

バレーボール競技におけるスパイクジャンプの動作フォームを
Visual Analog Scale を用いて定量的に評価する試み
～パフォーマンス改善の可能性にも触れて～

森寿仁¹⁾²⁾ 濱田幸二³⁾ 坂中美郷³⁾ 磯野祐輔⁴⁾ 山本正嘉⁵⁾

¹⁾ 立命館大学

²⁾ 日本学術振興会特別研究員

³⁾ 鹿屋体育大学スポーツ・武道実践科学系

⁴⁾ 鹿屋体育大学 体育学部

⁵⁾ 鹿屋体育大学スポーツ生命科学系

キーワード: VAS, スパイクジャンプ, 助走, 踏み込み

【要 約】

本研究では、バレーボール競技の指導者が主観的に把握しているスパイクジャンプの動作フォームを、visual analog scale(VAS)を用いて定量的に評価することを試みた。また、その評価結果を選手にフィードバックすることで跳躍高の改善が起こるかについても検討した。

大学男子バレーボール選手9名を対象に最大努力での跳躍を実施させ、その映像を2名の指導者が見てその動作のできばえをVASを用いて評価した。評価は、助走から踏み込み時のフォームに関して6項目に要素分けをした上で行った。その結果、相対値として見た場合に、6項目の要素のうち3項目で、両評価者の評価は一致していた。また、これらの評価値とスパイクジャンプの跳躍高との間にも高い相関関係がみられた。次に、6名の選手を対象に、各自の弱点を改善するための1週間の自主トレーニングを行わせた。その結果、2名の選手で跳躍高が大きく改善した。

したがって、本研究のVASを用いた評価手法は、大学生レベルのバレーボール選手において、跳躍動作の弱点を可視化できる可能性があり、それを活用することで短期間での跳躍技能の改善による跳躍高の向上にもつながる場合があることが示唆された。

スポーツパフォーマンス研究, 10, 145-161, 2018 年, 受付日: 2017 年 8 月 10 日, 受理日: 2018 年 7 月 4 日

責任著者: 森寿仁: 〒525-8577 草津市野路東 1-1-1 E-mail: m137009@gst.ritsumei.ac.jp

* * * * *

Using a visual analog scale for quantitative evaluation of spike jumping form in volleyball: Aiming at improved performance

Hisashi Mori¹⁾²⁾, Koji Hamada³⁾, Misato Sakanaka³⁾, Yusuke Isono³⁾,
Masayoshi Yamamoto³⁾

¹⁾ Ritsumeikan University

²⁾ Japan Society for the Promotion of Science

³⁾ National Institute of Fitness and Sports in Kanoya

Key words: Visual Analog Scale(VAS), spike jump, approach, take-off, volleyball

[Abstract]

In the present study, a visual analog scale (VAS) was used to do a quantitative evaluation of volleyball players' movements when doing a spike jump, which had previously been evaluated subjectively by coaches, and the effectiveness of giving players feedback on the height of their jumps was tested.

The participants were 9 male university volleyball players who were instructed to jump as high as possible. Two coaches watched a movie of the jumps and evaluated 6 elements of jumping form, from approach to take-off, using VAS. The results indicated that, on 3 of the 6 elements, the relative evaluation of the two coaches agreed. Also a significant correlation was observed between the evaluation results and the players' jumping heights. Next, for one week, 6 of the players did independent training aimed at counteracting their weaknesses. After that, two of the six players showed a large improvement in jumping height.

These results suggest that the evaluation method using VAS may make it possible to visualize weak points in the jumping movements of university volleyball players, and to improve jumping height in a short period.

I. 緒言

バレーボール競技では、「高さ」、「速さ」、「パワー」の3要素が重要であると言われ、中でも「高さ」は、競技パフォーマンスを決定する上で最も重要であるとされている(田中ほか, 2007). 高さを生み出すための「跳躍」は、バレーボール競技において攻撃面、守備面でともに重要とされる能力である. 特に、攻撃におけるスパイクは勝敗に大きく関わり、実際に総得点の約 60%, サイドアウトの約 90%がスパイクによって得られていると報告されている(セリンジャー, 1993).

バレーボール競技においてスパイクジャンプの跳躍力を高めるには、「筋力の向上」と「助走から踏み込み時までのフォームの改善」が重要とされる(森田ほか, 1969). そして実際に、バレーボールにおけるスパイクジャンプの跳躍力を向上させることを目的に、筋力トレーニングや(田中ほか, 2007), バイオメカニクスの観点から助走から踏み込み時にかけてのフォームについて研究がなされてきた(伊藤ほか, 2010; 中沢ほか, 1989; 梅崎ほか, 2009).

しかし、後者のようなフォームの評価をするには、モーションキャプチャシステムなどのバイオメカニクスの手法を用いなければならず、ほとんどの指導現場では活用することが困難である. 多くの実際の指導現場では、跳躍動作について指導者が直接目で見て、もしくはビデオカメラで撮影し、助走から踏み込みに至るまでのフォームの全体像を主観的に評価し、それをもとに改善のためのコーチングを行っているのが現状である. このような現状の評価方法を生かしながら、さらに発展させるという考え方に立って、これまでのような定性的な評価をより定量的に評価することができれば、選手の跳躍能力の向上に対して新たな視点から示唆が得られる可能性もある.

例えば、石川ほか(2017)は、剣道において必要とされる技能を 19 要素(様々な間合いでの強さ、各種の技の能力など)に分け、レギュラー選手 12 名の技能の習熟度合いを visual analog scale (VAS) を元にした評価用紙を用いて定量的に評価する試みを行っている. そして VAS の評価結果に基づいて、レギュラー群の中でも特にそれぞれの技能に優れる者を抽出し、体力特性との関係性を検討することで、それぞれの技能にどのような体力が関係するのかを明らかにするとともに、個々の選手に対しても今後の改善点に対する有益な提案が可能であることを示唆している.

また宮本ほか(2018)は、陸上競技短距離選手を対象として、通常口頭で行う疾走動作の評価を、カウンセリングシートを用いて自己および他者が長所および短所を言語化して記述した上でフィードバックをすることで、疾走能力の向上を目指す試みを行っている. その結果、自他が考えている主観的な評価を言語化することにより長所、短所が要点として整理されるとともに、自己および他者との間に共通認識が生まれやすく、選手およびコーチに対する気づきの手助けになったことを報告している.

これらの研究は、従来から「定性的」に行われていた評価を「定量的」(宮本ほかは「記述的」)に行うことで、実践現場においてこれまでとは異なった視点からトレーニング方法を提案できる可能性があることを示唆しており、他の種目にも応用できる可能性が考えられる.

そこで本研究では、これまで定性的に行われていた大学生のバレーボール競技者におけるスパイクジャンプの動作フォームを、VAS を用いて定量的に評価することを試みた. 研究 1 では、助走時から踏み込み時にかけてのフォームを 6 つの要素に分けた上で、VAS を用いて定量的に評価することについて、その有用性と課題について検討した. 研究 2 では、前述の評価結果を選手にフィードバックし、それに基づいて選手自身が動作の改善を試みる自主トレーニングを行うことで、跳躍高の改善に効果があるかについて検討した.

Ⅱ. 方法

研究 1

1. 被検者

大学男子バレーボール選手 9 名 (年齢: 21.0 ± 1.3 歳, 身長: 176.4 ± 3.6 cm, 体重: 69.7 ± 5.1 kg, 指高: 227.1 ± 4.4 cm, 競技歴: 10.6 ± 2.1 年) を対象とした. 被検者の身体特性は表 1 に示した. すべての被検者には, 本研究の目的, 方法, およびそれに伴う危険性を説明し, 本研究に参加する同意を得た上で測定を行った.

表 1. 被検者の身体特性, 競技歴, ポジション

被検者	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	指高 (cm)	競技歴 (年)	ポジション
A	22.2	181.0	76.0	230	11	ウイングスパイカー
B	21.5	177.1	64.4	230	9	センター
C	20.4	173.2	76.1	225	10	ウイングスパイカー
D	20.3	176.7	71.0	225	12	センター
E	22.6	179.5	73.9	228	14	リベロ
F	19.0	174.3	59.3	225	13	ウイングスパイカー
G	22.9	181.3	69.1	239	7	ウイングスパイカー
H	20.8	174.6	69.1	227	9	リベロ
I	19.7	169.6	68.8	215	10	セッター
平均値 ± 標準偏差	21.0 ± 1.3	176.4 ± 3.9	69.7 ± 5.5	227 ± 6	11 ± 2	

2. 実験の概要

図 1 は, 実験の概要を示したものである. 被検者には, 自身が跳躍しやすい助走距離, タイミングで跳躍させ, バレーボールネットに設置されているアンテナのできるだけ高い位置に触れるように指示した([動画 1](#)).

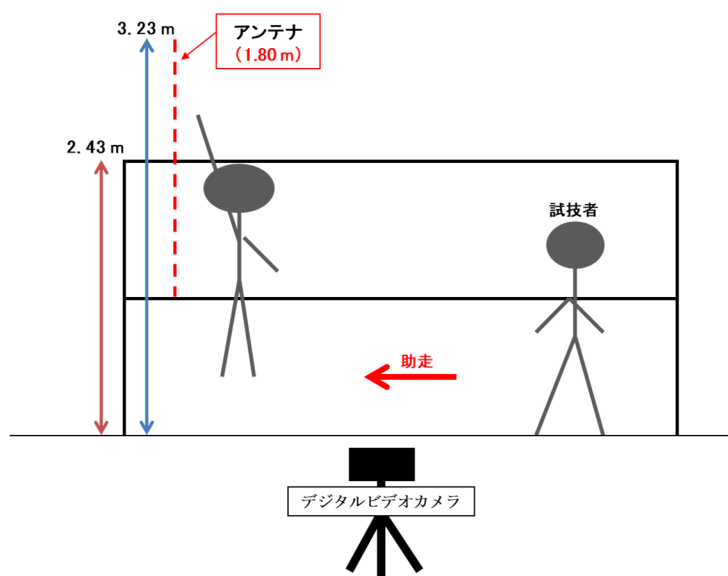


図1. 実験の概要

試技を行うに際し、十分なウォーミングアップを実施した後、2～3本の練習跳躍を行い、その後に全力で5本の試技を行わせた。各跳躍における動作を撮影するため、デジタルビデオカメラ(HDR-PJ20/PJ40V, Sony 社製)を用いて、側方より撮影した。

3. 測定項目

(1) スパイクジャンプの跳躍高の測定

本研究では各被検者の最大の跳躍高を測定するため、スパイクジャンプによる全力跳躍を実施させた。助走の距離、速度、タイミングなどは、各被検者が行いやすいように、自身で決定し跳躍させた。そして、ネットに設置されたアンテナのできるだけ高い位置に触れるよう指示した。

跳躍高の算出には、バレーボール競技成年男子におけるネットの高さ(243cm)とアンテナの長さ(180cm)を利用して、ビデオカメラ(撮影速度:60fps)の撮影画像から、画像処理ソフト Image J(U.S National Institute of Health 製)を用いてアンテナの長さでキャリブレーションを行った後、バレーボールネットの頂点から触れたところまでの長さを計測し、最高到達点を算出した。そして、その最高到達点と指高(安静立位状態で腕を上部に挙上した際の指先までの高さ)との差分をスパイクジャンプの跳躍高とした。代表値は、5試技の中で最高到達点が最も高かった試技とし、その跳躍時の映像から被検者の助走、踏み込みフォームの評価を行った。

(2) 助走から踏み込み時にかけてのフォームの評価

本研究における評価者は、全日本学生選手権で優勝経験を有するチームの監督1名(評価者1)、およびコーチ1名(評価者2)とした。なお、評価者の詳細については表2に示した。いずれの評価者も、必要に応じて動画を複数回視聴した上でVASを用いた評価用紙で評価を行った。

表2. 評価者の特性

評価者	資格	指導実績	指導歴	競技経験
1	日体協上級コーチ 国際コーチ	女子大学生チーム監督, 九州選抜監督 女子ユニバーシアードコーチ 男子大学生チームコーチ 全日本男子ユースコーチ ナショナルチーム選手輩出	30年	あり
2	日体協コーチ	女子大学生チームコーチ, 九州選抜コーチ	10年	あり

助走から踏み込み時にかけてのフォームを評価するための、VASを用いた評価用紙を図2a, 図2bに示した。評価項目は予備調査、指導者およびコーチの意見を元に以下の内容とした。すなわち、①助走速度、②最後の一步の力強さ、③バックスイングの大きさ、④身体の沈み込み、⑤腕の振り上げ速度、⑥下肢と上肢のタイミング(連動性)の6項目とした。なお、これらの項目の選定に当たっては、著者ら(本研究における評価者、バレーボール競技を専門とする競技者、バレーボール競技には携わっていない研究者)が意見交換を行い、予備調査を行った上で決定した。

助走・踏み込みフォームの評価

助走速度	遅い	0	100	適度
最後の一步の力強さ	弱い			強い
バックスイングの大きさ	小さい			大きい
身体の沈み込み	浅い			適度
腕の振り上げ速度	遅い			速い
下肢と上肢のタイミング	悪い			良い

メモ

図 2a. 本研究で用いた VAS の評価用紙とその記入例
理想に近いフォームの場合

助走・踏み込みフォームの評価

助走速度	遅い	0	100	適度
最後の一步の力強さ	弱い			強い
バックスイングの大きさ	小さい			大きい
身体の沈み込み	浅い			適度
腕の振り上げ速度	遅い			速い
下肢と上肢のタイミング	悪い			良い

メモ

図 2b. 本研究で用いた VAS の評価用紙とその記入例
理想から離れているフォームの場合

なお、VAS を用いた評価を行う際には、0mm および 100mm の地点をはっきりと定義しなければならない。例えば、筋肉痛を評価する場合には 0mm を「全く筋肉痛が無い」、100mm を「想像できる最高の痛み」などである。しかし実際には、そのようなはっきりとした定義があったとしても、被検者によって痛みの閾値が異なったり、これまでのスポーツ経験（種目や競技レベル）によってその値の大きさの示す意味が異なることがある。

したがって本研究では、大学生バレーボール競技に精通した評価者 2 名が、自身の基準内において、0 mmの地点を「理想から全く離れているフォーム」、100 mmの地点を「理想的なフォームである」と定義し、予備調査の結果から各項目に適した表現を用いて評価を行った。なお、助走速度および身体の沈み込みは、100mm を「適度」と表記しており、それぞれの項目に対して、「速すぎる」、「深すぎる」と感じた場合に、その程度に応じて 100mm から減点して評価することとした。

評価の独立性を保つため、評価者 1 および評価者 2 は動作の評価に関する相談はせず、それぞれ分かれて評価を行った。

4. 統計解析

測定値は、すべて平均値±標準偏差で表した。評価者間の VAS の評価値の関係性を検討するために、ピアソンの積率相関係数を算出した。また、スパイクジャンプの跳躍高と VAS の評価値の関係性についても、ピアソンの積率相関係数を算出した。相関係数の有意性はサンプルサイズに依存し、本研究ではサンプルサイズが小さいことから、両変数間の関係の強さは効果量を用いて評価し、結果を解釈する上での指標とした。なお、効果量の定義は、Hopkins et al. (2009) に従い、small ($r=0.10-0.30$)、moderate ($r=0.30-0.50$)、large ($r=0.50-0.70$)、very large ($r=0.70-0.90$)、extremely large ($r>0.90$) と定義した。

研究 2

1. 被検者

研究 1 に参加した 9 名のうち 6 名を対象とした (被検者 B, C, D, F, H, I; 年齢: 20.3 ± 0.9 歳, 身長: 174.3 ± 2.7 cm, 体重: 68.1 ± 5.7 kg, 指高: 225 ± 5 cm, 競技歴: 11 ± 2 年)。なお、研究 2 に 3 名が参加できなかった理由は、被検者の都合 (帰省, 就職活動など) によるものであった。すべての被検者には、本研究の目的, 方法, およびそれに伴う危険性を説明し、本研究に参加する同意を得た上で測定を行った。

2. 実験の概要

研究 2 では、研究 1 の評価をもとにしてジャンプパフォーマンス向上のためのトレーニングポイントについてフィードバックを行うこととした。なお、トレーニングポイントは、各被検者の 6 項目の評価値の中で値が相対的に低かった項目を各被検者の短所とみなし、検者の判断でその内から 1~4 個を抽出して各選手に提示することとした。

各被検者はトレーニングポイントを踏まえ、各自で改善できるようにトレーニングを考え、自主的に 1 週間のトレーニングを行った。トレーニング効果を評価するためのスパイクジャンプの跳躍高の算出方法は、研究 1 と同様の方法を用いた。

3. 統計解析

各個人のスパイクジャンプの跳躍高の変化の程度がどの程度のものであるかを検討するため、変動係数 (変動係数 (%) = 標準偏差 / 平均値 $\times 100$) を用いて以下の基準で評価した。なお、本研究における変動係数は、同一の条件で跳躍を行った際の値のばらつきの程度を意味している。

各被検者のスパイクジャンプの跳躍高の測定時における 5 回の跳躍高の変動係数を算出したところ、4.2%であった。そのため、本研究では各個人のトレーニング前後における跳躍高の変化率が 4.2%以上であった場合には、その被検者がトレーニングによって跳躍高が変化した可能性が高いと判断した。

Ⅲ. 結果

研究 1

1. 2 名の評価者による VAS を用いた評価値の関係性

図 3 は, 6 つの各評価項目に対する 2 名の評価値の関係性について示したものである. 助走速度 ($r=0.902$), 最後の一步の力強さ ($r=0.956$), 下肢と上肢のタイミング ($r=0.929$) に関しては, extra large の正の相関関係が認められた. 一方で, バックスイングの大きさ ($r=0.113$), 身体の沈み込み ($r=0.192$), 腕の振り上げ速度 ($r=0.127$) は効果量が small と関係性は低かった.

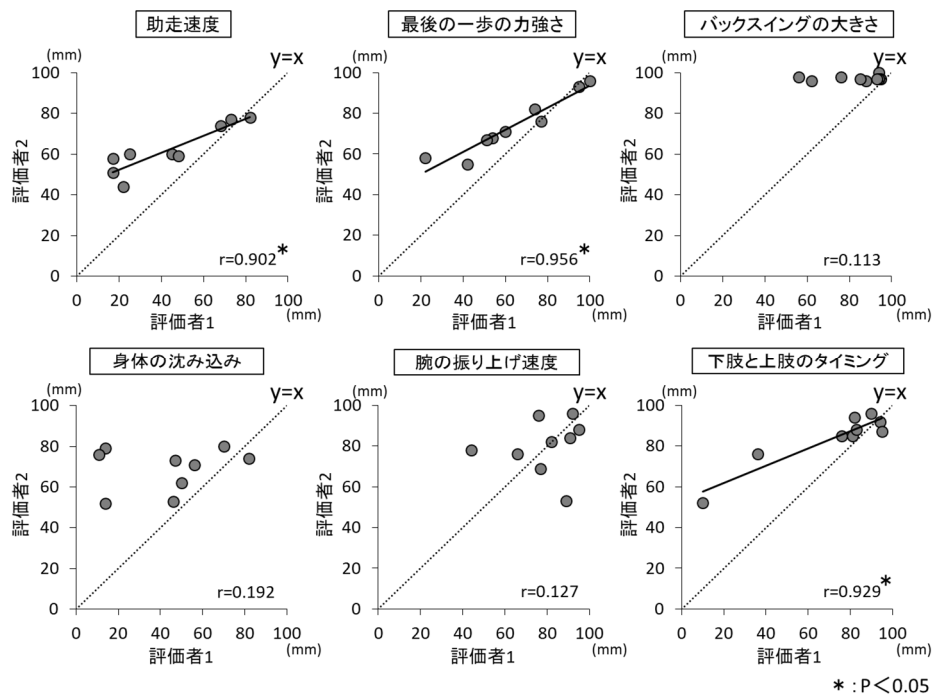


図 3. VAS を用いた評価用紙を用いた評価者間の評価値の違い

2. スパイクジャンプ時の跳躍高と跳躍動作の評価の関連性

図 4 は, スパイクジャンプ時の跳躍高と各項目の関係性について, 2 名の評価者の平均値を用いて示したものである. いずれにおいても被検者 I (セッター) のみ, 評価値に対して跳躍高が低く, 他の被検者の値の散布状況から逸脱した位置にあった. そのため被検者 I を除外した上で, スパイクジャンプの跳躍高と各項目の評価値との関連性についてみたところ, 助走速度, 最後の一步の力強さ, 身体の沈み込み, 腕の振り上げ速度には very large な相関関係がみられた (図 4, $r=0.816$, $r=0.783$, $r=0.838$, $r=0.761$). また, バックスイングの大きさ, 下肢と上肢のタイミングとの間にも, large の相関関係がみられた (図 4, $r=0.586$, $r=0.629$). 以上の結果を踏まえ, 以後は被検者 I と残りの 8 名とを別々に検討していくこととした.

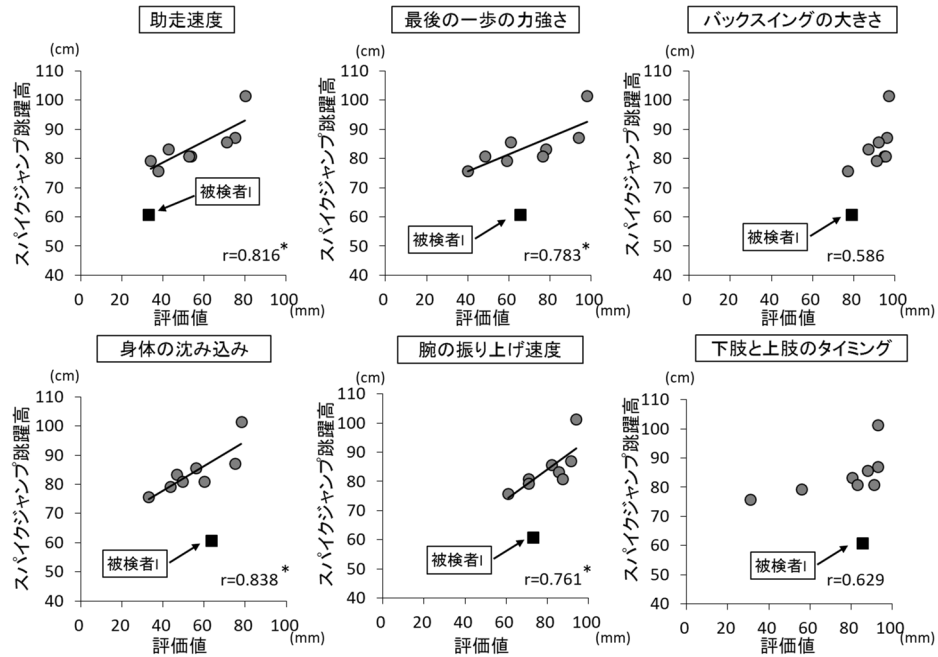


図 4. 各評価項目における評価値とスパイクジャンプ跳躍高の関係 * : $P < 0.05$
代表値は 2 名の評価者の平均である. 相関係数は被検者 I を除いた 8 名の結果である.

研究 2

表 3 の左側には, 研究 2 に参加した 6 名の選手に提示した, 跳躍動作を改善させる上での 1~4 個のトレーニングポイントである. また表の右側には, そのポイントを念頭に置いて, 選手自身で跳躍高を改善するために 1 週間の自主的なトレーニングを行った時の, スパイクジャンプの跳躍高の変化を示した. 6 名中 3 名で跳躍高が増加していたが, 中でも被検者 D および I ではそれぞれ 6.2%および 21.1%と, 本研究におけるパフォーマンスの変化の基準とした 4.2%を超える改善が認められた.

表 3. 研究 2 における各被検者のトレーニングポイントおよびトレーニング前後のスパイクジャンプの跳躍高の変化

被検者	ポジション	トレーニング時の改善ポイント	スパイクジャンプ跳躍高 (cm)			
			Pre	Post	変化量	変化率 (%)
B	センター	助走速度・沈み込み	87.1	90.2	3.1	3.6
C	ウイングスパイカー	最後の一步・沈み込み	85.7	82.2	-3.5	-4.1
D	センター	助走速度・沈み込み	83.3	88.5	5.2	6.2
F	ウイングスパイカー	助走速度・最後の一步・沈み込み	80.9	77.5	-3.4	-4.2
H	リベロ	助走速度・最後の一步・沈み込み 上肢と下肢のタイミング	75.8	73.6	-2.2	-2.9
I	セッター	助走速度	60.8	73.6	12.8	21.1

IV. 考察

1. VAS を用いた跳躍動作の評価の妥当性

VAS は従来、筋肉痛など痛みの程度を評価する指標として用いられることが多かったが(Nosaka et al., 2011), 近年では、スポーツ動作のできばえや、動作感覚を評価する方法としても用いられ始めている(千布ほか, 2017; 亀山ほか, 2011; 田中ほか, 2012). 例えば, 千布ほか(2017)は, なぎなた競技を対象に有効打突を得るために重要と考えられる評価観点を, 「気剣体一致」の考えを元に競技者および審判者との合議で 8 項目設定し, VAS でその動作のできばえを数値化することで, 有効打突を得るための動作のポイントについて明らかにしている. また, VAS の評価の再現性について, 森ほか(2016)は, 評価する競技に精通した者であれば, その評価値の個人内の再現性は高く, 個人間においても相対的な尺度として同様な評価が行えることを報告している.

本研究では, 前述の研究を参考に, バレーボールにおけるスパイクジャンプの動作フォームを 6 項目に要素分けし, 全日本学生選手権の優勝経験を有する女子チームの監督(評価者 1)およびコーチ(評価者 2)が自身の理想に対する尺度で VAS を用いて定量的に評価した. その結果, 6 個の評価項目のうち, 「助走速度」, 「最後の一步の力強さ」, 「下肢と上肢のタイミング」の 3 項目で両評価者の値に extra large な相関関係がみられた(図 3). したがって, 前述の報告のように(森ほか, 2016), 競技に精通した評価者であれば 6 項目のうち 3 項目で, 同一の動作に対して VAS を用いて相対的な意味で同様な評価が行えていたと言える.

一方で, 「バックスイングの大きさ」, 「身体の沈み込み」, 「腕の振り上げ速度」の 3 項目の間にはほとんど関連性が認められなかった(図 3). このうち「バックスイングの大きさ」と「腕の振り上げ速度」については, 6 項目の中でみると, 全員の選手が比較的高い評価を受けていた(図 3, 図 4, 後述の表 4). つまり, 本研究の被検者の場合には, これら 2 項目はある程度習熟していたために評価のばらつきが比較的小さく, それが一要因となって有意な関連がみられなかった可能性がある.

表 4. 全被検者のスパイクジャンプ跳躍高と各評価項目の評価値

高 ← スパイクジャンプ跳躍高 → 低

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	平均値
スパイクジャンプ 跳躍高 (cm)	101.4	87.1	85.7	83.3	80.9	80.9	79.3	75.8	60.8	81.7±10.7
バックスイング	97	96	92	87	95	96	91	77	79	90±7
腕の振り上げ速度	94	92	82	86	88	71	71	61	73	80±11
下肢と上肢のタイミング	93	93	88	81	83	91	56	31	86	78±21
最後の一步	98	94	61	78	77	49	59	40	66	69±19
沈み込み	78	75	56	47	60	50	44	33	64	56±15
助走速度	80	75	71	43	54	53	34	38	33	53±18

高
↑
評価値の
平均値
↓
低

平均点	0~39.9	40.0~59.9	60.0~79.9	80.0~100
-----	--------	-----------	-----------	----------

「身体の沈み込み」に関しては、評価者の特性が関係していた可能性がある。まず、両者とも全日本学生選手権優勝チーム(女子)の監督およびコーチであることから、跳躍動作全体に対する評価の再現性は高いと考えられる。その一方で、評価者 1 はバレーボール競技の指導歴が 30 年と長く、男子大学生に対しても指導経験を有していた。また、評価者 2 はバレーボール競技の指導歴が 10 年であり、女子大学生チームに対する指導が中心であった。したがって、男子選手と女子選手の体格や筋力の違いが、理想的な沈み込み角度に対して影響し、両者の評価値に影響を及ぼした可能性がある。今後は、過去の指導経験の違いなどについても留意しながらさらに検討を行う必要がある。

2. スパイクジャンプ時の跳躍高と VAS による跳躍動作フォームの評価の関連性

スパイクジャンプ時の跳躍高と各評価項目との関係性について、被検者 I を除いて検討すると、「助走速度」、「最後の一步の力強さ」、「身体の沈み込み」、「腕の振り上げ速度」で very large な相関関係がみられ、「バックスイングの大きさ」、「下肢と上肢のタイミング」においても large な相関関係が認められた(図 4, それぞれ $r=0.586$, $r=0.629$)。本研究では、著者ら(本研究における評価者, バレーボール競技を専門とする競技者, バレーボール競技には携わっていない研究者)が意見交換を行い、予備調査を行った上で暫定的に 6 項目の評価を設定したが、いずれの評価項目もスパイクジャンプの跳躍高を獲得するに当たっては重要な要素であると考えられる。

次に、被検者 I について考察する。I は、他の被検者の変化の傾向とは異なり、2 名の評価者による跳躍動作の評価値に対して、跳躍高が著しく低値を示していた。この要因として、I のポジションがセッターであったことがあげられる。このポジションでは、スパイクジャンプのようなダイナミックな跳躍を行う機会が少なく、ブロックジャンプのようなより素早い鉛直方向への跳躍が多いという特異性をもつ。また実際に助走速度やバックスイングに関する評価値をみると、被検者 I は全被検者の中でも低値を示していた。したがって、スパイクジャンプをする場合にも、助走速度の遅いコンパクトな跳躍となってしまうために、動作の評価が良い割には跳躍高が獲得できていなかった可能性がある。

しかし、同様にダイナミックな跳躍を行う機会が少ないリベロの選手(被検者 E, H)では VAS による跳躍フォームの過大評価はされていなかったこと、また、本研究のようなボールや相手のいない、外的な刺激の無い跳躍条件における跳躍高は、キネティクス、キネマティクスの変数によってほとんどが決定されることから考えると、被検者 I の評価値に対して跳躍高が低値を示したことには疑問が残る。今後は、キネティクス、キネマティクスなどの変数を合わせて測定することで、被検者 I の評価値と跳躍高が不一致となった要因について明らかにできるかもしれない。

3. 本手法をトレーニングに活用するための考え方

表 4 は、スパイクジャンプの跳躍高と 6 項目の評価値の平均値の高低で各被検者の値を並び替え、結果を整理したものである。この表をみると、「バックスイングの大きさ」、「腕の振り上げ速度」、「下肢と上肢のタイミング」、「最後の一步の力強さ」、「身体の沈み込み」、「助走速度」の順に評価値が高値を示した。前記のうちで評価値の高かった「バックスイングの大きさ」や「腕の振り上げ速度」は A~I のすべての被検者で 60mm 以上の評価を得ていたことから、本研究で対象とした被検者にとってある程度のレベル以上で習得していた技能であると言える。

一方、評価値の平均値が低い項目ではその値のばらつきが大きい傾向にあり、技能の習得度合いに個人差があったと考えられる。したがって、本研究で対象とした選手がスパイクジャンプの跳躍高を向上させるためには、平均点の低い項目、たとえば、「助走速度」、「身体の沈み込み」、「最後の一步の力強さ」を改善させることが重要であると考えることができる。また表 4 からわかるように、各選手の 6 項目の評価値の中で相対的に低い評価値の部分が、その選手の跳躍動作の弱点であると考えられることもできる。

以下に、典型例として被検者 D(図 5)、F(図 6)、H(図 7)の 3 名の評価結果をもとに、各選手の跳躍動作の弱点と改善点について考えてみる。

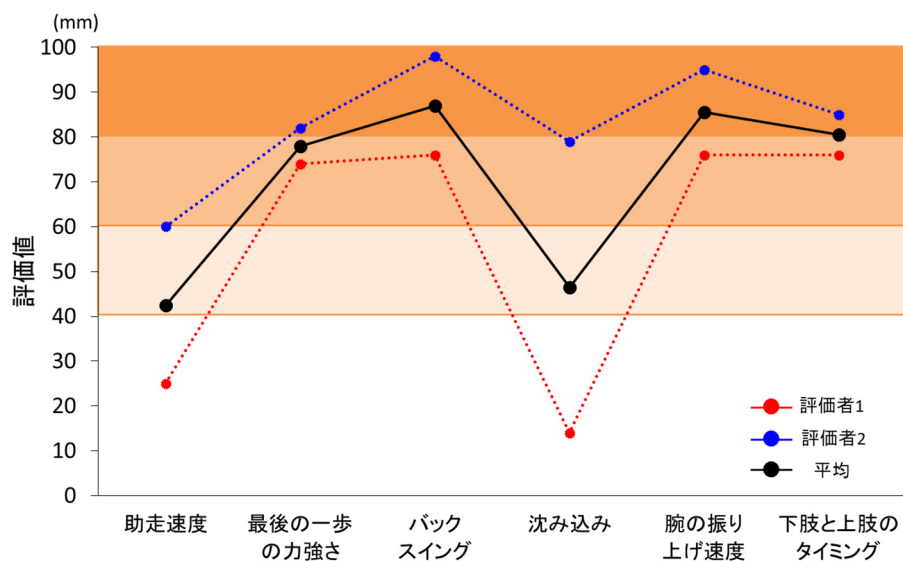


図 5. 被検者 D(センター)のスパイクジャンプ中の VAS による各評価項目の比較

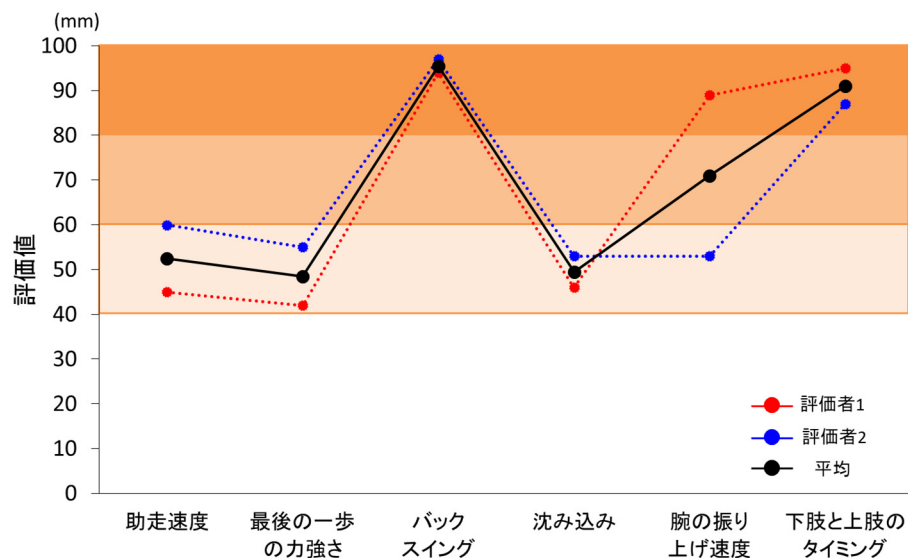


図 6. 被検者 F (ウイングスパイカー) のスパイクジャンプ中の VAS による各評価項目の比較

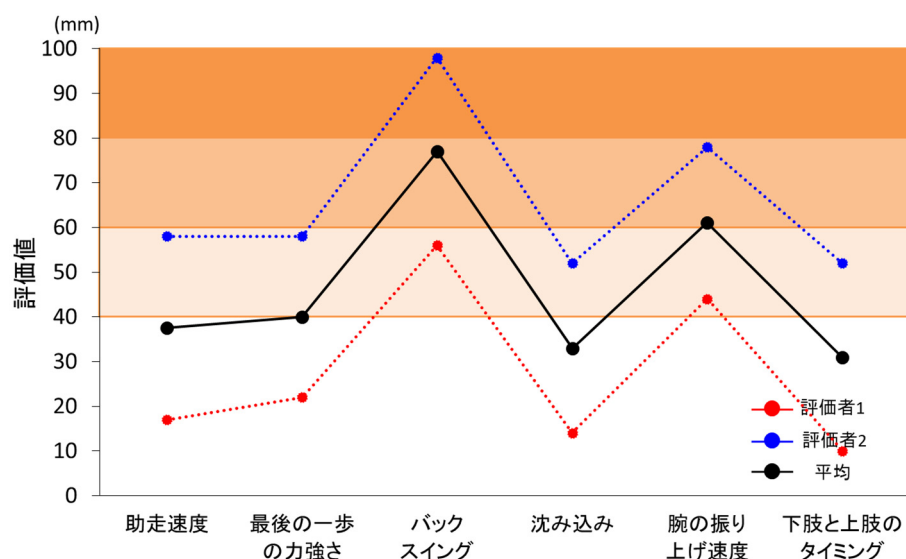


図 7. 被検者 H (リベロ) のスパイクジャンプ中の VAS による各評価項目の比較

被検者 D (センター) のスパイクジャンプの跳躍高は 83.3cm であり, 9 名の被検者の中で 4 番目に高かった. 2 名の評価者の平均値から本選手の評価結果を見ると (図 5), 「助走速度」と「沈み込みの深さ」において, その評価値が他の項目の評価値と比較して相対的に低い値を示していた. したがって, 被検者 D はこれらの項目を重点的にトレーニングすることで跳躍高を向上できる可能性がある.

被検者 F (ウイングスパイカー) のスパイクジャンプの跳躍高は 80.9cm であり, 9 名の被検者の中で 6 番目に位置していた. 2 名の評価者の平均値からその評価結果を見ると (図 6), 「助走速度」「最後の一步の力強さ」「沈み込みの深さ」において, その評価値が他の項目の評価値と比較して相対的に低い値を示していた. したがって, 被検者 F はこれらの項目を重点的にトレーニングすることで跳躍高を向上させられる可能性がある.

被検者 H(リベロ)のスパイクジャンプの跳躍高は 75.8cm であり, 9 名の被検者の中で 8 番目に位置していた. 2 名の評価者の平均値からその評価結果を見ると(図 7), 「助走速度」「最後の一步の力強さ」, 「沈み込みの深さ」「下肢と上肢のタイミング」において, その評価値が他の項目の評価値と比較して相対的に低い値を示していた. したがって, 被検者 H はこれらの項目を重点的にトレーニングすることで跳躍高を向上させられる可能性がある.

さらに, 各被検者に対する評価者 1 および 2 の評価値の違いについて着目すると, 次のことが言える. 被検者 H の場合は, その評価は絶対値で異なるが, 相対値でみたときには同様な評価がなされていた. この場合には, 両評価者において相対的に評価値が低かった項目が弱点と考えることができる.

一方, 被検者 D の場合, 「沈み込みの深さ」の評価を見ると, 評価者 2 に対して評価者 1 はより低く評価していた. また被検者 F の場合, 「腕の振り上げ速度」の評価は, 評価者 1 が比較的高い評価をしているのに対し, 評価者 2 では低い評価をしていた. このように両評価者の間で相対的な評価が食い違う場合もみられる. その場合には, 評価値が両評価者で共通して低い項目については「重要な改善点」, 食い違いのみられた項目は「改善をした方が良いかもしれない点」と捉え, 評価者間で(場合によっては選手も含めて)議論すべき内容であると考えることができる.

4. 本手法を用いたトレーニングの効果

研究 1 の被検者のうち 6 名を対象に, VAS による助走から踏み込み時にかけてのフォームの評価結果をもとにして, 1 週間の期間で自主的なトレーニングを行わせた. トレーニングのポイントは, 前述の被検者 D(図 5), F(図 6), H(図 7)の例のように, 6 項目の評価観点の中で, 2 名の評価者の評価値の平均値が相対的に低かった項目とした(表 4).

その結果, 6 名中 3 名に跳躍高の増大がみられ, 3 名では低下していた. 本被検者のトレーニング前および後において, 5 回の跳躍時の跳躍高の変動係数の平均値が 4.2%であったことを考慮すると, 被検者 D と被検者 I では本トレーニングにより跳躍高が増大し, 他の 4 名では大きな変化がみられなかったと考えられる.

最も跳躍高が増大した被検者 I に注目すると, トレーニング前の評価では, フォームの評価値は比較的高いのに跳躍高は低かった. そして彼のトレーニングポイントは助走速度であった(表 4). したがって被検者 I の場合は, 助走速度を意識した跳躍動作を行うことでダイナミックな跳躍ができ, もともと有していた良い跳躍フォームが相乗的に作用し, 大きな跳躍高の向上が認められた可能性がある.

本研究では, 競技に習熟した大学生のバレーボール競技選手においても, 1 週間という短期間のトレーニングにより跳躍高が大きく向上する者もいた. したがってその要因は, 体力ではなく技術の改善によってもたらされたものと推測できる. つまり本手法は, 指導者の主観評価をもとに各選手の技能の弱点を要素別に提示し, それを参考に選手自身が弱点の改善に取り組むことで, 選手によっては短期間でもスパイクジャンプの跳躍高を増大させられることを示唆している. したがって, 熟練した指導者のいる現場では, このような手法を用いることで, 簡易かつ効果的にパフォーマンスの改善につなげられる可能性がある.

本研究では, トレーニング期間が 1 週間と短かったにもかかわらず, パフォーマンスが改善した者もいた. そこで今後の課題として, トレーニング期間を延長することで, 本研究では向上の見られなかった 4 名の被検者も含めて, 改善が起こる可能性も考えられる. その際, トレーニング期間中にパフォーマンス

スの改善状況を適宜 VAS と関連づけて確認し、その結果を見てトレーニング方法を適宜修正するといった工夫をしたり、弱点として指摘された技能に関連する体力も並行してトレーニングするなどの工夫をすることで、より効果を高められる可能性も考えられる。

5. VAS を用いて動作フォームを評価することの意義と今後の課題

本研究では、これまで口頭で行われていた動作フォームの修正を、いくつかの要素に分割した上でそれぞれについて VAS を用いて定量的に評価し、その評価結果を示すとともに修正ポイントを選手に伝え、選手はそれを元に自主的に改善に取り組むことで、跳躍高が短期間で向上する可能性があることが示された。冒頭でも述べたように近年、これまで口頭で行われていた定性的な指導(指摘)を、定量的もしくは記述的に行うことによって、異なった視点からトレーニングに対する新たな示唆を得ようという試みが行われている(石川ほか, 2017; 宮本ほか, 2018)。それらの研究では、「技術的な弱点が視覚的に整理された」「記述されることにより情報が整理され、他者との情報共有が円滑になった」などといった、従来から行われている定性的評価とは異なる視点で動作を評価することができ、新たな評価方法としての可能性を示している。

また、6 項目に要素分けをした上で VAS を用いてスパイクジャンプの動作フォームを評価することに関して、本研究の2名の評価者にその意義を聞いたところ以下のような内省報告が得られた。評価者1は「VAS で数値化することにより、各項目が一定のレベル(例えば 60mm)に達しているかどうかをはっきりと示すことができ、その評価の理由を選手に説明しやすくなった。また、数値化することで曖昧な表現で評価や指導をすることが減少するのではないかと感じた」、評価者2は「動作に対する着眼点を6項目に分割したことで、動作の短所、長所の評価がしやすくなった。また、数値化することで改善すべき点の中でもトレーニングの優先順位が付けやすくなったと感じた。加えて、数値化することで、トレーニング前後で評価がどのように変化(改善)したかを見ることができ、トレーニングに対するモチベーションの向上にもつながるのではないかと感じた」というものであった。したがって、両評価者ともに評価観点を決めて定量的に評価することで、課題となる点を明確にすることができ、数値的に評価をすることで選手が納得しやすい説明ができたり、評価の変化を可視化することによりモチベーションを高めることに利用できたりと、これまでとは異なった視点(方法)で指導ができる可能性があることを述べている。

ところで、本研究と同程度に習熟した指導者が常に競技現場にいるとは限らない。したがって、本研究の手法を実際の競技現場で用いるためには、評価者のレベルについても考える必要がある。その点に関して、石川ほか(2018)は大学生剣道選手を対象に、指導者1名(教士七段)および大学生剣道選手28名(三〜四段)が、VAS を用いて技能レベル(間合いでの強さ、竹刀操作のレベルなど19要素)を評価した結果、指導者と大学生剣道選手が行う技能レベルの評価にほとんど違いがみられなかったことを報告している。競技種目が異なるため断言はできないものの、バレーボール競技においても本研究の評価者ほどの指導実績が無くとも、ある程度の熟練度を有する評価者であれば、スパイクジャンプ動作に関して本研究の評価者と同様な評価が行える可能性がある。

さらに観点を変えてみると、本研究の手法を用いて動作を定量的に示すことで、スポーツの競技動作時に重視すべき技術のポイントを学ぶための資料となりうるかもしれない。たとえば中学校や高校の教員が、自分の専門外のスポーツの指導をしなければならない場合に、ある映像とそれに対する専門

家による評価値とを繰り返しみることによって、スポーツ動作のよしあしを判別する能力を養うことができる可能性も考えられる。このようなことは、評価観点を分け、定量的に示すことによってはじめて実現することであり、学校現場への汎用性という意味でも価値があると考えられる。

本研究の今後の課題としては以下の点があげられる。本研究では VAS を用いた評価観点を、本研究の評価者、バレーボール競技を専門とする競技者、バレーボール競技には携わっていない研究者が意見交換を行い、予備調査を行った上で 6 項目に設定した。実際に各項目と跳躍高の間には Very large~Large の相関関係が認められ、いずれも重要な項目であったことがわかる。しかし、本研究における 6 項目の評価によって跳躍技能のすべてを評価できるわけではない。例えば、股関節の使い方に関する評価も跳躍技能を高めるためには必要となる可能性がある。今後本研究の知見を競技現場で応用する場合には、新たな評価項目(股関節の使い方など)を加えるなどの工夫をすることも必要かもしれない。

また、研究 2 において、被検者に指示したトレーニングのポイント(各個人の弱点)を改善するための具体的な方法は、各被検者に委ねられていた。そのため、各被検者が実際に行ったトレーニングがどのようなものであったかを把握できていなかった。加えて、トレーニング前後での跳躍動作の変化についての定量的な測定を行っていないため、被検者 D, I の跳躍高が増大した要因を明らかにすることはできなかった。今後は、これらの点に着目した検討が必要である。

V. まとめ

大学生の男子バレーボール選手 9 名を被検者とし、スパイクジャンプの動作フォームを visual analog scale(VAS)を用いて定量的に評価することを試みた。また、その評価結果を選手にフィードバックし、自主的なトレーニングに取り組ませることで、跳躍能力が改善するかについても検討した。

跳躍動作の評価にあたっては、助走時から踏み込み時にかけてのフォームを 6 項目に要素分けし、VAS を用いて評価した。評価者は、全日本学生選手権での優勝経験を有するチームの監督およびコーチの 2 名で、選手の跳躍映像を見て評価した。その結果、2 名の評価者は各選手の跳躍動作の映像に対して、相対的に類似した評価を行えた場合が多かった。また、スパイクジャンプの跳躍高と 6 項目の評価値の関連性は高かった。以上の結果を受けて、6 項目の評価値のうちで相対的に低かった部分を改善させることで、スパイクジャンプの跳躍高の改善が起こるかについて検討した。9 名の被検者のうち 6 名を対象として、評価の低かった項目を改善させる自主的なトレーニングを 1 週間実施させた結果、2 名に跳躍高の改善が認められた。

以上のことから、本研究で用いた評価手法は、スパイクジャンプにおける助走時から踏み込み時にかけてのフォームをある程度の客観性を持って評価できること、また、この評価結果を活用することで効果的にパフォーマンスを改善させられる可能性があることが示唆された。

VI. 参考文献

- ・ アリー・セリンジャー(1993)アタックの個人技術. セリンジャーのパワーバレーボール, ベースボールマガジン社. p114.
- ・ 千布彩加, 森寿仁, 山本正嘉(2017)なぎなた選手の打突における「気剣体」のできばえを定量的に

評価する試み; Visual Analog Scale を用いた審判による評価の様相. スポーツパフォーマンス研究, 9:1-14.

- ・ Hopkins G, Marshall W, Batterham M, Hanin, J (2009) Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 41: 3-13.
- ・ 石川貴典, 徳田祐貴, 後藤健介, 竹中健太郎, 前阪茂樹, 山本正嘉(2018)優秀な男子大学生剣道競技者の体力特性(第 2 報);定量的な技能評価と関連づけて競技力向上への示唆を得る試み. スポーツパフォーマンス研究, 10:39-59.
- ・ 伊藤浩充, 村上芙貴子, 沖田祐介, 鈴木郁(2010)バレーボールジャンプの跳躍高と踏み切り時の下肢の関節角度および筋活動との関係;スパイクジャンプとブロックジャンプとの比較. 甲南女子大学研究紀要, 4:7-13.
- ・ 亀山勇太, 笹子悠歩, 山本正嘉(2011)カナディアンカヌーにおける前足の接地角度の違いが漕パフォーマンスに与える影響;カヌーエルゴメータを用いた検討. スポーツパフォーマンス研究, 3:100-112.
- ・ 宮本怜旺, 山本正嘉(2018)大学生の陸上短距離走選手の個別課題を見出すための方法論とトレーニング事例. スポーツトレーニング科学, 19:13-22.
- ・ 森寿仁, 千布彩加, 山本正嘉(2016)Visual Analog Scale を用いたスポーツ動作の定量的な技術評価の信頼性;なぎなた競技を例として. スポーツトレーニング科学, 17:13-19.
- ・ 森田昭子, 郷守重蔵, 豊田博, 枳堀申二, 宇梶公平(1969)バレーボールのジャンプに関する研究;(第一報)スパイク動作時の躯幹角度について. 体育学研究, 13:276.
- ・ 中沢克江, 菊池武道, 秋田信也(1989)バレーボール選手のジャンプ動作について. 千葉体育学研究, 12:9-13.
- ・ Nosaka K, Aldayel A, Jubeau M, Chen TC. (2011). Muscle damage induced by electrical stimulation. *Eur. J. Appl. Physiol*, 111: 2427-37.
- ・ 田中弘之, 清水安希子, 山本洋司, 松下亮(2007)足関節運動の筋力トレーニングが垂直跳びの跳躍高に及ぼす影響;バレーボール競技におけるジャンプパフォーマンス向上のための実践的方策について. 鳴門教育大学実技教育研究, 17:27-32.
- ・ 田中彩子, 吉本隆哉, 山本正嘉(2012)なぎなた競技における打突の評価を Visual analog scale (VAS)を用いて定量化する試み;審判と競技者間の判定の食い違いに着目して. スポーツパフォーマンス研究, 4:105-116.
- ・ 梅崎さゆり, 吉田雅行, 吉田康成(2009)スパイク動作における両足接地パターンに関する研究. 大阪教育大学紀要 IV 教育科学, 57:227-240.