

トランポリンベッドの沈み距離と上り時間からみた トランポリンの跳躍の踏切の傾向について

松島正知

大原保育スポーツ医療専門学校

キーワード: トランポリン, 踏切の傾向, 沈み距離, 上り時間, 体重

【要 旨】

トランポリン競技の評価は、跳躍の滞空時間がそのまま得点となるため、長い滞空時間が重要である。力学上、鉛直上方の跳躍の滞空時間は、跳び出しの速度によって決まるが、トランポリンの跳躍の場合、踏切面のトランポリンベッドの弾力性を利用して跳び出しの速度の勢いをつけるため、跳び出す速度はトランポリンベッドが最も下降に沈み込んだ時点から離地までの上り速度の影響を受けると考えられる。そこで本研究は、トランポリンベッドの上り速度を構成する沈み距離と上り時間の2変数を用いることで、踏切の傾向を示すことを目的とした。被験者は10人のトランポリン選手であった(年齢 19.5 ± 1.6 歳, 身長 163.9 ± 6.7 cm, 体重 58.5 ± 8.2 kg, 競技歴 7.9 ± 4.2 年)。滞空時間との関係において、それぞれトランポリンベッドの上り速度 ($r = 0.966, p < 0.001$) と沈み距離 ($r = 0.742, p < 0.05$) とに有意な正の相関が認められた。しかし、滞空時間と上り時間との間には有意な相関は認められなかった ($r = -0.391, n.s.$)。上り速度に対して、上り時間は沈み距離より影響が小さいことが示された。一方、選手によって、上り速度は沈み距離と上り時間の貢献度が異なるため、踏切においてこの2変数の傾向をつかむことが重要である。さらに、体重あたりの沈み距離と上り時間との関係は負の相関 ($r = -0.867, p < 0.01$) が認められた。短い上り時間で実施される体重あたりの長い沈み距離は、トランポリンベッドをより深く沈ませる踏切動作の技術を反映していると考えられる。上り時間と沈み距離の2変数を用いることは、選手や指導者にとって理解しやすい踏切動作の指標として活用できる。

スポーツパフォーマンス研究, 13, 382-391, 2021年, 受付日: 2021年2月16日, 受理日: 2021年7月1日

責任著者: 松島正知 670-0902 姫路市白銀町6-1 大原学園 m19832011@yahoo.co.jp

Take-off in trampoline in relation to the sinking distance and rising time of the trampoline bed

Masaharu Bedsushima

Ohara Childcare, Sports and Medical College

Key words: trampoline, take-off, sinking distance, rising time, body weight

【Abstract】

Because scores in trampoline events are calculated in part from gymnasts' time of flight, the time spent in the air should be as long as possible. In terms of physical dynamics, the time that a gymnast is in the air during a vertical jump depends on take-off speed. However, because the take-off speed of trampoline jumps depends on the elasticity of the bed, gymnasts' time of flight is affected by the upward speed of the bed from its lowest position to the take-off position.

The present study examined trampoline take-offs in relation to sinking distance and rising time, because these 2 variables are the main factors affecting the rising speed of the trampoline bed. The participants were 10 trampoline athletes (age 19.5 ± 1.6 years old, height 163.9 ± 6.7 cm, weight 58.5 ± 8.2 kg, trampoline competitive experience 7.9 ± 4.2 years).

Significant positive correlations were found between time of flight and sinking distance ($r=0.742$, $p<0.05$) of the trampoline bed, and between time of flight and rising speed ($r=0.966$, $p<0.001$), but rising time and time of flight were not significantly correlated ($r=-0.391$, n.s.). Rising time had less influence on rising speed than sinking distance did. On the other hand, because the contribution of sinking distance and rising time to rising speed depends on characteristics of each gymnast, it is important to examine those two variables at take-off. A negative correlation ($r=-0.876$, $p<0.01$) was found between sinking distance per body weight and rising time. A larger sinking distance per body weight followed by a shorter rising time may be a consequence of a take-off technique that makes the bed sink deeper.

Data on sinking distance and rising time may provide gymnasts and coaches with an easily understood index for evaluating the gymnasts' take-off movements.

I. 緒言

トランポリン競技の採点は、跳躍の滞空時間がそのまま得点となるため、選手たちは滞空時間を長くすることに重点を置いている。力学上この重力環境下において、鉛直上方への滞空時間は、跳び出しの初速度によって決まる。トランポリンの跳躍の場合、トランポリン器具の踏み切り面(以下、トランポリンベッド)の弾力性を利用して、上方への跳び出しの速度の勢いをつけるため、跳び出す速度は、トランポリンベッドの最下点から離地までの間の上り速度の影響を受けると考えられる。しかし、これまで、トランポリンベッドの上り速度や沈み距離および上り時間に着目した跳躍の先行研究は非常に少ない。熊山・山田(2012)は、跳躍を画像解析してトランポリンベッドの沈み込み距離を導き出し、滞空時間との間に相関関係があることを示している。熟練レベルの異なる選手の跳躍におけるトランポリンベッドの沈み距離と跳躍高を比較した研究では、沈み距離が最も長い選手が最も高く跳んでいるわけではない結果を示した(山本ほか 1992;伊藤ほか, 2000)。そこには踏切の技能が関係していると述べている。このように、トランポリンベッドに着目した研究はごく僅かしかなく、最下点から離地までの上り時間と跳躍との関連についての報告はみあたらない。

一方、トランポリンの踏切動作を分析した先行研究は、踏切の映像分析(長谷川, 1968;山本ほか, 1992;Adrian and Cooper, 1995;上山・淵本, 2007)や筋電図的分析(東, 1974;松島ほか, 2017;松島・矢野, 2018a)および踏切中の足底圧の変化を調べた実践的な研究(Mao et al., 2015;松島・矢野, 2018c)が散見される。しかし、未だ統一した踏切動作の見解には至っておらず、現場指導への還元も乏しい課題がある。

このように、トランポリンの跳躍はトランポリンベッドを利用するため、踏切動作だけでなく、トランポリンベッドの特性を捉える必要がある。踏切中、身体がトランポリンベッドと共に上下動するため、選手が高度で複雑な踏切動作の技術を使っていたとしても、トランポリンベッドの変化を定量的に表すことが出来れば、簡便で統一的な踏切の指標として現場指導に活用できると考えられる。そこで、本研究の目的は、トランポリンベッドの沈み距離と上り時間の 2 変数を用いて、トランポリンの跳躍の踏切の傾向を検討することとした。

II. 方法

1. 対象

被験者は全日本選手権大会出場から日本代表経験者までを含むトランポリン競技選手を対象に、女性 5 名(A~E)、男性 5 名(F~J)の計 10 名(年齢 19.5 ± 1.6 歳, 身長 163.9 ± 6.7 cm, 体重 58.5 ± 8.2 kg, 競技歴 7.9 ± 4.2 年)とした(表 1)。実験参加に先立ち、被験者へ本実験の詳細を武庫川女子大学の研究倫理審査委員会(承認番号 No.13-52)の実験計画書を用いて十分に説明をした。その後、被験者の同意を文書で得た。

表 1 被験者の性別, 身長, 体重, 競技歴, および競技成績

被験者	性別	身長(cm)	体重(kg)	競技歴(年)	競技成績
A	女	157.0	52.0	5	全日本出場
B	女	157.5	58.0	9	日本代表
C	女	167.0	48.0	11	日本代表
D	女	166.0	56.5	9	全日本出場
E	女	150.0	47.8	4	全日本出場
F	男	170.0	68.5	4	
G	男	167.5	62.5	4	
H	男	161.5	55.3	6	
I	男	170.0	75.0	9	全日本出場
J	男	172.0	61.0	18	日本代表
平均		163.9	58.5	7.9	
標準偏差		6.7	8.2	4.2	

2. 試技

実験に使用するトランポリン器具は国際体操連盟公認の EUROTRAMP 社製競技用ユーロトランポリン 4×4(縦 5.20 m, 横 3.05 m, 高さ 1.15 m)とした。試技について, 被験者にはトランポリンベッド上で, 連続 15 本の跳躍を立位静止から真っすぐにできるだけ高くトランポリンベッドの中央で行うように指示した。なお, 跳躍の試技は, 十分なウォーミングアップの後に行った。

3. 測定項目

トランポリン側方(長辺片側)中央のスプリング(右端から数えて 17 本目)とフレームの間に引張圧縮両用型小型ロードセル(共和電業製:LUX-B-2KN-ID)を取り付けた。ロードセルの出力から解析ソフト(キッセイコムテック社製:BIMUTAS II)を用いて, 被験者がトランポリンベッドに触れた着地, トランポリンベッドが最も深く沈んだ最下点, トランポリンベッドから離れる離地を求めた(図 1)。トランポリン器具とスプリングとの間に連結させたときのロードセルの出力が 3.000V ~3.015V であったことから, 3.016 V 以上に上がり始めた時点を着地, 最高値を最下点, 3.015 V 以下に下がった時点を通り越した時点(図 2)。サンプリング周波数は 1000Hz とした。

試技中, 1 台のビデオカメラ(CASIO 製:EX-F1)をトランポリンの側方に設置して, 300 fps, シャッター速度 1/1000 s で踏切動作を撮影した。ビデオカメラはトランポリンベッドと同じ高さ 1.155 m, トランポリンベッドの中心側方から 5.550 m の位置に設置した。撮影された映像は動作分析ソフト(DKH 社製:フレームディアスIV)を用いて二次元 4 点実長換算法による分析を行った。本研究における座標系は水平方向を X 軸, 鉛直上方向を Y 軸とした。キャリブレーションのリファレンスポイントと基準長は X 軸方向のカメラ側のトランポリンベッドの両端(4.280 m)とした。リファレンスポイントの実座標と二次元 4 点実長換算法による算出座標との誤差は 1~2 mm であった。ロードセルの出力は PC に収録した。ロードセルの出力信号から導き出された着地から最下点と離地までの区間の時間を算出し, 動作分析ソフトの映像上の着地と合わせて同期した。なお, 300 fps の動作分析ソフトの映像の時間と合わせる際には, 1000Hz のロードセルから算出した時間に最も近い値を採用した。

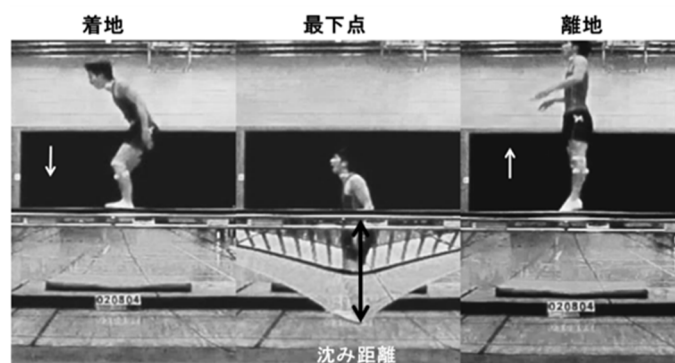


図1 踏切の着地(左), 最下点(中央), 離地(右)

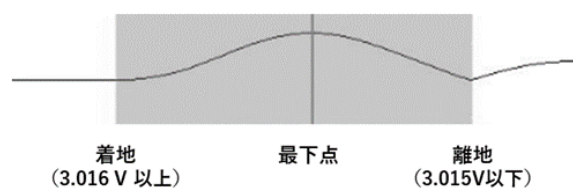


図2 ロードセル出力から着地, 最下点, 離地を求めた典型例

4. 算出項目

試技 15 本の跳躍の内, 6 本目から 15 本目までの 10 本を分析対象とした. なお, トランポリン競技における選手の滞空時間は, トランポリンベッドの沈み込みが無い時間を基準としているため, 本研究でも, 被験者がトランポリンベッドを離地してから着地するまでの時間を滞空時間とした. 最下点から離地までの沈み距離と上り時間においても, トランポリンベッドを基準に求めた.

トランポリンベッドの沈み距離(m)は動作分析ソフトで, トランポリンベッドの最下点と離地をデジタイズして, 鉛直成分の変位を算出して求めた. また, 沈み距離を被験者の体重の割合でも算出した.

トランポリンベッドの沈み距離(m)を上り時間(s)で除して, トランポリンベッドの最下点から離地までの上り速度(m/s)を算出した.

5. 統計処理

被験者毎の各データを平均値±標準偏差で示し, 各被験者の平均値を用いて, Pearson の相関分析を行った. 有意水準は 5%未満とした.

III. 結果

被験者毎の滞空時間, 上り速度, 沈み距離, 上り時間および体重あたりの沈み距離の平均値±標準偏差を表 2 に示した.

表 2 各データの平均と標準偏差

被験者	滞空時間(s)	上り速度(m/s)	沈み距離(m)	上り時間(s)	体重あたり沈み距離(m/kg)
A	1.685 ± 0.045	5.079 ± 0.240	0.817 ± 0.036	0.161 ± 0.004	0.016 ± 0.001
B	1.579 ± 0.032	4.902 ± 0.302	0.838 ± 0.038	0.171 ± 0.005	0.014 ± 0.001
C	1.689 ± 0.055	5.014 ± 0.224	0.801 ± 0.027	0.160 ± 0.005	0.017 ± 0.001
D	1.411 ± 0.022	4.288 ± 0.120	0.753 ± 0.021	0.176 ± 0.001	0.013 ± 0.000
E	1.609 ± 0.027	4.703 ± 0.266	0.745 ± 0.028	0.159 ± 0.006	0.016 ± 0.001
F	1.673 ± 0.025	4.956 ± 0.195	0.907 ± 0.023	0.183 ± 0.005	0.013 ± 0.000
G	1.538 ± 0.039	4.682 ± 0.107	0.833 ± 0.016	0.178 ± 0.004	0.013 ± 0.000
H	1.731 ± 0.041	5.096 ± 0.303	0.833 ± 0.038	0.164 ± 0.007	0.015 ± 0.001
I	1.775 ± 0.043	5.464 ± 0.247	0.938 ± 0.030	0.172 ± 0.005	0.013 ± 0.000
J	1.878 ± 0.029	5.813 ± 0.307	0.950 ± 0.038	0.164 ± 0.006	0.016 ± 0.001

滞空時間との相関関係は、上り速度との間には非常に強い正の相関 ($r = 0.966$, $p < 0.001$, 図 3 (i)), 沈み距離との間にはやや強い正の相関 ($r = 0.742$, $p < 0.05$, 図 3 (ii)), 上り時間との間には弱い負の相関がみられたが有意差は認められなかった ($r = -0.391$, n.s., 図 3 (iii)).

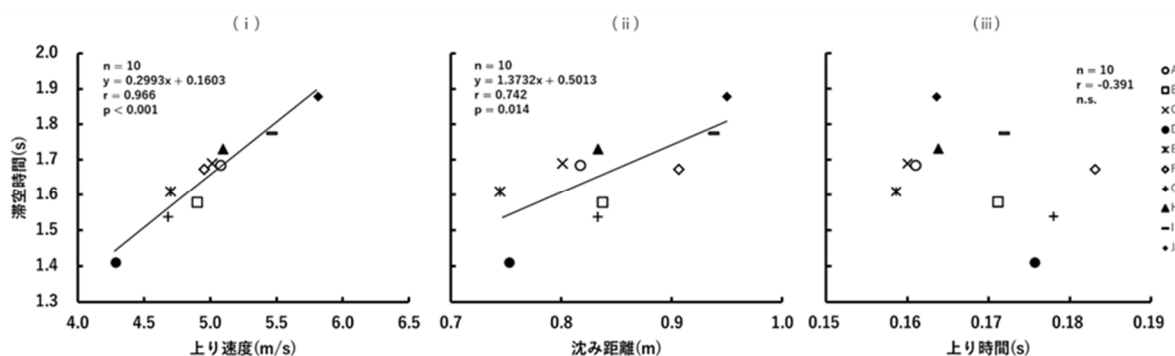


図 3 滞空時間と速度, 沈み距離および上り時間との相関関係

上り時間と沈み距離との間にはほとんど相関は無かったが ($r = 0.284$, n.s., 図 4 (i)), 上り時間と体重あたりの沈み距離との間には非常に強い負の相関 ($r = -0.867$, $p < 0.01$) が認められた (図 4 (ii)). 図 4 (i) と (ii) 中にそれぞれの平均値 (上り時間 0.169 ± 0.010 (s), 沈み距離 0.842 ± 0.074 (m), 体重あたりの沈み距離 0.015 ± 0.001 (m/kg)) で分けし, 4 つのタイプに分類した. 図 4 (i) のタイプ①では沈み距離が長く, 上り時間が短いため最も速度が速い群, タイプ②では沈み距離も上り時間も長い群, タイプ③では沈み距離も上り時間も短い群, タイプ④では沈み距離が短く, 上り時間が長いいため最も速度が遅い群であった. 最も滞空時間が長かった日本代表の被験者 J の跳躍はタイプ①であった. 最も滞空時間が短かった被験者 D の跳躍はタイプ④であった.

上り時間と体重あたりの沈み距離との関係では, 距離が長くて上り時間が短いタイプと距離が短くて上り時間が長いタイプの 2 つの傾向に分かれた.

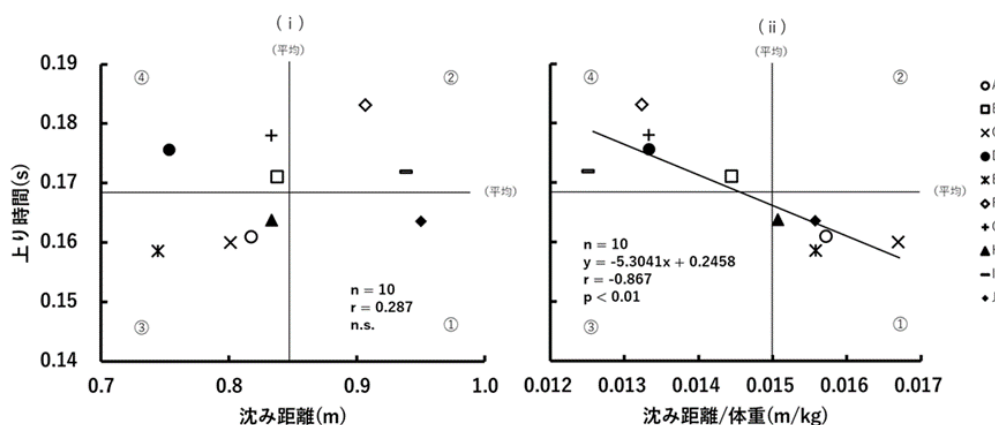


図 4 上り時間と沈み距離, 体重あたりの沈み距離との相関関係

IV. 考察

トランポリンの跳躍において長い滞空時間を得るには, トランポリンベッドの最下点から離地までの上り速度を速くする必要があることが明らかになった(図 3(i)). 上り速度を構成する沈み距離と滞空時間との間には, やや強い正の相関が認められた(図 3(ii)). 上り速度を速くするには, トランポリンベッドの沈み距離を長くする踏切能力が求められる. しかし, 上り速度を構成する上り時間と滞空時間との間には有意な関係は認められなかった(図 3(iii)). 上り速度は, 沈み距離を上り時間で除して算出しているため, 短い上り時間の方が, 上り速度は速くなる. 上り時間が上り速度に及ぼす影響は, 沈み距離よりも小さいことを示している. 一方で, 図 4(i)の結果のように, 選手によって上り速度に対する沈み距離と上り時間の 2 変数の貢献度が異なるため, この 2 変数の両方の傾向をつかむことが重要であると考えられる. これまで, 沈み距離が滞空時間に影響を及ぼすことは, 先行研究(山本ほか, 1992;伊藤ほか, 2000;熊山・山田, 2012)からも指摘されていたが, 上り時間に関する先行研究は見あたらない. トランポリンベッドの沈み距離を長くする能力は, 脚伸展力(伊藤ほか, 2000), 無酸素性パワー(馬場, 2019)および力をトランポリンベッドに伝える踏切技能(伊藤ほか, 2000)などが影響していることが考えられる. 一方, 上り時間を短くする能力は, 着地前の下肢筋群の予備緊張(松島ほか, 2017)や足関節底屈筋群の伸張性収縮から短縮性収縮へ素早く切り返す神経系の要因(松島・矢野, 2018b)が影響している可能性があげられる. トランポリンベッドの変動を基準にした沈み距離と上り時間を基に, これら 2 つの踏切の能力の傾向をつかむことができると考えられる. トランポリンの踏切においては, この 2 つの能力を獲得することが, トランポリンベッドの上り速度を速くして長い滞空時間につながると考えられる.

上り速度を構成する沈み距離と上り時間との間には, 相関は認められなかった(図 4(i)). そこで, 平均値を基準に 4 つのタイプに分類した. 滞空時間が最も長い被験者 J は, 沈み距離が長く, 上り時間が短い(速度が速い)タイプ①に, 最も滞空時間が短い被験者 D は, 沈み距離が短く, 上り時間が長い(速度が遅い)タイプ④に分けられた. タイプ②とタイプ③は, 沈み距離が長いタイプもしくは, 上り時間が短いタイプに分類されることが示された. トランポリンの踏切は着地から離地までの約 0.3 秒の間で, 素早く筋力発揮をすることが求められる. 筋力の立ち上がりに関して, 最大筋力を発揮する際に要する時間が約 0.5~1.0 秒かかること(Komi, 1986;Sale, 1988)や, 等尺性筋活動で最大筋力を発揮する時間が少なくとも 0.6~0.8 秒以上かかり, 1 RM の負荷で行うスクワットでは 2~3 秒程度の時間が必要で

ある(菅野, 2014)と報告がなされている. 短時間に大きな力を発揮する能力は, バリステックな運動やスポーツパフォーマンスと密接な関係にある(深代, 2000; González-Badillo et al., 2015; 図子・高松, 1995). 筋力は筋横断面積や運動単位, 筋線維タイプなどの要因によって決められ, 筋力発揮をする速度は神経系機能, 筋長, 腱の接合部などの要因によって決められるため, 最大筋力を大きくするトレーニングとは異なることも報告されている(菅野, 2014). タイプ①の踏切のようなトランポリンベッドの長い沈み距離と短い上り時間は, 短時間で大きな力発揮をしなければならないトランポリンの踏切動作を反映した結果であり, トランポリン選手にはこのような能力が求められる.

沈み距離と上り時間の長短の 4 つのタイプに分類を示した図 4(i)のうち, 比較的体重が重い被験者 F(68.5 kg)と I(75 kg)はタイプ②, 比較的体重が軽い被験者 C(48 kg)と E(47.8 kg)はタイプ③に分布された. 体重による沈み距離の影響を取り除くために, 体重あたりの沈み距離の相対値を算出したところ図 4(ii)のように, 平均値を境に速度の速いタイプ①と遅いタイプ④に分類され, やや強い負の相関が認められた. 体重の影響を取り除いた沈み距離は, トランポリンベッドをより深く沈ませる踏切動作の技術を示す意味を含んでいると考えられる. つまり, 図 4(ii)は, 選手の踏切動作の技術の程度が反映された結果を示唆している. 負の相関が認められたように, 短い上り時間で体重あたりの長い沈み距離があるほうが, 踏切動作の技術は優れていると考えられるため, 上り時間と体重あたりの沈み距離は踏切動作の技術にとって, 重要な要素であると言える. また, 相対値の体重あたりの距離は, 選手の踏切動作を表す指標として, 現場指導において簡便的に活用できる. 先行研究によると, トランポリンの跳躍において, 体重が重過ぎると鉛直上方加速度に影響を及ぼすと考えられるため, 鉛直上方加速度に影響を及ぼさない個人の適正体重があると述べられている(馬場, 2019). 本研究結果では体重あたりの沈み距離の重要性は示唆されたが, 個人の適正体重との関係を示す客観的根拠までには至らず, 今後の課題である.

トランポリン跳躍の踏切動作は解明されていないことが多くあり, 個人の特徴を捉えて指導することは容易ではない. しかし, トランポリンベッドの沈み距離と上り時間を用いると, 跳躍の踏切指標およびパフォーマンスの客観的かつ選手間の相対的評価に活用できる. 指導現場において, 選手や指導者が理解しやすいトランポリンベッドの沈み距離と上り時間の 2 変数を活用することは, パフォーマンス向上に役立つと考えられる.

V. まとめ

本研究はトランポリンの跳躍における踏切の傾向について, トランポリンベッドの沈み距離とトランポリンベッドの最下点から離地までの上り時間に着目して検討を行った. 長い滞空時間にはトランポリンベッドの速い上り速度が重要であるが, 上り時間が上り速度に及ぼす影響は, 沈み距離より小さいと考えられる. 一方で, 選手によって, 上り速度を構成する沈み距離と上り時間の貢献度は異なるため, 踏切においてはこの 2 変数の傾向を把握することが求められる. また, 短い上り時間で実施される体重あたりの長い沈み距離の踏切は, トランポリンベッドをより深く沈ませる踏切動作の技術が使われていると考えられる. トランポリンベッドの沈み距離と上り時間を利用して, 踏切のパフォーマンス指標として指導現場で活用できる.

謝辞

本研究にあたり、多大なるご支援ならびにご協力を賜りました神戸大学の矢野澄雄先生、武庫川女子大学の伊東太郎先生、そして被験者の皆様に深謝申し上げます。

文献

- ・ Adrian, M. J., and Cooper, J. M. (1995) Biomechanics of human Movement. In: Benchmark Press, pp.503-505.
- ・ 東文磨(1974)跳躍の研究・地上と Trampoline 上の跳躍についての筋電図的研究. 龍谷大學論集, 403:145-159.
- ・ 馬場崇豪(2019)無酸素性パワーからみたトランポリン選手の体力特性. 大阪体育学研究, 58:69-74.
- ・ 伊藤直樹, 山崎博和, 平井敏幸, 鈴木雅大, 宮本英美子, 石井喜八(2000)トランポリン運動<ストレートジャンプ>の研究. 日本体育大学紀要, 30(1):59-64.
- ・ 深代千之(2000)反動動作のバイオメカニクス:伸張-短縮サイクルにおける筋-腱複合体の動態. 体育学研究, 45:457-471.
- ・ González-Badillo JJ, Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Abad-Herencia JL, Del Ojo-López JJ, Sánchez-Medina L. (2015) Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. J Strength Cond Res, 29: 1329-1338.
- ・ 長谷川輝紀(1968)トランポリンにおけるフィート・バウンス(Feet Bounce)の分析的研究. 東京女子体育大学紀要, 3:47-50.
- ・ Komi, P. V. (1986) Training of muscle strength and power. Interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. Int. J. Sports Med. 7 (Suppl.): 10-15.
- ・ 熊山彩子, 山田昌尚 (2012)トランポリン競技における跳躍高に対するベッド沈み込み距離の画像解析. 情報処理学会第74回全国大会講演論文集, (1):425-427.
- ・ 松島正知, 中西増代, 中西康人, 植杉優一, 矢野澄雄, 伊東太郎(2017)トランポリン競技の踏切における筋活動と滞空時間との関連. 体育・スポーツ科学, 26:31-36.
- ・ 松島正知, 矢野澄雄(2018a)トランポリンのストレートジャンプにおける踏切中の筋活動と着床位置との関係. スポーツパフォーマンス研究, 10:15-26.
- ・ 松島正知, 矢野澄雄(2018b)トランポリンのジャンプとリバウンドジャンプとの沈み局面での違いについて. 運動とスポーツの科学, 23(2):133-135.
- ・ 松島正知, 矢野澄雄(2018c)トランポリン経験者と未経験者における傷害防止のための踏切動作分析. 体育・スポーツ科学, 27:39-48.
- ・ Mao, Y. , Qian, J. , Song, Y. , Rong, K. and Li, Z. (2015) Experimental Study on the Pressure of Human Plantar and Trampoline. Journal of Nanjing Sport Institute, 14-1: 38-41.
- ・ Sale, D. G. (1988) Neural adaptation to resistance training. Med. Sci. Sports and

Exerc, 20:135-145.

- ・菅野昌明(2014)2章3節 パワー向上トレーニングの理論とプログラム作成, 日本トレーニング指導者協会 編集, トレーニング指導者テキスト 実践編. 大修館書店, pp.55-57.
- ・上山容弘, 淵本隆文(2007)トランポリンの踏切動作. 体育の科学, 57(7):516-520.
- ・山本博男, 穴田生, 東章弘, 木本明子(1992)跳躍頻度からみたトランポリンのストレートバウンス. 金沢大学教育学部紀要自然科学編, 41:33-38.
- ・関子浩二, 高松薫(1995)バリスティックな伸張-短縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因-筋力および瞬発力に着目して-. 体力科学, 44:147-154.