

小・中学生の全身持久力の発達に関する研究 (2)

山西哲郎, 萩原 豊, 鈴木武文

群馬大学教育学部 保健体育研究室
(1980年9月24日受理)

On the Development of Endurance in Elementary and Junior High School Pupils (2)

Tetsuro YAMANISHI, Yutaka HAGIWARA and Takebumi SUZUKI

*Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Gunma University
Maebashi, Gunma 371, Japan*

(Received Sept. 24, 1980)

In order to know the growth effects on aerobic work capacity we investigated on 34 pupils in longitudinally for three years. The number of the 10 to 12 years age group were 8 for male (A group) and 10 for female (B group) and the 13 to 15 years age group were 7 for male (C group) and 10 for female (D group).

Analyzing the data from each of the measurements with respect to physique, cardio-respiratory functions and 5 minute-run, the following results were obtained:

1. The average values of maximal oxygen intake of A group increased from 1.67ℓ to 1.96ℓ, and B group from 1.59ℓ to 1.87ℓ.

But C and D group reached the plateau in 13 years.

2. $\dot{V}O_2$ max. per kg body-weight decreased with all groups in 9-14%.

3. Pwc₁₇₀ remarkably increased with all groups, A group 33.5%, B group 38.9%, C group 18.3%, D group 18.1%

4. The performance of 5 minute-run was increased 4% at A group (10-12 yrs of boys), but the other groups did not increased.

はじめに

近年の環境の変化は確かに著しい。この著しい環境の変化に対し、各専門分野でも検討し、それが、人間にとってふさわしいものか研究されている。体育学は人間の身体と精神の調和を考へる人間学の一つであるが、特にこの環境の変化に敏感にならざるを得ない。環境を社会的環境と自然的環境に大別すれば、前者は文化的人間と結びつき、後者は生物的人間となるであろう。近年の進歩は社会的環境、つまり、文化的人間としてのものであろう。そして後者は著しく後退し、生物的人間の欠陥が目立ってきている。しかし、だれしも、人間はこの二つの面を人間として考へているというのに……。近年の生物的人間の後退は運動不足として、身心に影響を及ぼし、数多い成人病を起している。しかし、成人病を起した成人よりも、青少年の身心については、少々おろそかにされていると思われる。

ところで、本研究は、生物的人間としての青少年の發育発達を行動体力の要因からながめようとするものである。特に行動体力のなかでも、呼吸循環系、あるいは神経、筋肉系のもっとも総合的に結びつくのは全身持久力である。そして、この近代のスピードに遅れまじと、この研究は多くの研究者に進められている。

青少年の全身持久力に関する研究は、横断的か、縦断的のいずれかの方法によって行われている。横断的な研究は多く、各年令の青少年に関して、その発達をみたものは、Robinson, S⁽¹⁾ (1938) が6～9歳、Åstrand, D.O⁽²⁾ (1952) が4～33歳と広範囲にみている。他に、Knuttgen,⁽³⁾ Wilmore.⁽⁴⁾ など多くの研究者によっても続けられている。わが国でも猪飼⁽⁵⁾らが12～17歳の男女、吉沢⁽⁶⁾が9～18歳の農村の青少年の男女、進藤⁽⁷⁾らが中学1～3年の男女、朝比奈⁽⁸⁾は9～22歳の男子、9～20歳の女子。横断的研究はこの他、数多い研究者によって青少年の全身持久性のデータは増し、より明らかにされようとしている。

一方、縦断的方法是横断的方法より少ない。短期間の縦断的方法是トレーニング効果をみようとした実験である。中学男子を対象とした研究には、進藤⁽⁹⁾、Yoshizawa⁽¹⁰⁾、山西⁽¹¹⁾、猪飼⁽¹²⁾などがある。一方、専門的な陸上競技トレーニングをみたものには6ヶ月の小川⁽¹³⁾らの研究、3年間の長沢⁽¹⁴⁾、5～6年の長期間にわたった Kobayashi⁽¹⁵⁾らによるものがある。

本研究は三年間継続することによって、縦断的見地にたち、青少年の全身持久性の発達の傾向を知ろうとするものである。本研究の第一報(1978)では、9～10歳の児童と12～13歳の生徒の全身持力を環境、年令、性の差を検討した。そしてこの第二報は、第一報の際の同一被験者を追跡し、年令の増加による変化を明らかにすることを目的とした。

なお、この研究は、昭和52年から54年の3年間にわたって行った、日本体育協会スポーツ医・科学調査研究の「発育期のスポーツ活動が心身に及ぼす影響」の全身持久力に関する調査をまとめたものである。

研究 方 法

1. 被験者

小学生(群馬大学附属小学校)は男子8名、女子10名を小学4年から6年までの3年間、中学生(群馬大学附属中学校と前橋市立総社中学校)は男子7名、女子9名を中学1年から3年までの3年間、同一被験者を追跡した。

運動経験については、中学生はほとんどが運動部に属し、組織的並びに継続的にトレーニングをやっている者とした。但し、三回目の調査期間には、受験勉強のため、クラブ活動を離れている者が多かった。小学生は2名がスイミングクラブでトレーニングしていたが、他は遊びの域で、まだ十分に組織化されたスポーツ活動はしていなかった。測定は毎年10月から11月に実施した。

2. 測定内容

最大酸素摂取量の測定は、自転車エルゴメーターの漸増負荷法により、回転数は、一分間60rpmとした。負荷強度は、4分ごとに負荷を増し、12分以後は、8分から12分の負荷の増加分の $\frac{1}{2}$ を1分ごとに加えた。この漸増法は3年とも同様であった。

呼気ガスの採気、分析はフクダ式メタボラー(型式BMS-500)により連続的に記録した。また心拍数は三栄測器製のテレメーター方式によって記録した。

この他、5分間走や50Mなどの運動能力測定や身長・体重などの形態測定もあわせて、3年間実施した。

結 果

1. 最大酸素摂取量

表1と図1に小学3年間と中学3年間の変化が示してある。小学男女、中学の男子はいずれも、学年と共に増加を示している。特に小学生の6年は4年の時に比し、男子17.4%、女子17.6%と大きい。しかし、中学の女子は伸びは全く見られず停滞している。単位体重あたりの最大酸素摂取量は、小学・中学の男女とも8~14%もの低下を示している。特に、中学の男女の減少は著しく、中学の女子の3年生は、小学4年生よりも低い値を示している。

表1. 被検者の体格, 呼吸循環機能, 5分間走

		小 学			中 学		
学 年		4	5	6	1	2	3
才		10	11	12	13	14	15
被 検 者 数	♂	8	8	8	7	7	7
	♀	10	10	10	9	9	9
身 長 (cm)	♂	135.7 (6.71)	141.4 (7.57)	148.5 (8.26)	160.7 (7.37)	165.3 (8.43)	167.9 (8.17)
	♀	136.85 (6.59)	144.1 (7.47)	149.3 (6.91)	154.2 (5.61)	156.9 (2.83)	158.8 (2.88)
体 重 (kg)	♂	35.1 (5.93)	35.8 (6.46)	39.3 (7.38)	50.2 (8.48)	53.6 (8.78)	57.30 (9.43)
	♀	32.24 (4.69)	36.6 (6.34)	40.2 (7.16)	46.6 (4.48)	48.2 (3.41)	51.3 (3.00)
最大酸素摂取量 (ℓ/min)	♂	1.67 (0.254)	1.73 (0.284)	1.96 (0.513)	3.11 (0.539)	3.15 (0.509)	3.17 (0.363)
	♀	1.59 (0.228)	1.68 (0.275)	1.87 (0.297)	2.39 (0.319)	2.33 (0.270)	2.39 (0.162)
体重当最大酸素 摂 取 量 (ml/kg/min)	♂	53.01 (5.184)	49.79 (5.963)	48.81 (9.904)	62.14 (3.167)	57.96 (4.287)	54.49 (6.951)
	♀	49.92 (6.750)	47.25 (8.457)	45.74 (5.738)	51.66 (6.228)	47.09 (5.004)	45.96 (3.038)
最 高 心 拍 数 (拍/min)	♂	197.1 (8.89)	198.3 (9.22)	196.9 (9.21)	196.7 (6.60)	196.4 (8.10)	198.6 (5.38)
	♀	197.0 (6.65)	197.4 (12.54)	194.5 (5.04)	197.1 (9.56)	195.1 (5.21)	191.2 (5.24)
最 高 呼 吸 数 回/min	♂	63.5 (6.70)	60.0 (5.73)	56.1 (5.89)	66.1 (24.32)	67.0 (22.44)	66.9 (23.36)
	♀	56.0 (3.83)	46.1 (10.19)	50.3 (8.52)	57.8 (7.60)	57.0 (10.04)	53.6 (7.49)
PWC 170 kpm/min	♂	411.3 (71.65)	446.4 (110.70)	548.9 (188.7)	746.4 (188.07)	801.6 (115.67)	882.7 (130.47)
	♀	395.5 (68.86)	488.5 (127.39)	549.2 (71.42)	581.4 (88.26)	622.8 (82.98)	686.7 (51.0)
ペダル持続時間 (秒)	♂	780.8 (91.68)	865.5 (122.93)	945.4 (150.08)	751.43 (112.31)	798.4 (122.48)	945.3 (138.39)
	♀	712.8 (111.97)	836.5 (121.88)	914.4 (96.75)	824.4 (171.96)	836.3 (101.0)	881.7 (74.16)
5 分 間 走	♂	1076.1 (112.81)	1116.4 (113.32)	1120.3 (119.38)	1256.5 (54.44)	1301.0 (71.5)	1239.0 (103.5)
	♀	997.8 (62.45)	1088.0 (65.8)	1026.0 (104.3)	1090.0 (99.8)	1101.0 (125.1)	1116 (106.7)

(カッコ内はS. D)

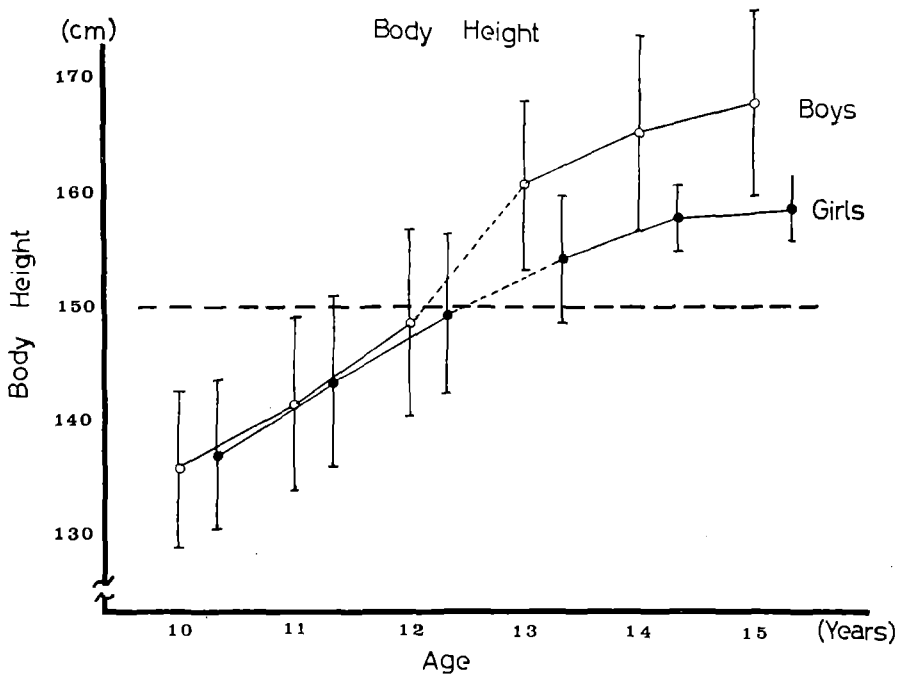


図 1. 身長の三年間の発達

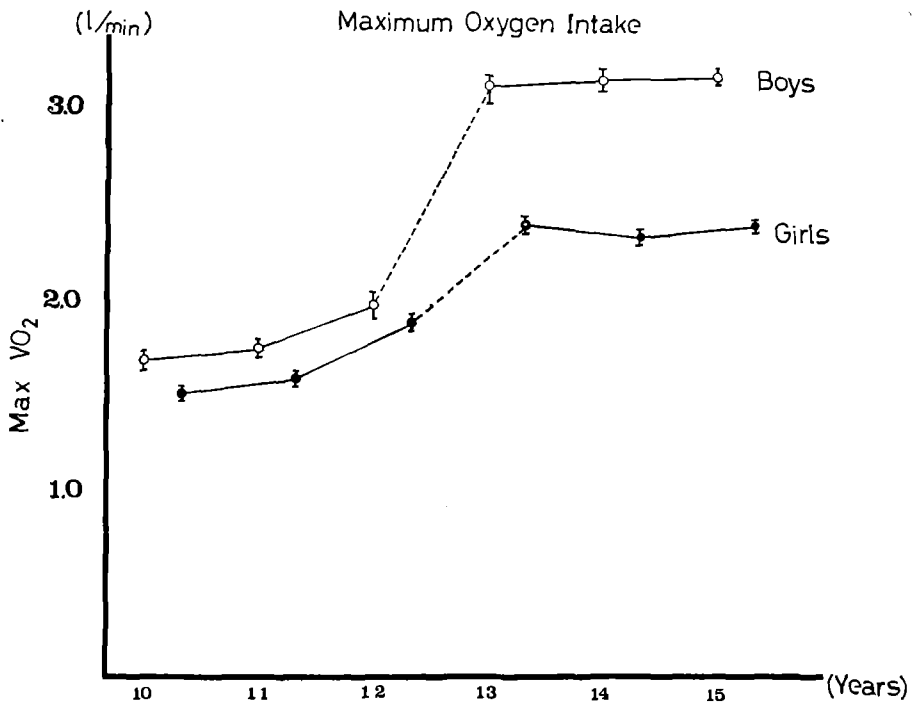


図 2. 最大酸素摂取量の変化

2. 最高心拍数と最高呼吸数

最高心拍数は、小学・中学の男女とも、3年間、191~198拍/分と増減は非常に少なく、ほぼ一定である。

これに対し、最高呼吸数の方は、小学生は男女とも、加齢とともに減少している。しかし中学生になるとこの傾向はみられず、男女とも3年間の増減は少なく、ほぼ一定である。

3. 作業持続時間

自転車エルゴメーターのペタリング持続時間の3年間の伸びは、表1に示してある。これによれば、小学生は男子が21%、女子が28.3%と学年とともに急激な伸びを見せている。中学生の男子も25.8%と著しい。しかし女子は、伸びがあるものの、7.0%と他の群に比し、極端に少ないものとなっている。

4. PWC 170

図6は心拍数が170拍/分の時の作業強度、つまりPWC₁₇₀の3年間の変化をみたものである。小学生の場合は男女とも、33.8%、38.9%と同じような値をもって、学年が進むにつれ増加している。中学生も3年間の増加の傾向は明らかであるが、男女の差が3年の時に、男子が882.7kpm/min 女子が686.7kpm/min と著しい。

表2. Submaximum 時の呼吸・循環機能の最大に対する割合（最大を100として）

年 令		10	11	12	13	14	15
項 目							
酸素摂取量	♂	67.7	59.0	54.6	80.4	77.1	67.8
	♀	70.4	63.1	55.6	74.5	76.4	67.4
換気量	♂	66.4	41.3	38.1	53.6	52.0	41.5
	♀	50.8	43.4	34.8	50.0	48.7	42.0
心拍数	♂	81.0	80.4	75.4	92.2	92.4	86.0
	♀	84.1	79.3	71.1	88.8	89.4	83.9
呼吸数	♂	83.9	68.6	67.2	66.8	63.7	51.5
	♀	81.3	64.9	58.8	69.8	69.4	64.5

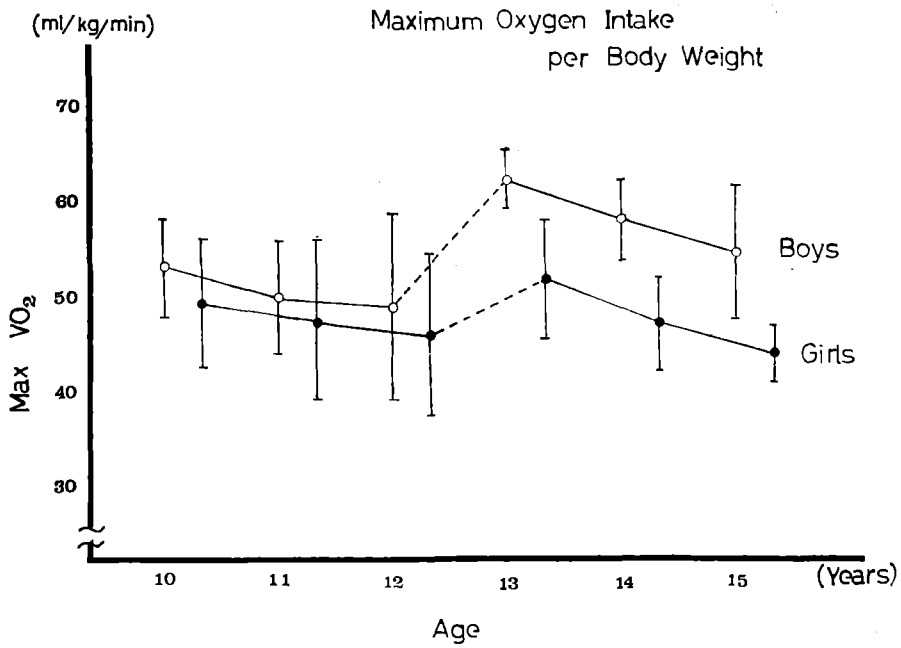


図 3. 体重当りの最大酸素摂取量の変化

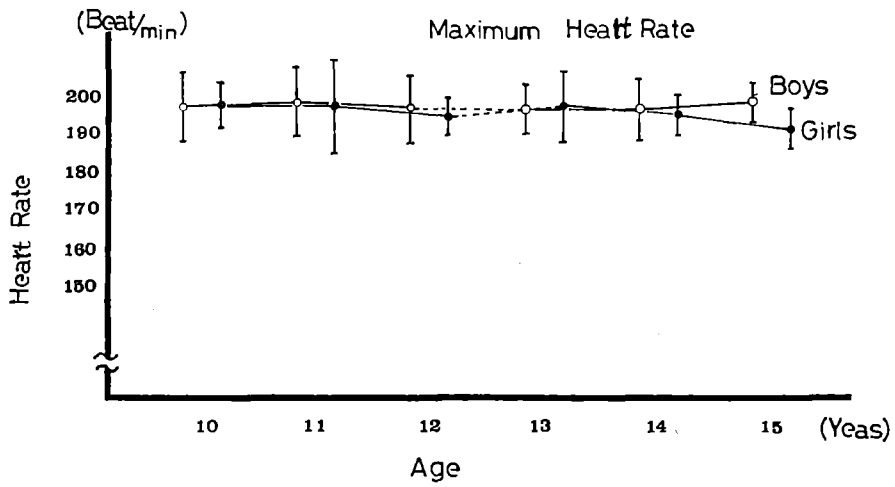


図 4. 最高心拍数の変化

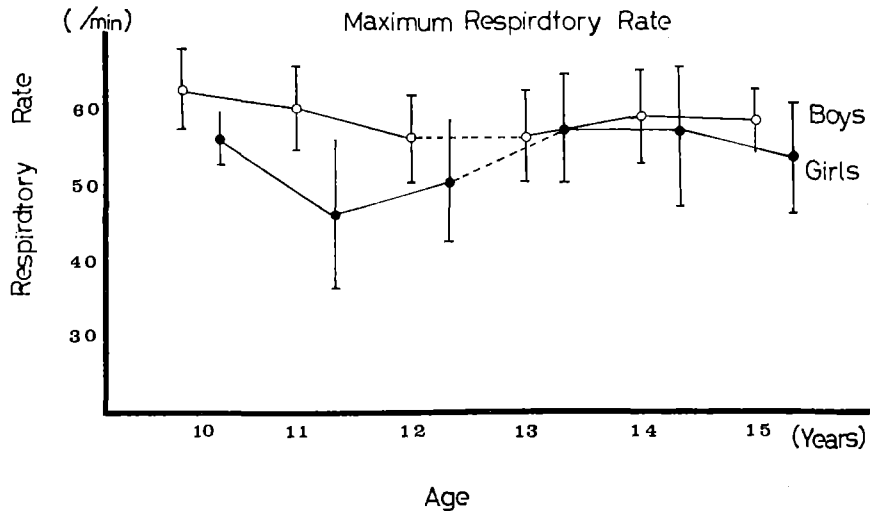


図 5. 最高呼吸数の変化

5. Submaximam 時の酸素摂取量, 換気量, 心拍数, 呼吸数の変化

本研究は4分ごとの漸増負荷で始めたが, 二回目の負荷の終りの一分間, つまり運動開始から7~8分を Submaximam として, その時の酸素摂取量, 換気量, 心拍数, 呼吸数の3年間の変化をみた。これによれば, 酸素摂取量と換気量(S.T.P.D.)にはほとんど変化はみられなかった。しかし, 心拍数と呼吸数には減少がみられ, Submaximam での余裕がみられた。

6. Performance としての5分間走の変化

5分間走は小・中とも一周150メートルか, 200メートルのトラックで10メートル間隔の線を引き, 計測した。

図7に示されたように, 小学生の男子の5分間走の伸びは学年ごとに見られる。しかし, 女子はほぼ一定である。

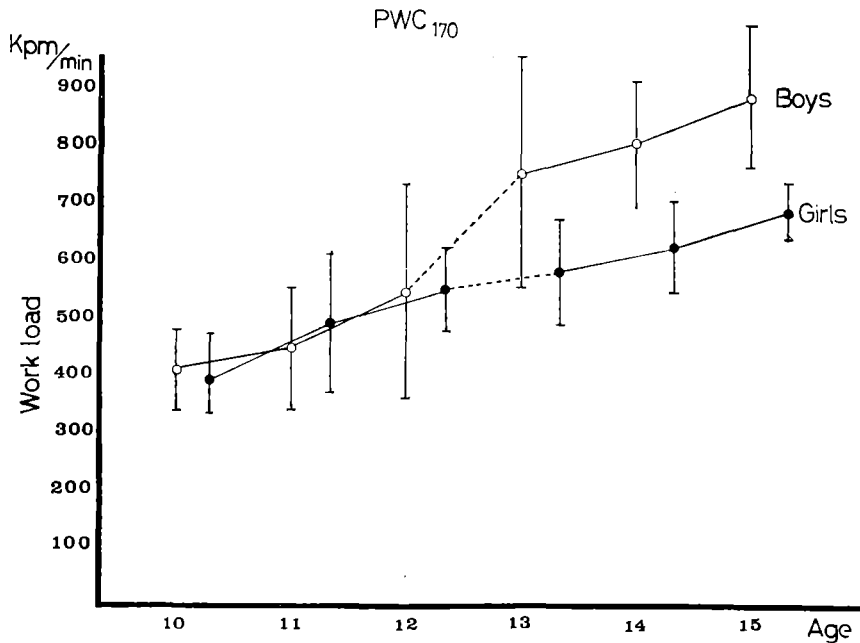


図 6. PWC 170 の変化

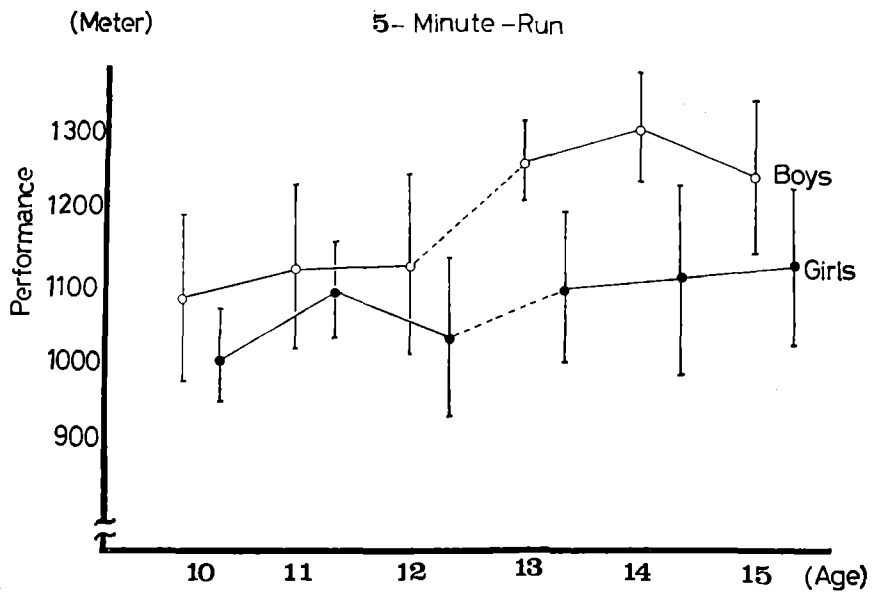


図 7. 5 分走 の 変 化

考 察

表1のように身長と体重の体格面は全員、3年間とも直線的な伸びを示している。これに伴って全身持久性の体力資源の最大酸素摂取量、そして Performance としての5分間走の伸びは予想される。最大酸素摂取量の絶対値は、小学男女、中学男子とその伸びの比率の違いはあるが、増加している。

しかし、体重あたりの最大酸素摂取量になると、小学・中学の男女とも減少している。この減少あるいは停滞の傾向は、吉沢⁹⁾・長沢¹⁴⁾・朝比奈⁹⁾・小川¹³⁾・Wilmore⁴⁾・Knuttgen⁹⁾においてもみられる。これは発育に伴う最大酸素摂取量の増加が、体重の増加にみあうだけ増えていないことが判る。そして、この伸びは、小川らや¹³⁾、Kobayashi¹⁰⁾らが試みたように、専門的競技(陸上競技の中長距離走)のトレーニングを継続しなければ、期待できないであろう。

この傾向は Performance としての5分間走にもみられる。

小学生の場合、5年、中学は2年においては、各群ともに伸びは示しているが、6年、3年次には、停滞か減少を示している。これはこの対象群となった学校が受験指導に熱心であり、特に中学男子のようにクラブ活動によりトレーニングを継続していたものが、3年の夏から受験のため、調査時(10~11月)にはトレーニングをしていない者が多かったのが原因と考えられる。また、走ることへの動機づけや意欲に欠け、その傾向をさらに著しいものにしたのであろう。それは、自転車エルゴメーターのPWC₁₇₀や、ペダリングの持続時間の伸びからみれば、5分間走の記録は、停滞するとは考えられない。

猪飼¹⁶⁾は体力には発揮された能力(Performance)と、その源になっている身体資源(Physical resources)とがあり、それに精神的要素が極めて大きな役割をしていると述べている。これは、走ることに對して、小学、中学へと進むにつれ、興味を失うばかりか、嫌悪感をもってしまいうために、5分間走の能力(Performance)の低下の結果となってしまふと言えらるであろう。今後は体力を十二分に伸ばし、発揮するためには、意志力をもっと大切に見つめる必要がある。

小学から中学にかけて、最大酸素摂取量と5分間走の記録が急激に伸び、スパートしている。

この一つの原因は被検者の違いがあげられる。中学生群がクラブ活動に属している運動群とも言えるからである。彼らは運動能力のレベルが高いから、運動クラブに加入したことや、その後も継続して組織的トレーニングを行ったために、スパートしたと考えられよう。これは Kobayashi¹⁵⁾らが有酸素的 power は P. H. V. (peak height growth velocity) の1年前からトレーニングすれば、年齢や発育に伴う増加よりも効果的に増加すると述べていることから一致しよう。

もう一つの原因は、図1のように小学から中学にかけて、身長が大きく伸びていることである。猪飼¹⁷⁾は身長150~155cmのところ握力、背筋力などの筋力の伸びが急に増していると示している。全身持久力もこのことから考えれば、小学から中学(12~13歳)の発育の著しい向上が、こ

これらの要因も比例的に伸ばしているとも考えられよう。専門的トレーニングを受けていない横断的研究である、朝比奈⁹⁾、吉沢ら⁹⁾の研究でも、その傾向はみられる。特に朝比奈⁹⁾らによれば、男子の最大酸素摂取量は12~16歳に1 ℓも伸びていると報告され、本研究とはほぼ同じ値を示している。

このように小学から中学にかけて、発育、発達の著しい時期に、環境の自然的、社会的な条件によってそれに伴う全身持久性の伸びは異ってくるのがわづかではあるが明らかになってきた。

今後は、さらに縦断的に青少年を追跡する数を多くすること、そして同時に青少年がのびのびと、スポーツや運動できる環境づくりと楽しさを指導していかねばならないと思われる。

要 約

本研究は発育途上にある小学4年の男子7名、女子10名、中学1年の男子7名、女子9名を3年間にわたって、走能力や心肺機能を縦断的に測定することによって、その過程を明らかにしようとした。

結果は次の様にまとめることができた。

1. 最大酸素摂取量 (ℓ/min) は中学女子は一年次の2.39 (ℓ/min) から伸びはみられなかった。しかし、小学の男女とも3年間で約17%, 中学男子は2%の伸びを示した。

単位体重当りの最大酸素摂取量は4群ともに学年が進むにつれ減少を示し、小学生で約9%, 中学生で14%であった。

2. 最高心拍数は小中の男女とも191~198拍/分の範囲で、3年間の増減は1%程度と、ほとんどみられなかった。

最高呼吸数は中学男女ともほとんど変化はなかったが、小学生は男子が11.3%, 女子が、13.2%の減少となった。

3. PWC₁₇₀ は小学生は男子が33.5%, 女子が38.9%, 中学生は男子が18.3%, 女子は18.1%と急激に伸びていた。

4. 5分間走は小学生の男子が4%の伸びが見られた他は、停滞気味であった。

文 献

1) Robinson, S: Experimental studies of physical fitness in relation to age. *Arbeitsphysiologie* 10(3): 251~323 1938

2) Åstrand, P.O.: Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. Ejner Mvnskgaarol Copenhagen 1952

3) Knuttgen, H.G.: Aerobic capacity of adolescent. *J. Appl. physiol.* 22 655-658, 1967

4) Wilmore, J.H., Physical work capacity of young girls 7-13 years of age. *J. Appl. physiol* 22: 923-928. 1967

5) 猪飼道夫:トレッドミル法による青少年の運動処方に関する研究, 第一報, 体育学研究, 7. 99-106, 1963

6) 吉沢茂弘:農村青少年の作業能に関する研究 (1) 体育学研究 15 (3) 21-32, 1971

- 7) 進藤宗洋, 田中宏暁, 津山 剛, 藤川宣純: 筑紫山派系三瀬村住民の体力・作業能力の研究, 第一報, 福岡大学体育学研究 1 (2) 146-179 1971
- 8) 朝比奈一男, 浅野勝己, 草野勝彦, 中川功哉, 道明博, 砂本秀義: 都市青少年の有酸素的作業能力に関する研究, 体育学研究 16 (4) 197-213, 1972
- 9) 進藤宗洋, 田中宏暁: 自転車運動によるトレーニング 体育科学 1, 5-13, 1973
- 10) Yoshizawa, S.: The Studies on the Effect of Training on Aerobic Work Capacities in Adolescents 体育科学 1 14-23, 1973
- 11) 山西哲郎: 持久走の持続時間についての研究, 体育科学 1 152-158 1973
- 12) 猪飼道夫, 福永哲夫, 本多宏子: トレーニング強度からみた中学生女子の全身持久性トレーニング効果の検討, 体育科学 1 24-34 1973
- 13) 小川新吉, 勝田茂, 今野道勝, 中嶋英昭: 発育期における持久性トレーニングが呼吸循環機能に及ぼす影響, 第一報, 体育学研究 13 (2) 83-91 1968
- 14) 長沢 弘: 中学高校生の最大作業能の発達について 体育学研究 13 (3) 1968
- 15) Kobayashi, K., Kitamura, K., Miura, M., Sodeyama, H., Murase, Y., Miyashita, M., and Matsui, H.: Aerobic Power as related to body growth and training in Japanese boys: a longitudinal study, J. Appl. physiol. 44 (5) 666-672, 1978
- 16) 猪飼道夫: 体力と意志力, 児童心理 6 : 27-34 1967
- 17) 猪飼道夫: 日本人の体力の推移 体育の科学 21 (7) 438-442 1971