

青少年期(中学校生)における基礎体力の停滞と目標値の設定

西蘭 秀嗣¹⁾、金高 宏文¹⁾、會田 勝¹⁾、西村 信一²⁾

鹿屋体育スポーツトレーニング教育研究センター¹⁾、特別研修員²⁾

研究目的

青少年期の効果的な運動・スポーツ活動はその後の各ライフステージにおいて重要な意味をもつ。そのためにも発育期での暦の年齢からではなく、一人一人の発育・発達段階から適度な運動量がトレーニングとして実施されることの重要性が指摘されてきた。文部省の「平成6年度体力・運動能力調査」は10歳から18歳のほとんどの年齢段階で体力、運動能力とも10年前を下回っていることを報告している。そこで本研究は発達段階にある青少年期、特に中学校生徒における体力水準を、エネルギー発生機構の観点から有酸素、無酸素性運動能力(パワー)について、さらに体力要素のなかで脚筋の瞬発性能力をみる脚伸展パワーを計測し、現状を把握すると共に、青少年の運動能力を伸ばすことを目的とした。同様の研究は少ない。また運動・生活のアンケート調査をおこない、今後の縦断的測定の基礎とする。また、発育・発達の観点から適正な運動量の標準値を導き出し、各生徒の体力レベルに応じた水準を設定し、トレーニングプログラム作成の基礎資料とする。

研究方法

1 被検者

被検者は鹿屋市立H中学校生徒男女の123名であり、うち1年生:62名、2年生:32名、3年生:28名であった。以下の記述において、12~13歳(中学1年時)、13~14歳(中学2年時)、14~15歳(中学3年時)をそれぞれ、中1、中2、中3と略記する。検者は本研究の目的、測定機器の特徴や安全性などを生徒たちが理解できるように十分説明をした。また同校の

教頭及び保健体育科の教師が説明した。

2 形態

身長計、体重計によって身長、体重を測定した。インピーダンス法(タニタ社製)により体脂肪量を推定した(写真1)。また栄研式キャリパーによって上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚を測定し、長嶺ら、Brozekらの式を用い、上腕背部と肩甲骨下部の皮下脂肪厚の合計値から体脂肪量を推定した(写真2)。



写真1 インピーダンス法による体脂肪率の測定



写真2 栄研式キャリパーによる上腕背部の皮下脂肪厚の測定

3 有酸素性パワー

Physical Working Capacity (PWC)₁₅₀を求めた。有酸素性能力を測定する際、トレッドミル走などの最大負荷により疲労困憊までおこむ(直接法)ことは危険を伴うので、最大下

負荷による間接法を採用し、電気ブレーキ方式の自転車エルゴメータ（Aerobike 75XL）により、8分から10分の最大下ペダリング運動を行った。負荷は25Wあるいは50Wから始め、3分ごとにイヤースенсаより検出された心拍数に応じて漸増し、心拍数は約150拍/分に達する

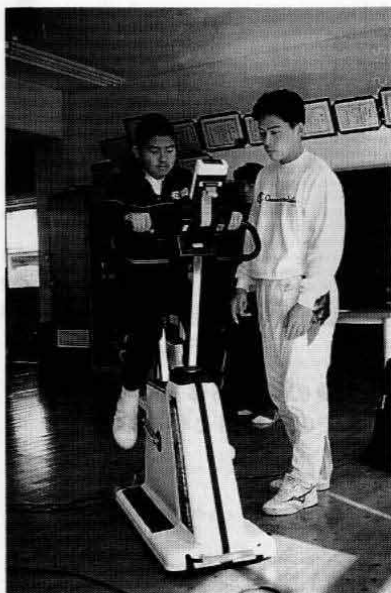


写真3 有酸素性パワーの測定

ように設定した。3段階の負荷と定常状態に達したそれぞれの心拍数との最小二乗法による直線回帰から心拍数が約150拍/分に相当する作業能力を決定した（写真3）。

4 無酸素性パワー

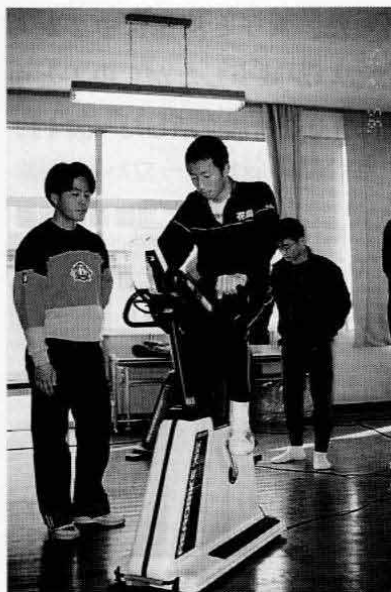


写真4 無酸素性パワーの測定

電気ブレーキ方式の自転車エルゴメータ（AeroDash 2500）により、静止状態から4秒間全力で最大ペダリング運動を行い、瞬発的なパワーを測定した。負荷値は体重の1%とした（写真4）。

5 脚伸展パワー

脚伸展パワー測定装置（AeroPress 3500）

により全力で下肢を伸展するパワーを測定した。本装置はフットプレートに被検者の体重に相当する抵抗がかかるよう制御され、フットプレートの移動速度を検出することからパワーを算出するものである（平野ら1994）。被検者は腰、膝、足関節と屈曲した状態でシートに深く座り、足部をフットペダルにマジックテープで固定し、付属の液晶画面からのスタートのシグナルを合図とし、できるだけ速く、強くフットペダルを前方に押し出す動作を行った。適当な休息をはさみ、この試行を5回繰り返す、上位



写真5 脚伸展パワーの測定

2回の値の平均値を採用した（写真5）。

6 運動・生活のアンケート調査

生徒の日常の運動種目や時間、生活状態等を知るためにアンケート方式で調査を行った。各クラスの担任の先生に依頼し、教室で各生徒が無記名で記入した。

7 測定時期及び場所

体力測定は平成7年2月中に鹿屋市立H中学校の多目的教室で行われた。同教室は測定にあたり十分な広さであった。

8 統計学的分析

各測定項目値は分散分析を用い、多量比較（Scheffeの方法）を行い検討した。統計的有意水準は5%とした。

結 果

1 形態（身長、体重、除脂肪体重）

身長の平均値は女子で中1 151.0cm、中2

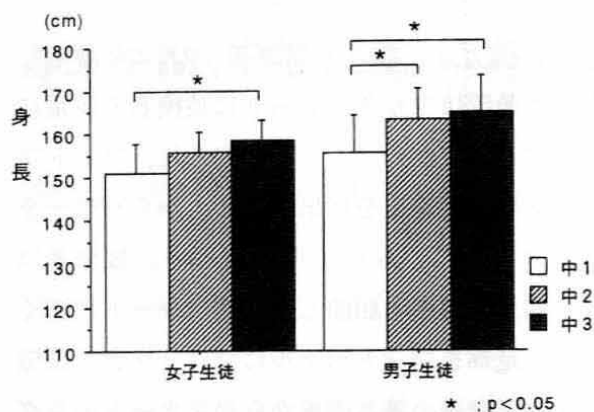


図1 女子及び男子生徒の身長について中学1年から3年までの平均値と標準偏差
星印は5%の統計的有意差を示す(以下省略)

155.6cm、中3で158.2cmであった(図1)。男子ではそれぞれ155.4cm 162.9cm 164.7cmであった。女子では中1と中3に、男子では中1と中2に、また中1と中3に有意な差が認められた。体重の平均値は女子で中1 44.3kg、中2 50.9kg、中3で53.7であった(図2)。男子ではそれぞれ45.3kg 52.1kg 59.1kgであった。男子では中1と中3に、女子では中1と中2に、また中1と中3に有意な差が認められた。

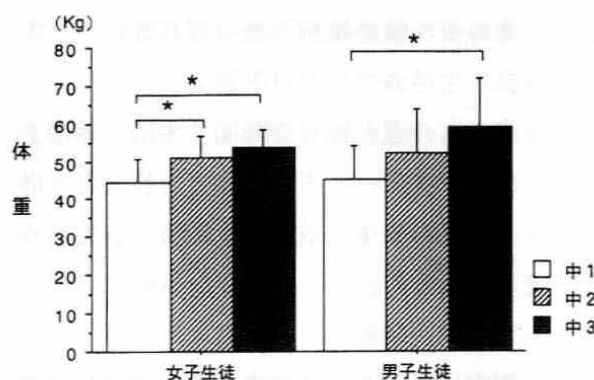


図2 女子及び男子生徒の体重について中学1年から3年までの平均値と標準偏差

インピーダンス方式による体脂肪率(%)から体脂肪量を求め、体重から引いた除脂肪体重を算出した(図3)。女子では有意な変化はなく、ここでは示していないが体脂肪率が女子中1から中2にかけて有意に増加したことから体重の有意な増加は脂肪量の増加といえよう。男子では中1から中3にかけて有意に体重が増加したが、これと対応した除脂肪体重がこの時期

に有意に増加していることから、筋などの活性組織の増加を示すといえよう。

なお栄研式キャリパーによる上腕背部と肩甲骨下部の合計値から推定した体脂肪量の平均値は上記の方法と有意な差は認められなかった。

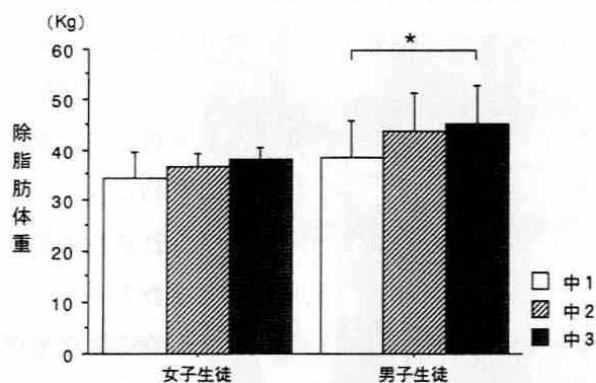


図3 女子及び男子生徒の除脂肪体重について中学1年から3年までの平均値と標準偏差

2 有酸素性パワー

有酸素性能力はPWC₁₅₀として算出されたが、平均値は女子で中1 90.5w、中2 98.2w、中3で95.2wであり、中2から中3へと有意ではないが減少した。男子ではそれぞれ108.0w、136.9w、135.5wであった。女子と同様に中2から中3へと有意ではないが減少したが、中1と中2、中1と中3間には有意な増加を示した(図4)。

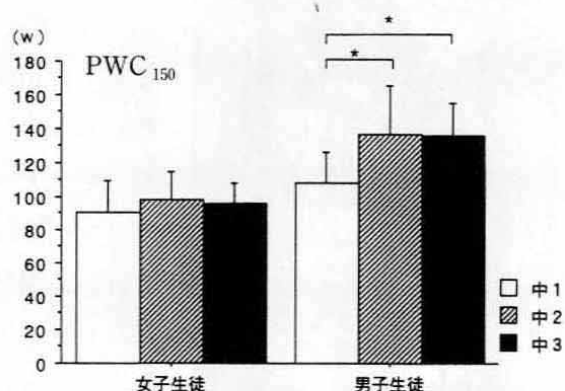


図4 女子及び男子生徒の有酸素性パワー(PWC₁₅₀)について中学1年から3年までの平均値と標準偏差

3 無酸素性パワー

ダッシュ能力の平均値は女子で中1 504.1w、中2 557.3w、中3で537.7wであり、中

2から中3へと有意ではないが減少した。男子ではそれぞれ697.1w、823.4w、928.5wであった。中1と中3間で有意に増加した（図5）。

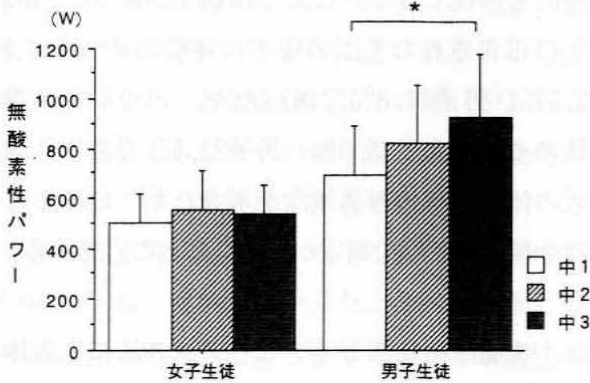


図5 女子及び男子生徒の無酸素性パワーについて中学1年から3年までの平均値と標準偏差

4 脚伸展パワー

脚伸展パワーの平均値は女子で中2で低下し、男子では中3で中2と比較し低下した。しかし、いずれも統計的に有意ではなかった（図6）。

5 相関行列

有酸素性パワー、無酸素性パワー、脚伸展パワー、身長、体重、除脂肪体重間の相関行列をみたのが表1である。男子で有酸素性パワーが身長と最も相関係数が高く、無酸素性パワー、脚伸展パワーでは除脂肪体重で高くなった。女

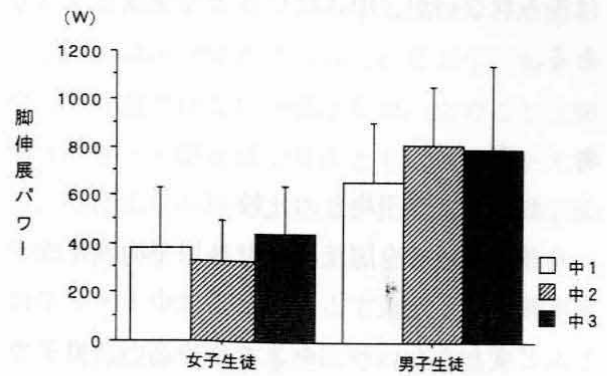


図6 女子及び男子生徒の脚伸展パワーについて中学1年から3年までの平均値と標準偏差

子では男子と比較し、いずれも相関係数は低い。

6 運動・生活アンケート調査

何らかのクラブ活動、同好会に参加している女子の種目は1位 バレーボール、2位 テニス、3位 陸上競技であった。男子の種目は参加者の多い順に、男子が1位 サッカー、2位 野球、3位 テニス、4位 剣道であった。なお3年生の女子生徒は全員いずれのクラブ活動、同好会にも参加していなかった。

クラブ活動時間は中3女子でゼロとなった。男子では中3が1日1時間程度になった。1週間のクラブ活動の日は多い。1日のテレビをみる時間は3時間30分から4時間位で男女で傾向

表1 有酸素性パワー、無酸素性パワー、脚伸展パワー、身長、体重、除脂肪体重間の相関行列

	PWC ₁₅₀ (w)	Anaero Power(w)	Knee Ext Power(w)
PWC ₁₅₀ (w)	1.00	0.61	0.48
Anaero Power (w)	0.61	1.00	0.71
Knee Ext Power (w)	0.48	0.71	1.00
Height (cm)	0.72	0.69	0.56
Weight (kg)	0.62	0.69	0.58
LBM (kg)	0.68	0.77	0.64

男子 n=66

	PWC ₁₅₀ (w)	Anaero Power(w)	Knee Ext Power(w)
PWC ₁₅₀ (w)	1.00	0.52	0.36
Anaero Power (w)	0.52	1.00	0.61
Knee Ext Power (w)	0.36	0.61	1.00
Height (cm)	0.59	0.53	0.35
Weight (kg)	0.56	0.56	0.35
LBM (kg)	0.65	0.61	0.43

女子 n=52

はみられないが、中3になるとやや減るようである。

考 察

1 形態の全国平均との比較

身長について全国及び鹿児島県平均（平成5年度報告）と比較すると、女子は中1・2でほとんど変わらないが、中3でやや高い。男子では中1と中2で約3cmほど高い。体重では女子は中2と中3で約3kgほど重く、男子では各学年とも約2-4kgほど重い。本研究の生徒は体格にやや優れていることがわかる。

多くの文献で欧米の青少年の体格は年々向上していることが報告されている。身長では1980年から1960年にかけて、10年間ごとに9歳で1.3cm、13歳で1.9cmという割合で増加し続けてきたという。我国の文部省の資料でも同様に、1900年と1984年の比較で男女とも約10cm伸びている。このような傾向の背景は栄養摂取状態が改善されたこと、健康管理が進んだこと、社会経済的条件が向上したことがあげられる。さらに興味あることは、身長の年間発育量が最大となる年齢が、最近の20年間で男女とも1歳早まってきているということである。1966年度生まれの子どもたちの年間最大発育量がみられるのは、男子では12歳から13歳、女子では10歳から11歳である。いずれにしろ、子どもたちの生活環境の変化が成熟を促していることがあろう。

2 体脂肪率

人体は脂肪組織とその他にわけて分類され、前者の割合は体重との比（体脂肪率）で表示されることが多い。後者は活性組織であり、重量は除脂肪体重とされる。

都市部の1992年のデータ（小早川ら、1993）は女子、中1：23.2%、中2：24.2%、中3：27.9%、男子、中1：18.3%、中2：17.7%、中3：16.0%であり、女子はほぼ同程度である。しかし男子では中3がH中が20.3%と平均

値で4.3%も高い。測定値に3年の違いがあること、都市部と地方の農業を中心とする本調査地区との違いがあるが、最近の体脂肪率の増加傾向も無視できないことを指摘できよう。1963年に報告された米国の中1の体脂肪率は女子22.5%、男子17.8%であったが、1982年の19年後のそれは女子25.0%、男子23.6%であり、最近の体脂肪率の増加傾向が示された。このことは今後の縦断的な測定が待たれるところである。

3 皮脂厚測定法とインピーダンス法による体脂肪率の比較

図7は皮脂厚測定法とインピーダンス法による体脂肪率の分布図を学年別、性別で比較したものである。学年別で順次増加するが、実際は女子生徒が高い値を示した。インピーダンス法と皮脂厚測定法による体脂肪率に大きな差のある被検者が2人認められた。

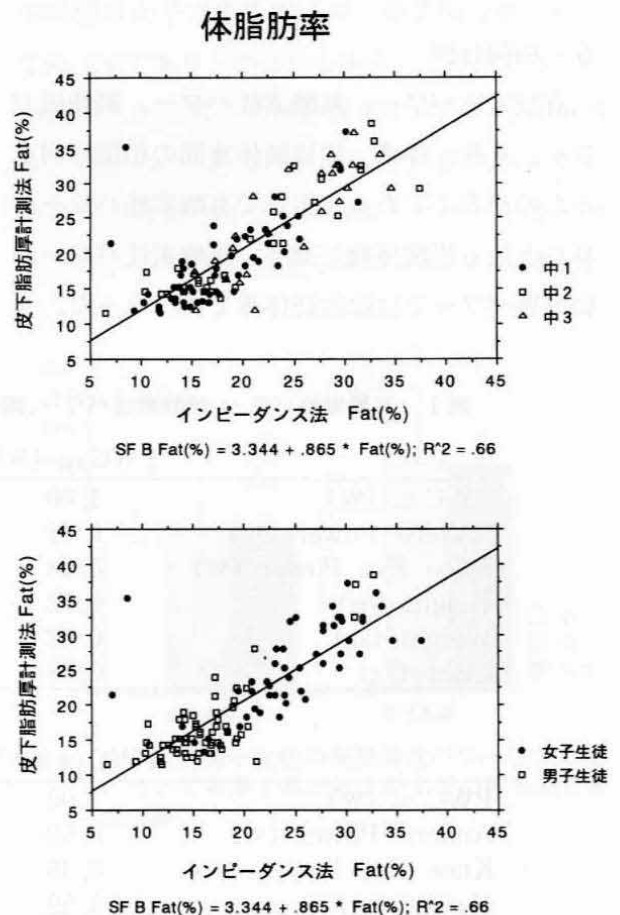


図7 体脂肪率について皮脂厚計測法とインピーダンス法による比較を学年別（上）、性別（下）に示した

4 有酸素性パワー (PWC₁₅₀)

都市部の1992年のデータ（小早川ら、1993）は女子、中1：81.8、中2：77.1、中3：84.9、男子、中1：99.9、中2：107.2、中3：129.6であり、女子・男子共に高い値を示した。持久性については測定値に3年の違いがあることを考慮しても、東京の都市部と比較し鹿屋市のH中学のほうが優れているといえよう。

本研究で男女共、中3の平均値が有意ではないが低下し、増加しなかった。身長、体重とも年齢に伴い増加したことを考えると有酸素性パワーの発達の停滞を示すと考えられる。

本研究で有酸素性作業能力について、最大作業となる最大酸素摂取量ではなく最大下のPWC₁₅₀を測定したが、次の点で有利であった。学校での体力測定のように比較的短時間で多数の測定を必要とする場合、最大酸素摂取量は不向きであること、また、測定のための設備、熟練した検者を必要とする。さらに、生徒を最大努力まで追い込むのには危険が伴う。本研究でのエルゴメータの使用はプログラム内蔵で測定が容易であるが、一定の装置が必要であること、イヤースエンサーの脈波の読み取りに誤動作がたまに認められることが留意点としてあげられる。

5 無酸素性パワー

本研究で女子の中3の平均値で有意ではないが低下し、増加しなかった。PWC₁₅₀同様、身長、体重とも年齢にともない増加したことを考えると今後の縦断的測定において慎重な検討を要する。

6 脚伸展パワー

都市部のデータとの比較（小早川ら、1993）は女子、中1：396.4、中2：467.5、中3：464.4、男子、中1：487.5、中2：625.7、中3：765.2wであり、各学年で男子は100から250w程高い値を示した。測定値に3年の違いがあ

ることを考慮しても、都市部と比較しH地区の中学生のほうが優れているといえよう。女子で中2で有意ではないが低下した。このことは脚伸展パワーの測定値で男女ともばらつきが大きく、特に女子の場合、筋力が比較的強く測定動作に不慣れなことも関係すると考えられる。

7 発育に応じた各基礎体力の目標値

12から14歳では形態発育のばらつきが大きいことから男子についてこの時期を暦の年齢にわけず、身長と有酸素パワー、LBMと無酸素性パワー、脚伸展パワーというように分布と回帰式を求めた。

個々人の身長はよく発育程度を表すので身長と有酸素パワーの回帰式から個々の有酸素パワーの目標値を決めることが可能と考えられる。同様に筋力の要素が加わる無酸素性パワー、脚伸展パワーとLBMの回帰式から個々のLBMからそれぞれの目標値を設定できよう。

8 運動時間の低下と基礎体力の低下

学校でのクラブ活動時間は高学年になるにしたがって低下する。中3の女子では全員、部活動をやめ、中3の男子ではほとんどがやめ、活動を続ける男子でも1日、1時間となる。このことは身長や体重の成長に伴って、有酸素性能力が伸びていないこと、平均値では逆に低下することと対応する。また、脚伸展パワーも男子で中1から2へと伸びるのに対し、中3で停滞している。無酸素性パワーで男子で学年が上がると増加している。これと対応して体重も増加しているが、体脂肪率も増加しているため不活性組織の増大による体重増加ともみれる。また、自転車エルゴメータの特性として、最大努力時の腰を上げたクランキングによる体重の影響を否定できない。このエルゴメトリーとしての欠点は認識する必要があるだろう。

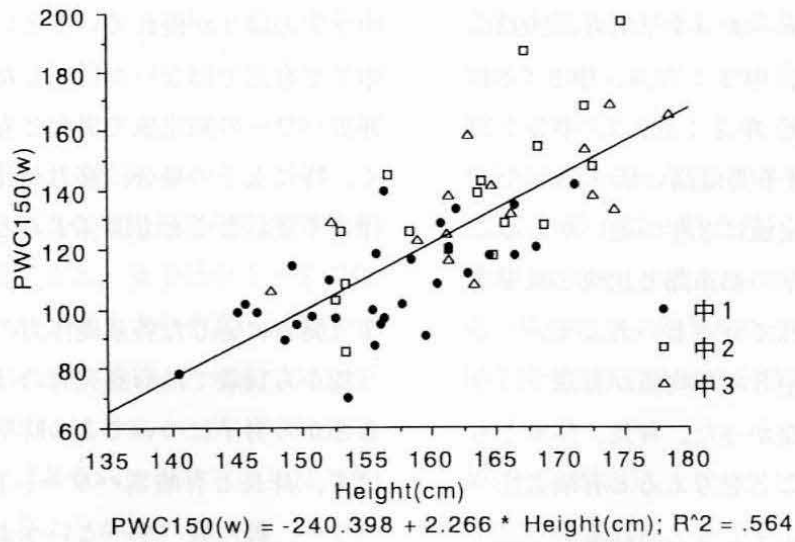


図8 各学年の男子中学生の個々人の身長から有酸素性パワー (PWC₁₅₀) を求める回帰式と分布図

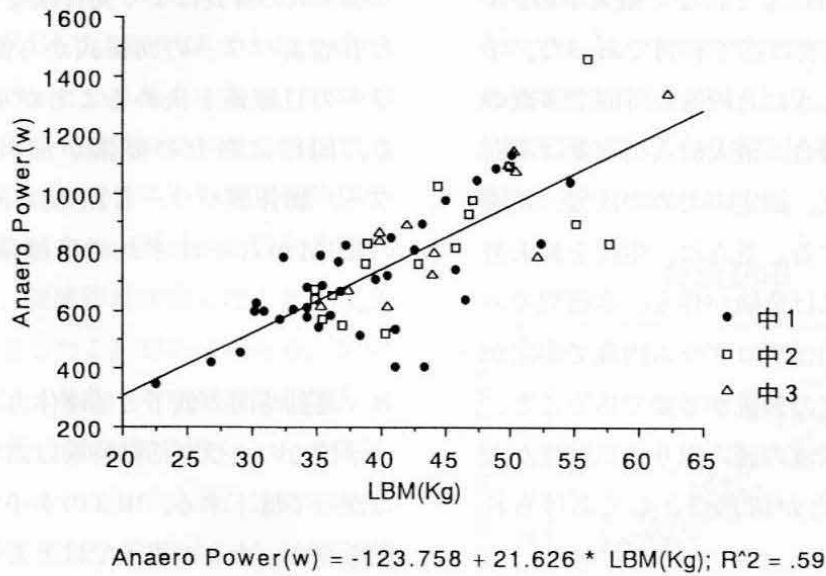


図9 各学年の男子中学生の個々人の除脂肪体重から無酸素性パワーを求める回帰式と分布図

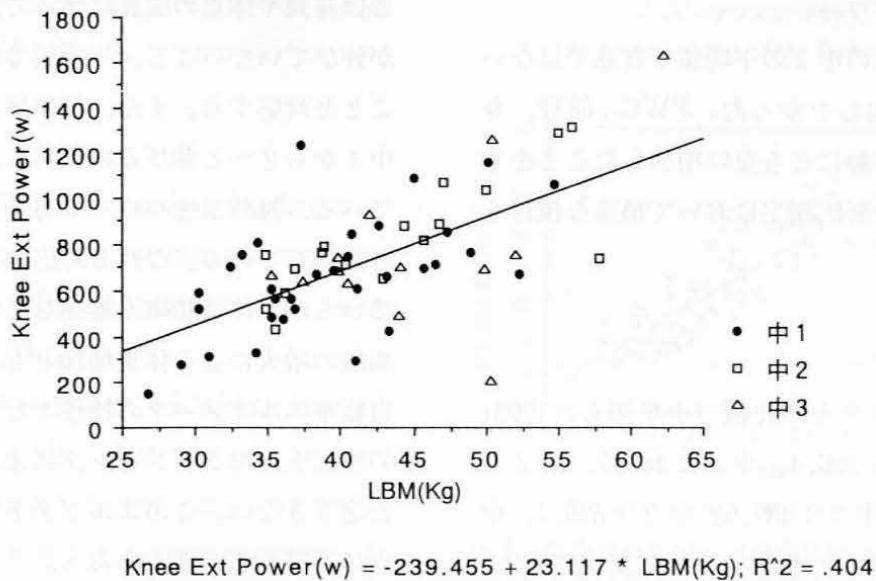


図10 各学年の男子中学生の個々人の除脂肪体重から脚伸展パワーを求める回帰式と分布図

これまで世界各国の研究によっても運動の不足が指摘されてきた。最近でも青少年の運動量の低下が調査され、その測定方法と共に問題点が提議されている (Janz ら 1995)。骨格、呼吸循環系等の発達期にある青少年期にとって必要な運動量を割り出すことの重要性とその運動実施の最も個人にあった質（運動やスポーツのタイプ）と量（継続時間）の提示が早く望まれる。本研究では男子について個々人の身長から有酸素パワー、除脂肪体重から無酸素パワー、脚伸展パワーの標準値を決めることも提案した。これらの回帰式については、今後ともデータ数を増やしながらか検討したい。

要 約

青少年段階における各生徒の個別的な体力目標を設定し、効果的なトレーニングプログラムを作成するための基礎研究として、鹿屋市立H中学校の1年生から3年生の男女生徒123名について、形態、有酸素性パワー（PWC₁₅₀）、無酸素性パワー、脚伸展パワーの測定及び運動・生活調査を試みた。

男女中学生の各段階で身長、体重、除脂肪体重は増加するが、有・無酸素性パワー、脚伸展パワーに停滞がみられた。これは運動・生活調査での運動時間が低下することと対応した。特に男女で中学3年期での運動量が低下した。個々の男子生徒の発育に応じた各基礎体力の目標値について身長の値から有酸素性パワー、除脂肪体重から無酸素性パワー、脚伸展パワーの目標値を決める回帰式を算出した。

謝 辞

本研究をすすめるにあたり、鹿屋市立H中学校の校長先生、教頭先生、並びに保健体育の先生には積極的にご協力いただいた。また、生徒

の皆さんは測定エルゴメータなどに関心を示し、授業の合間に熱心に参加していただいた。また、斉藤和人（保健管理センター）、平田文夫・田口信教・荻田 太（コーチ学講座）、芝山秀太郎（スポーツ科学講座）先生の援助、助言を得た。記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 文部省体育局：平成6年度体力・運動能力調査報告書。1995。
- 2) 跡見順子：呼吸・循環器の発達と身体運動。臨床スポーツ医学3：163-171、1986。
- 3) 小早川智治、宮下充正、岡川暁：体力・運動能力の発達、東京大学教育学部付属中・高等学校生徒を対象として。東京大学教育学部紀要、33：257-268、1993。
- 4) 宮下充正編著：一般人・スポーツ選手のための体力診断システム。ソニー企業。1986。
- 5) 柰子耕一：発育期の体力・運動能力の発達と運動。スポーツ医学からみた年代別・性別スポーツ指導：34-37。文光堂。1994。
- 6) (財)日本オリンピック委員会：スポーツカリキュラムガイドブックー子どもの筋力トレーニングを考えるー。1990。
- 7) 高石昌弘、小島武次、樋口 満：からだの発達。大修館書店。1981。
- 8) 日本学校保健会：学校保健の動向。平成4年度版。東山書房 1992。
- 9) Janz, K.F. Witt, J. and Mahoney, L.T. : The stability of children's physical activity as measured by accelerometry and selfreport. Med. Sci. Sports Exerc. 27:1326-1332、1995。
- 10) 小沢治夫、合田浩二：発育期におけるレジスタンストレーニング。トレーニング科学4：55-64、1992。
- 11) 平野裕一、野口秋実、宮下充正：加齢にともなう脚伸展パワー値の変化とその評価。体力科学。43：113-120、1994。