

思 春 期 の 筋 力 変 化

愛知教育大学	春日規克
(共同研究者) 同	鬼頭伸和
同	柴田真由美
同	辻村直美
豊橋短期大学	竹本洋

Variation of Strength during Adolescence

by

Norikatsu Kasuga, Nobukazu Kito,
Mayumi Shibata and Naomi Tsuzimura

Aichi University of Education

Hiroshi Takemoto

Toyohashi Junior College

ABSTRACT

The variation of physical fitness and strength during adolescence have been studied with reference to differential increment groups of standing height. The results were as follows:

1) Physical fitness and index scores of height spurt group in boy tend to fall below the little increment groups of standing height.

2) In girls, group of posterior to height spurt group were above the little increment group and height spurt group in height, weight and physical fitness scores, but its index scores fall below the other groups. It suggest that height gain in girls is followed by weight gain, and strength increment spurt begin for the last time.

3) An increase in strength of height increment above 3.5 cm per half-year group was inferior to the group of 2~3.5 cm per half-year.

4) A comparison of elbow joint changes indicated arm strength at 130 degree of height spurt group was almost as great as right angle.

緒 言

思春期には形態的・性的に急激な發育変化が起こる。身長・体重の急増や男子では声変わり、女子では初潮など、思春期の生体の変化に関して、時期や質・量など多くの報告が見られる^{11,15)}。一般に、形態の發育と運動能力の發達は平行して起こると考えられている^{5,9)}。しかし、身体各組織間での發育時期の差が原因となる障害の發生例が報告されている¹⁴⁾。運動器官である骨格筋は規則構造を保ち、その規則性があるが故に筋力を發揮することが可能となる。しかし、思春期の發育は、それが急激な変化であるため、このような構造に不均衡を生じさせ、機能に障害をもたらすことが考えられる。著者ら⁶⁾はマウスの骨格筋において、發育にともない筋節長に不均一が生じ、体重の發育がピークとなる時期には、筋節長は最も筋力を發揮しにくい状態になることを報告した。

思春期を決定する發育指数は通常、身長の發育加速時期から求めるが、体育指導の立場からは、運動能力との関連からも考慮されるべきであろう。特に筋力は運動能力を決定する主因であるため、思春期の筋力変化に着目すべきであると考えられる。思春期における形態・機能変化を調べた研究

では、結果を各年齢にまとめ平均を算出するのが一般的である。しかし、思春期という時期は個人差が大きく^{7,13)}、各年齢の平均値から發育の特性を知ることは困難であると考えられる。

そこで本研究では、同学年児童を対象に、年間または半年間の身長伸び量別に群分けし、筋力を中心に運動能力の変化を調べた。

研究 方法

被験者は、愛知県豊明市立S小学校6学年児童134名(男子65名、女子69名)である。小学校で実施された身体検査、運動能力テストの結果より、5年から6年生にかけて身長が0~4cm未満の範囲で増加した群、4~7cm未満の群、7cm以上の群の3群に分け、6年生の時点での運動能力を比較した。また、2年から6年生にかけて同被験者各個人の年間身長伸び量の推移を求め、男女別に5つのPatternに類別した。各Patternの年間身長伸び量を図1に示す。また、各Patternの特徴は次のとおりである。

- 1 Pattern—年間身長伸び量が約5cm平均で、2年から6年生にかけて変化がない。
- 2 Pattern—2年から3年生にかけての身長の伸び量が最も大である。

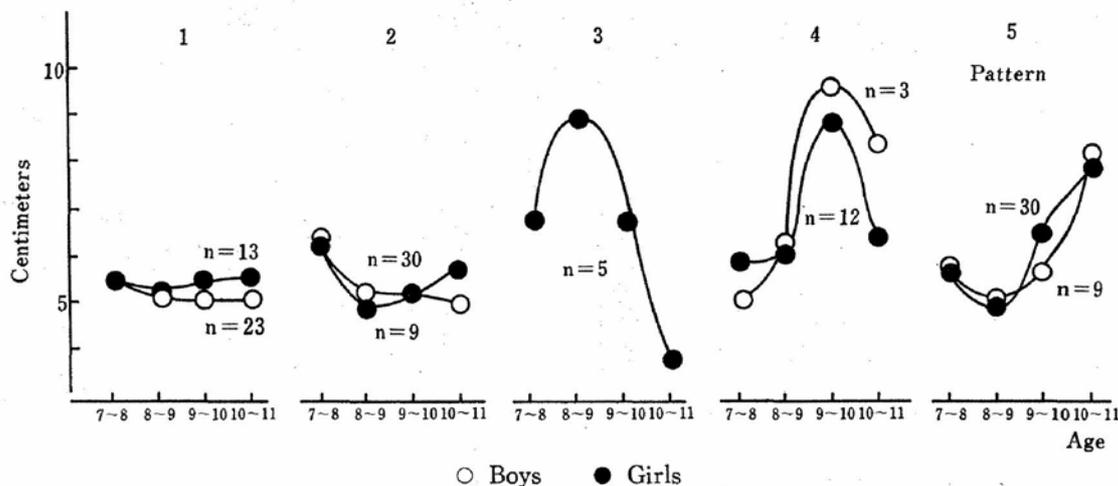


図1 Curves of Annual increments of growth in standing height

3 Pattern—3年から4年生にかけての身長
の伸び量が最も大である（女子のみに該当者があ
る）。

4 Pattern—4年から5年生にかけての身長
の伸び量が最も大である。

5 Pattern—5年から6年生にかけての身長
の伸び量が最も大である。

この5つの群間の6年生の時点での運動能力テ
ストの結果を比較した。

次に、6年生男子19名については、4月と10月
に同じ方法で筋力の測定を行なった。この結果
を、半年間に身長伸び量が0~2cm未滿の群2~
3.5cm未滿の群、3.5cm以上の群に分け比較し
た。

測定項目は垂直跳、握力、屈腕力である。屈腕
力に関しては、名取ら¹⁰⁾の方法により張力時間関
係を導き、瞬発的な筋力の実効に最も結びつく時

期を筋力張力立ち上り速度とし求めた。また、肘
関節角度が60°、90°、130°時の等尺性最大屈腕力
と、isokinetic トレーニング装置 (Super Mini
Gym) を用い、肘関節角度が130°から60°まで、
約毎秒140°の速度で屈曲する際の筋力変化を調
べた。

結 果

6年生の時点での身長、体重および運動能力テ
ストの結果を、5年から6年生にかけての身長伸
び量別に男女別平均値と標準偏差を算出し、図
2-1 (男子)、図2-2 (女子) に示した。各群の
被験者数は、男子では0~4cm未滿の群、4~7
cm未滿の群、7cm以上の年間身長伸び量の3
群で、それぞれ3、54、8名であり、女子ではそ
れぞれ5、33、31名であった。

図2中、男子の身長では、0~4cm群は139.2

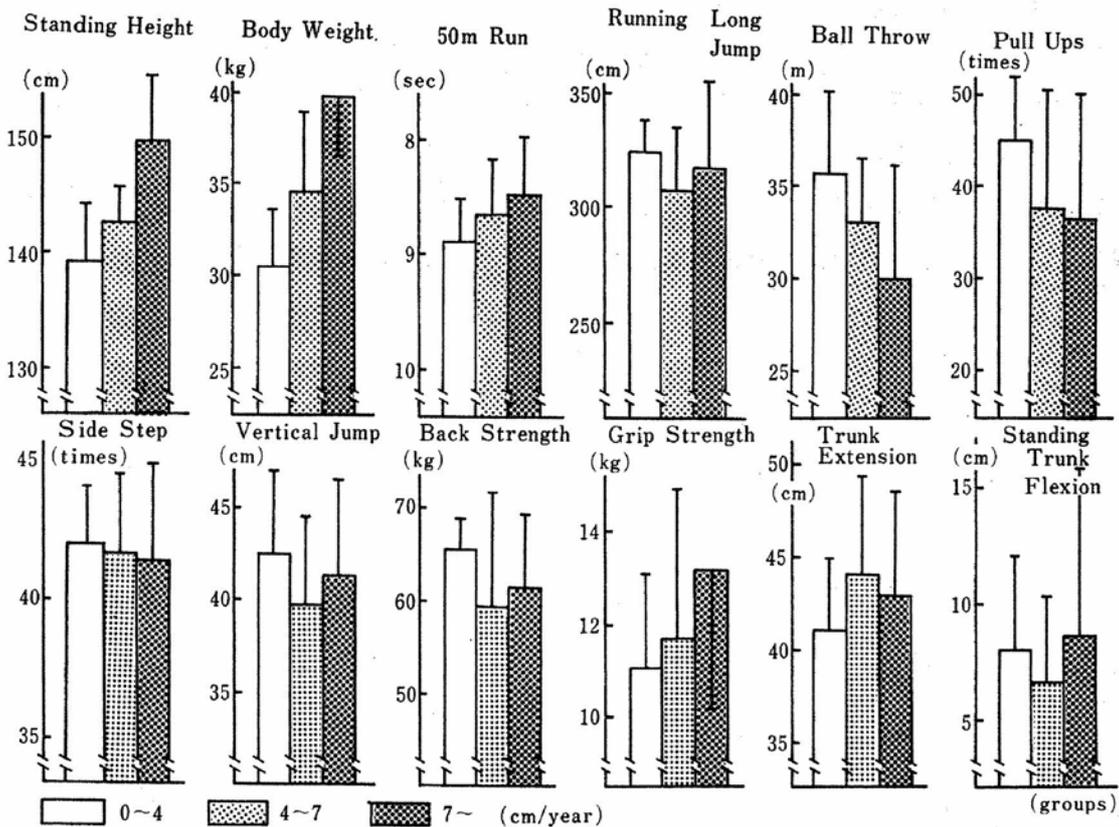


図2-1 Standing height, body weight and physical fitness scores for differential increment groups of standing height. (means ± S.D.) Boys

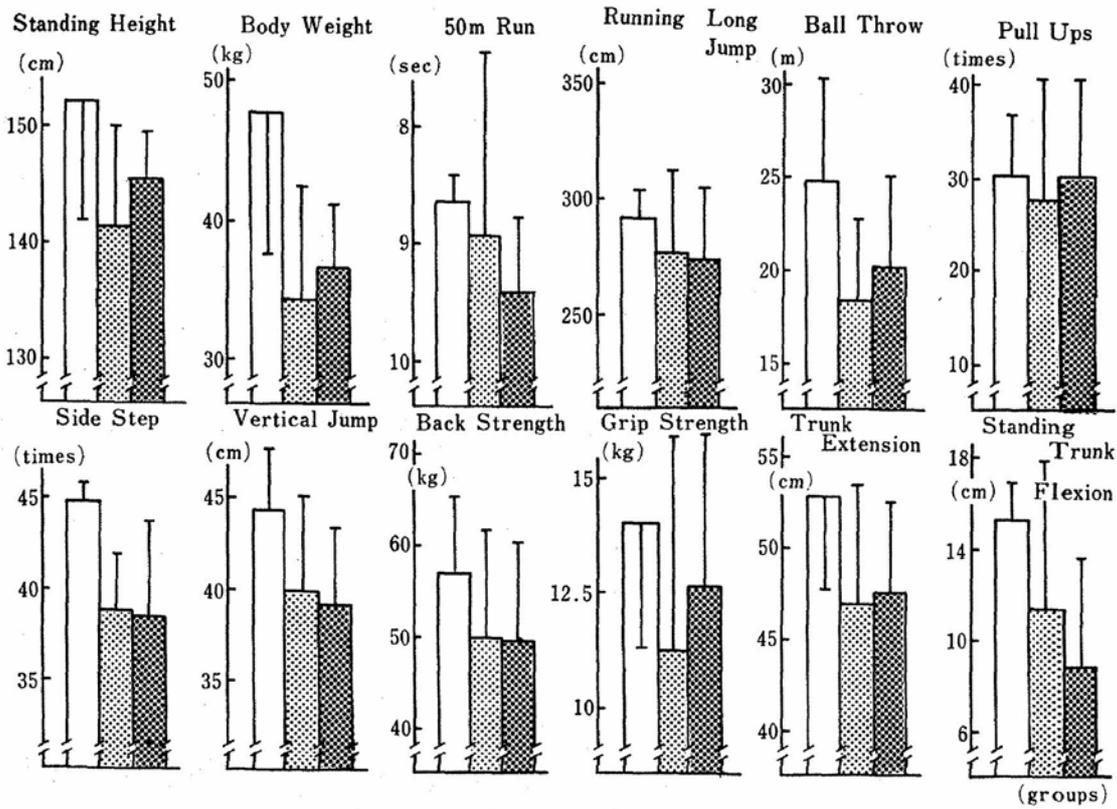


图 2-2 Standing height, body weight and physical fitness scores for differential increment groups of standing height. (means \pm S.D.) Girls

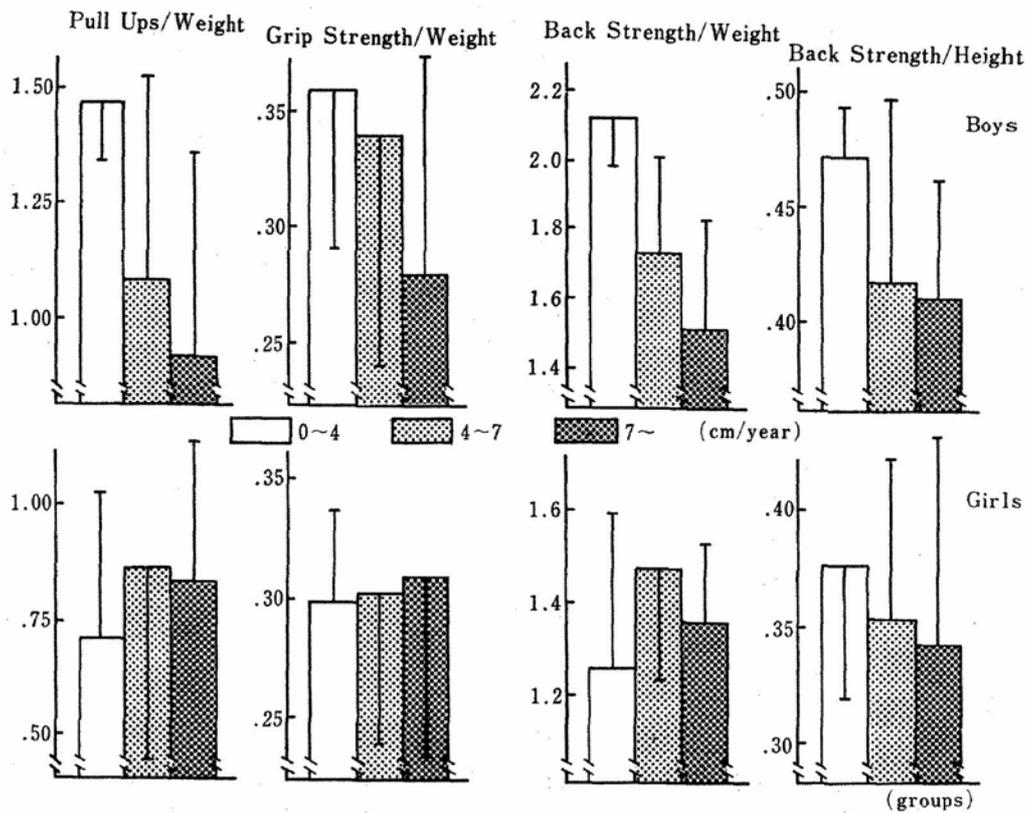


图 3 Physical fitness index scores for differential increment groups of standing height. (means \pm S.D.)

cm, 7cm 以上群は 149.7 cm と 10cm の差があったのに対し, 身長伸びが大きい群ほど体重値も大きく, 50m走, 握力の成績は良いが, ボール投げ, 斜懸垂では逆に劣っていた。また, 他の運動能力も, 7cm 以上の群は他の 2 群のいずれかに比べ劣っていることこそあれ, 優れた値ではなかった。女子の場合は男子と異なり, 6年生時の身長は, 年間伸び量 0~4cm 群が 152.4cm と他の群に比べ最も高値を示した。これは, 男子では 0~4cm 群が発育の遅い群であるのに対し, 女子ではほとんどの者が 5年生以前に身長の加速的

増加時期を終えていることを示すものである。その結果, 0~4cm 群ではすべての運動能力テストの成績に最も良い値を示した。7cm 以上の群は 4~7cm 群に比べ, ボール投げ, 斜懸垂, 握力, 上体そらしでは高値を示すが, 50m走, 走り幅跳, 垂直跳, 立位体前屈では低値であった。

図 3 は機能指数として, 斜懸垂, 握力, 背筋力の値を体重により除した値と, 背筋力を身長で除した値を男女別に示した。男子では, すべての値に身長伸び量が大きい群ほど低値を示した。握力は図 2-1 に示すように, 身長伸び量

表 1 Standing height, body weight, physical fitness scores and physical fitness index scores for group pattern

Pattern	n	Standing height (cm)	body weight (kg)	50m run (sec)	Running long jump (cm)	Ball throw (m)	Pull ups (times)	Side step (times)
(1)	23	141.2±4.7	33.9±5.4	8.8±0.52	304±27.9	31.2±5.0	34.8±11.9	41.1±2.2
(2)	30	142.9±3.4	34.4±4.0	8.6±0.47	312±28.5	33.9±5.6	39.5±14.0	42.1±3.4
♂(3)	0							
(4)	3	147.7±6.5	35.5±5.1	8.6±0.62	323±37.7	39.7±3.7	49.7±0.47	41.3±2.6
(5)	9	147.6±5.5	39.1±3.3	8.6±0.51	311±37.0	30.8±7.4	36.0±13.5	41.4±4.3
(1)	13	137.8±6.5	31.5±6.7	9.1±0.58	286±24.9	18.2±3.8	27.9±14.6	40.6±3.8
(2)	9	141.7±6.8	32.4±5.3	9.6±1.00	252±38.6	19.3±5.7	31.4±11.1	38.3±2.3
♀(3)	5	154.1±4.4	48.2±6.2	8.7±0.30	307±25.6	24.4±5.4	32.2±10.4	43.6±1.4
(4)	12	147.9±9.1	42.2±9.4	8.9±0.66	287±36.7	20.3±4.7	25.9± 8.6	40.4±3.4
(5)	30	144.0±4.6	35.3±4.5	9.1±0.63	275±29.0	19.6±5.4	30.2±12.0	38.4±5.4

Pattern	n	Vertical jump (cm)	Back strength (kg)	Grip strength (kg)	Pull ups /weight	Back strength /weight	Grip strength /weight
(1)	23	40.5±3.5	56.8±13.2	11.2±2.5	1.06±0.40	1.71±0.41	0.34±0.07
(2)	30	44.1±5.0	61.7±12.1	11.6±3.7	1.17±0.43	1.80±0.29	0.34±0.11
♂(3)	0						
(4)	3	44.7±7.4	62.0±10.2	14.2±3.3	1.43±0.23	1.74±0.12	0.39±0.06
(5)	9	43.5±6.8	60.1± 6.7	13.5±3.0	0.95±0.41	1.56±0.27	0.35±0.08
(1)	13	40.0±3.8	47.0± 5.3	8.3±1.9	0.97±0.59	1.53±0.25	0.27±0.06
(2)	9	38.8±5.0	42.0± 5.7	9.6±3.8	0.99±0.35	1.31±0.18	0.29±0.09
♀(3)	5	45.6±4.3	62.0± 9.7	14.7±2.3	0.69±0.26	1.32±0.31	0.31±0.05
(4)	12	41.4±5.7	57.1±13.9	14.1±4.8	0.62±0.25	1.36±0.30	0.33±0.08
(5)	13	39.6±4.5	49.9±11.4	11.1±3.1	0.87±0.36	1.42±0.28	0.31±0.07

が大きい群ほど高い筋力を有したが、体重で除すると逆の関係が得られた。

女子の 0~4cm 未満の身長伸び量を示す群では、運動能力テストの測定値では最高値を示したが、体重で除すると逆に最も低い値を示す結果を得た。

表 1 には身長 of 發育 Pattern を 5 つに分類し、各 Pattern 別に 6 年生時の身長、体重、運動能力テスト成績と機能指数を示した。男子では、4 年から 5 年生にかけて最も身長が伸びた 4 Pattern 群の身長が、わずかではあるが他 Pattern 群に比

べ高く、また、運動能力も比較的高値を示した。

女子では、3 年から 4 年生にかけて最も身長の伸びた 3 Pattern 群に身長、体重、運動能力とも高値を示した。続いて 4 Pattern 群が高値を示す傾向がみられた。男女とも、測定時点が身長の發育加速期に当たる 5 Pattern 群の運動能力の成績は 3, 4 Pattern 群に比べ低く、身長・体重で劣っている 1, 2 Pattern 群と同様の値がみられなかった。斜懸垂、握力、背筋力を体重で除した場合、女子では 3 Pattern 群のそれぞれの値に他群と比較して低値が示された。

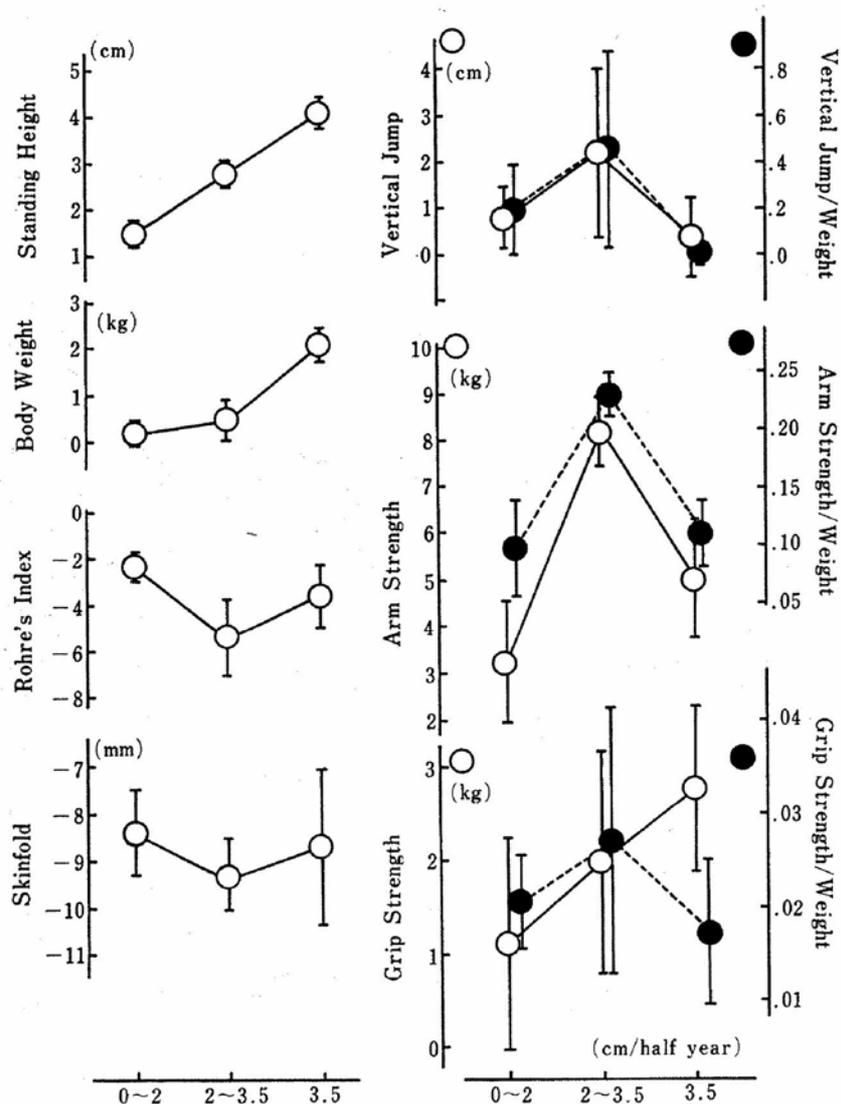


図 4 Half-yearly increments of various body measurements, physical fitness scores and physical fitness index scores for differential increment groups of standing height. (means \pm S.E.)

4月から10月まで半年の間隔をおき、同実験を行なった前後の測定値の差を、身長伸び量別に平均値と標準誤差を算出し図4に示した。3群とも Rohre's Index, Skinfold に減少が見られ、身長伸び量に関係なく、この年齢層の児童にはやせる傾向を示した。垂直跳と屈腕力の増加量は、半年間に2~3.5cm未満の身長伸び量を示す群が最も高値であり、握力は、身長伸び量が大きい群ほど増加量も大きかった。比体重値から増加量を見た場合、握力を含む三項目とも2~3.5cm群が一番大きな値を示した。

最大筋力に対する肘関節屈曲中の屈腕力の変化を図5に示した。3.5cm以上の群は、肘関節角度が広い120°、110°の時に最大筋力に近い値を発揮し、90°から70°にかけては他群より低値を示した。

図6には、肘関節角度を60°、90°、130°とした際の等尺性最大屈腕力(上図)、90°の屈腕力を100%とした時の60°、130°の相対的筋力値(中図)には名取ら¹⁰⁾の方法より算出した張力立ち上り速度(下図)を示した。半年間に3.5cm以上身長の伸びを示す群では、肘関節角度が130°

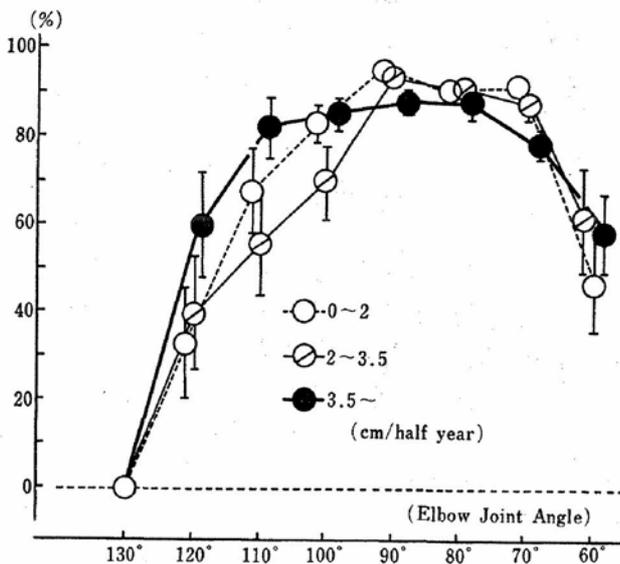


図5 Relative changes in arm strength during elbow joint flexion from 130° to 60°. (means ± S.E.)

の屈腕力が90°屈腕力に比べ低下が少なく、また張力立ち上り速度は他群と異なり、関節角度が広いほど高値を示した。

考 察

一般に、思春期の身体の急速な発育は、筋力など機能の向上と平行して出現すると考えられている⁵⁾。これは、研究方法が縦断的であれ横断的であれ、年齢別に統計処理を行なった結果である。

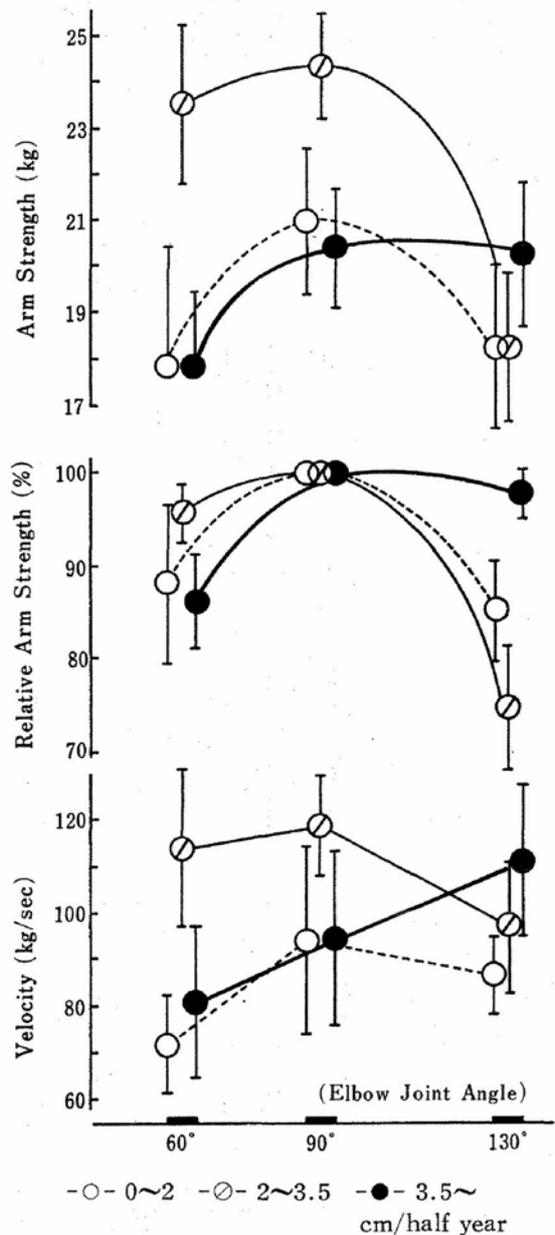


図6 Arm strength, relative arm strength and velocity of isometrical tension development of arm for differential increment groups of standing height. (means ± S.E.)

統計処理を行なう母集団の数が多い場合には、多少の例外も neglect できるが、個人差が大きい思春期などを対象とする時には逆に、本来ある現象を打ち消すおそれがある。

年間身長伸び量別に運動能力を見た結果では、多くの値に身長の伸びが特に大きい者ほど運動能力が劣っていた。これは、形態的発育の急増期と機能の増加する時期が異なることを意味し、筋力など機能面の加速的発達時期は、形態の発育に遅れて出現すると考えられる。年間身長伸び量が 0~4cm 未満であった女子に、また、Pattern 別に見た男子 4 Pattern、女子 3 Pattern 群に他群より運動能力が優れていたことは、これを裏付ける結果と考えられる。福永²⁾は、身長の発育と筋力との関係を調べ、男子では 155cm (本研究で、155cm は身長の加速的発育後にあたる) を境に、筋力の増加が大きくなることを報告している。また、Dimock¹⁾、Stolz ら¹²⁾は思春期の少年において、筋力増加時期は身長の急速な増加期より約 1 年半、体重より約 1 年遅れると述べており、本研究の結果と同様の報告をしている。比体重、比身長値は、男子では身長の伸び量が大きい群ほど低値を示した。筋力の比体重、比身長という見方は、単位質量あたりの筋力を算出するという意味¹⁶⁾のほか、形態の大小に見合った筋力、自分自身を動かす能力の指数としてとらえられる。懸垂、垂直跳の場合には、個人の体重分の負荷を持ち上げる仕事を行なったことになるため、比体重で見るとは、体重の個人差をなくすよう換算することである。身長発育の Pattern 別に見た女子の場合、測定時点で身長の発育が盛んな 5 Pattern 群の比体重値が、他群に比べそれほど低値を示さないのに対し、3~5 年生にかけて身長が急速に伸びた 3、4 Pattern 群の比体重値が低値を示すのは、特に女子では身長の伸びる時期に続き、体重の顕著に増加する時期があることを意味すると

考えられる。循環器能から見た場合でも、山川¹⁷⁾は、踏み台昇降運動の女子の結果から、思春期頃から体重の増加に呼吸循環器能の発達が追いつかなくなると報告している。

半年の間隔をおき、男子の形態と筋力を調べた結果、身長の急増期にある群では筋力の増加量は少なく、年間身長伸び量別に見た運動能力の結果と同じであった。このことは、先に述べた形態の急速な発育期には、機能面の発達が伴わないことを裏付ける結果と考える。

屈腕力において動的・静的に測定した結果、身長の急増群には、肘関節角度が広い、筋が伸ばされた状態でも十分な筋力を発揮しやすい傾向が見られた。これは、発育期のマウスの骨格筋では静止長の 110% 時に最大筋力を発揮するという Goldspink⁴⁾ の報告と関連があるのかもしれない。身長や四肢の伸長に伴い、骨格筋も伸びる。この筋長の増加時に筋中央部の筋節長が伸ばされる⁶⁾が、一方筋端では filament の相互作用を十分に保った筋節長が短い状態で、新しい筋節が生成されており⁸⁾、筋端の筋節は静止長では張力発揮に関与しにくいことが考えられる。しかし、このような筋の微細構造の変化を調べた研究結果が、直接急速な発育期の児童の筋力や関節角度大の時の筋力発揮能に結びつけることは困難であろう。しかし、本研究の結果から、発育期の児童生徒を対象とした運動では、単に運動量の増減だけで発育段階の差を対処しうる問題ではないことが提言される。船川⁹⁾は、教育課程では、教育を効果的に進めるためという教える側からの観点でなく、それをうける子供の心身の発達の現実を知る必要性を述べている。この現実の把握には、発育期の子供の、実態を科学的に調べることから始められるべきであろう。

結 語

小学校6年生を対象に、年間または半年間の身長伸び量別に分類し、筋力を中心とする運動能力の比較を行った。結果を以下に示す。

1) 身長 of 急増期にある群の運動能力の成績、または比体重、比身長値は、急増前の時期にある群より低値であった。

2) 女子の身長急増期後の群では、運動能力の成績に高い値を示すが、比体重値では低値であった。これは、女子の場合、身長の急速な発育に続いて顕著な体重の増加が起こるためであると考えられる。

3) 半年間に身長が3.5cm以上伸びた群では、筋力の増加量に、2~3.5cm未滿の伸び量を示す群より低値が見られた。

4) 身長 of 急増期群の屈腕力は、肘関節角度90°の時と比べ、広い関節角度の状態でも十分筋力を発揮できると思われる結果を得た。

文 献

- 1) Dimock, H.S.; A research in adolescence. I. Pubescence and physical growth. *Child Development*, 6: 177—195 (1935)
- 2) 福永哲夫; ヒトの絶対筋力—超音波による体肢組成・筋力の分析, 杏林書院, pp. 147—157
- 3) 船川幡夫; 思春期と人の生涯, からだの科学, 113: 34—37 (1983)
- 4) Goldspink, G.; Sarcomere length during Post-

- natal growth of mammalian muscle fibers. *J. Cell. Sci.*, 3: 539—548 (1968)
- 5) Helen, M.E.; Motor development. Charles E. Merrill Pub. Company, pp. 213—259 (1980)
- 6) 春日規克, 馬詰良樹; 生後発育にともなうマウス骨格筋線維長と筋節長の変化, 体力科学, 32—3: 134—139 (1983)
- 7) 小宮秀一; 身長 of 発育 pattern 別にみた運動能力の発達, 新体育, 44—9: 644—648 (1974)
- 8) Mackay, B., J.J. Harrop and A.R. Muir; The fine structure of muscle tendon junction in the rat. *Acta. Anat.*, 73: 588—604 (1969)
- 9) Matsuo, A. and T. Fukunaga; The effect of age and sex on external mechanical energy in running. *Biomechanics*, VIII (1977)
- 10) 名取礼二, 他; 等尺性強縮時の張力時間関係からみた筋力指標について, 体力科学, 19: 75—85 (1970)
- 11) Rarick, G.L.; Physical activity-Human growth and development. Academic Press, pp. 60—80 (1973)
- 12) Stolz, H.R., and L.M. Stolz; Somatic development of adolescent boys. A study of growth of boys during the second decade of life. New York Macmillan. (1951)
- 13) 高石昌弘; 発能段階の把握と体育指導, 新体育, 43—9: 690—693 (1973)
- 14) 高沢晴夫, 他; スポーツ障害—発育期を中心に—, 医歯薬出版, pp. 1—12 (1983)
- 15) Tanner, J.M.; Growth at adolescence. Blackwell Scie. Publications, Oxford. (1962)
- 16) 東京都立大学身体適性学研究室編; 日本人の体力標準値, 第三版. 不昧堂, pp. 358—368 (1980)
- 17) 山川 純; 思春期と女子の体力, からだの科学, 113: 70—76 (1983)