

## 水泳選手の縦断的データによる比指極の年次変化

古志 繭実・浅見 高明・加藤 雄一郎\*

### Longitudinal Growth Study of Relative Arm Span in Young Swimmers

KOSHI Mayumi, ASAMI Takaaki and KATO Yuichiro\*

The body proportion of the college top swimmers was characterized longer arm span compare to height. It was considered that such proportion could be determined from both hereditary and environmental factors. If it is strongly influenced by environmental factor (swimming training), the relative arm span should be changed in growing period. Therefore, the purpose of this study is to investigate varying of relative arm span, through the longitudinal measurement of height and arm span for 6 competitive swimmers (9-12 year-old). The results indicated that the relative arm span was significant difference between 10.0 (100.8%) and 10.5 (102.0%) year-old. Accordingly, it was possible to suggested that the relative arm span was affected by environmental factor, such as swimming training, before the second period of growth.

**Key words:** Young swimmer, Relative arm span, Longitudinal growth study

#### 1. 緒言

ヒトの体格や体型についての研究は古くからなされており、一般的に体型は、運動、環境、栄養などにより変化し、年齢や性別によっても差異があることが報告されている<sup>4,6,14,19,20,22</sup>。この差異を生む1つの要因である身体運動は体格や体型に影響を及ぼし、その種類やトレーニングの強度によってもその影響度が異なることが知られている<sup>18-20</sup>。大学スポーツ選手を対象とした一連の研究では<sup>1,4,10,11,16,18,20</sup>、一般人と運動選手を比較すると体格、体型に差があり、さらにスポーツ種目の違いを考慮すると、そのスポーツ種目特有の体型があることを報告している<sup>1-5,7,10-13,16,18,23,24</sup>。

水泳選手の体型に関する研究において、出村<sup>9)</sup>は大学水泳競技選手の体格、体力及び水泳技能の性差について検討しており、水泳選手は一般人と比べて体脂肪が少なく、長育・周育・量育等の体格面に優れており、男子選手の方が女子選手に比べて体格、筋力、神経機能、心肺機能に勝り、柔

軟性については女子が勝ることを明らかにしている。さらに、中学水泳選手の体格は加齢に伴って発育するが、男子の発育量は女子に比べて大きいことを報告している<sup>3)</sup>。古志たち<sup>10)</sup>は男子大学水泳選手のボディプロポーションについて検討し、水泳選手は一般人と比べて、手長、指極が長く、肩峰幅、胸幅が広い体型をしていることを明らかにしている。また、比指極については、一般人が100.6%であるのに対し水泳選手は102.7%であり、一般人と比べて水泳選手は指極が長く、逆三角形のプロポーションであることを報告している。

大学トップレベルの水泳選手がこのようなボディプロポーションを形成しているのは、遺伝的要因と水泳トレーニングによる環境的要因の2つが影響していると考えられる<sup>9)</sup>。この水泳選手特有のボディプロポーションへの変化は、一体いつ頃の時期から起こるのか興味深い問題である。もし、水泳トレーニングが水泳競技選手のボディ

\*筑波大学大学院体育科学研究科 Doctral Program in Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

ロポジションに影響しているならば、大学までの成長過程のどこかで変化が生じるはずである。身体の発育過程について考えると、形態・機能の成長が活発な時期、特に身長第二次成長スパート期である12~13歳<sup>17)</sup>を含む年齢層あるいは、それ以前に何らかの変化が起きるのではないだろうか。また、スイミングスクールの発展から、幼児、小学校低学年から水泳運動を始める者が多く、小学生のうちから選手コースで練習し、強度の水泳運動トレーニングを行っている場合が多い。つまり、ボディプロポジションに変化を与える環境的な条件は整っており、児童期において水泳特有のボディプロポジションへの変化が生じている可能性がある。したがって、12~13歳の身体成長のスパート期以前から水泳運動トレーニングを行ってきている選手は、この時期から水泳に適したボディプロポジションに変化していくのではないかと仮定できる。

このような成長過程におけるボディプロポジションの変化は、横断的測定では年代による個人差の影響を考慮できないという限界がある。したがって、個人個人を縦断的測定によって検討する必要がある。そこで、本研究では比指極に焦点をしぼり、スイミングスクールの選手コースに通う水泳選手を対象として、縦断的に測定した身長と指極のデータをもとに比指極の年次変化について検討し、水泳トレーニングによって、水泳選手特有の比指極が大きい体型に変化するかどうかを明らかにすることを目的とした。

## 2. 方法

### 1) 被験者

被験者は、スイミングスクールの選手コースで定期的(5回/週、1~1.5時間/回)に練習を行っており、かつ9~12歳までの期間において縦断的に測定を行うことができた男子水泳選手6名であった。被験者の生年は1976~1982年である。

### 2) 測定方法

身長と指極の計測を1年間に2回行った(3, 9月)。

#### ①身長(standing height)

被験者には、自然な直立姿勢をとらせ、頭を耳

眼水平位に保ち、踵を揃え、両足先を約30~40度を開き、膝を伸ばし、踵から臀部、背部を軽く身長計に接触させた。床面より頭頂点までの垂直距離を0.1cm単位で計測した。

#### ②指極(arm span)

被験者には、机に貼られたグラスファイバー製メジャーに鎖骨が当たるように伏臥位姿勢をとらせ、両上肢を左右に水平(回外90度)に伸ばさせた。被験者の左右の中指指先点間の直線距離を0.1cm単位で計測した。

### 3) 分析方法

各被験者の満年齢を10進法で算出し、0.5年単位でグループ化した。例えば、7月において10歳の誕生日を迎える被験者の場合、その年の3月に測定された値は9.5歳の値とし、9月に測定された値は10歳の値として用いた。つまり、満年齢10.0~10.4歳の間に測定された値は10歳の値とし、10.5~10.9歳の間に測定された値は10.5歳の値とした。

#### ①比指極

各被験者における身長の個人差による影響を取り除くため、身長を基準とした指極の相対値である比指極を算出した。

$$\text{比指極} = (\text{指極} / \text{身長}) \times 100$$

算出された比指極について各グループごとに平均値と標準偏差を求め、繰り返しありの分散分析を用いて検定した。有意なF値が認められた場合、グループ間の平均値の差異をFisher's PSLD<sup>†</sup>による多重比較検定を行った。

#### ②年次変化量

1年毎の身長と指極の変化量を算出し、身長と指極の年次変化量の平均値の差異をみるため対応のあるt検定を行った。

統計上の有意水準は5%とした。

## 3. 結果

縦断的測定で得られた各年齢グループにおける身長と指極の平均値と標準偏差は、表1に示す通りである。日本人の体力標準値<sup>21)</sup>によると身長の平均値は、9歳(132.8cm)、10歳(138.4cm)、11歳(143.8cm)、12歳(150.8cm)であり、本研究の対象

† : Fisher's PSLD (Fisher's Protected Least Significant Difference)は、多群間の分散分析で有意差が認められたとき、各群のデータ数が等しく等分散で正規分布していると仮定する場合に用いる検定方法。

は、一般人とほぼ同程度の身長であることが確認できる。

### 1) 比指極の変化

比指極の平均値と標準偏差は、9.0歳(100.9±3.2%)、9.5歳(101.4±2.4%)、10.0歳(100.8±2.7%)、10.5歳(102.0±2.6%)、11.0歳(102.2±1.7%)、11.5歳(101.6±1.8%)、12.0歳(102.4±1.8%)であった。一要因分散分析を行った結果、有意なF値が認められた。年齢の隣りあう各グループ間において多重比較を行った結果、10.0～

10.5歳間(100.8, 102.0%)に有意差が認められ、この期間に比指極が大きくなることが示唆された(図1)。

### 2) 身長と指極の年次変化量の差異

年次変化量の平均値と標準偏差は、9.0～10.0歳間(身長5.8±2.4, 指極5.7±3.3cm)、10.0～11.0歳間(5.8±1.5, 7.8±1.3cm)、11.0～12.0歳間(5.2±4.0, 5.6±4.4cm)であった。身長と指極の年次変化量についてt検定を行った結果、9.0～10.0歳間、11.0～12.0歳間に有意差は認められなかった

Table 1 Height(cm), arm span(cm) and weight(kg) in each age-group.

Group	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0
Height	131.9 (2.5)	135.1 (1.6)	137.7 (1.7)	140.2 (1.7)	143.5 (2.3)	146.6 (2.3)	148.7 (5.0)
Arm span	133.2 (6.3)	136.9 (4.1)	138.8 (4.5)	143.0 (5.1)	146.7 (3.8)	148.9 (3.7)	152.3 (5.9)
Weight	29.4 (0.6)	31.1 (1.9)	32.9 (2.6)	34.3 (2.0)	36.6 (3.4)	40.0 (2.9)	41.5 (4.0)

Note) Values are means (SD).

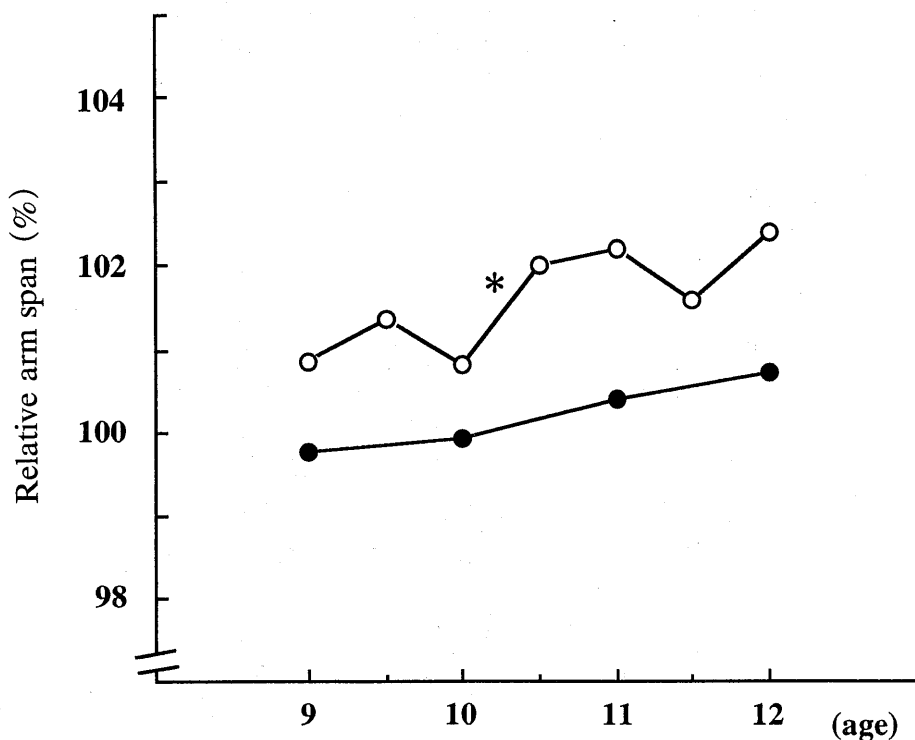


Fig.1 Mean relative arm span of swimmers (○) in each age.

Normal data (●) is cited from "Physical Fitness Standards of Japanese People". \*;  $p < 0.05$

が、10.0～11.0歳間で有意に指極が大きいことが認められた(図2)。

#### 4. 考察

大学トップレベルの水泳選手は、身長よりも指極が長いボディプロポーションをしている<sup>10,11)</sup>。このボディプロポーションは、一体どのように形成されるのであろうか？水泳のクロール泳におけ

る推進力は腕では70%、脚では30%であり<sup>13)</sup>、上肢の果たす役割は重要である。もし、スキルが同じであれば、指極が長いことはストロークも長くなり、水泳パフォーマンスに貢献する1要因になる<sup>8)</sup>。したがって、先天的に比指極の大きい者が大学トップレベルの水泳選手になったと考えることができる。一方、上肢の回旋運動が頻繁な水泳トレーニングが、上肢や肩峰幅などを構成する骨

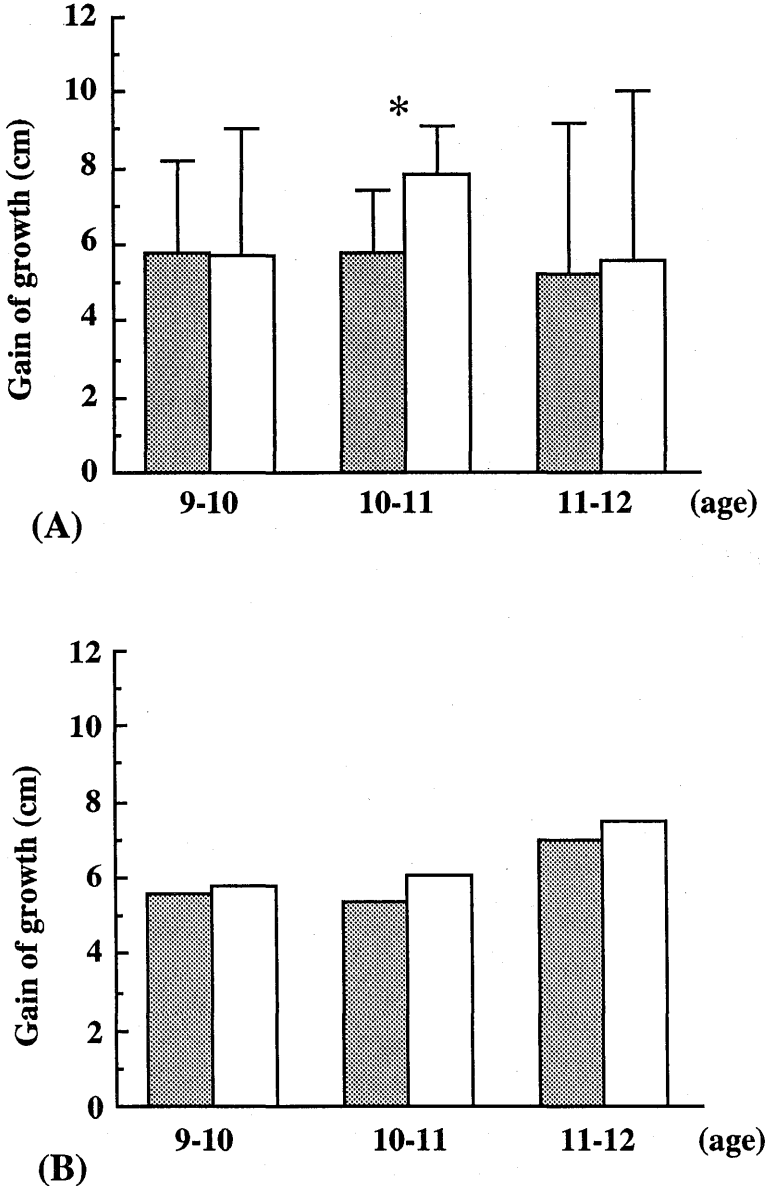


Fig. 2 Gain of growth in height (■) and arm span (□) each year for swimmers (A) and normal people (B).

格や筋群に影響し、指極が長くなることも考えることができる。もし、水泳トレーニングという環境的要因が関与しているのであれば、水泳選手を縦断的に追跡することによって大学までの成長過程のどこかで変化が認められるはずである。

本研究では、第二次成長期に身長が急激に伸び始める年齢が、男子において12~13歳<sup>17,21)</sup>であるため、それ以前から水泳トレーニングを専門的にを行っている選手のボディプロポーションに何らかの変化が起こると仮定した。そこで、9~12歳の6名の水泳選手を縦断的に測定した結果、比指極は9.0~10.0歳の間において100.8~101.4%の範囲にあり有意な変化は認められなかった。しかし、10.0~10.5歳の間で比指極は100.8%から102.0%に有意に増大することが認められ、水泳トレーニングを専門的にを行っている選手は、この期間に身長よりも指極が大きくなることが示唆された。また、10.5~12.0歳の間において比指極は101.6~102.4%の範囲にあり有意な変化は認められなかったことから、10歳前後において水泳トレーニングが比指極に影響を与えていると考えられる。

さらに、日本人の体力標準値<sup>21)</sup>から比指極を算出すると、9歳(99.8%)、10歳(99.9%)、11歳(100.4%)、12歳(100.7%)であり、増加傾向にあるものの身長と指極はほぼ同じであることが認められる。また、その後成人になるまで、比指極は99.6~100.1%の範囲にあり変化しない。また、身長と指極の年次変化量を見ると一般人は9~10歳間(身長5.6cm, 指極5.8cm)、10~11歳間(5.4cm, 6.1cm)、11~12歳間(7.0cm, 7.5cm)であり<sup>21)</sup>、身長と指極の変化量がほぼ同じである。しかし、水泳選手では9~10歳間、11~12歳間で身長と指極の変化量が同じであるが、10~11歳間(身長5.8cm, 指極7.8cm)の時に指極の変化量の方が身長の変化量より大きかった。このことから第二次成長期前の水泳トレーニングが指極の成長に影響する可能性が考えられ、遺伝的要因が強いとされる長育のプロポーションではあるが<sup>5)</sup>、比指極においては水泳トレーニングという環境的要因からも影響していることが示唆された。

一方、図3に示すように個人の変化に着目してみる。YHは9歳から12歳まで比指極が104.9~106.3%と高い値の範囲でほとんど同じプロポーションをしており、大学水泳選手の平均値を上回っている。つまり、先天的に比指極の大きいボ

ディプロポーションをしており、水泳トレーニングによる影響はなかったと考えられる。また、KSのように11歳まで一般人と同じ傾向を示し、11.5歳から徐々に比指極が大きくなる者もいる。残りの4名は、程度の差こそあれ、おおよそ10.0~11.0歳において比指極が大きくなる傾向であった。したがって、一概に水泳トレーニングのみが水泳選手特有のボディプロポーション形成に影響しているとは言い切れず、遺伝的要因と環境的要因の交互作用が大きく関与していると考えられる。

今後は、物理的時間である暦年齢ではなく生物時間(相対年齢)である骨年齢をもとに水泳トレーニングの影響を確かめると共に、指極を構成している上肢長や肩峰幅などを測定し、各部位別の変化率を求め、どの部位が長くなるのか検討する必要がある。また、上肢を使う他のスポーツでも同じ現象がみられるか検討する必要がある。

## 5. まとめ

大学トップレベルの水泳選手の体型は、身長に対し指極が長いという水泳選手特有の特徴をもっていることが明らかになっている。このような体型を決定する要因には、遺伝と環境要因の2つが考えられる。もし、環境的要因である水泳トレーニングが強く影響するならば、発育期中において比指極に変化が認められるはずである。そこで、本研究では身長のスパート期前である児童期に着目し、9~12歳の間スイミングスクールの選手コースに通っていた男子児童6名を対象に、身長と指極を縦断的に計測し、比指極の変化を検討した。測定は1年に2回、計7回行った。その結果、10.0~10.5歳の時期に有意に比指極が大きくなることが認められた。したがって、第二次成長期前の水泳トレーニングによって指極が大きく変化した可能性が考えられる。このことから、遺伝的要因が強いとされる長育のプロポーションではあるが、比指極においては水泳トレーニング(環境的要因)からも影響していることが示唆された。

## 謝辞

本研究の測定において快く御協力して頂いた箕面スイミングスクールに感謝の意を表します。また、本研究は、平成9年度学内プロジェクト「水泳選手の発育発達に伴うボディプロポーションの変化」により行われたものであります。

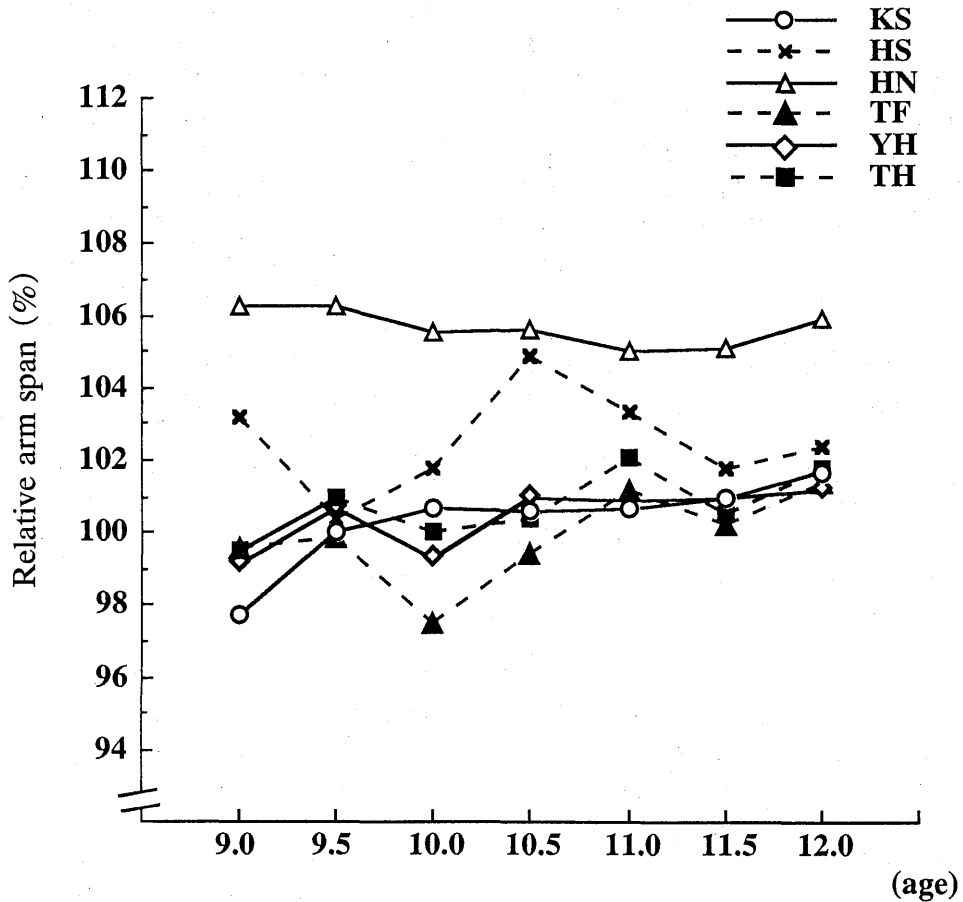


Fig. 3 Individual data of relative arm span.

## 引用文献

- 坂東隆男(1983): スポーツ選手の体型と姿勢の特徴及びその関連性について. 筑波大学大学院体育研究科修士論文.
- 坂東隆男・浅見高明・川村禎三(1984): 柔道・剣道選手の体型と姿勢の特徴ならびにその関連性について. 武道学研究 16-2: 27-36.
- 出村慎一(1983): 中学生水泳選手の形態, 筋力, 及び柔軟性の性差・学年差の検討. 体力科学 32: 8-16.
- 出村慎一(1986): 大学競泳選手の体格, 体力及び水泳技能の性差. 体育学研究 31-2: 151-161.
- 出村慎一(1990): 学童水泳選手における水泳能力の因子構造とその性差. 体育学研究 35: 219-230.
- 保志 宏(1984): 『日本人の体格調査報告書』からみた日本人の体格・体型所見. 人類誌 92-4: 281-293.
- 菊地邦雄(1976): 水泳の生理. 体育の科学 26: 403-408.
- 北 一郎・出村慎一(1989): 形態と水泳パフォーマンスの関係. 教育医学 35-3: 164-172.
- 小宮秀一(1977): 身長と体重の相対成長からみた男女児童の発育パターンにおける変異. 体育学研究 21: 265-273.
- 古志繭実, 浅見高明, 加藤雄一郎(1994): 水泳選手の形態と体型の特徴について. 日本体育学会第45回大会号: 452.
- 古志繭実, 浅見高明, 加藤雄一郎(1995): 水泳競技選手のボディプロポーションの特徴について. いばらき健康・スポーツ科学 14: 61.
- 道明 博(1972): 三角図形法の変法による運動選手の体型分類. 体力科学 21: 49-65.
- 宮下充正(1970): 水泳の科学—キネシオロジーと指導への応用—. 杏林書院, 東京, pp.107-110.
- 太田裕造(1980): 1980年・わが国一流競技選手のソマトタイプ. 日本体育協会スポーツ科学研究報告集, 日本体育協会スポーツ科学委員会編: 2-7.
- Robert, M. Maina, Clude Bouchard (高石昌弘, 小

- 林寛道 監訳) (1995) : 事典 発育・成熟・運動.  
大修館書店, 東京, pp.317-320.
- 16) 鈴木文子(1977) : Sheldonの三角図法による体型及び体格の判定に関する研究—第1編 男女大学生及び高校生の体型及び体格について—. 体力科学 26-3 : 207-218.
- 17) 高井省三(1991) : 骨年齢と暦年齢から見たヒトのかたちの変化の解析. 平成2年度文部省科学研究費補助金(一般研究C) 研究成果報告書.
- 18) 田中信雄・辻田純三・堀 清記・千賀康利・大槻寅之助・山崎 武(1977) : スポーツマンの体格および体型に関する研究—競技種目別による運動選手の体格の差異について—. 体力科学 26 : 114-123.
- 19) 田中信雄・辻田純三・堀 清記・千賀康利・大槻寅之助(1979) : 男子大学生の身体鍛練者と非鍛練者の体格と体格判定法に関する研究. 体力科学 28 : 47-55.
- 20) 田中信雄・千賀康利・黛 誠・辻田純三・堀 清記(1980) : 大学生の体格, 体型に及ぼす身体運動の影響. 体育学研究 25-3 : 215-232.
- 21) 東京都立大学体育学研究室(1989) : 日本人の体力標準値第四版. 不昧堂, 東京, pp.21-22, 39-40.
- 22) 八木 保(1970) : 体格の発育に関する諸要因の分析. 学校保健研究 12-2 : 62-66.
- 23) 横堀 栄・鈴木文子(1957) : スポーツマンの体型について. 体育の科学 7-5 : 197-200.
- 24) 昭和61年度 日本体育協会 スポーツ科学委員会(1986) : 昭和61年度 日本体育協会・スポーツ医・科学研究報告集. 日本体育協会.