

飛込競技男子ジュニア選手の身体特性の変化

—3年間縦断的評価による検討—

Change of Physical Characteristics in Japanese Elite Junior Divers

—Longitudinal Survey of 3 years—

成田 崇矢^{1,2,4)} 金岡 恒治²⁾ 大久保 雄³⁾ 坂田 和也⁴⁾ 野村 孝路⁴⁾

TAKAYA NARITA^{1,2,4)}, KOJI KANEOKA²⁾, YU OKUBO³⁾, KAZUYA SAKATA⁴⁾, TAKAMICHI NOMURA⁴⁾

¹⁾ Health Science University: 7187 kodachi, Fujikawaguchiko Town, Yamanashi 401-0380, Japan. TEL+81 555-83-5289

E-mail: t-narita@kenkoudai.ac.jp

²⁾ Faculty of Sport Sciences, Waseda University

³⁾ Faculty of Health and Medical Care, Saitama Medical University

⁴⁾ Japan Swimming Federation

Rigakuryoho Kagaku 27(6): 629-633, 2012. Submitted May 9, 2012. Accepted Jul. 5, 2012.

ABSTRACT: [Purpose] This study aimed to determine factors related to low back pain (LBP) from changes in the physical characteristics. [Subjects] Thirteen elite junior divers who were followed from 13 to 15 years old. [Methods] The change in each item between the ages of 13 and 15 years old were analyzed by one-way analysis of variance. [Results] Significant main effects were recognized between each age of height, weight, standing long jump, vertical jump, back muscle strength, sit-ups for 30 seconds, and handstand continuance time. [Conclusion] LBP possibly occurs owing to increase in weight after 15 years old.

Key words: low back pain, diver, growth phase

要旨:〔目的〕飛込競技男子選手の腰痛発生要因を明らかにするため、ジュニア選手の成長期における身体特性の変化を3年間の縦断調査から検討した。〔対象〕1998～2010年に飛込競技男子ジュニア強化選手に選抜された119名のうち13-15歳の経過を追跡できた13名。〔方法〕形態、瞬発力、体幹筋力、柔軟性、競技特性を評価した11項目のうち、13-15歳の各年齢間の変化を一元配置分散分析にて解析した。〔結果〕有意な変化を認めたのは、身長、体重、立幅跳、垂直跳、30秒上体起こし、背筋力、倒立持続時間であった。柔軟性の項目に有意な変化は認めなかった。〔結語〕15歳以降の体重の増加、背筋と腹筋の比が低値であることが、腰痛発生に関わっていると考えられた。

キーワード: 腰痛、飛込選手、成長期

¹⁾ 健康科学大学 健康科学部 理学療法学科: 山梨県南都留郡富士河口湖町小立7187 (〒401-0380) TEL 0555-83-5289

²⁾ 早稲田大学 スポーツ科学学術院

³⁾ 埼玉医科大学 保健医療学部 理学療法学科

⁴⁾ 日本水泳連盟 飛込委員会

I. はじめに

飛込競技は高さ10 mの固定台、あるいは3 m・1 mの高さの飛板から跳び上がり、入水までの空間で宙返りや捻り技を行い入水する採点競技である。10 mの固定台からの演技では入水速度は51 km/hに達し、入水直後には瞬時に33 km/hまで減速し、入水時の衝撃はおおよそ400 kg重と大きく¹⁾、身体への負荷は大きい。このため飛込競技の競技特性として、助走時のバランスを主とする再現能力、踏み切る際の瞬発力、空中での演技の技術要素以外にも入水時の衝撃に対応する能力が求められる。

我々は飛込選手の傷害予防目的に、2003年度より年1回行われるナショナルジュニア合宿(17歳以下が対象)にて傷害調査を行っている。その中で飛込選手は腰痛有訴者が多く、14歳以前は51名中8名(15.7%)、15歳以降は65名中35名(53.9%)と15歳以降にその数が増加することが明らかになっている²⁾。飛込選手の腰痛初発時期と成長期が一致しているとの報告³⁾や、成長期の腰椎終板障害は、スポーツなどのoveruseが関連している⁴⁾といわれていることから、飛込選手の身体的発達の特徴が腰痛発生に関連している可能性がある。しかし、飛込選手の成長期の身体特性を継続的に追跡調査した研究はなく、成長期における身体特性の変化は明らかになっていない。12歳から19歳の競泳選手に対し3年間の継続的体力測定を行った先行研究では、形態、筋力、柔軟性は13歳～16歳に大きな変化がみられ、16歳以降の変化は少なくなっている⁵⁾。そこで、本研究の目的は、飛込競技男子ジュニア選手の成長期における身体特性の変化を13-15歳の3年間の縦断調査から検討し、腰痛発生要因を探ることとした。

II. 対象と方法

1. 対象

1998～2010年に日本水泳連盟飛込委員会に選抜され、ナショナルジュニア合宿に参加した男子飛込選手は119名であった。このうち複数年参加者は46名(2回19名、3回13名、4回7名、5回6名、6回1名)であった。14歳以降に選考された者や、連続して選考されなかった者は除外し、13～15歳までの3年間継続して調査が可能であった13名を対象とした。

2. 方法

身体特性の測定は、ナショナルジュニア合宿において毎年行われた。測定項目は、以下の項目を測定した。

形態項目の測定は午前中に行った。①身長(cm) ②体重(kg)：対象者は、裸足にて自動デジタル身長体重計WB-510(タニタ社製)に踵を揃えてつけて、直立姿勢にて測定を行った⁶⁾。

体幹筋力・体幹持久力項目は、③背筋力(kg)：対象者は、背筋力計TKK5002(竹井機器工業社製)の台の上に足幅15 cmで立ち、膝関節伸展位にて保持し、体幹を30°前方に傾けた状態にて測定を行った^{6,7)}。④30秒上体起こし(回)：対象者は、背臥位にて膝関節90°位に保持し、両腕を胸の前に組んだ状態から始め、両肘が両大腿部に付くまで、30秒間に起き上がることができた回数を測定した^{6,8)}。

体幹柔軟性項目は、⑤長座体前屈(cm)：対象者は、長座体前屈計TKK5112(竹井機器工業社製)の間に両下肢を入れ長座姿勢を保持し、肩幅の広さで両肘関節を伸ばす。両手を長座前屈計から離さず、前屈できた最大前屈距離を計測した^{6,8)}。⑥伏臥上体反らし(cm)：対象者は、腹臥位にて両手を背部に組み、体幹を伸展させる。顎が最高位まで上がった位置から床面までの高さを計測した^{6,8)}。

瞬発力項目は、⑦立幅跳(cm)：対象者は両足を10～20 cm開いて立ち、前上方に跳躍し、床に触れた踏切地点に最も近い位置から踏切足先までの直線距離を計測した^{6,8)}。⑧垂直跳(cm)：対象者は、壁側の手の指先に粉をつけ、その場で跳躍し最高位点で測定用紙に記しをつけた。そのしるしの下に片手を伸ばし、しるしをつけ、垂直距離を測定した^{6,8)}。

競技特性をふまえた項目⁹⁾は、⑨肩回旋幅(cm)：肩甲帯の柔軟性の指標として、肩回旋幅を測定した。測定方法は対象者にまず脚を肩幅に開いた立位姿勢をとらせ、棒を肩の前で肘を伸ばして握らせた。そのまま肘を曲げずに腕を頭上から後方へと旋回させる。そしてこの動作が可能な左右両手内側の最短距離を測定した。

⑩倒立姿勢(点)・⑪倒立持続時間(秒)：男子飛込競技には倒立種目が含まれるため、水平な床面にて倒立した際の、倒立姿勢および倒立持続時間を測定した。倒立時間は水平な床面にて行い、記録は両足が床から離れた直後から、手掌面以外の身体の一部が床面に触れるまでとした。なお上限を1分間として、それを越えるものは1分間で中止した。倒立姿勢の測定は、倒立保持時間を測定する際に同時に行い、評価は日本水泳連盟公認飛込審判員3名が以下のA～Dの基準で行った。飛込競技の採点に準じて、Aには－、BとCにはそれぞれ＋、－を加え、Aを9点、A－を8点、B＋を7点、Bを6点、B－を5点、C＋を4点、Cを3点、C－を2点、Dを1点の9段階で評価(表1)し、3人の平均点を点数とした。

表1 倒立姿勢の採点基準

A	肘・肩・胸・腰・膝・足首・爪先までを結ぶ線が一直線上にあり、安定している
B	上記の箇所のいずれかに、曲がりが見られ、安定している
C	上記2カ所以上に、曲がりが見られ、不安定である
D	倒立静止姿勢がとれない

表2 各年齢における測定値(カッコ内の数値は同年齢の標準値:文献6)

年齢(歳)	飛込選手(n=13)		
	13	14	15
身長 (cm)*	157.8 ± 9.0 (159.6 ± 7.5)	163.8 ± 7.3 (165.3 ± 6.5)	167.2 ± 6.6 (168.2 ± 5.9)
体重 (kg)*	46.3 ± 7.9 (49.5 ± 9.6)	53.1 ± 6.9 (53.4 ± 9.6)	57.1 ± 6.6 (56.5 ± 9.6)
長座体前屈 (cm)	52.3 ± 7.3 (43.0 ± 9.5)	54.0 ± 6.5 (46.1 ± 9.8)	56.5 ± 7.2 (47.9 ± 9.7)
伏臥上体そらし (cm)	48.7 ± 9.5 (50.3 ± 8.3)	49.7 ± 9.7 (53.0 ± 8.7)	52.4 ± 9.0 (54.2 ± 9.1)
立幅跳 (cm)**	223.4 ± 20.5 (201.2 ± 24.2)	237.0 ± 14.4 (213.3 ± 25.9)	244.9 ± 15.5 (220.9 ± 24.5)
垂直跳 (cm)***	58.6 ± 6.9 (48.2 ± 7.3)	62.5 ± 5.2 (53.6 ± 7.4)	66.6 ± 5.3 (56.9 ± 8.4)
30秒上体おこし(回)**	36.2 ± 5.5 (26.3 ± 5.3)	40.9 ± 5.5 (27.2 ± 5.3)	42.9 ± 3.5 (27.4 ± 5.3)
背筋力 (kg)***	96.1 ± 25.2 (96.2 ± 23.5)	109.2 ± 17.9 (113.4 ± 23.6)	127.8 ± 23.3 (121.8 ± 25.3)
肩回旋幅 (cm)	56.4 ± 18.5	59.8 ± 18.6	59.6 ± 15.1
倒立姿勢 (点)	5.2 ± 2.7	7.2 ± 2.7	6.8 ± 2.1
倒立持続時間(秒)****	10.4 ± 8.3	17.5 ± 11.6	27.4 ± 16.6

値は平均値 ± 標準偏差, $p < 0.05$

*13-14歳, 14-15歳, 13-15歳に有意差あり **13-14歳, 13-15歳に有意差あり

13-15歳, 14-15歳に有意差あり *13-15歳に有意差あり

すべての測定は, 2回測定して優れている方を採用した。また, 測定方法の説明を資料及び口頭にて行い, 被験者の理解を得てから測定を行った。

解析は, SPSS Statistics19を用い13-15歳における各項目の値を年齢間で繰り返しのある一元配置分散分析にて検討し, 有意な主効果が認められた場合, 多重比較(Bonferroniの方法)を行った。有意水準は5%未満とした。

本研究は, 口頭, 書面にて内容を説明し, 対象選手・コーチの同意を得た。対象者が未成年の場合, 保護者に書面にて説明をした後, 測定を実施した。また, 本研究は健康科学大学研究倫理委員会の了承を経て行った(承認番号: 第13号)。

III. 結 果

各測定項目について, 本研究の被験者および同年齢の標準値(文献6)を表2に示す。飛込選手において, 有意な主効果を認めた項目は, 身長, 体重, 背筋力, 30秒上体起こし, 立幅跳, 垂直跳, 倒立持続時間であった。また, 多重比較の結果, 身長, 体重は13-14歳, 14-15歳, 13-15歳で有意差を認めた。また, 13-14歳, 13-15歳に有意差を認めたのは, 立幅跳, 30秒上体起こしであった。13-15歳, 14-15歳に有意差を認めた項目は, 背筋力, 垂直跳であった。13-15歳に有意差を認めたのは, 倒立持続時間であった。なお, 柔軟性の指標である長座体前屈, 伏臥上体反らし, 肩回旋幅, 技術特性の指標である倒立姿勢, 鉄棒脚拳上には有意な主効果を認めなかった。

IV. 考 察

今回, 全ての対象者は身長および体重が各年齢で有意

に増加しており, 対象は成長期にあり, スキャモンの発達曲線において一般型の骨格, 筋肉等の発達変化量が大きい時期¹⁰⁾と考える。形態項目, 体幹筋力・体幹持久力項目, 瞬発力項目は年齢ごとに有意な増加が認められたが, 柔軟性に対する項目は変化が認められなかった。

身長は日本人の体力標準値⁶⁾(表2)と同様に14-15歳よりも13-14歳で高くなった。身長は, 北米のジュニア代表飛込選手を評価した先行研究¹¹⁾と同様に, 標準値と比較して各年齢で低値であった。飛込競技は, 一定の高さからの回転や入水の際, 身長の低い選手が有利である競技特性のためと考える。また体重は, 13-14歳では標準値よりも低値であるが15歳では標準値を上回った。これは, 飛込競技におけるトレーニングにより筋肉量が増加したためと考える。体重が増加することによって, 入水時の衝撃力を大きくすると思われ, 15歳以降に腰痛者が増加する一要因と推測する。

立幅跳, 30秒上体起こしは13-14歳で有意に向上し, 14-15歳に有意差を認めなかったことから, これらの値は成長期の早期に能力が向上すると思われた。また, 標準値⁶⁾やエリートジュニア競泳選手⁵⁾の30秒上体起こしでは, 13-15歳で殆ど変化が認められないのに対し, 飛込選手の回数は1年ずつ増加している。さらに30秒上体おこしは標準値よりも各年齢においてかなり高い値を示している。このような腹筋筋力の増加は飛込選手の発達特徴と思われる。これは, 回転中の遠心力に抗した姿勢保持, 入水時の衝撃対応や倒立姿勢の維持, 入水による腰痛予防のために腹筋トレーニングを多く行う¹²⁾ことが影響していると推測する。

背筋力は, 14-15歳で有意に向上し, 13-14歳に有意差を認めなかったことから成長期の後半に能力が向上すると思われた。標準値⁶⁾との比較においても, 13-14歳

では低値を示したものの15歳では上回っている。腰痛者は背筋力が弱いとの報告^{13,14)}されている。さらに腰痛経験の無い67例を5年間追跡調査した先行研究¹⁵⁾において、腰痛が発生した例では、腹筋筋力に対する背筋筋力比(E/F比)が、腰痛が発生しなかった例に比べ、有意に低値を示したことを報告している。本研究の飛込選手は、標準値と比較し、30秒上体起こしはかなり高値である一方、背筋力は標準値とほぼ同等であることからE/F比が低値であると考えられる。このことが、腰痛発生要因になっている可能性があり、今後、腹筋力の測定を行う必要があると考える。

垂直跳は、13-14歳に有意差を認めなかったものの、14-15歳では有意に増加し、先行研究^{5,16,17)}同様に経年的に発達する傾向が認められた。この時期はスキヤムの発達曲線の生殖器型の発達から、男性ホルモンの分泌が速筋線維の発達を促す¹⁰⁾と言われており、垂直跳の向上につながったと思われる。また立幅跳同様に、垂直跳の値は標準値と比較し優れており、世界大会に出場している飛込選手の値(64.1 ± 4.1 cm)¹⁸⁾よりも大きいことから、跳躍能力は十分に発達していると思われる。

倒立保持時間は経年的に増加しているものの各年齢間には、有意差を認めなかった。13-15歳において有意な増加が認められたことから、能力の向上には長期的なトレーニングが必要と考える。

成長期には筋柔軟性、関節可動域が低下する傾向にある^{19,20)}という報告もあるが、本研究では長座体前屈、伏臥上体そらし、肩回旋幅は有意な変化を認めなかった。ストレッチは柔軟性向上に効果がある^{21,22)}と言われているが、飛込選手は幼少期から習慣的にストレッチを行っており、13歳の時点で既に体幹前屈柔軟性が高値を示しているため、有意な変化が認められなかったと考えられる。一方、伏臥上体反らしは標準値と比較し、低値であった。飛込選手は、空中にて体幹を前屈する蝦型と呼ばれるバイク姿勢をとるため、前屈柔軟性を獲得するトレーニングを習慣的に行っているが、体幹後屈方向のストレッチはあまり行っていないことに起因すると思われる。このことから、飛込選手の体幹柔軟性は前屈方向のみ優れていることが示された。しかし、入水時の腰椎過伸展により腰痛を発生する^{2,23,24)}件数が多いと報告されていることから、体幹伸展可動域の低下が入水時の腰痛発症に関与している可能性が示唆される。

本研究では、13-15歳の身体特性の変化を検討しているが、追跡期間が短く、対象者の身長成長速度曲線の成長区分の解析は困難であり、明らかではない。対象者個人の成長速度時期には違いがあると思われ、今後は成長速度の成長区分を考慮した検討が必要であると思われる。また、対象者は13名と少ないことから、今後も同様の測定を継続し対象者を増やす必要があると考える。さらに、今回の身体特性変化を飛込技術や障害発生と関連付

けることにより、競技力向上や傷害予防の有益なデータになると思われる。

本研究では、飛込競技男子ジュニア選手13名の身体特性を13-15歳の間、縦断的に調査した。その結果、形態(身長、体重)、体幹筋力(背筋力、30秒上体起こし)、瞬発力(立幅跳、垂直跳)の項目が有意に向上していた。また、柔軟性の項目(長座体前屈、伏臥上体そらし、肩回旋幅)に有意な変化は認めなかった。一般年代との比較し、30秒上体起こしが高値であり、年々向上している点が飛込選手の発達の特徴と思われた。また、15歳以降の体重の増加、E/F比が低値であることが、腰痛発生に関わっていると考えられた。

本研究を行うに当たり、データ計測に多大なご協力をして下さった飛込委員会強化部の方々、選手の皆様に心より感謝を申し上げます。

本研究は、文部科学省科研費基盤B(22300224)の助成を得たものである。

引用文献

- 1) Le Viet DT, Lantieri LA, Loy SM: Wrist and Hand Injuries in Platform Diving. *J Hand Surg*, 1993, 18: 876-880.
- 2) 成田崇矢, 金岡恒治, 竹村雅裕・他: 飛込競技における全日本ジュニア選手の傷害発生状況について. *Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise*, 2011, 14(1): 1-6.
- 3) Adad B, Mikael H, Rickard N, et al.: Back pain and degenerative abnormalities in the spine of young elite divers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2006, 14: 907-914.
- 4) 大久保雄, 金岡恒治: 成長期の脊椎スポーツ障害とリハビリテーション. *Monthly book medical rehabilitation*, 2008, 96: 28-32.
- 5) 出村慎一: ジュニア競泳選手の体力発達と性差. *体育学研究*, 1995, 40: 40-53.
- 6) 首都大学体力標準値協会編: 新・日本人の体力標準値Ⅱ, 不味堂出版, 東京, 2007, pp20-304.
- 7) Penny GK: The relationship between five measures of trunk strength. *J Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2000, 14: 89-97.
- 8) 文部科学省編: 新体力テスト—有意義な活用のために—, ぎょうせい, 2000.
- 9) 後藤香織, 野村孝路, 小川正行: 飛込競技強化指定選手における(1998-2005)体力および技能テストの横断的データの年次推移に対する一考察. *Japanese Journal of Sciences in Swimming and Water Exercise*, 2007, 10(2): 23-30.
- 10) 西 政治: 日本サッカーにおける育成期一貫指導の重要性と課題. *京都学園大学論文集*, 2008, 18(1): 173-196.
- 11) Daniela S: Morphological proportionality in elite age group North American divers. *Journal of Sports Sciences*, 1992, 10: 451-465.
- 12) Badman BL, Reichtine GR: Spinal injury considerations in the competitive diver: a case report and review of the literature. *The Spine Journal*, 2004, 4: 584-590.
- 13) 泉 重樹, 宮川俊平, 宮本俊和: 大学ボクシング選手の腰

- 痛と身体特性の検討. 体力科学, 2007, 56(2): 203-214.
- 14) 青木一治: 腹筋・背筋筋力 (第二報). 理学療法学, 1990, 17(2): 107-111.
- 15) 李 俊熙, 星野雄一: 腰痛予防の見地からみた体幹筋力測定の今後の展望. 日本腰痛学会誌, 2001, 7(1): 45-48.
- 16) 遠藤俊典: リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究. 体育学研究, 2007, 52: 149-159.
- 17) 橋羽裕規男, 滝野 勲: 児童・生徒の形態・機能についての縦断的研究. 金大医短紀要, 1983, 2(1): 99-109.
- 18) Elizabeth SG: Skeletal muscle profiles in elite springboard and platform divers. The American Journal of Sports Medicine, 1987, 15(2): 125-128.
- 19) 中澤理恵, 坂本雅昭, 草間洋一: 中学生サッカー選手における身長成長速度曲線と下肢筋柔軟性との関係, 理学療法科学, 2007, 22(1): 119-123.
- 20) 西野勝敏, 山本智章, 田中正栄・他: 成長期少年野球選手の1年間の成長に伴う身体機能と投球動作の変化. 臨床スポーツ医学, 2007, 24(2): 225-231.
- 21) WD Bandy, JM Irion: The Effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscles. Physical Therapy, 1994, 74(9): 845-850.
- 22) Puenteadura EJ, Huijbregts PA, Celeste S, et al.: Immediate effects of quantified hamstring stretching Hold-relax proprioceptive neuromuscular facilitation versus static stretching. Physical Therapy in Sport, 2001, 12: 122-126.
- 23) 伊藤慎之: 飛込選手, OBの外傷・障害調査—アンケート2回分(2001年, 2006年)のまとめ—. 水と健康医学研究会誌, 2007, 10(1): 11-18.
- 24) Carter RL: Prevention of Springboard and Platform Diving Injuries. Clinics in Sports Medicine, 1986, 5(1): 185-194.