

縦断的測定からみた男子児童・生徒の
Aerobic Power の発達

Developmental Pattern of Aerobic Power
in Japanese Boys
—A Longitudinal Study—

小林 寛道* 三浦 望慶* 松井 秀治*

Kando KOBAYASHI*, Mochiyoshi MIURA* and Hideji MATSUI*

Maximal aerobic power was measured for 5-6 successive years in 50 Japanese school boys starting from the ages of 9-10 and 12-13 years. A method of treadmill running was used to measure aerobic power. The boys were divided into two groups, i.e. Group-K and Group-F. Group-K consisted of seven boys tested annually from 9-10 years of age. The subject's training program consisted of activities such as endurance running, soccer, basketball and jump rope under a school teacher's guidance in elementary school days. Group-F consisted of 43 boys (average school boys) tested annually from 12-13 years of age to 17-18 years.

Aerobic power for Group-K was 1.16 l/min and 1.77 l/min at the ages of 9.7 and 12.7 years, respectively. A rapid increase in aerobic power was observed between the ages of 12.7 and 14.7 years to reach the peak value of 3.13 l/min at the age of 14.7 years. Aerobic power per 1 kg of body weight was 47.5, 47.0 and 63.2 ml/kg.min at the ages of 9.7, 12.7 and 14.7 years, respectively. Aerobic power for Group-F increased from 1.91 l/min (45.0 ml/kg.min) to 3.05 l/min (51.8 ml/kg.min) between the ages of 13.2 and 18.2 years.

The developmental curves of aerobic power for individual subject were classified into nine different patterns of development in the combination with Type I, II, III, and Form a, b, c. The classification was carried out on the basis of the difference in time when the peak value was obtained (Type I, II, III) and of the process to reach the peak value (Form a, b, c).

The peak value of aerobic power for Type I, Type II and Type III was obtained at the school age of first, second and third grade of high school, respectively. The peak value of aerobic power averaged 3.05 l/min for Type I, 3.21 l/min for Type II and 3.12 l/min for Type III. Aerobic power in Form a increased more than 20% between the ages of 12-13 to 13-14 years. Aerobic power in Form b increased more than 20% in a year after the age of 13-14 years, even though the increment in aerobic power was less than 20% between the ages of 12-13 and 13-14 years. Aerobic power in Form c did not increase over a rate of 20% in every one year during the period of observation.

The peak values of aerobic power for Form a, Form b and Form c were 3.34 l/min, 3.01 l/min and 2.91 l/min, respectively. The peak value of Form a was significantly ($P<0.01$) larger than that of Form b, and of Form c. The high values of 3.44 l/min and 3.47 l/min were obtained in the Pattern IIa (Type II—Form a) and in the Pattern IIIa (Type III—Form a), respectively. It might be suggested from the present study that the magnitude of peak value in aerobic power was related to the pattern of development, which might be effected on physical activities during the period of junior high school and also of elementary school.

* 名古屋大学総合保健体育科学センター

* Research Center of Health, Physical Fitness and Sports, Nagoya University

青少年の Aerobic Power に関する研究は、これまで数多く発表されてきたが、その多くは、横断的測定にもとづくものであり、縦断的測定による Aerobic Power の発達に関する研究報告は数少ない^{1, 2, 7-9, 18)}

思春期発育期における形態や、身体諸機能の発達については、少なからぬ個人差があり、横断的測定にもとづいて平均値化した発育発達のパターンは、必ずしも、個体としての発育発達の様子をあらわしているとは限らないとされている。²¹⁻²³⁾

日本人男子児童・生徒の縦断的測定による形態の発育発達パターンについては、これまで多くの研究結果が報告されているが^{11-13, 16, 17, 20, 21, 26)}、全身運動における呼吸循環機能の指標として、最も信頼されている Aerobic Power の個人別な発達パターンは、これまで明らかにされていない。

本研究は、5～6年間の縦断的測定にもとづいて、男子児童・生徒の Aerobic Power の発達の様子をとりえるとともに、日常的な身体活動が、Aerobic Power の発達パターンに、どのような影響をもっているかを考察することを目的として実施したものである。

研究 方 法

被検者は、9才から18才の男子児童・生徒50名で、次の2つの被検者群(K群, F群)にわけられている。

K群(7名):小学4年(9-10才)の時から、Aerobic Power の測定を開始した。このうち、5名については高校1年(15・16才)まで、2名については中学3年(14・15才)まで、毎年1回測定を実施した。第1回目の測定は、1967年に行なった。

K群の被検者には、小学生期に体育教師の指導で、身体トレーニング^{注1)}(持久走、ナワ跳び、各種運動)が体力づくりを意図して行われた。中学進学後は、4名が運動部活動(水泳、サッカー、野球。1日1～1.5時間、週4～5回)に参加した。高校進学後は、2名(サッカー部、ハンドボール部)を除き、運動部活動への参加がなかった。

F群(43名):60名を対象として、中学1年

(12・13才)から高校3年(17・18才)まで、毎年1回 Aerobic Power の測定を実施したが、5年間を通しての測定条件を満たした43名を、本研究のF群の被検者とした。第1回目の測定は、1968年、1969年、1970年の名古屋大学教育学部附属中学校新入生について実施した。

身長、体重、及び Aerobic Power の測定は、名古屋大学体育実験室において行なった。

Aerobic Power の測定には、トレッドミル上のランニングによる速度漸増負荷法(固定斜度8.6%)を用いた。^{10, 15)} 呼気ガスは、1分毎にダグラスバッグ法により採集し、サンプルガスをショランダー微量ガス分析器、ベックマン生理用ガス分析器(160型)、及び瞬時呼気ガス分析装置(三栄測器社製)でO₂及びCO₂濃度を分析した。

最大酸素摂取量の決定には、1)運動中最高心拍数の水準(>180拍/分)、2)レベリング・オフ(<±150 ml/min.)²⁵⁾ 3)呼吸商(>1.1)を指標とし、2項目以上を満たした場合を、最大酸素摂取量として採用した。^{10, 19)}

被検者各個人について、身長、体重の発育曲線、及び発育速度曲線を描き、発育速度曲線から、最大発育速度が出現した年令^{21, 24)}をもとめた。F群の被検者については、測定が中学1年から開始されたので、発育速度曲線を描くための補助的資料として、小学生期に各在学校で行われた身体計測値(身長、体重)を用いた。

本研究資料の統計的分析には、Winer²⁷⁾の示した分散分析法(a single-factor and/or a multi-factor analysis of variance with the repeated measures on one factor)を用いた。有意差がみられた群間の分析には、Newman-Keuls test²⁷⁾を用いた。

結 果

身長、体重、及び Aerobic Power の測定結果を、K群について<表1>、F群について<表2>に示した。

1. 平均値からみた Aerobic Power の発達

K群の Aerobic Power の平均値は、小学4年(9.7才)で、1.29 ℓ/minであった。この値は、

Table 1. Longitudinal data for subjects of K-group (boys engaged in physical training program in elementary school days)

Items \ School Age	Elementary School 4	5	6	Junior High School 1	2	3	High school 1
Age (years)	9.69 (0.36)	10.69 (0.36)	11.69 (0.36)	12.69 (0.36)	13.69 (0.36)	14.69 (0.36)	15.78 (0.38)
Number of Subjects	7	7	7	7	7	7	5
Body Height (cm)	131.3 (1.36)	135.4 (1.38)	140.7 (2.00)	146.8 (3.63)	156.2 (2.80)	162.9 (3.19)	166.4 (2.98)
Body Weight (kg)	27.1 (1.02)	29.4 (1.19)	32.2 (2.02)	37.7 (2.25)	43.5 (1.65)	49.5 (2.66)	53.5 (3.13)
Max. Ventilation (STPD) (l/min)	38.8 (2.46)	45.3 (7.30)	47.6 (11.76)	62.8 (9.40)	73.3 (4.59)	95.3 (11.18)	84.7 (10.17)
Max. Oxygen Intake (l/min)	1.29 (0.08)	1.42 (0.15)	1.55 (0.20)	1.77 (0.13)	2.54 (0.15)	3.13 (0.27)	3.00 (0.28)
Max. Oxygen Intake per Body Weight (ml/kg·min)	47.5 (2.55)	49.8 (4.53)	49.2 (4.67)	47.0 (4.36)	57.7 (1.99)	63.2 (4.05)	56.0 (2.31)
Max. Heart Rate (beats/min)	196.9 (3.8)	195.2 (6.0)	—	191.9 (4.0)	199.0 (3.9)	190.1 (6.9)	192.7 (8.5)
Max. Respiratory Rate (freq./min)	—	—	—	56.4 (12.4)	54.2 (8.6)	61.6 (12.8)	54.3 (12.2)

Mean (S. D.)

Table 2. Longitudinal data for subjects of F-group (average school boys)

Items \ School Age	Junior High School 1	2	3	High school 1	2	3
Age (Years)	13.16 (0.26)	14.16 (0.26)	15.16 (0.26)	16.16 (0.26)	17.16 (0.26)	18.16 (0.26)
Number of Subjects	43	43	43	43	43	43
Body Height (cm)	152.7 (3.50)	160.7 (3.50)	165.6 (3.16)	168.0 (3.80)	168.9 (3.82)	169.4 (3.98)
Body Weight (kg)	42.7 (4.58)	49.0 (5.38)	53.6 (6.18)	56.5 (5.76)	58.2 (5.84)	59.1 (6.36)
Max. Ventilation (STPD) (l/min)	62.8 (9.95)	75.1 (12.17)	85.0 (12.22)	94.0 (13.79)	97.2 (12.70)	93.8 (14.21)
Max. Oxygen Intake (l/min)	1.91 (0.21)	2.34 (0.28)	2.61 (0.29)	2.84 (0.29)	3.02 (0.36)	3.05 (0.38)
Max. Oxygen Intake per Body Weight (ml/kg·min)	45.0 (5.34)	48.0 (5.49)	49.1 (4.41)	50.2 (3.14)	52.2 (5.09)	51.8 (6.31)
Max. Heart Rate (beats/min)	196.8 (8.6)	197.0 (9.5)	196.4 (8.6)	193.7 (9.5)	193.9 (8.8)	192.6 (8.7)
Max. Respiratory Rate (freq./min)	55.9 (10.0)	58.5 (10.6)	54.7 (10.6)	53.6 (9.9)	52.0 (9.6)	52.2 (10.5)

Mean (S. D.)

中学1年（12.7才）の1.77 l/minまで、年次的に0.13～0.22 l/minの割合で緩やかに増大した。中1から中2（13.7才）、及び中2から中3（14.7才）にかけては、年次的に、0.77 l/min、0.59 l/minという割合で急激に増大し、中3では、3.13 l/minというピーク値に達した。小学6年から中学3年までの年次的な増加は、それぞれ統計的に1%水準で有意であった。

高校1年（15.8才）では、やや値の減少がみられたが、統計的に有意なものではなかった。

F群のAerobic Powerの平均値は、中学1年（13.2才）の1.91 l/minから年次的な増大を示し、高校3年（18.2才）では、3.05 l/minとなった。すなわち、中1から高3までの期間に、平均値で1.14 l/minの増大がみられたが、年次的推移をみると、中1から中2（14.2才）にかけての増大

が、 $0.43 \ell / \text{min}$ と最も大きく、中2から中3 (15.2才) の増大も $0.27 \ell / \text{min}$ と大きかった。以後、年齢が進むにつれて、年次的な増大は少なくなり、特に、高2 (17.2才) から高3 にかけての増大量は、 $0.03 \ell / \text{min}$ と、わずかであった。

これら、中1から高2までの年次的増大は、それぞれ統計的に1%水準で有意な増大であったが、高2から高3にかけての増大は、統計的に有意ではなかった。

K群とF群の Aerobic Power を、同学年で比較してみると、K群の値は、Aerobic Power に急増がみられた中学2年、及び中学3年で、統計的に5%水準、及び1%水準で、F群の値より有意に大きかった。高校1年の値には、両群に統計的に有意な差がなかった。

体重あたり Aerobic Power ($\text{ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$) についてみると、K群では、小学4年 (9.7才) で、 $47.5 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ であった。小学5年 (10.7才)、小学6年 (11.7才) では、それぞれ、 $49.8 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ 、 $49.2 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ という値であったが、中学1年 (13.7才) では、 $47.0 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ という測定期間内の最小値を示した。しかし、これらの値の変化は、統計的に有意なものではなかった。

中1から中3 (14.7才) にかけては、急激な増大がみられ、中3では、 $63.2 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ という高い値が得られた。中1から中2、中2から中3にかけての年次的増大量は、 $10.7 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ 、 $5.5 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ で、それぞれ統計的に1%水準で有意な増大であった。高1 (15.8才) では、 $56.0 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ と値の減少がみられた ($P < 0.05$)。

F群では、中1 (13.2才) で、 $45.0 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ であった。以後、年次的に、 48.0 、 49.1 、 50.2 、 $52.2 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ と、高2 (17.2才) までは増大したが、高3 (18.2才) では、 $51.8 \text{ ml}/\text{kg}\cdot\text{min}$ と、値の増大はみられなかった。中1から中2での増大は、統計的に1%水準で有意であったが、他の年次的増大は、いずれも統計的な有意性はなかった。

K群とF群の値を比較すると、中2、中3で、K群がF群より有意に ($P < 0.01$) 大きな値を示している。

2. 個人別にみた Aerobic Power の発達

K群について、Aerobic Power の個人別発達の様子を、〈図1〉に示した。図中のプロットは、実測値を示している。

Aerobic Power の値そのものには、個人差がみられるが、年齢にともなう発達のパターンは、ほぼ類似のものである。

F群については、〈図2〉に示した。各ラインは、それぞれ個人の Aerobic Power の変動を示しているが、この図には、43本のラインが描かれており、個々のラインの変動を判別することが不可能である。そこで、発達パターンの特徴によって、

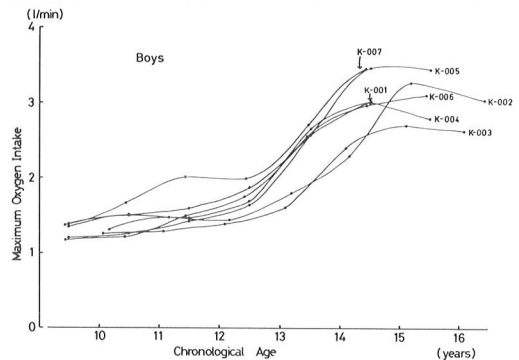


Figure 1. Developmental curves of aerobic power for individual subject of Group-K. (boys engaged in physical training program. $N = 7$.)

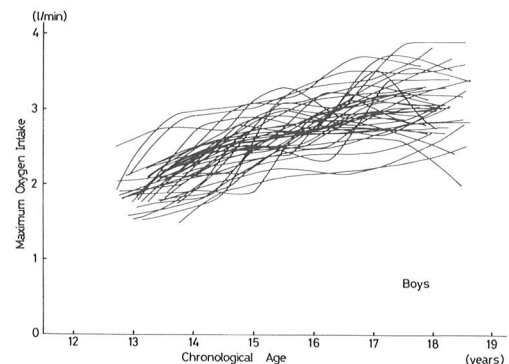


Figure 2. Developmental curves of aerobic power for individual subject of Group-F. (Average school boys $N = 43$.)

これを分類することにした。

分類にあたっては、“ピーク値が得られた時期”，及び“ピーク値形成に至る過程での年次的変化”の2項目を基準としてみた。

F群の被検者では，各個人の Aerobic Power のピーク値は，高1，高2，高3のいずれかの時期に得られた。このことから，まず，Type I, Type II, Type III に分類した。

Type I: 高1でピーク値が得られたもの。

Type II: 高2でピーク値が得られたもの。

Type III: 高3でピーク値が得られたもの。

次に，“ピーク値形成に至る過程での年次的変化”に従って，Form a, Form b, Form c に分類した。

Form a: 中1から中2の期間に，Aerobic Power に20%をこえる増大がみられたもの。

Form b: 中1から中2の期間の増大は，20%以下であったが，中2以後に前年比20%をこえる増大がみられたもの。

Form c: 測定期間内に，前年比20%をこえる増大がみられなかったもの。

F群の Aerobic Power の発達パターンは，上記の Type I, II, III, と，Form a, b, c, との組み合わせによる，9つのパターンのいずれかに相当した。

9つのパターンに分類した後の，個人別 Aerobic Power の発達曲線を，〈図3, 4, 5〉に示した。

Type I に分類されたものは7例，Type II は17例，Type III は19例であった。また，Form a は21例，Form b は13例，Form c は9例であった。パターン別の例数，及び各個人のピーク値のパターン別平均値を〈表3〉に示した。

Type I, II, III, について，Aerobic Power のピーク値の平均を比較すると，Type I で 3.05 l/min ，Type II で 3.21 l/min ，Type III で 3.12 l/min と，Type II で最も大きな値を示した。しかし，これらのピーク値間の差は，統計的に有意なものではなかった。

Form a, b, c, について比較すると，Form a で 3.34 l/min と最も大きく，Form b で 3.01 l/min ，

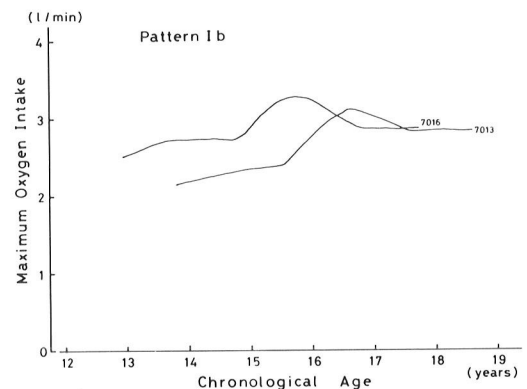
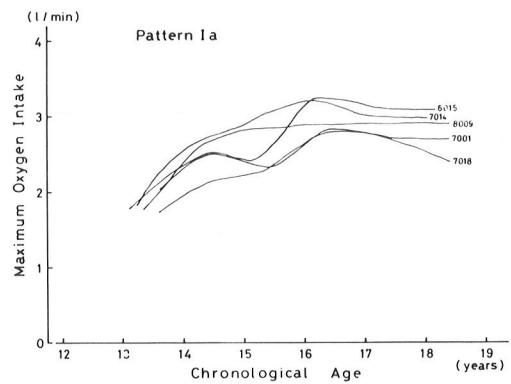


Figure 3. Developmental curves of aerobic power for the subjects classified into Type I. Upper panel is for the subjects of Form a (N = 5). Lower panel is for the subjects of Form b (N = 2).

Form c で 2.91 l/min であった。Form a のピーク値の平均は，Form b 及び Form c の値より，統計的に1%水準で有意に大きな値であった。Form b と Form c との値には，統計的に有意な差は認められなかった。

3. 形態の発育

上記のような Aerobic Power 発達の身体的基盤としての身長，体重発育の様相は，次のようであった。

身長発育速度がピークとなる年齢は，K群で平均13.30才（標準偏差0.65才），F群で平均13.31才（標準偏差0.75才）であった。全被検者の身長

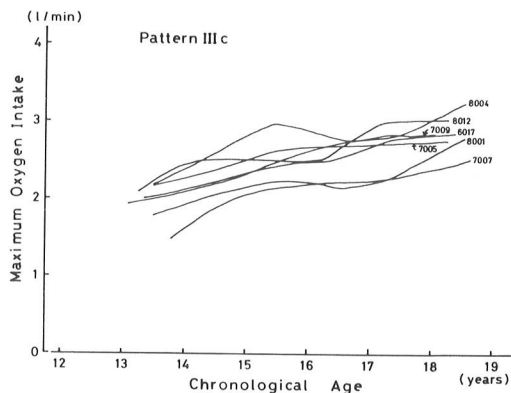
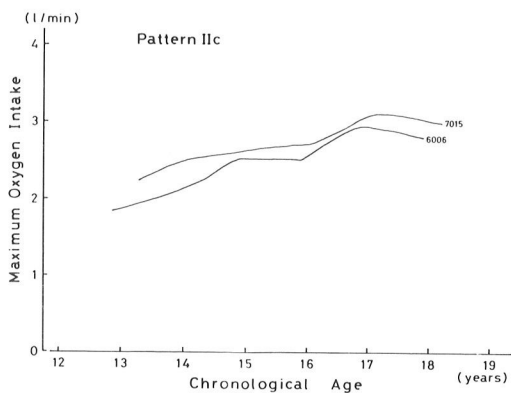
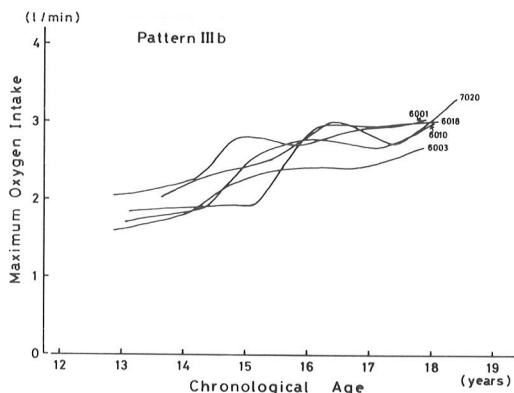
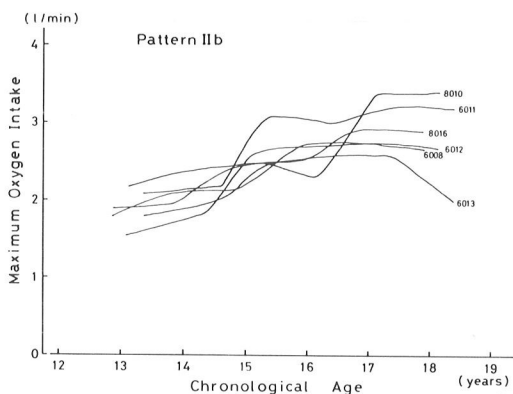
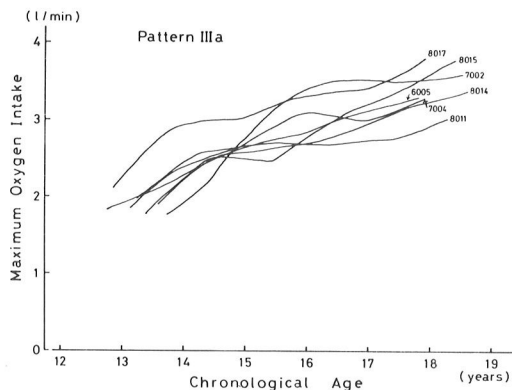
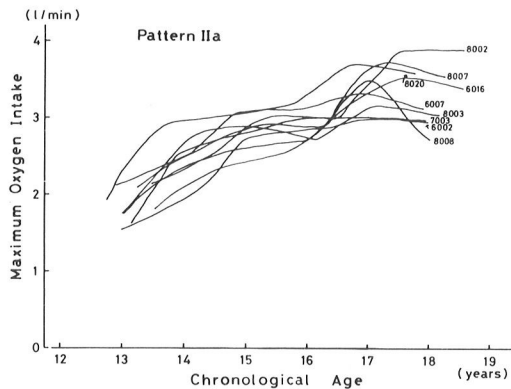


Figure 4. Developmental curves of aerobic power for the subjects classified into Type II. Upper panel is for the subjects of Form a (N = 9). Middle panel is for the subjects of Form b (N = 6). Lower panel is for the subjects of Form c (N = 2).

Figure 5. Developmental curves of aerobic power for the subjects classified into Type III. Upper panel is for the subjects of Form a (N = 7). Middle panel is for the subjects of Form b (N = 5). Lower panel is for the subjects of Form c (N = 7).

Table 3. The peak values of aerobic power for the groups of different developmental pattern in aerobic power.

	Type I	Type II	Type III	Total
Form a	(Pattern I a) N = 5 2.99 (0.19)	(Pattern II a) N = 9 3.44 (0.30)	(Pattern III a) N = 7 3.47 (0.26)	N = 21 3.34 (0.33)
Form b	(Pattern I b) N = 2 3.21 (0.09)	(Pattern II b) N = 6 3.11 (0.32)	(Pattern III b) N = 5 3.02 (0.20)	N = 13 3.01 (0.25)
Form a	—	(Pattern II c) N = 2 3.03 (0.08)	(Pattern III c) N = 7 2.87 (0.21)	N = 9 2.91 (0.20)
Total	N = 7 3.05 (0.19)	N = 17 3.21 (0.37)	N = 19 3.12 (0.35)	N = 43 3.15 (0.34)

発育速度ピーク年令の範囲は、12.00才から14.50才であった。

体重発育速度がピークとなる年令は、K群で平均13.54才(標準偏差0.91才)、F群で平均13.37才(標準偏差0.95才)であった。全被検者の体重発育速度ピーク年令の範囲は、11.50才から15.33才であった。

論 議

Aerobic Power の発達と、日常的な身体運動との関連を考察するうえで、個人別の Aerobic Power の発達を、さらに詳細に検討してみた。

K群の被検者では、小学4年(9・10才)で個人差は少ないが、12~15才の急増期での増大量で大きな個人差が生じている。中1から中3にかけての Aerobic Power の急増期では、被検者<K-005>が、1.65→3.48ℓ/minと111%の増大、被検者<K-007>が、2.00→3.45ℓ/minと80%増、被検者<K-002>が1.82→3.27ℓ/minと70%の増大を示し、Aerobic Power が大きな値となった。

K群の被検者間で、Aerobic Power が小さい値であった被検者<K-003>でも、この期間に、

1.58→2.68ℓ/min、被検者<K-006>で1.76→2.98ℓ/min と、それぞれ70%、69%の増大を示した。

中学3年時(14・15才)に、3.48ℓ/min、3.45ℓ/minと大きな値を示した被検者<K-005>と<K-007>は、水泳部に所属してトレーニングを行なったものであり、3.27ℓ/minを示した被検者<K-002>は、野球部所属であった。高校進学後、運動部に所属しなくなった<K-002>では、高い水準にあった Aerobic Power が低下した。高校進学後も、サッカー部に所属した<K-006>には、値の向上がみられ、ハンドボール部に所属した<K-005>では、値に変化がなかった。

また、中学、高校ともに文化部所属であった<K-003>では、中3で2.68ℓ/min、高1で2.62ℓ/minと、K群の被検者間では低い値にとどまっている。<K-001>、<K-004>も、文化部所属であった。

F群については、中1から中2にかけての Aerobic Power が20%をこえる増大を示したもの(Form a)では、この時期に、20%以上の増大がみられなかったもの(Form b, c)と比較して、Aerobic Power に大きなピーク値が得られたことに注目し

たい。F群の全被検者の中1から中2にかけての Aerobic Power の増大量は、 $0.07\ell/\text{min}$ から $1.02\ell/\text{min}$ の範囲内にあり、その平均値は $0.43\ell/\text{min}$ であった。

中1から中2にかけての Aerobic Power の増大量と、ピーク値との相関係数をもとめると、 $r = 0.449$ ($N = 43$) で、1%水準で有意な相関関係がみられた。このことは、中1から中2にかけての Aerobic Power の増大量が大きいと、ピーク値が大きくなる傾向にあることを物語っている。

中1から中2にかけては、身体(形態)の発育が最も盛んな時期である。K群、F群ともに、身長及び体重発育速度がピークとなる年齢は、平均 13.3 才~ 13.5 才であり、これは中1の時期に相当する。

そこで、この時期における身長発育量、体重発育量と、Aerobic Power 増大量(ℓ/min)との関連を考察してみた。

F群について、中1から中2にかけての身長発育量は、平均 7.97cm であった。この期間について、身長発育量と、Aerobic Power 増大量との相関関係をみると、 $r = 0.027$ ($N = 43$) で、統計的に有意な相関関係は得られなかった。

中1から中2にかけての体重発育量は、平均 6.35kg であった。この期間について、体重発育量と、Aerobic Power 増大量との相関関係をみると、 $r = 0.079$ ($N = 43$) で、この場合も、統計的に有意な相関関係はみられなかった。

このことは、中1から中2の期間にみられた Aerobic Power の増大は、必ずしも、F群の被検者に共通的なかたちで、この期間の身長発育量や体重発育量に比例して増大したのではなく、Aerobic Power の増大には、形態発育以外の要素も大きく関与していることを示している。

ところで、K群の被検者の中1から中2での Aerobic Power の増大量は、平均 $0.78\ell/\text{min}$ であり、これは、F群の同期間の平均増大量($0.43\ell/\text{min}$)の約1.8倍で、1%水準でF群より有意に大きな値であった。K群の、この期間での身長発育量は、平均 9.11cm 、体重発育量は、平均 6.37kg で、F群とはほぼ同様の値であった。このように、

身長、体重の発育量には、両群で差がみられないのに、この期間の Aerobic Power の増大量には大きな差があることが注目されよう。

このことの原因について、Aerobic Power に対する身体活動の影響という観点から考察してみた。

発育期にある青少年が、積極的な身体運動を実施することによって、Aerobic Power が増大することは、多くの研究者によって報告されている。^{3-6, 14)}

K群において、中1から中2、中3にかけて、Aerobic Power に急激な増大がみられたが、これには、中学生期の身体活動の影響とともに、小学4年時から、持続的に行われてきた身体トレーニングが影響しているのではないかと考えられる。ここで注目したいことは、中学生期に運動部活動を行わなかった被検者<K-001><K-003><K-004>にも、中1から中2にかけて、それぞれ、 $0.70\ell/\text{min}$ 、 $0.80\ell/\text{min}$ 、 $0.98\ell/\text{min}$ の増大がみられたことである(図1参照)。これらの値は、F群の平均値($0.43\ell/\text{min}$)を大きく上まわっている。

このことについて、筆者らは、K群の被検者に対して行われた小学4年時から、小学卒業までの身体トレーニングの影響が、身長、体重発育の最も著しい時期において、Aerobic Power の増大をもたらすという効果としてあらわれたのではないかと推察している。

なお、身体トレーニングを行っても、小学生期には、Aerobic Power に顕著な影響がみられていない様子は、<図1>からもうかがわれる。K群の被検者に対して、9才からトレーニングを継続したにもかかわらず、Aerobic Power に、12才以前では、年次的に顕著な増大が認められなかったことについては、トレーニングの強度や量の多少という問題よりも、この時期では、Aerobic Power の増大にかかわる筋肉量の増大が少ないこと、さらに心臓容積、その他の器質的な発達、トレーニングによって大きく影響されにくい発育段階にある¹⁰⁾と筆者らは考えている。

F群の被検者には、特に意図的な身体トレーニングは行なわれておらず、彼らは一般的な中、高

校生であった。そこで、日常的な身体活動の影響については、課外活動としての運動部に所属していたか、非所属であったかに焦点をあて、考察してみた。

その結果、中1から中2にかけて、Aerobic Powerに20%をこえる増大がみられ、Form aに分類されたものでは、15名が運動部所属、6名が非所属であった。運動部の内訳は、サッカー部5名、野球部3名、卓球部3名、テニス部2名、陸上部1名、柔道部1名であった。

Form bでは、運動部所属4名、非所属9名、Form cでは、運動部所属3名、非所属6名であった。

すなわち、Form aでは、運動部所属者が多く、Form b, cでは、非所属者の割合が多かった。各個人についての運動部活動での身体運動量等については、明らかではないが、運動部活動は、レクリエーション的な雰囲気ながら熱心に行われていた。少なくとも、運動部活動を行なった生徒では、正課体育授業以外に積極的な身体活動を行わない生徒に比較して、この時期の運動量は多かったといえる。

これらのことから、中1から中2にかけてみられたAerobic Powerの増大には、身体発育に加えて、日常的な身体活動の影響が加わっていると考えられる。

本研究結果は、Aerobic Powerに大きなピーク値を得るには、身体発育の最も著しい時期（中1～中2の頃）、あるいは、それ以前から身体活動を行うことの重要性を指摘しているものであると考える。

ま と め

1. 5～6年間の縦断的測定にもとづいて、9才から18才の男子児童・生徒50名について、Aerobic Power発達の様子をとりえた。
2. 小学生期に体育教師の指導でトレーニングを行なった、K群（9～15才）のAerobic Powerは、9.7才で1.16 l/min、12.7才で1.77 l/minであった。以後、年次的に急増がみられ、14.7才で、3.13 l/minとなった。

体重あたりAerobic Powerは、9.7才で47.5 ml/kg·min、12.7才で47.0 ml/kg·min、14.7才で63.2 ml/kg·minであった。

3. 一般生徒である、F群（12～18才）のAerobic Powerは、13.2才で1.91 l/min、18.2才で3.05 l/minと、年次的な増大を示した。体重あたりAerobic Powerは、13.2才で45.0 ml/kg·min、18.2才で51.8 ml/kg·minであった。
4. F群の個人別Aerobic Power発達曲線について、“ピーク値が得られた時期”（Type I, II, III）、及び“ピーク値に至る年次的増大の割合”（Form a, b, c）を基準にして、9つの発達パターンに分類した。

但し、Type Iは、高1でピーク値が得られたもの、Type IIは、高2でピーク値が得られたもの、Type IIIは、高3でピーク値が得られたもの、とした。また、Form aは、中1から中2の期間にAerobic Power (l/min)に20%をこえる増大がみられたもの、Form bは、中1から中2の期間の増大は、20%以下であったが、中2以後に前年比20%をこえる増大がみられたもの、Form cは、測定期間内に、前年比20%をこえる増大がみられなかったもの、とした。

5. Type I, Type II, Type IIIでのピーク値の平均は、3.05 l/min、3.21 l/min、3.12 l/minであった。Form a, Form b, Form cのピーク値の平均は、3.34 l/min、3.01 l/min、2.91 l/minであった。
6. Type II, Type IIIに分類され、しかもForm aを示したものでは、他の場合に比較して高いピーク値が得られた（Type II—Form a: 3.44 l/min、Type III—Form a: 3.47 l/min）
7. 本研究結果から、高2、高3でAerobic Powerに高いピーク値が得られるためには、中1から中2にかけてのAerobic Powerの増大量が大きいこと、さらに、中1から中2にかけてAerobic Powerの増大量が大きくなるためには、その時期、及び小学生期からの身体トレーニングが影響することが考察された。

謝 辞

本研究の遂行にあたって、被検者となった生徒の指導、連絡に多大なる御協力を賜った名古屋大学教育学部附属中・高校教諭、天野菊三郎先生、愛知県豊明市立豊明中学校教諭（元・刈谷市富士松北小学校教諭）、神谷錡先生に深く感謝致します。

注 1

- 縄とび：毎朝10分間（年間通して）、（3分連続＋30秒休み＋2分連続）×2セット。
- クロスカントリー：冬期、週5回、1000mクロスカントリー。
- サーキット・トレーニング：体育授業時毎回5分間。
- バスケットボール又はサッカー：放課後、1時間30分。（週2～3回）

文 献

- 1) Andersen, K.L., V. Seliger, J. Rutenfranz, and J.S. Kaczynski: Physical performance capacity of children in Norway. *Europ. J. Appl. Physiol.* **35**: 49—58. 1976.
- 2) Bailey, D. A., W. D. Ross, C. H. Weese, R. L. Mirwald: Maximal oxygen intake ($\dot{V}O_2$ max) and dimensional relationship in boys studied longitudinally from age 8 to 15. VI International symposium on Pediatric Work Physiology, Prague, 1974.
- 3) Daniels, J., and N. Oldridge: Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Med. Sci. Sports.* **3**: 161—165. 1971.
- 4) Durnin, J. V. G. A., J. M. Brockway, and H. W. Whitcher: Effects of a short periods of training of varying severity on some measurements of physical fitness. *J. Appl. Physiol.* **15**: 161—165. 1960.
- 5) Ekblom, B.: Effect of physical training in adolescent boy. *J. Appl. Physiol.* **27**: 350—355. 1969.
- 6) Eriksson, B. O. and G. Koch: Effect of physical training on hemodynamic response during submaximal and maximal exercise in 11—13 year old boys. *Acta Physiol. Scand.* **87**: 27—39. 1973.
- 7) Hermansen, L.: Oxygen transport during exercise in human subjects. *Acta Physiol. Scand. Suppl.* **399**. 1973.
- 8) Hollmann, W.: Körperliches training als Prævention von Herz-Kreislaufkrankheiten. *Stuttgart. Hippokrates Verlag.* 1965.
- 9) 石崎忠利, 吉沢茂弘: 小学校低学年児童の最大酸素摂取量 — 3年間の縦断的研究から —。体育の科学, **29**: 219—225. 1979.
- 10) Kobayashi, K., K. Kitamura, M. Miura, H. Sodeyama, Y. Murase, M. Miyashita and H. Matsui: Aerobic power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study. *J. Appl. Physiol.* **44**: 666—672. 1978.
- 11) 小宮秀一: 身長の発育 Pattern 別にみた形態発育の特性について。— 相対成長による分析 —, 体育学研究, **19**: 99—106. 1974.
- 12) 小宮秀一, 大坂哲郎: 身長—体重の相対成長による男子児童（6才—14才）の発育パターンについて。体育学研究, **20**: 79—89. 1975.
- 13) 倉内暎雄: 成長過程の追跡研究, 第2編, 小中学生期の成長, 日本衛生学雑誌, **29**: 216—224. 1971.
- 14) Massicotte, D. R. and R. B. J. McNab: Cardio-respiratory adaptations to training at specified intensities in children. *Med. Sci. Sports.* **6**: 242—246. 1974.
- 15) Matsui, H., M. Miyashita, M. Miura, K. Kobayashi, T. Hoshikawa and S. Kamei: Maximum oxygen intake and its relationship to body weight of Japanese adolescents. *Med. Sci. Sports.* **4**: 27—32. 1972.
- 16) 水野忠文, 江橋慎四郎, 山地啓司: 中学校, 高等学校生徒の身体発育, 発達に関する縦断的研究, 東京大学教育学部紀要, **13**: 219—235. 1973.
- 17) 森下はるみ: 相対発育よりみた成熟の研究 — 個体における発育曲線の変移について —。体育学研究, **8**: 93—99. 1965.
- 18) Parisková, J.: Longitudinal study of development of body composition and body build in boys of various physical activity. *Human Biol.* **40**: 212—225. 1968.
- 19) Shephard, R. J.: Standard tests of aerobic power. In *Frontiers of Fitness*. (ed. R. J. Shephard). Charles C. Thomas. Publisher. Springfield. 1971. pp.233—279.
- 20) 末永政治, 大永政人, 西種田弘芳, 渡辺純子: 鹿児島県の二, 三の地域における学童発育の考察, その3, 発育加速現象の年度差, 鹿児島大学体育科報告, **10**: 15—34. 1975.
- 21) 高石昌弘, 大森世都子, 江口篤寿, 藤田良子: 思春期身体発育のパターンに関する研究, 第1報, 男子の身長発育速度および体重発育速度について, 小児保健研究, **26**: 57—63. 1968.
- 22) Tanner, J. M.: *Growth at adolescence*. Oxford. Blackwell. 1955.
- 23) Tanner, J. M., R. H. Whitehouse and M. Takashi:

- Standards from birth to maturity for height, weight, height velocity and weight velocity. British children, 1965. *Arch. Disease Childhood*. **41** : 454—471, 613—635. 1966.
- 24) Tanner, J. M.: Growth and endocrinology of the adolescent. In *Endocrine and genetic diseases of Childhood and adolescence*. Second Edition. (ed. L. I. Gardner). W. B. Saunder Company. 1975. pp.14—64.
- 25) Taylor, H. L., E. Buskirk and A. Henschel: Maximal oxygen intake as an objective measure of cardio-respiratory performance. *J. Appl. Physiol.* **8** : 73—80. 1955.
- 26) 徳永幹雄, 藤本実雄: 身長の発育現象にみられる地域差, 性差, 体育学研究, **17** : 75—80. 1972.
- 27) Winer, B. J.: *Statistical principles in experimental design*. Second Edition. McGraw-Hill Book Company. New York. 1971.

(1980年10月25日受付)

