

Biomechanical Analysis of Straight Bouncing Exercise on Trampoline at Various Frequencies

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-03 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/2297/20435

跳躍頻度からみたトランポリンのストレートバウンス

山本 博男, 穴田 生*, 東 章弘*, 木本 明子**

Biomechanical analysis of Straight Bouncing Exercise on Trampoline at Various Frequencies.

Hiroh YAMAMOTO • Ikuo ANADA •

Akihiro AZUMA • Akiko KIMOTO

はじめに

「トランポリンの魅力は何か?」と考えると、まず「高さ」が挙げられるのではなかろうか。トランポリンはスプリングとベッドの弾性によって宇宙遊泳を味わうかのような広範囲の空間移動を可能にし、滞空時間は床におけるジャンプの4~5倍²⁰⁾であり、高さは3~6倍¹²⁾にも達する。初めてトランポリンにのる人は、恐怖心のため最初から高い跳躍はできないが、低い跳躍から始めトランポリンに慣れるにしたがって高い跳躍ができるようになる。

トランポリンは、老若男女誰もが楽しめる運動であるが、一方で「高さ」はトランポリン外放出事故による大悲劇を招く危険性も伴っている。U.S.Consumer Product Safty Commission⁵⁾ (1977)によると年間19,000人がトランポリンに関する傷害で、医療施設を利用しているという。また、多くのトランポリン指導書が出版され¹⁾²⁾⁴⁾⁶⁾⁷⁾⁹⁾¹⁴⁾、監督及び補助者の必要性を強く主張し³⁾⁵⁾¹³⁾¹⁹⁾ている。しかし、受け身の安全確保だけでは事故を未然に防ぐことは不可能であり、そこで、トランポリンの利用者が自分で高さを調節できるスキル¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾を高めることが要求される。

以上の事柄から、筆者は、最大努力で行ったストレートバウンスに要した跳躍時間を100%とし、40、45、50、55、60、65、70、75、80、85、90、95%に相当する跳躍時間を算出し、30秒間に行うストレートバウンスのバウンス頻度を変え、ノーバウンスから最大努力の跳躍につ

いて段階的に跳躍高、沈み込み距離、跳躍時間、心拍数、下肢関節角度を調べ、上級者、中級者、初級者の技術レベルの視点から比較検討してみたい。

従って、本研究の目的はトランポリンのストレートバウンスにおいて、跳躍頻度を変えた、上級者、中級者、初級者のバウンスのバイオメカニクス的手法を用いた比較検討から、ストレートバウンスの特性を明らかにすることであった。

研究方法

被検者は、上級者が平成2年度全日本トランポリン選手権大会女子優勝者A.F.(金沢二水高等学校2年生)、同大会4位M.N.(金沢商業高等学校3年生)の2名、中級者が、体育実技でトランポリンを受講した金沢大学教育学部女子学生15名、初級者が、トランポリンを受講しなかった女子学生16名であった。被検者の身体的特性を表1に示した。

なお、本研究において被検者は、セノー製フレーム(4.62×2.73×1.00m)に、ウェーブ型ベッド(3.72×1.87m)をスプリングで取り付けられたレギュレーション・トランポリンを使用した。

実験1:最大跳躍時間の計測

被検者は、ウォーミングアップのストレートバウンスを30秒間行った。その後、トランポリンのストレートバウンスに要する最大跳躍時間

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Subject	Height (cm)	Weight (kg)	Age (yrs)
Advanced	A.F.	158.0	49.0	17
	M.N.	157.0	50.0	18
Inter-mediate	K.D.	150.2	48.0	21
	T.W.	157.0	52.0	20
	Y.M.	151.0	45.0	19
	M.M.	171.0	58.0	21
	N.F.	158.0	53.0	22
	Y.S.	170.1	58.0	22
	I.M.	154.0	50.0	22
	Y.H.	159.5	55.5	22
	K.N.	172.0	58.0	22
	H.S.	157.5	54.0	22
	S.K.	157.5	50.0	21
Novice	R.Y.	169.7	56.5	23
	H.O.	162.0	53.0	22
	K.K.	160.0	53.0	22
	M.S.	164.0	64.0	22
	Y.O.	164.2	55.3	21
	A.U.	165.0	68.0	19
	S.K.	158.0	45.0	18
	M.M.	170.0	65.0	22
	E.K.	154.0	49.0	18
	M.K.	165.0	65.0	22
	N.N.	159.0	52.0	22
K.S.	161.0	52.0	19	
T.A.	164.0	67.0	19	
H.N.	145.6	44.5	22	
I.H.	157.8	54.0	21	
N.M.	163.0	58.0	21	
N.A.	163.0	51.0	23	
F.M.	159.2	46.0	21	
Y.N.	163.0	48.0	20	
K.N.	154.0	50.0	19	
Total	Mean	160.5	53.8	20.3
	S.D.	6.0	6.3	1.6

を計測するため、10回連続の最大努力のバウンスを行い、6～10回目まで、1回のバウンスに要した時間をストップウォッチにより計測した。また、5回のうちの最大値を各被検者の最大跳躍時間（以下、maximal bounce time）とし、これを100%として40～100%の5%毎の跳躍時間をそれぞれ算出した。

実験2：各跳躍時間に対するバウンスの実験

実験1において算出した40～100% maximal bounce timeの12試行を、メトロノームで規定し、それぞれ30秒間のストレートバウンスを行った。同時に、被検者の側方13.5mからVTR撮影し、SONYビデオ解析機を用いて大転子の位置を0とし、跳躍高、沈み込み距離、跳躍時間を求めた。

実験1, 2において、ハートモニタ（日本光電製）を用いて、心拍数を安静時、ウォーミングアップ時、運動時について測定し、また、4名についてはエレクトロゴニオメータを腰関節、膝関節、足関節に装着し、関節角度変化を直流増幅器（三栄測器社製）を介し、ペンオシログラフ（三栄測器社製）に記録した。実験器具の配置を図1に示した。

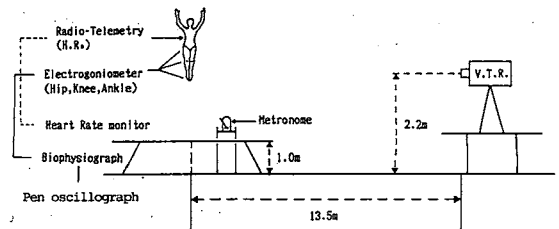


Figure 1. Schematic diagram of the experiment for a trampoline exercise

結果と考察

金子、豊岡⁸⁾(1978)は、トランポリンは軽く跳躍したり、最大努力で跳躍することによって運動強度を調節することができることを報告しており、本研究において、ノーバウンスから最大努力の跳躍へと段階的に調べることが可能であった。

心拍数と、% maximal bounce time の関係を図2に示した。上級者 (advanced)、中級者 (intermediate)及び、初級者 (novice)のグループ間において、ほとんど差は見られなかった。金子、豊岡⁸⁾(1978)は、1分間のトランポリン運動では、短時間にもかかわらず心拍数が160～180beats/minに達し、初期の30秒間には運動終末の心拍数の90%レベルに達することを示し、熟練者、非熟練者の間に差を認めておらず、本研究の結果と一致していた。40、45% maximal bounce time時に心拍数が上昇したが、このことはノーバウンスであるため、30秒間に行うバウンスの頻度が高くなったことが、運動量を確保する要因となったと考えられる。また、50、55% maximal bounce time時に最小心拍数が得られた。上級者は平均96.0(±1.0)beats/minであり、中級者は97.5(±1.7)beats/min、初級者は101.8(±16.0)beats/minであったが、原因として、ベッドの揺れに身体を任せている状態でほとんど運動量が得られなかったことが挙げられる。60～95% maximal bounce time時に、上級者は、161.0(±1.0)beats/min

であり, 中級者は, 153.3 (±19.7) beats/min, 初級者は158.1 (±17.4) beats/minの最大心拍数値を示した。また, ウォーミングアップ時の心拍数が, 全体の平均121.5beats/minで, % maximal bounce time の70~80%に相当した。このことから, トランポリンの熟練度に関係なく115~130beats/minの運動がストレートバウンスによって得られると考えられる。また, 安全性においても, 能力が把握されており個人に適切な運動量が確保できると考えられる(図2)。

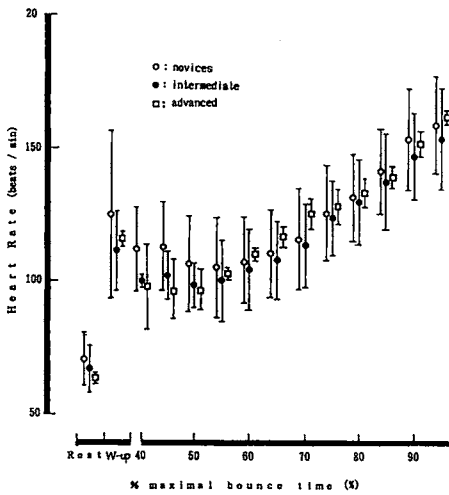


Figure 2. The relation between %maximal bounce time and heart rate during trampoline exercise for advanced, intermediate and novices

跳躍高と沈み込み距離の関係は, 中級者と初級者において, 沈み込み距離が50cmの時, 中級者の跳躍高は70~120cmの範囲にあり, 初級者は, 40~80cmの範囲にあった。沈み込み距離はベッドの着床の位置, 関節角度によって変化していると思われる。また, 上級者のように着床の位置が常に中央であり, 踏み込みの技術があるような場合, 沈み込み距離と跳躍高が一定してくると考えられる。非線形回帰式によって得られた x^2 の係数が上級者は0.050, 中級者は0.030, 初級者は0.025であり, 上級者と中級者, 初級者の間にそれぞれ差が見られることから, 係数が高い程スキルが高いと推察できる。

跳躍高と跳躍時間の関係は, 上級者の最大跳

躍高が平均180.2 (±5.7)cmの時, 跳躍時間は約1.5秒であり中級者の最大跳躍高が, 平均110.0 (±16.2)cmの時, 跳躍高は約1.2秒, 初級者の最大跳躍高が平均67.6 (±14.0)cmの時, 跳躍時間は約1.1秒であった。従って, 跳躍が高い程跳躍時間が長く, 跳躍高50cmにかかる時間が約0.7~0.9秒でグループ間に差が見られないことから, 跳躍高に必要な跳躍時間は一定であると推察される (図3, 4, 5, 6, 7, 8)。

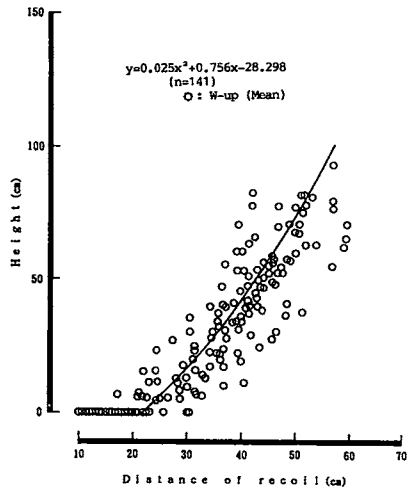


Figure 3. The relation between height and distance of recoil during trampoline exercise for novices

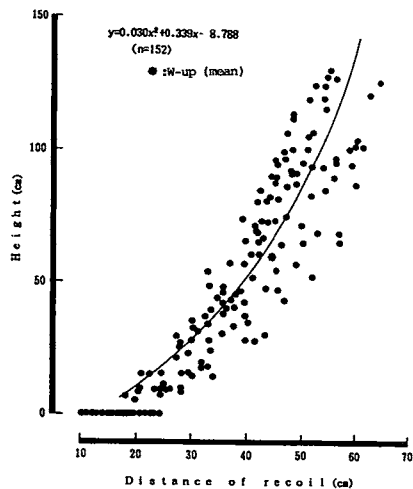


Figure 4. The relation between height and distance of recoil during trampoline exercise for intermediate

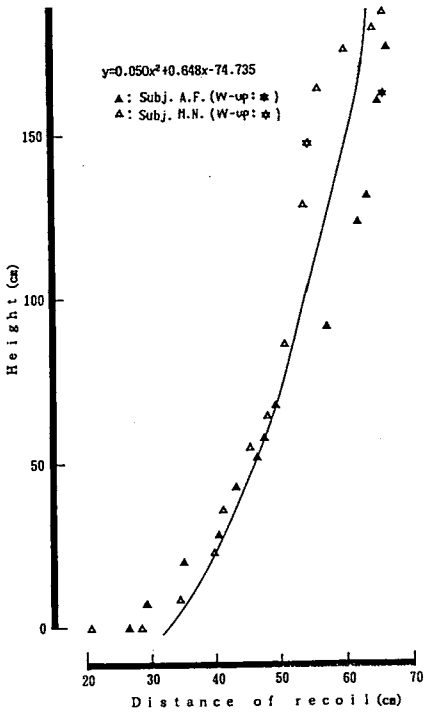


Figure 5. The relation between height and distance of recoil during trampoline exercise for advanced

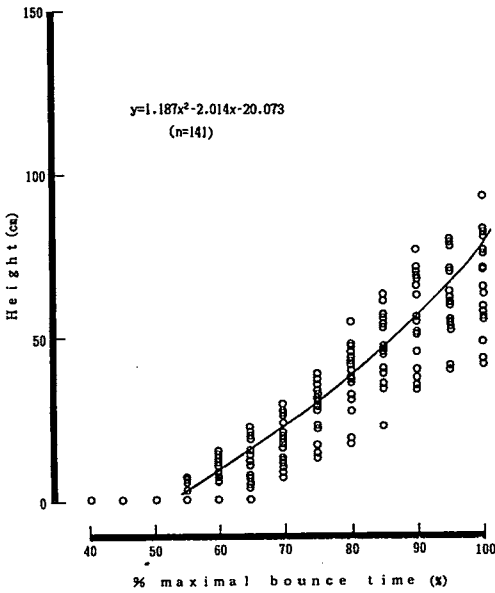


Figure 6. The relation between height and % maximal bounce time during trampoline exercise for novices

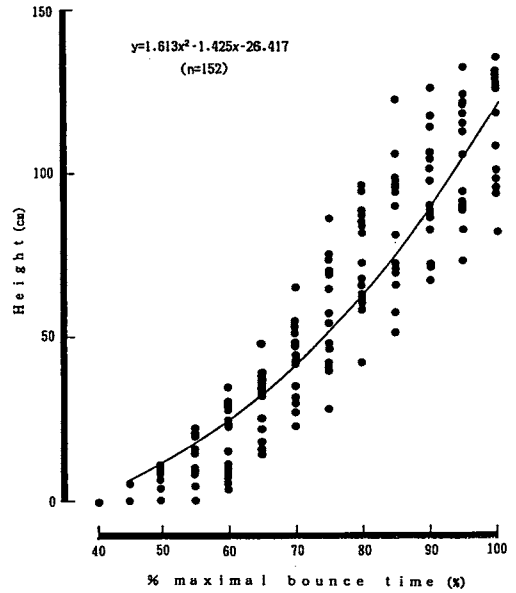


Figure 7. The relation between height and % maximal bounce time during trampoline exercise for intermediate

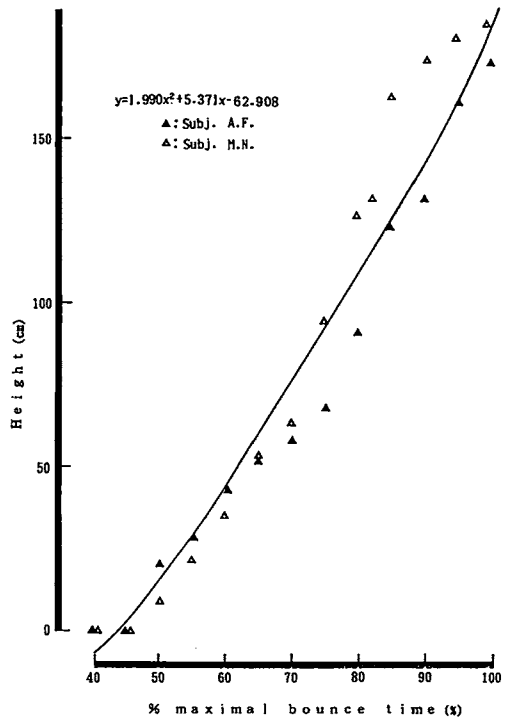


Figure 8. The relation between height and % maximal bounce time during trampoline exercise for advanced

また、非線形回帰式によって概想した結果、上級者と、中級者、初級者の間に違いが見られた。各被検者についてみても、各被検者の最大跳躍高を頂点に段階的に示され、スキルの差が見られた。跳躍時間の、40~100%を5%毎に見ると、跳躍時間が長くなるにつれて跳躍高が大きくなっていることから、ストレートバウンスは、ノーバウンスから最大努力のバウンスを行うことができる点で、運動処方として有効であると推察される。また、トランポリン技術の上達によって跳躍高が得られると考えられる点で、上達度の目安としての効用が期待される。

関節角度は、上級者 A.F. の腰関節、膝関節及び足関節の角度変化と動作を図9に示した。腰関節、足関節が70%と100%間で違いが見られた。膝関節は、一定の角度を保ち、腰関節、足関節の深い屈曲によってより大きな跳躍高を得ていると考えられる。腰関節、膝関節と足関節の間に最大屈曲時の角度変化の相違が見られた。腰関節、膝関節では、着床時に最大屈曲が見られるのに対して、足関節は、最大沈み込み

時に見られた。また、大林ら¹⁰⁾(1968)は、着床時に身体が踏み込みに備え前傾している点を、バランスを保つための動きであり、同時に腕をスピーディーに振るための予備動作であると報告し、本研究においても、着床時の前傾が見られ、大林らの報告と一致していた。

結 論

本研究の結果、以下の事柄が結論づけられた。

- 1 より高いバウンスを得るには、より大きい跳躍時間と、沈み込みが必要であると考えられる。
- 2 ストレートバウンスの動作特性として、腰関節、膝関節の屈曲、足関節の背屈が見られ、これらの協応の重要性が示唆された。
- 3 平均心拍数は、安静時の69.0beats/minから、運動中の156.1beats/minまで増大し、ウォーミングアップ時では、最大努力の運動中の70~80%に相当したことから、トランポリンは熟練度に関係なく、適度な運動が得られると推察された。

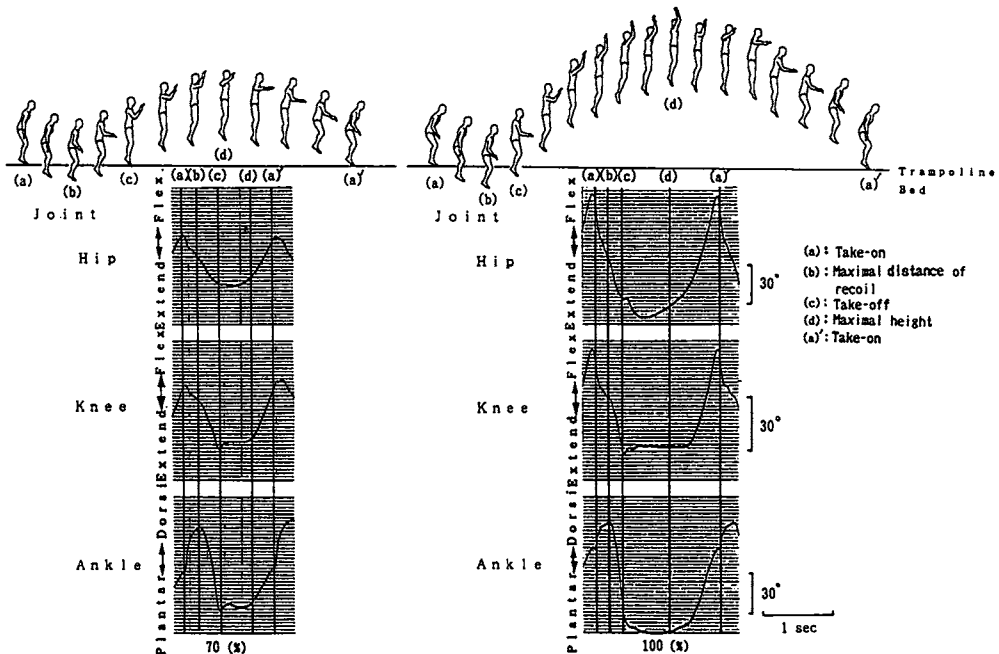


Figure 9. Comprison of joint angle during trampoline exercise for subject A. F.

参 考 文 献

- 1) Anderson, K. L. : Health and fitness in the world the Athletic Institute 365-367, 1961.
- 2) Coons, D. R. : Trampolining for women and men, Hawthorn Books, 1980.
- 3) Frederick, A. B. : National Gymnastics Catastrophic Injury Registry National Gymnast, Technical Supplement, 6 : TS44-47, 1981.
- 4) Griswold, L., and G. Wilson : Trampoline Tumbling Today, Thomas Yoseloff Ltd, 1975.
- 5) Hage, P. : Trampoline; an "Attractive Nuisance". Physician Sports Med. 10-12 : 118-144, 1982.
- 6) Hennessy, J. T. : Trampolining, W. M. C. Brown Company Publishers, 1968.
- 7) Horne, D. E. : Trampolining-A complete Handbook, Wadsworth Publishing Company, Inc., 1968.
- 8) 金子公有, 豊岡示郎 : Trampoline 運動中の呼吸循環系反応, 体育科学, 6 : 9-16, 1978.
- 9) Ladue F., and J. Norman : Two seconds of Freedom, Nissen Trampoline CO., Ltd, 1967.
- 10) 大林正憲, 長谷川輝紀 : トランポリンにおけるフィート・バウンスの分析研究, 体育学研究, XII - 5 ; 137, 1968.
- 11) 大築立志 : 「たくみ」の科学, 朝倉書店, 1988.
- 12) 塩野尚文 : 子どものトランポリン運動, 道和書院, 1982.
- 13) Shvartz, E. : Effect of impulse on momentum in performing of the trampoline, Research Quarterly, 38-2 : 300-304, 1965.
- 14) Szyputa, G. : BEGINNING TRAMPOLINING, Wadsworth publishing company, 1968.
- 15) 田野有一 : 大学生のトランポリン競技レベルに関する研究, 小樽商科大学紀要, 1988
- 16) 田野有一 : 日本におけるトランポリン競技規則の変遷(1), 小樽商科大学人文研究, 80, 47-48, 1990
- 17) Torg, J. S., MD. and M. das, BS. : Trampoline-Related Quadriplegia : Review of the Literature and Reflections on the American Academy of Pediatrics' Position Statement, Pediatrics, 74 : 804-812, 1984.
- 18) U.S. Consumer Product Safety Commission : Safety on the trampoline, JOHPER, 48 (12) ; 31-32, 1977.
- 19) Vaughan, c. L. : A kinetic analysis of basic trampoline stunts J. of Human Movement Studies, 6 : 236-251. 1980.
- 20) 山本博男 : トランポリンを用いた体育授業, Jpn. J. Sports Sci., 9 ; 252-259, 1990.