

## 高等専門学校の最大無酸素パワー

### Maximal anaerobic power of sutudents at college of technology

石崎聡之、安松幹展\*、石原啓次\*\*、内丸仁\*\*、戸莉晴彦\*

Satoshi ISHIZAKI, Mikinobu YASUMATSU, Keiji ISHIHARA,  
Jin UCHIMARU, and Haruhiko TOGARI

#### I. 緒言

高等専門学校は15~20歳までの5年間一貫教育であり、同じ環境に5年間在学することから学生生活の在り方が発育発達に大きな意味を持つことが予想される。近年、身長および体重といった形態が大型化する一方で、青少年の体力および運動能力の低下が報告され<sup>10)</sup>、身体の発育発達に関する大きな問題として提起されている。この体力および運動能力の低下の原因としてはまず運動不足が挙げられる。石崎らは高等専門学校生に新体力テストを行った結果、日常定期的に運動をしている運動群が運動を行っていない非運動群に比べて体力水準が高いことを報告し<sup>7)</sup>、継続的な運動習慣の有無が学生の体力に大きな影響を及ぼすことを示唆している。

青年期においては、体力要素の中でも瞬発的な要素である最大無酸素パワーの発達が完成に向かう時期であるとされている<sup>14)</sup>。また、Thorlandらは青少年の無酸素的パワーにおいては、14、15歳前後を境にスポーツ活動の内容を反映した無酸素性パワーの変化が表れはじめるとしており、この時期における運動習慣が無酸素パワーに影響を及ぼすことを示唆している<sup>16)</sup>。

この無酸素パワー、特に最大無酸素パワー(Maximal Anaerobic Power: MAnP)については、

競技パフォーマンスと有意な正の相関があることから<sup>18)</sup>、これまでに多くの競技種目で測定が行われている<sup>1, 6, 13, 15)</sup>。また、測定機器等の進歩によりコンピュータ制御の電磁式自転車エルゴメータが開発され、短時間で簡易なMAnPの測定が可能となっており<sup>12)</sup>、多くの研究機関、スポーツクラブ、および学校等で普及しつつある。しかし、無酸素パワーに関する先行研究の多くはスポーツエリートを対象としており<sup>13, 15)</sup>、一般学生の報告は少ない。清野と山本<sup>14)</sup>は、高等専門学校生の最大無酸素パワーを測定しているが、1~3年生までの低学年であり、さらに、運動習慣については比較がなされていない。

そこで、本研究では高等専門学校生を対象に、運動習慣の有無がMAnP及ぼす影響について検討し、今後の体育科教育のための基礎的資料を得ることを目的とした。

#### II. 研究方法

##### 1. 被験者

被験者は高等専門学校の第4、5学年に在籍する男子学生26名であった。実験に先立って、被験者には本実験の目的、内容、手順などについて口頭および文章で説明し、了承を得た上で被験者としての同意書を得た。

Table 1. Physical characteristics of the subjects

| Groups           | Age<br>(years) | Stature<br>(cm) | Body Weight<br>(kg) | %Fat<br>(%) | Body Fat<br>(kg) | LBM<br>(kg) |
|------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------|------------------|-------------|
| Trained (n=13)   | 19.5 ± 0.5     | 172.7 ± 3.5     | 63.5 ± 4.7          | 11.5 ± 1.8  | 7.3 ± 1.7        | 55.7 ± 3.2  |
| Untrained (n=13) | 19.5 ± 0.5     | 172.1 ± 5.8     | 61.0 ± 6.1          | 11.9 ± 1.6  | 7.3 ± 1.5        | 53.7 ± 5.1  |
| Normal*          | 20             | 171.0           | 63.30               | 16.1        | 10.2             | 53.1        |

\*From reference 17)

被験者は運動部に所属し（野球、バスケットボール、サッカー）、継続的に運動を行っている運動群（ $n=13$ ）と運動部に所属しておらず、継続的な運動を行っていない非運動群（ $n=13$ ）とにグループ分けした。彼らの身体特性は表1に示した。なお、運動群においては週に5～6日、1回約2時間の定期的なトレーニングを行っていた。一方、非運動群は保健体育の授業（100分/週）以外は運動を行っていなかった。

## 2. 測定項目

### (1) 体脂肪率

体脂肪率は上腕背部および肩甲骨下部の2部位の皮下脂肪厚を栄研式皮脂厚計（明興社製）を用いて、NagamineとSuzukiの方法<sup>13)</sup>に準じて測定し、その結果からBrozekらの式<sup>9)</sup>より体脂肪率（%Fat）を算出した。また、算出した%Fatから体脂肪量（Body Fat）と除脂肪体重（Lean Body Mass:LBM）を求めた。

### (2) 最大無酸素パワー

最大無酸素パワーの測定は中村らの方法に従い<sup>12)</sup>、電磁式自転車エルゴメータ（POWERMAX-V II：COMBI社製）を用いて行われた。測定は2分間の休息を挟んで、異なる3種類の負荷で10秒間の全力ペダリングを行わせ、各試行の最大ペダル回転数と負荷との関係を直線回帰し、その結果からMANPおよび体重当たりのMANP（MANP/BW）を算出した。また、3回の全力運動時のピークパワーについても求めた。

## 3. 実験期間および環境条件

全ての実験は2000年5月から8月にかけて小山工業高等専門学校にて実施した。実験期間中の平均室温は $19.7 \pm 2.4^\circ\text{C}$ および相対湿度は $58.1 \pm 13.0\%$ であった。

## 4. 統計処理

本文および図表に示された測定値は全て平均±標準偏差（Mean±SD）で示した。運動群と非運動群との平均値の差の検定については対応のないstudentのt-testを用いた。有意水準は危険率5%未満とした。

## III. 結果

### (1) 被験者の身体特性

被験者の身体的特性については、身長、体重、%Fat、Body FatおよびLBMのいずれの項目についても運動群と非運動群との間に有意な差はみられなかった。また、今回の被験者と同年代の男性の標準値<sup>17)</sup>と比較すると、本研究の被験者はやや大柄であり、低い体脂肪率を示していた。

### (2) MANPおよびMANP/BW

MANPを図1に示した。運動群のMANPは $843.1 \pm 70.9\text{watt}$ であり、非運動群（ $733.1 \pm 76.5\text{watt}$ ）と比較して有意に高い値が示された（ $P<0.05$ ）。

また、両群の体重当たりのMANP/BWはそれぞれ運動群が $13.4 \pm 0.8\text{watt/kg}$ 、非運動群は $12.3 \pm 1.0\text{watt/kg}$ であり、絶対値と同様に運動群の方が有意に高かった（ $P<0.05$ ）。

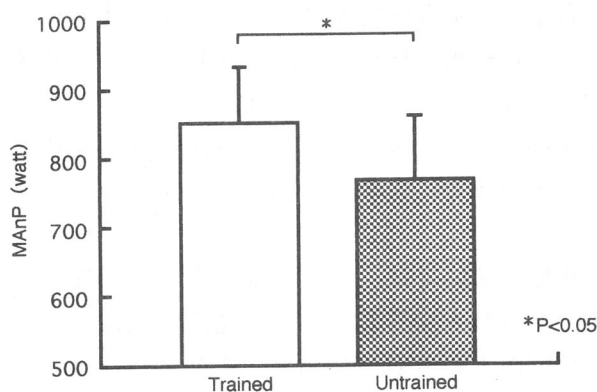


Fig.1 Comparison of MANP between Trained and Untrained

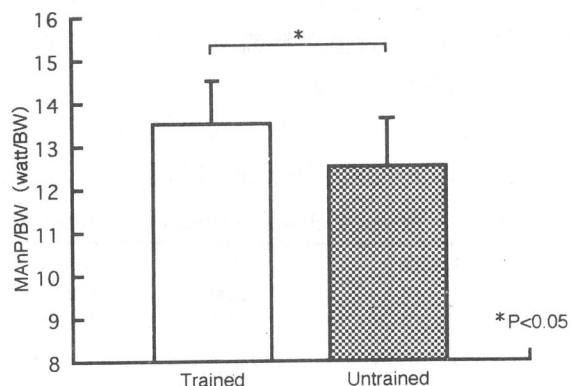


Fig.2 Comparison of MANP/BW between Trained and Untrained

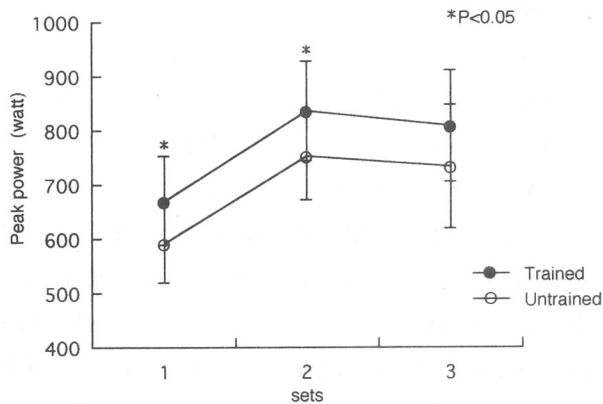


Fig.3 Difference in peak power during 3sets

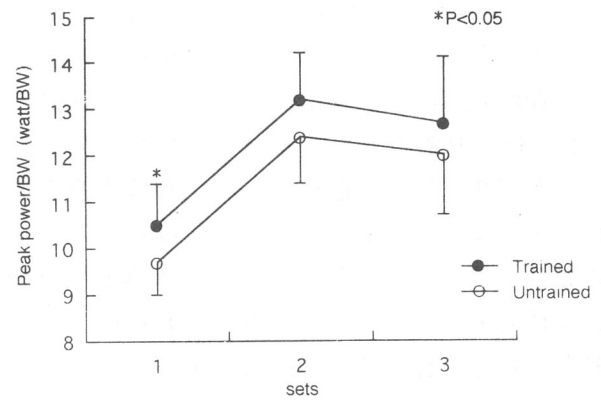


Fig.4 Difference in peak power/BW during 3sets

### (3) 各全力運動時のピークパワー

図3および4に3回の全力運動時に得られたピークパワーを示した。各試行とも非運動群に対して運動群の方が高いピークパワーであり、特に、1,2回目は有意な差がみられた(1回目:  $P<0.05$ 、2回目:  $P<0.05$ )。また、体重当たりのピークパワーについても運動群の方が非運動群に対して高い傾向があり、1回目の試行では有意な差が観察された ( $P<0.05$ )。

### 考 察

本研究では無酸素性パワーの指標として自転車エルゴメータによる最大無酸素パワー (MAnP) を、高等専門学校の男子学生を対象に運動群および非運動群とにグループ分けして比較検討した。その結果、運動群 ( $851.8 \pm 81.3W$ ) が、非運動群 ( $767.2 \pm 93.2W$ ) よりも、約100W高い結果となった。さらに、MAnP/BWについても非運動群 ( $12.3 \pm 1.0\text{watt/kg}$ ) に対して運動群 ( $13.4 \pm 0.8\text{watt/kg}$ ) の方が約1watt有意に高い結果となり、定期的な運動習慣のある運動群の方が優れたMAnPを発揮できることが明らかになった。これはThorlandら<sup>16)</sup>の結果、つまり青少年の無酸素的パワーにおいては、この時期における運動習慣が無酸素パワーに影響を及ぼすことを示唆している。

今回得られたMAnP値をこれまで報告された日本の競技選手(一流選手)と比較してみると<sup>13)</sup>、最も高いバレーボール選手の1215Wには遠く及ばないものの、運動群では距離スキー選手(888W)や水泳選手(871W)とほぼ同じパワーを発揮できることが分かった。非運動群においても長距離陸上競

技選手(786W)に近い値であった。また、MAnP/BWについては運動群 ( $13.5 \pm 1.0W/kg$ ) は長距離陸上選手 ( $13.7W/kg$ )、体育専攻学生 ( $13.4W/kg$ )、レスリング ( $13.2W/kg$ ) と同程度であり、非運動群 ( $12.5W/kg$ ) では水泳選手 ( $12.7W/kg$ ) と同程度であった。これらのMAnPおよびMAnP/BWの結果は全ての運動能力の優越を示すわけではないが、高等専門学校生であっても運動習慣の有無に関わらずある程度の脚筋力を備えていると推察できる。

Manningらは週に4回以上の高強度運動を行っている大学生被験者にWingate testを用いてMAnPを測定したところ、股関節周辺筋群との間に有意な相関関係があったことを報告している<sup>8)</sup>。さらに、船渡は等速性筋力測定器により測定された股関節伸展・屈曲筋力の値の高い者が、ペダリング開始直後の股関節トルク発揮に優れ、それがMAnPに結びついているとしている<sup>4)</sup>。今回の被験者の身体特性はグループ間に差がみられず、除脂肪体重 (LBM) についても差がなかった。したがって、筋量が両グループとも同量であると考えられるため、パワーに有意な差が観察されたことは運動群がより高い脚筋力を有していたと考えられる。

また、図3, 4にも示されているように、3回の全力運動時のピークパワーはいずれも運動群で高い傾向を示した。MAnPは短時間の全力運動で発揮されるパワーであり、エネルギー供給機構が無酸素性過程のため<sup>9)</sup>、ATP-CP系に大きく依存している<sup>6)</sup>。したがって、より高いパワーが得られている運動群はエネルギー源であるクレアチンリン酸の貯蔵量が多いことやADPからATPへの再合成速度などが非常の速いことも推測される。さらに、

MANPの測定が異なる負荷を2分の休息を挟んで3回行う短時間の高強度間欠的運動と捉え、そのエネルギーはATP-CP系だけでなく、有酸素系の依存度も高い<sup>3, 5)</sup>。特に、山本は間欠的運動の後半にATP-CP系のエネルギーをどれだけ発揮できるかがATP-CP系の能力でなく、有酸素系の能力によって規定されるケースもあり得るとし、その重要性を示唆している<sup>19)</sup>。石崎らは高等専門学校生に新体力テストを行った結果、運動群の方が非運動群に対して有意に高い持久力を持っていることを指摘している<sup>7)</sup>。今回の2、3回目のピークパワーについても、運動群の方が高い値を示しており、有酸素系の能力が関係したと推測される。このような理由から、非運動群においては有酸素系の能力不足から2分間の休息期に十分なATP-CP系の能力の回復がなされておらず、この原因がMANPに影響を及ぼしているものと考えられる。

まとめると、高等専門学校生の最大無酸素パワー(MANP)は非運動群に比べて、継続的な運動習慣のある運動群において大きいことが明らかになった。これらの差は体育実技の中で、パワー発揮の反復を伴う種目、例えば、サッカーや、バスケットボールなどのゲーム中に影響を及ぼすと考えられ、指導の際に注意を伴うものと考えられる。また、上級生である4、5年生においてパワーの差がみられたことから、定期的な運動習慣が適切に身体の発育発達を促していると考えられた。今後は被験者数を増やし、低学年からの縦断的なデータを集めることが必要であり、それらの資料がより適した体育授業につながっていくものと考えられる。

## 要 約

- 1) 本研究は高等専門学校生のMANPを測定し、運動習慣の違いがどのような影響を及ぼすかを明らかにし、体育科教育の基礎的資料を得ることを目的とした。
- 2) 被験者として、高等専門学校の第4、5学年に在籍する男子学生26名を用い、運動部に所属し、継続的に運動を行っている運動群(n=13)と運動部に所属しておらず、継続的な運動を行っていない非運動群(n=13)にグループ分けした。
- 3) 被験者の%Fat、Body Fat、LBMを求めた。

また、電磁式自転車エルゴメータを用いて、最大無酸素パワーを測定した。

- 4) 被験者の身体特性はいずれの項目についても運動群と非運動群との間に有意な差はみられず、一般人との比較では、本研究の被験者の方がやや大柄であり、低い体脂肪率を示した。一方、MANPは運動群のMANPは $843.1 \pm 70.9$  watt、非運動群は $733.1 \pm 76.5$  wattであり、運動群の方が有意に高い値であった( $P < 0.05$ )。MANP/BWは非運動群( $12.3 \pm 1.0$  watt/kg)に対して運動群( $13.4 \pm 0.8$  watt/kg)の方が有意に高かった( $P < 0.05$ )。
- 5) 以上の結果から、高等専門学校生のMANPは非運動群に比べて、継続的な運動習慣のある運動群において大きいことが明らかになり、定期的な運動習慣が適切に身体の発育発達を促していると考えられた。

## 引用文献

- 1) Bar-or, O. : The wingate anaerobic test an update on methodology, reliability and validity. Sports Med. 4 : 381-394. 1987
- 2) Brozek, J., F. Grande, J. T. Anderson, and A. Keys : Densitometric analysis of body composition. Revision of some quantitative assumptions. Ann. N.Y. Acad. Sci., 110 : 113-140, 1963
- 3) Fox, E. L., S. Robinson, and D. L. Wiegman : Metabolic energy sources during continuous and interval running. J. Appl. Physiol. 27 : 174-178, 1969
- 4) 船渡和男 : クランキングによる自転車ペダルへのパワー発揮. J. J. Sports Sci. 11 : 194-199. 1992
- 5) Gaitanos, G. C. : Human muscle metabolism during Intermittent maximal exercise. J. Appl. Physiol. 75 : 712-719, 1993
- 6) 伊坂忠夫、高橋勝美 : 大学カヤック・カヌー選手の有酸素性ならびに無酸素性パワーと筋厚の特徴. 体力科学, 47 : 295-304, 1998
- 7) 石崎聡之、石原啓次、三原大介、塩入俊次 : 新体力テストから見た高等専門学校生の体力. 小山工業高等専門学校紀要 32 : 37-43, 2000
- 8) Manning, J. M., C. D. Manning, and D. H. Perrin,

- Factor analysis of various anaerobic power test. J.Sports Med.Phys.Fitness.28 : 138-144、1988
- 9) Margaria,R., P.Aghemo, and E.Rovelli. : Measurement of muscular power (anaerobic) in man. J.Appl.Physiol. 21 : 1662-1664, 1966
- 10) 文部省体育局：平成9年度 体力・運動能力調査報告書.文部省体育局：東京、1998
- 11) Nagamine,S., and Suzuki,S. : Anthropometry and body composition of Japanese young men and women.Human Biol.36 : 919-924、1964
- 12) 中村好男、武藤芳照、宮下充正:最大無酸素パワーの自転車エルゴメータによる測定法. J.J. Sports Sci. 3 (10) : 834-839, 1984
- 13) 中村好男 :アネロビックパワーから見たスポーツ選手の体力. J.J.Sports Sci. 6 (11) : 697-702, 1987
- 14) 清野哲也、山本浩貴:男子高専生における最大無酸素パワー能力の発達について. 木更津工業高等専門学校紀要 30: 171-174, 1997
- 15) 鈴木滋、戸荻晴彦、磯川正教、田島幸三. サッカー選手の最大無酸素パワー. 昭和63年度 日本体育協会 スポーツ医・科学研究報告 No. 競技種目別競技力向上に関する研究 -第12報- : 237-244,,1988
- 16) Thorland,W,G.,G.O.Johnson,C.J.Cisar,T.J. Housh,and G.D.Tharp : Strength and anaerobic responses of elite young female sprint and Distance runners. Med.Sci.Sports Exec.19 : 56-61, 1987
- 17) 東京都立大学体育学研究室：日本人の体力標準値. 第4版、東京、不昧堂出版、1989
- 18) 山本憲司、伊坂忠夫、高橋勝美、櫻間幸次：オフシーズントレーニング男子大学ボート選手の無酸素性パワーと筋厚に与える影響. 体力科学, 49 : 469-480、2000
- 19) 山本正嘉：AnaerobicとAerobicの二面性を持つ運動をとらえる-間欠的運動のエナジェティクス-. J.J.Sports Sci. 13 (5) : 607-615, 1994

「受理年月日 2000年9月29日」

