し評価した。本装置は、多周波数(3周波:5kHz、50kHz、250kHz)に基づくものであり、4極8点接触型電極測定が可能である。これは、四肢のみならず体幹部を含む部位別のインピーダンス値を測定していること、性別や年齢といった変数を介さず得られたインピーダンス値のみから各成分が推定されることから、高精度の測定が実現できる可能性が高いと考えられている(設楽ほか, 2017)。対象者は上下半袖短パンの体操服を着衣し、着衣量を全被験者1kgで設定し測定を行った。また専用アルコールウェットティッシュで電極部分の汚れを除去した。なお、これまで身体組成研究においては、体重を身長²でコントロールした体格指標(Body Mass Index, BMI: kg/m²)が多くの研

究で用いられている(Dietz & Robinson, 1988; Prentice, 1998)。これまで、このBMIが体格評価に使われてきた理由に、身長と体重の測定が比較的容易であることが考えられる。しかしながら、こうした体格を基準とした評価のみでは、身体組成のインバランスを生み、例えばBMIが正常の範囲内を示す場合も、内臓脂肪面積では肥満を示す、いわゆる隠れ肥満が問題視されている(五十嵐, 2008)。そこで、近年体重を構成する身体組成を、除脂肪量(Fat Free Mass, FFM: kg)と体脂肪量(Fat Mass, FM: kg)に二分する2成分モデルが一般的に使用されつつある。これには、FFMやFMを身長²でコントロールした、除脂肪量指数(Fat Free Mass Index, FFMI: kg/m²)、体脂肪量指数(Fat Mass Index, FMI: kg/m²)が身長²の異なる被験者の栄養学的な要因による検討として、至適な体格を評価するための有効性が高い項目として考えられていることが理由として挙げられる(石原・小宮, 2020)。したがって、本研究では、従来から体格評価として扱われてきたBMIと、さらに細分化した評価手法となるFFMI、FMIを含め比較検討することとした。

新体力テスト

新体力テストは、上記の兵庫県内の中学校1年生から3年生の男子生徒155名に対し、文部科学省「新体力テスト実施要項(12~19歳対象)」(1999)に従い実施した。尚、種目によっては、測定を実施できていない生徒もいるため種目ごとに若干人数に変動がある。中学生用の新体力テストは以下の①~⑧で構成され、それぞれの体力要素が測定される。全8項目の項目及びその体力特性は、①握力(kg):筋力の指標、②上体起こし(回):筋力・筋持久力の指標、③長座体前屈(cm):柔軟性の指標、④反復横とび(点):敏捷性の指標、⑤20mシャトルラン(回)もしくは持久走男子1500m・女子1000m(分):全身持久力の指標、⑥50m走(秒):スピードの指標、⑦立ち幅跳び(cm):瞬発力の指標、⑧ハンドボール投げ(m):瞬発力・巧緻性の指標である(牛島ほか, 2016)。新体力テスト8種目の個人の記録については、種目別得点表により得点化され、これらの得点を合計し、さらに年齢別に総合評価基準表によってA~Eまで段階的に総合評価されるが、本研

究においては、各種目ごとに得られた実数値を用いた。

測定プロトコル

まず、身体組成を測定するにあたり必要事項となる身長を測定し、その後 Inbody470 を用いて身体組成を測定した。新体力テストの各項目は、各クラスの保健体育の時間内に測定を実施した。したがって、今回対象とした8種目の測定順序はクラスや学年によってまちまちであった。測定実施を担当したのは、計3名の保健体育科の教員であった。

また、全対象者の運動時間は、著者らの別の調査で使用している生活習慣及び運動習慣アンケート結果から算出し、上述の運動群、中間群、非運動群の3群に大別した。身体組成測定、新体力テスト、アンケート、すべての項目の調査時期は、同一年の5月～6月にかけての2カ月間内で実施された。

統計処理

各項目の測定結果は、平均値±標準偏差で示した。身体組成及び新体力テストの群間比較には、各群におけるベースライン時のパラメトリックなデータの比較には、Analysis of variance (ANOVA) が用いられ、ポストホックの多重比較には Bonferroni 法が用いられた。また、身体組成指数と新体力テスト各項目の関係には、ピアソンの積率相関係数を用いて求めた。統計処理は全て IBM SPSS Statistics バージョン 29 IBM (Japan, Tokyo) を使用して解析された。検定における危険率は全て5%とした。

結果

各対象者の体格指標及び身体組成

表2に各対象者の体格指標及び身体組成の平均値と標準偏差を示した。

表2 全対象者体格及び身体組成比較

| | 全体 | A:運動群 60分以上 | B:中間群 60分未満 | C:非運動群 運動実施なし | |
|--------------------------|-------------|----------------|----------------|------------------|----------|
| 身長(cm) | 158.8 ± 8.9 | 161.2 ± 8.1 | 157.3 ± 7.6 | 156.0 ± 9.8 | * A > C |
| 体重(kg) | 48.9 ± 9.9 | 50.2 ± 9.7 | 48.7 ± 10.5 | 47.1 ± 9.7 | n.s. |
| FFM(kg) | 40.9 ± 7.3 | 43.1 ± 7.4 | 39.8 ± 6.2 | 38.2 ± 6.8 | ** A > C |
| FM(kg) | 8.0 ± 4.9 | 7.1 ± 3.9 | 8.9 ± 6.0 | 8.9 ± 5.4 | n.s. |
| BMI(kg/m ²) | 19.3 ± 2.8 | 19.2 ± 2.5 | 19.6 ± 3.4 | 19.3 ± 2.8 | n.s. |
| FFMI(kg/m ²) | 16.1 ± 1.5 | 16.4 ± 1.6 | 16.0 ± 1.5 | 15.6 ± 1.3 | ** A > C |
| FMI(kg/m ²) | 3.2 ± 1.9 | 2.7 ± 1.4 | 3.6 ± 2.4 | 3.7 ± 2.2 | * A < C |

平均値±標準偏差で示す。A:運動群、B:中間群、C:非運動群

** : p<0.05, * : p<0.01

統計分析には、一元配置分散分析と多重比較検定(ボンフェロー二法)を用いた。

結果、体格指標では、身長において運動群が非運動群に比して有意に高値を示した。体重においては全群間で有意差はみられなかった。身体組成及び身体組成指数においては、FFM及びFFMIにおいて運動群が非運動群に対し有意に高い値を示した(いずれも p<0.01)。また、FMIにおいて、運動群が非運動群に対し、有意に低い値を示した(p<0.05)。FMに関しては、全群間で有意な差はみられなかった。

新体力テスト

表3に全対象者の各新体力テスト種目の平均値と標準偏差を示した。

結果、運動群(A)が中間群(B)及び非運動群(C)に対し、全8種目すべてで有意に高値を示す結果となった。結果の詳細として、上体起こし、反復横跳び、20mシャトルラン、50m走、ハンドボール投げの5種目では、運動群が他の2群と比して有意に高値を示した(全種目 A > C : p < 0.01、上体起こし・反復横跳び・20m シャトルラン A > B : p <

表3 全対象者新体力テスト比較

| | 全体 | A:運動群 60分以上 | B:中間群 60分未満 | C:非運動群 運動実施なし | |
|--------------|--------------|----------------|----------------|------------------|-------------------|
| 握力(kg) | 28.8 ± 7.4 | 31.2 ± 7.8 | 27.9 ± 5.5 | 25.6 ± 6.4 | ** A > C |
| 上体起こし(回) | 26.1 ± 6.0 | 29.0 ± 4.8 | 23.6 ± 5.3 | 23.0 ± 6.1 | ** A > B・C |
| 長座体前屈(cm) | 43.0 ± 10.5 | 45.5 ± 10.6 | 40.1 ± 10.8 | 40.9 ± 9.3 | * A > C |
| 反復横跳び(回) | 54.4 ± 8.4 | 58.2 ± 6.5 | 52.7 ± 7.5 | 49.3 ± 8.7 | ** A > B・C |
| 20mシャトルラン(回) | 83.8 ± 27.3 | 99.9 ± 19.0 | 74.1 ± 23.9 | 63.2 ± 24.4 | ** A > B・C |
| 50m走(秒) | 8.0 ± 1.0 | 7.6 ± 0.8 | 8.1 ± 0.6 | 8.5 ± 1.1 | * A < B, ** A < C |
| 立ち幅跳び(cm) | 197.4 ± 26.6 | 210.1 ± 23.4 | 187.3 ± 21.2 | 183.1 ± 24.8 | ** A > C |
| ハンドボール投げ(m) | 19.4 ± 5.3 | 21.7 ± 5.3 | 18.6 ± 4.3 | 16.2 ± 4.1 | * A > B, ** A > C |

平均値±標準偏差で示す。A:運動群、B:中間群、C:非運動群

*: p<0.05, **: p<0.01

統計分析には、一元配置分散分析と多重比較検定(ボンフェローニ法)を用いた。

0.01、50m走・ハンドボール投げ A > B: p < 0.05)。

また、握力、長座体前屈、立ち幅跳びの3種目に関しては、運動群が非運動群に比して有意に高値を示した(握力・立ち幅跳び A > C: p < 0.01、長座体前屈 A > C: p < 0.05)。

身体組成指数と新体力テストの関係

本研究の被験者の身長に3群間で有意差が認められたため、それを考慮して比較検討するために、FFMI及びFMIと新体力テスト各種目の相関を検討した。表4に全対象者の身体組成指数と新体力テストの関係を示した。

表4 全対象者:身体組成指数と新体力テストの関係

| | 握力平均 | 上体起こし | 長座体前屈 | 反復横とび | 20mシャトルラン | 50m走 | 立ち幅とび | ハンドボール投げ |
|--------------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| FFMI(kg/m ²) | 0.745 ** | 0.346 ** | 0.393 ** | 0.274 ** | 0.200 * | -0.416 ** | 0.442 ** | 0.417 ** |
| FMI(kg/m ²) | -0.005 | -0.253 ** | -0.070 | -0.372 ** | -0.555 ** | 0.529 ** | -0.399 ** | -0.237 ** |

*: p<0.05, **: p<0.01

統計分析には、ピアソンの積立相関係数を用いた。

結果、FFMIと体力テスト各種目では、全種目にFFMIと正の相関もしくは、負の相関が認められた(握力・上体起こし・長座体前屈・反復横跳び・50m走・立ち幅跳び・ハンドボール投げ: p < 0.01、20mシャトルラン: p < 0.05)。つまり、FFMIの値が高ければ各種目の結果も良いということが示された。また、FMIと体力テスト各種目では、握力と長座体前屈の2種目を除く6種目でFMIと負の相関が認め

られた(p < 0.01)。したがって、有意差が認められた6種目に関しては、FMIの値が高ければ各種目の結果が悪いということが示された。

各群ごとの関係を詳細に検討するために、表5に運動群の身体組成指数と新体力テストの関係、表6に非運動群の身体組成指数と新体力テストの関係を示した。

表5 運動群:身体組成指数と新体力テストの関係

| | 握力平均 | 上体起こし | 長座体前屈 | 反復横とび | 20mシャトルラン | 50m走 | 立ち幅とび | ハンドボール投げ |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|----------|
| FFMI(kg/m ²) | 0.783 ** | 0.330 ** | 0.370 ** | 0.358 ** | 0.097 | -0.535 ** | 0.522 ** | 0.491 ** |
| FMI(kg/m ²) | 0.153 | -0.058 | -0.100 | -0.261 * | -0.425 ** | 0.394 ** | -0.289 * | -0.159 |

*: p<0.05, **: p<0.01

統計分析には、ピアソンの積立相関係数を用いた。

表6 非運動群：身体組成指数と新体力テストの関係

| | 握力平均 | 上体起こし | 長座体前屈 | 反復横跳び | 20mシャトルラン | 50m走 | 立ち幅跳び | ハンドボール投げ |
|--------------------------|---------|----------|--------|----------|-----------|---------|----------|----------|
| FFMI(kg/m ²) | 0.635** | 0.074 | 0.367* | -0.122 | 0.023 | -0.200 | 0.236 | 0.053 |
| FMI(kg/m ²) | -0.088 | -0.379** | -0.040 | -0.497** | -0.609** | 0.589** | -0.406** | -0.235 |

* : p<0.05, ** : p<0.01
統計分析には、ピアソンの積立相関係数を用いた。

運動群のFFMIと新体力テストの関係では、シャトルランを除く7種目との間に正の相関、もしくは負の相関が認められた (p<0.01)。また、有意差が認められたほとんどの相関係数が全体よりも高く示された。したがって、運動群はFFMIと新体力テストの関係がより強いことを示すものである。運動群のFMIと新体力テストの関係では、反復横跳び、20m シャトルラン、50m 走、立ち幅跳びの4種目との間に正の相関もしくは負の相関が認められた (20m シャトルラン・50m 走 : p<0.01、反復横跳び・立ち幅跳び : p<0.05)。しかしながら、全対象者と比して相関がみられている種目が減少しており、かつ有意差が認められた種目の相関係数においても全体よりも低く示された。

非運動群のFFMIと新体力テストの関係では、握力と長座体前屈の2種目との間に正の相関が認められた (握力 : p<0.01、長座体前屈 : p<0.05)。しかしながら、全対象者や運動群と比して、その関係性がみられた種目は少なかった。したがって、本結果は、非運動群のFFMIと新体力テストの関係は、運動群と比して強くないことを示すものである。非運動群のFMIと新体力テストの関係では、上体起こし、反復横跳び、20m シャトルラン、50m 走、立ち幅跳びの5種目に正の相関、もしくは負の相関が認められた (p<0.01)。さらに、運動群と比して関係が見られている種目が多く、かつ相関係数としても高く示された。したがって、本結果は、非運動群のFMIと新体力テストの関係は、運動群と比して強いことが示しものである。

考察

体格及び身体組成の群間比較

体格指標や身体組成の群間比較では、体重、FM、BMIをのぞく項目で運動群と非運動群の間に有意差が認められた (表2)。特にFFM及びFFMIにおい

て、運動群が非運動群に対し有意に高値を示した。FFMは、骨格および内臓部分を含んだものであるため、必ずしも体力や運動能力そのものに関連していると考えすることはできないが、臓器発育や、骨格・骨密度、生物学的な代謝機能や抵抗力などにも関連する重要な指標と考えることができる (Goran et al., 2000)。小栗ほか (2013) は、運動習慣のない肥満男児はFFMが少ない体構成を持っていたとしており、従って、1日あたり平均60分以上の運動を実施している運動群において、FFMが多く示されたとも言える。さらに、Lee et al (2017) で述べられているように、規則的な身体活動は筋肉量の発達に良い影響をもたらすという報告を裏付ける結果となった。また、身長に3群間で有意差が認められたこともFFMに群間差が認められた要因と言える。Guo et al (2015) は、一定の身長には、その身体を支え、活動するに際して必要なFFMが必然的に追従するため、身長とFFMは大きく関係があるとも述べており、本研究の身長とFFMに3群間で有意差が認められたと考えられる。

身長に関連するFFMにも有意差が認められたことから、身長の異なる群間を比較検討するために、FFMI及びFMIといった身体組成指数を用いて求めたが、FFMIにおいては運動群が非運動群に比して多く、またFMIは、非運動群が運動群に比して重く示された。体重を身長の2乗で除すことで求められるBMI (FFMI + FMI) には3群間で有意差がみられず、FFMIやFMIに有意さが認められたことは、BMIよりも正確に身長が異なる群を評価している可能性を示唆するものであった。現に、石原・小宮 (2020) は、身長差を考慮したFFMIとFMIは、BMIとは異なる側面の体格評価を示すと述べており、したがって本研究で示された結果は、より至適な身体組成の評価として有効性が高い可能性がある。

FMにおいては、運動実施の有無によって有意差

がみられないという結果となったが、それは、FFMは身長に影響されやすいが、FMが必ずしも身長に伴うとは言い難い (Franks et al., 2010) ことが影響していると考えられる。したがって、FFMとFMによって決定される体重においてもFMと同様に3群間で有意差がみられなかったと考えられる。

ここまで、有意差が認められた項目は、いずれも運動群 (1日平均60分以上運動を実施している群) と非運動群 (全く運動を実施していない群) の間であったが、中間群 (運動実施時間が60分未満の群) に対しては、運動群と非運動群ともに有意な関係はみられなかった。数値としては全項目で、中間に位置する値となっていたが、本研究の1時間ごとに詳細に区分した群分けでは統計的に差がみられるほどではなかった。したがって、1日の運動実施時間が60分に満たない場合、それは、統計上運動を実施しない場合の身体組成と変わらないということが示されたこととなる。これは、WHO (2010) の提唱や、厚生労働省の健康づくりのための身体活動・運動ガイド (2023) に示される、1日の子どもに必要な運動時間は60分以上であるという提言を裏付けるものである。以上のことより、より健康的な身体組成を構築するためには、1日60分以上の運動習慣を身に着けることが重要であることが示唆された。

新体力テストの群間比較及び身体組成指数との関係

新体力テストでは、全8種目で運動群が非運動群に対し有意に良い結果を残した (表3)。さらに、上体起こし、反復横跳び、20mシャトルラン、50m走、ハンドボール投げの種目においては、運動群が中間群に対しても有意に良い結果を示していた。つまり、1日平均60分以上の運動を実施している方が、新体力テストの結果が良いということが示された。平川ほか (2008) は、小学生の新体力テストの合計得点からA群からE群の5群に区分し検討した結果、合計得点の高かったA群の体力水準がE群よりも、男子で40~70%、女子で60~80%上回っていたと報告した。本研究では、上記のような群別でなく、運動時間によって群分けをおこなったが、全8種目の運動群と非運動群の記録の達成率で比較すると、8種目の平均で約25%程度運動群が非運動群に対し上回る結果が示された。また、中間群と非運動群の記

録の達成率で比較した場合も、8種目の平均で約8%程度中間群が非運動群に対し上回る結果が示された。つまり、身体組成や身体組成指数では中間群と非運動群の間に有意な差はみられなかったが、新体力テストの結果では、このように達成率では差がみられた。

上述の通り、全8種目で運動群と非運動群の間で有意差が認められた。全種目で有意差が認められたことは、身長やFFMで運動群の方が多く示されたことが、この結果に少なからず影響していると考えられる。現に小原ほか (2012) は、小学生から高校生までの段階の子供たちは、新体力テストの結果に身長が大きく影響される可能性があるとしており、本研究においては、それと同様の結果となったと言える。また、上述の通り、異なった身長の群を比較検討するために求めたFFMIにおいても、運動群が有意に高値を示していたことから、新体力テストの結果としても、純粋な筋量によって結果に差が生じたとも考えられる。したがって、新体力テストでよい結果を示すためには一定以上の筋量は必要であることが示唆された。その一方で、中間群と非運動群には身体組成と同様で新体力テストにも両群に有意な差はみられなかった。したがって、運動を実施していても、WHO (2010) の提唱や、厚生労働省の健康づくりのための身体活動・運動ガイド (2023) に示される、子どもに必要な運動時間は1日60分以上という提言を裏付けるものとなった。したがって、新体力テストの側面から見た場合においても、1日60分以上運動を実施する習慣を身に着ける必要が、体力を向上させることに対しても必要であることが示唆された。

また、異なった身長の群を比較検討するために、全対象者のFFMI及びFMIと各新体力テスト種目の相関分析で求めた結果 (表4)、FFMIにおいて全種目との間に正の相関、もしくは負の相関が認められた。そもそもFFMの中には、筋肉量も含まれるため、筋肉量が多いことで体力を向上させることが考えられる。現に、より競技レベルの高い選手の方がFFMも多く、下半身パワーや上半身の筋力測定値も高いと報告され (Bilsborough et al., 2015)、また本研究においても運動群の方がFFMやFFMIにおいて高値を示していることから、これらの結果が裏付

けられる。よって、純粋な筋肉量は、新体力テストの各種目の結果に大きく影響することが示唆された。さらに細分化してFFMI及びFMIと新体力テストの関係を検討するために、表5に運動群のみのFFMI及びFMIと新体力テスト各種目との相関を示した。その結果、20mシャトルラン以外の種目でFFMIと相関しており、運動群においては、筋肉量が新体力テストの結果に影響していると言える。したがって、本研究の結果から、身長の影響を除外した場合においても、このような結果がみられたことから、運動群が純粋な筋肉量としても高く、かつ新体力テストの結果により影響を与えていると考えられる。また、同様に運動群のFMIと新体力テストの結果においては、反復横跳び、20メートルシャトルラン、50m走、立ち幅跳びとの間に相関が認められた。つまり、この相関が認められた4種目は、FMIが高ければ、記録が悪くなることを示すものである。現に、男子の中学生年代の%FMは、体力テストの結果と負の相関(50m走に関しては正の相関)があるとも述べられており(奥寺ほか, 2012)、したがって、本研究においても純粋なFMが記録に直結し体力に悪影響することを示唆するものである。

非運動群に関しても同様に、FFMI及びFMIと新体力テスト各種目との関係を示した(表6)。その結果、FFMIと相関していたのは、握力と長座体前屈の2種目にとどまった。したがって、非運動群に関しては単関節筋力を示す握力と柔軟性を評価する長座体前屈以外の要素では、結果として影響しづらいと考えられる。逆に、FMIでは、上体起こし、反復横跳び、20mシャトルラン、50m走、立ち幅跳びの5種目で相関を示した。また、非運動群は、運動群と比して多くの種目との間に相関がみられ、さらに、相関係数も運動群に比して強く示された。これは、FMIの値が大きければ、新体力テストの記録が悪化することをより強く示すものである。したがって、非運動群においては、運動群よりもさらに強く、純粋なFMが記録に直結し悪影響することを示唆するものであった。

以上の結果から、男子中学生において、従来から警鐘されている体力の二極化を本研究においても示すものとなったと言える。したがって、本研究で設定した1日平均60分以上の運動を実施することは、

体力に大きく影響を及ぼすことが示唆された。また、身体活動と学力は正の相関関係を示すという報告や(Rasberry et al., 2011)、中学生期の運動・スポーツ活動の実施は、青年期の精神的成長への寄与や各種ストレスへの適応性を高める(和氣ほか, 2007)と述べている研究もあり、中学校期の身体活動は、ただ単に体力にアプローチするだけでなく、学力やストレスといった精神的要素にも深くかかわっていることが考えられる。したがって、今後は、運動を実施できていない生徒にどのような形で身体活動を伴う行動を実施させることができるのかといった検討が必要になると考えられる。

結論

本研究は、身体の発達と成長において重要な時期である中学生を運動時間ごとに3群に区分し、身体組成と成長と発達に関連する体力を、文部科学省の新体力テストの各項目を用いて比較分析し、運動実施時間が異なる子どもたちの体力や身体組成の特徴を明らかにすることを目的とした。その結果、以下に示すことが明らかとなった。

1. 体格及び身体組成において、身長、FFM、FFMI、FMIに運動群と非運動群との間に有意差が認められた。しかしながら、運動群と中間群、中間群と非運動群との間には有意な差はみられなかった。
2. 新体力テストの記録は、全8種目で運動群と非運動群の間に有意差が認められた。そのうち、上体起こし、反復横跳び、20mシャトルラン、50m走、ハンドボール投げに関しては、運動群と中間群にも有意な差が認められた。
3. FFMIと新体力テストの関係では、運動群は7種目と相関していたが、非運動群は2種目にとどまった。逆に、非運動群はFMIと5種目が相関していた。
4. 全分析項目で、中間群と非運動群の間には有意な関係はみられなかったことから、中学生にとって1日平均60分未満の運動は、運動をしない場合と同様の結果に成り得ることが示唆された。

以上のことから、中学生年代の男子生徒にとって、1日平均60分以上の運動を継続的に実施している群が、FFMやFMまたは身体組成指数に対しプラスに

影響し、外的に発揮される体力にまで関連することが示された。したがって、中学生年代においては、1日60分以上の運動を継続的にを行い、FFMとFMの関連から、純粋な筋肉量を向上させ、かつ脂肪量はある一定よりも増加しないよう、身体組成をコントロールすることが、より健康的な生活を送るために重要となることが示唆された。

引用・参考文献

Bilsborough, J.C., Greenway, K.G., Opar, D.A., Livingstone, S.G., Cordy, J.T., Bird, S.R., Coutts, A.J. (2015) Comparison of anthropometry, upper-body strength, and lower-body power characteristics in different levels of Australian football players. *J Strength Cond Res*, 29, 826-834.

Boreham, C., Riddoch, C. (2001) The Physical Activity, Fitness and Health of Children. *J Sports Sci*, 19, 915-929.

Dietz, W.H., Robinson, T.N. (1988) Use of the body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr*, 132: 191-193.

Franks, P.W., Hanson, R.L., Knowler, W.C., Sievers, M.L., Bennett, P.H., Looker, H.C. (2010) Childhood Obesity, Other Cardiovascular Risk Factors, and Premature Death. *N Engl J Med*, 362, 485-493.

Goran, M., Fields, D.A., Hunter, G.R., Herd, S.L., Weinsier, R.L. (2000) Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24: 841-848.

Guo, B., Xu, Y., Gong, J., Tang, Y., Shang, J., Xu, H. (2015) Reference data and percentile curves of body composition measured with dual energy X-ray absorptiometry in healthy Chinese children and adolescents. *J Bone Miner Metab*, 33, 530-539.

平川和文, 高野 圭 (2008) 体力の二極化進展において両極にある児童生徒の特徴. *発育発達研究*, 37, 57-67

五十嵐千代 (2008) 職域における生体インピーダンス法による内臓脂肪面積測定の有用性の検討. *順天堂医学*, 54, 208-213

石原勇次郎, 小宮秀一 (2020) 青年期女性の体力・運動能力と身体組成指数との関係. *発育発達研究*, 86, 1-9

厚生労働省 (2023) 健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023 (案)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10904750/001171393.pdf> (参照日: 2023年12月15日)

Lee, K.S., Lee, J.K., Yeun, Y.R. (2017) Effects of a 10-day intensive health promotion program combining diet and physical activity on body composition, physical fitness, and blood factors of young adults: a randomized pilot study. *Med Sci Monit*, 23, 1759-1767.

Malavolti, M., Mussi, C., Poli, M., Fantuzzi, A.L., Salvioli, G., Battistini, N., Bedogni, G. (2003) Cross-calibration of eight-polar bioelectrical impedance analysis versus dual-energy X-ray absorptiometry for the assessment of total and appendicular body composition in healthy subjects aged 21-82 years. *Ann Hum Biol*. 30 (4): 380-91.

Meredith-Jones, K.A., Williams, S.M., Taylor, R.W. (2015) Bioelectrical impedance as a measure of change in body composition in young children. *Pediatr Obes* 10, 252-259.

文部科学省 (1999) 新体力テスト実施要項 (12～19歳対象)

https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/05030101/002.pdf (参照日: 2023年11月20日)

文部科学省 (2012) 子どもの体力向上のための取組ハンドブック「全国体力調査によって明らかになったこと」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/sports/detail/_icsFiles/afieldfile/2012/07/18/1321174_05.pdf (参照日: 2023年12月12日)

文部科学省 (2023) 学校保健統計調査—令和4年度(確定値)の結果の概要「令和4年度学校保健統計(確定値)の公表について」

https://www.mext.go.jp/content/20231115-mxt_chousa01-000031879_1a.pdf (参照日: 2023年12月20日アクセス)

文部科学省 (2023) 令和4年度全国体力・運動能力、運動習慣等調査結果「調査結果の概要」

https://www.mext.go.jp/sports/content/20221223-spt_sseisaku02-000026462_2.pdf (参照日: 2023年12月15日)

小原繁, 磨井祥夫, 玉川明朝, 田中宏暁, 松本洋介 (2012) 小学校, 中学校, 高校の児童・生徒における身長を考慮した体力評価法の開発 (2009年のデータより). *体力科学*, 61(4), 403-414

小栗和雄, 館俊樹, 松岡敏男 (2013) 運動習慣のない肥満男児における体構成, 体幹・体肢の筋肉量および脂肪量. *発育発達研究*, 59, 12-19

奥寺昌子, 塚原典子, 江澤郁子, 麻見直美 (2012) 児童の体力と体脂肪率, 骨量及び食事摂取状況の関係, 学

- 校保健研究, 54(2) 137-143
- Patton, GC., Viner, R. (2007) Pubertal transitions in health. *Lancet*, 369, 1130-1139.
- Prentice, AM. (1998) Body mass index standards for children. *Br. Med. j*, 317: 1401-1402.
- Rasberry, CN., Lee, SM., Robin, L., Laris, BA., Russell, LA. (2011) The association between schoolbased physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature, *Prev Med*, 52, S10-S20.
- 笹山健作, 沖嶋今日太, 水内秀次, 足立稔 (2009) 小学生の日常生活における身体活動量と体力との関連性. *体力科学*, 58, 295-304
- 笹山健作, 足立稔 (2011) 中学生の日常生活での身体活動量と体力との関連性. *体力科学*, 60(3), 287-294
- 設楽佳世, 袴田智子, 大西貴弘, 池田達昭 (2017) 身体組成の評価方法間にみられる身体密度および体脂肪率の差の検討. *体力科学*, 66(5), 369-382
- 田中喜代次, 金憲経, 中西とも子 (1999) 多周波数インピーダンス法による日本成人の身体組成の評価. *日本運動生理学雑誌*, 6(1) 37-45
- 戸田粋子, 渡辺丈真, 唐誌陽 (2007) 高学年における日常身体活動量及び体力, 体格との関連, *学校保健研究*, 49, 348-362
- 牛島一成, 渡辺裕晃, 志村正子 (2016) 中学生の体力, 学力, ストレス, 生活習慣の関連性. *発育発達研究第*, 72, 19-30
- 和氣綾美, 山本浩二, 藤塚千秋, 藤原有子, 橋本昌栄, 米谷正造, 木村一彦 (2006) 中学校期の心の健康に及ぼす運動の影響と学校の工夫について, *川崎医療福祉学会誌*, 16, 247-259
- World Health Organization (2010) Global recommendations on physical activity for health. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/index.html (参照日: 2022年12月18日)

Relationship between Fat Free Mass Index and Fat Mass Index and the Physical Fitness Test in Male Junior High School Students Based on Exercise Time

AKIHARA Yu¹⁾ and SOGABE Akitoshi²⁾

1) Faculty of Health and Well-being, Kansai University

2) Center for Education in General Studies, Konan University

Abstract

The purpose of this study was to clarify the characteristics of body composition and physical fitness of male junior high school student by examining the relationship between body composition and the physical fitness test through exercise. A total of 155 subjects in the first through third grades of junior high school were divided into three groups according to the duration of exercise: an exercise group, an intermediate group, and a non-exercise group. The relationship between body composition (fat free mass: FFM, fat mass: FM), body composition index (fat free mass index: FFMI, fat mass index: FMI) and physical fitness tests (8 items) was examined. Body composition was measured using a body composition analyzer (InBody 470). The results showed that the exercise group had higher values in FFM and FFMI, while the non-exercise group had higher values in FMI. In the physical fitness test, the exercise group showed significantly higher values in all items. The relationship between FFMI and the items of the physical fitness test in the exercise group showed correlations in seven items except for the 20m shuttle run. However, in the non-exercise group, there was a correlation between FMI and the new physical fitness test in many items. These results indicate that FFMI has a positive effect on body composition and physical fitness, as well as on physical fitness test records, when exercise is performed. Conversely, the non-exercise group showed a negative effect of FMI with the physical fitness test. In conclusion suggest that exercising for 60 minutes or more per day has a significant impact on the body composition and physical fitness of junior high school students.

Keywords: Fat free mass index, Fat mass index, physical fitness test

