【原著論文】

バスケットボール選手の不確定状況下における ドロップジャンプ能力

飯田祥明1) 中澤公孝2)

Drop jump abilities of basketball players in uncertain situation

Yoshiaki Iida¹⁾, Kimitaka Nakazawa²⁾

Abstract

In sports activities like basketball, players have to adapt their jumping movement in response to surrounding uncertain situation, for example, positions of ball and other players. To investigate the hypothesis that basketball players show higher ability of drop jump than track and field players in uncertain situations, we compared jump height, ground contact duration and drop jump indexes (jump height / ground contact time) between these sports groups.

Eight basketball players (BB) and seven track and field players (TF) performed two footed drop jump and landing from 45cm height. In uncertain conditions, the subjects were instructed to switch the movement tasks (from landing to jump; from jump to landing), if auditory stimulation was cued, which was sometimes elicited prior to ground-contact. In this study, experimental tasks were DJ (Drop Jump in the certain condition), DJNS (Drop Jump with No Sound in the uncertain condition) and DJS (Drop Jump switched from landing with Sound in the uncertain condition). We examined the differences in jump height (JH), contact duration (CD) and DJI of these tasks (JH_DJ, JH_DJNS, CD_DJ, CD_DJS, DJI_DJ, DJI_DJNS) and relative values to DJ condition (relative JH_DJNS, relative CD_DJNS, relative CD_DJNS, relative DJI_DJNS) between the sports groups.

There is no difference between two sports groups in all parameters of DJ and DJNS condition. In DJS condition, the linear regression analysis of the relative DJI_DJS and the time from sound to ground-contact shows that the negative regression slope of TF is significant larger than that of BB (p < 0.05).

These results support our hypothesis, and show that there is a sports specificity of drop jump ability particularly in "switching situation". In addition, it is indicated that basketball players can exhibit higher drop jump performance than track and field players even in a situation which cue occurs just before touchdown.

Key words: drop jump, landing, decision making, uncertainty, ball games キーワード: ドロップジャンプ. 着地. 意思決定, オープンスキル. 球技

¹⁾ 上智大学 文学部 保健体育研究室 Department of Humanities (Health and Physical Education), Sophia University

²⁾ 東京大学 総合文化研究科 身体運動科学研究室 Department of Life Sciences (Sports Sciences), University of Tokyo

I. 諸言

ジャンプ動作は多くのスポーツ中に必須な基礎運動 であり、この動作の能力は競技成績に強くかかわって いる。また球技をはじめとする多くの競技では、バス ケットボールの連続リバウンドやバレーボールのスパ イクのように、ダイナミックな移動を繰り返しながら 滞空状態から着地し、連続的にジャンプを遂行する場 面が多い. このような着地からのジャンプの能力を評 価する手法の一つにドロップジャンプテストがある. ドロップジャンプとは台から着地した後、できる限り 素早く、高く跳躍する動作であり、跳躍高を接地時間 で除した Drop Jump Index (DJI) によって, 短い接 地時間で高く跳ぶ能力を評価できる1). ダイナミック な跳躍を多用するバスケットボール、バレーボールや 陸上競技の選手は高い DJI を示すことが明らかになっ ており2), ドロップジャンプはトレーニング手法とし ても広く普及している3).

一方で、バスケットボールやバレーボールのようなスポーツにおいては、時々刻々と変化する相手の動きやボールの位置などに合わせて動作を遂行しなければならない。このような競技では動作の選択肢が複数存在する「不確定な状況」でのパフォーマンスの高さが重要である。先行研究によると着地やジャンプ動作は競技特異的な適応を示すと報告されており^{4,5)}、上記のスポーツ選手が不確定状況に適応したジャンプ動作を身に付けている可能性がある。

この点を解明するためには、複数の選択肢の中から 跳躍動作を遂行させ、その能力を競技間で比較する必 要がある. Leukel らはドロップジャンプの台から床 面までの滞空中にランダムに音刺激を発生させるシス テムを用い、不確定状況におけるジャンプ動作の運動 制御について検討を行っている6).しかしながら、先 行研究の大半は動作を切り替える可能性のない確定状 況下でのドロップジャンプを採用しており^{1, 2, 3, 4, 5} ^{7.8.9.10)}, 各種スポーツ選手の不確定状況下でのジャ ンプ能力の違いについては検証されていない. 不確定 状況下でのジャンプ能力の競技特異性の理解は、多く のスポーツの成績を左右する周辺状況に応じたジャン プに必要な体力要素の解明にもつながると期待される. そこで本研究は、バスケットボール選手と陸上競技 選手を被験者として採用し、動作が不確定な状況にお けるドロップジャンプ能力を比較することで、バス ケットボール選手の不確定状況下におけるドロップ ジャンプ能力の特徴を明らかにすることを目的とする. 我々は本研究の実施にあたり、バスケットボール選手

は確定状況下でのジャンプを遂行する事が多い陸上競 技選手と比較して、不確定状況において高いドロップ ジャンプパフォーマンスを示すという仮説を設定した。

Ⅱ. 方法

【被験者】

被験者はT大学およびJ大学バスケットボール部 に所属する選手8名(BB群)およびT大学陸上部に 所属する選手7名(TF群)とした.BB群は全員が 関東大学バスケットボールリーグ 4部のチームに所属 しており、バスケットボールの経験年数は7.4±1.5 (平均値 ± 標準偏差) 年であった. TF 群は跳躍もしく は短距離種目を専門とし、陸上競技の経験年数は7.3 ±1.5年であった. 各群の年齢はBB群20.3±0.5才お よび TF 群19.9±0.7才であり、有意な差はなかった. 身長はBB群が179.4±5.3cm, TF群が169.8±5.2cm, 体重はBB群が71.9 ± 4.8kg, TF群が63.1 ± 4.2kg であり、ともに BB 群の方が有意に大きかった. 実験 の実施に先立ち、被験者には本研究の目的、実施内容、 測定に伴う危険性について説明し、被験者から書面に て実験参加の同意を得た. 本研究は東京大学大学院総 合文化研究科・教養学部「ヒトを対象とした実験研究 に関する倫理審査委員会」の承認を得たうえで実施し た.

【動作課題】

確定条件では、高さ45cm の台上からのドロップジャンプ (DJ: drop jump) 10試行を被験者に課した(図1-A). 片足支持の状態で手を腰に当てたまま落下し、両足でドロップ台から15cm 前方にあるフォースプレートの中心付近に着地させた. 着地後は「できる限り早く高く跳ぶ」ように指示した.

不確定条件においても確定条件と同様の高さ45cm の台上からのドロップジャンプを用いたが、不確定性を加える方法として、着地およびドロップジャンプを音刺激によって切り替えるシステム⁶⁾を採用した。本研究においてはドロップ台上に設置したマットスイッチと自作プログラム(labview)を使用して音刺激から接地までの時間を変化させた。動作を切り替える可能性があるドロップジャンプおよび着地、各20試行を被験者に課した。また音刺激(周波数2kHz、長さ100msのビープ音)に関しては、被験者にタイミングを予測されないよう接地直前(50~260ms前)にランダムに発生させ、音刺激を与える割合は40%に設定した。被験者には「音がなったら即座に動作を切

A. 確定条件

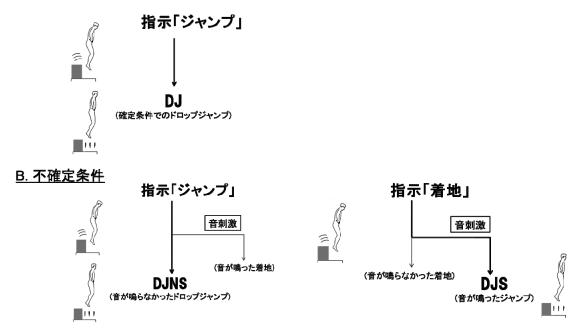


図1 動作課題

り替える(ジャンプから着地、着地からジャンプ)」 よう指示した。不確定条件でドロップジャンプを行っ た試行のうち、音刺激がなく動作を切り替えずにドロップジャンプを遂行した試行を DJNS (drop jump no sound)、音刺激があり着地からドロップジャンプ に切り替えた試行を DJS (drop jump sound) と表記 する(図 1-B).

【データ取得】上記の動作遂行中にフォースプレート (Kistler, 9281B) によって床反力データを測定した. データサンプリング周波数は1000Hz とした.

【分析】本研究では床反力データから跳躍の接地時間 (CD: Contact Duration) と滞空時間を算出し、滞空時間から跳躍高 (JH: Jump Height) を算出した (JH = $1/8 \cdot g \cdot t^2$, g: 重力加速度 = $9.8 \text{ (m/s}^2)$, t: 滞空時間 (s)). さらに JH (m) を CD (s) で除すことにより、DJI (Drop Jump index) を算出した.

DJ 試行に関しては跳躍高、接地時間、DJI を全10 試行で平均し、それぞれ JH_DJ, CD_DJ, DJI_DJ とした。 DJNS 試行においては、全試行の JH, CD, DJI の平均値を算出し(JH_DJNS, CD_DJNS, DJI_DJNS)、それぞれ JH_DJ, CD_DJ, DJI_DJ で除して規格化した値をパフォーマンス指標とした(relativeJH_DJNS, relativeCDDJNS, relativeDJI_DJNS). DJS 試行に関しては、音刺激の発生したタイミングが試行によって異なるため平均化はせず、各試行の JH, CD, DJI をそれぞれ JH_DJ, CD

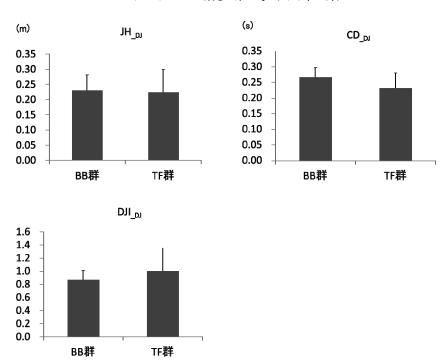
{DJ}, DJI{_DJ} で除して規格化した値をパフォーマンス指標とした(relativeJH_{_DJS}, relativeCD_{DJS}, relativeDJI_{_DJS}).

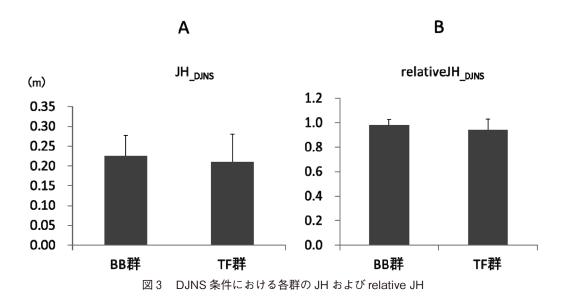
【統計】

測定値の基本統計量は平均値 \pm 標準偏差(S.D.)により表した。BB 群と TF 群の DJ 条件および DJNS 条件間の比較には対応の無い t 検定を用いた。DJS 条件間の比較に関しては,x 軸を音刺激から接地までの時間(Time_SC:Time of Sound to Contact),y 軸をパフォーマンス指標(relativeJH_DJS,relativeCD_DJS,relativeDJI_DJS)とする散布図を作成し,両群の直線回帰式における傾きの差の検定を行うことでパフォーマンスの違いの有無を検討した。いずれの検定においても有意水準は 5% 以下とした。

Ⅲ. 結果

 JH_{DJ} , CD_{DJ} および DJI_{DJ} の結果を図 2 に示す. 各群の JH_{DJ} は BB 群において 0.23 ± 0.05 (m), TF 群において 0.23 ± 0.08 (m) であり,群間で有意な差は認められなかった.各群の CD_{DJ} は BB 群において 0.27 ± 0.03 (s),TF 群において 0.23 ± 0.05 (s) であり,群間で有意な差は認められなかった.各群の DJI_{DJ} は BB 群において 0.86 ± 0.15 ,TF 群において 1.00 ± 0.35 であり,群間で有意な差は認められなかった.





DJ 条件における各群の JH_DJ, CD_DJ, DJI_DJ

図 3 に JH_{DJNS} に関する結果を示した。 JH_{DJNS} に関しては BB 群において 0.23 ± 0.05 (m)、 TF 群において 0.21 ± 0.07 (m) であり、群間で有意な差は認められなかった(図 3 A)。 各被験者の JH_{DJ} で規格化した relative JH_{DJNS} は BB 群において 0.98 ± 0.05 、 TF 群において 0.94 ± 0.09 であり、群間で有意な差は認められなかった(図 3 B)。

図 4 に CD_{DJNS} に関する結果を示した。 CD_{DJNS} に関しては BB 群において 0.27 ± 0.03 (s), TF 群において 0.24 ± 0.06 (s) であり、群間で有意な差は認められなかった(図 4 A)。各被験者の CD_{DJ} で規格化した relative CD_{DJNS} は BB 群において 1.02 ± 0.04 , TF 群において 1.03 ± 0.08 であり、群間で有意な差は認め

られなかった (図4B).

図 5 に DJI_{DINS} に関する結果を示した。 DJI_{DINS} に関しては BB 群において 0.83 ± 0.17 , TF 群において 0.92 ± 0.31 (s) であり,群間で有意な差は認められなかった(図 5 A). 各被験者の DJI_{DJ} で規格化した relative DJI_{DINS} は BB 群において 0.97 ± 0.07 , TF 群において 0.90 ± 0.09 であり,群間で有意な差は認められなかった(図 5 B).

図 6 に x 軸を Time_SC, y 軸を relativeJH_DJS とする全データの散布図を示す。 TF 群においては relativeJH_DJS は Time_SC との間に有意な負の相関を示したが(r=0.47, p<0.05 y=-0.0029x+0.344), BB 群においては有意な相関は認められなかった(r

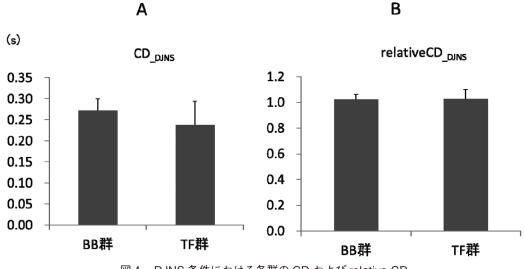


図 4 DJNS 条件における各群の CD および relative CD

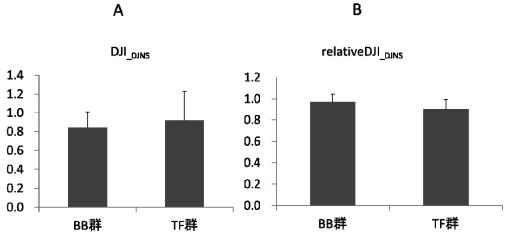


図 5 DJNS 条件における各群の DJI および relative DJI

=0.11, p > 0.05).

図 7 に x 軸を Time_SC, y 軸を relativeCD_DJS とする全データの散布図を示す。 両群ともに relativeCD_DJS は Time_SC との間に有意な負の相関を示した(BB 群 r=0.43, TF 群 r=0.53, いずれも p<0.05). 各群の回帰式は BB 群において y=0.002x+1.418, TF 群において y=0.0033x+1.669であり, 両群の傾きには有意な差は認められなかった(p>0.05).

図8にx軸を Time_SC, y軸を relativeDJI_DJS とする全データの散布図を示す。 両群ともに relativeDJI_DJS は Time_SC との間に有意な負の相関を示した(BB 群 r=0.32, TF 群 r=0.62, いずれも p<0.05)。各群の回帰式は BB 群において y=-0.0016x+0.612, TF 群において y=-0.0045x+0.039であり, 両群の傾きには有意な差が認められた(p<0.05).

Ⅳ. 考察

DJ 条件

BB 群と TF 群の JH」DJ、CD」DJ および DJI」DJ に有意な差は認められなかった(図 2). この結果は、本研究で採用されたバスケットボール選手と陸上競技選手においては、動作が確定している状況でのドロップジャンプ能力に顕著な違いが無かったことを示している. 一方、Kollias et al. は陸上競技、サッカー、バレーボール、ハンドボール、ローイングの選手の確定条件下でのドロップジャンプパフォーマンスを比較し、陸上競技選手はバスケットボール選手よりも有意に高い跳躍高と有意に短い接地時間を示したと報告している2). これらの結果の相違の原因を特定することは難しいが、各群に採用した被験者の競技レベルの違いなどが影響したものと推測される.

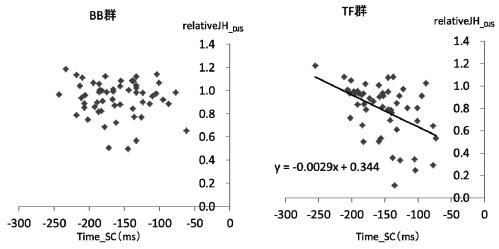


図 6 DJS 条件における各群の relative JH と Time_SC の関係

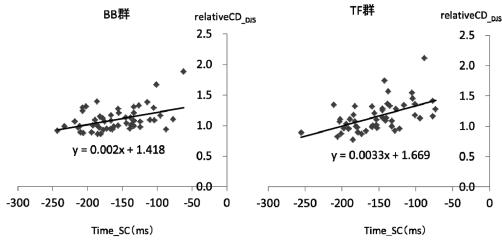


図 7 DJS 条件における各群の relative CD と Time_SC の関係

回帰式の傾きに群間差なし (p < 0.05)

DJNS 条件

JH_DJNS, CD_DJNS, DJI_DJNS において BB 群と TF 群の間に有意な差は認められなかった(図 3 A, 図 4 A, 図 5 A). さらに、動作が確定している状況でのドロップジャンプ能力で規格化した relativeJH_DJNS, relativeCD_DJNS, relativeDJI_DJNS に関しても有意な群間差は認められなかった(図 3 B, 図 4 B, 図 5 B). これらの結果は動作が不確定な状況であっても動作を切り替えない場合は、本研究のバスケットボール選手と陸上競技選手のドロップジャンプ能力に違いは認められなかったことを示している。これまでのドロップジャンプ研究において不確定状況におけるジャンプパフォーマンスの競技間差について検討した例はなく、これらの結果は本研究から得られた重要な知見の一つである。

DJS 条件

DJS 条件に関しては、第一にジャンプパフォーマンスを早さと高さの両面から評価できる DJI につい

て考察する. まず, いくつかの試行の y 値が1を超え, 確定条件よりも高いパフォーマンスが発揮されている (図8). これは規格化する基準値が DJ 条件の10試行 を平均した値であり、各被験者の最高のパフォーマン スを意味するものではないことに起因すると考えられ る. 試行によっては動作が不確定な DJS 条件であっ ても1を超える可能性は充分にあり、異常値ではない と解釈できる. relativeDJI_DJS は両群において Time_ SC との間に有意な負の相関関係を示した(図8). Leukel et al. は本研究と同様のプロトコルで接地の 170ms および110ms 前という異なるタイミングで音 刺激を与えドロップジャンプのパフォーマンスを計測 しているものの、刺激呈示時間とジャンプパフォーマ ンスの関係については検討していない60. 本研究の結 果は、動作を切り替えたドロップジャンプのパフォー マンスが音刺激呈示のタイミングの影響を受け、刺激 のタイミングが接地に近付くほどパフォーマンスが低 下することを示している.

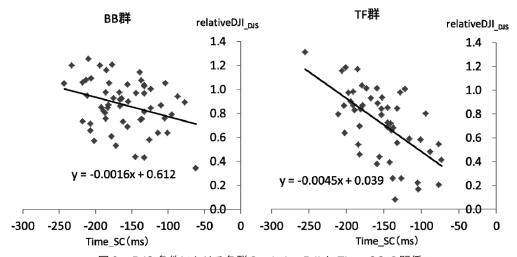


図8 DJS 条件における各群の relative DJI と Time_SC の関係

回帰式の負の傾きは TF 群において有意に大きい (p < 0.05)

さらに、回帰式の傾きを群間で比較した結果、TF 群の負の傾きが有意に大きかった。前述のように、音 刺激のタイミングが接地に近付くにつれ DJI は確定 した条件のものに比べ低下していく傾向にあるが. BB群においてはその影響が小さかったものと解釈で きる. この結果は不確定条件におけるドロップジャン プ能力に競技特性が存在していることを示す初めての 知見であり、バスケットボール選手が、動作直前に ジャンプ動作を要求された場合でも陸上選手と比較し て高いジャンプパフォーマンスを発揮できる傾向にあ ることを示唆している. また回帰の傾き比較によって, 音刺激のタイミングが接地から離れるほど TF 群のパ フォーマンスが高まる傾向が示されている. しかしな がら、本研究の音刺激は接地の50~260ms 前に限定 されており、音刺激のタイミングを漸進的に早めて いった場合、両群とも確定条件と同等の値に収束して いくと推測され、音刺激のタイミングが早いほど TF 群のパフォーマンスが高くなるとは考えにくい.

次に relative DJI $_{DJS}$ の群間差の要因について検討するため、relative CD $_{DJS}$ と relative JH $_{DJS}$ について考察をすすめる。relative CD $_{DJS}$ に関しては、両群ともにTime $_{SC}$ との間に有意な正の相関を示したが、両群の回帰式の傾きに有意な差は認められなかった(図7)。この結果は、音刺激のタイミングが接地に近付くほどドロップジャンプを遂行するための所要時間が伸びる傾向にあるが、その傾向に群間差は無いことを示している。relative JH $_{DJS}$ に関しては、TF 群においては Time $_{SC}$ との間に有意な負の相関を示したが、BB 群においては有意な相関は認められなかった(図6)。これらの結果は、TF 群においては音刺激のタイミングが接地に近付くと跳躍高が低下する傾向にあ

るが、BB 群ではその傾向が見られないことを示唆している。relativeDJI $_{DJS}$ 、relativeCD $_{DJS}$ および relativeJH $_{DJS}$ の結果を考え合わせると、BB 群が音刺激のタイミングが接地に近くなっても比較的高い DJI を保てる傾向にあったのは、音刺激のタイミングの遅延に伴う跳躍高の低下を抑制できていたためであると推測される。

V. 現場への示唆・展望

ドロップジャンプはトレーニング種目やジャンプ能

力の評価方法としてスポーツ現場で活用されている. しかしながら, 現場で行われているドロップジャンプの多くは動作が確定した状況で実施されているようだ. 本研究で得られた結果は限られた競技レベルの選手におけるものではあるものの, バスケットボール選手が不確定な状況, 特に動作の切り替えた場合のドロップジャンプ能力に優れていることを示している. したがって, 不確定条件でのドロップジャンプテストは, 不確定状況におけるジャンプ能力を推定できる評価方法としても有用であると推測される. さらに, 接地直前に動作の切り替えを要求するドロップジャンプトレーニングが不確定状況でのジャンプパフォーマンスを効果的に改善する可能性があるが, この点についてはトレーニング実験を実施するなどのさらなる科学的検証が必要である.

VI. 結論

本研究では、不確定条件におけるドロップジャンプ 能力の競技特異性の有無を検討するため、JH(跳躍

- 高), CD (接地時間) および DJI (跳躍高/接地時間) を BB 群 (バスケットボール選手) と TF 群 (陸上競技選手) で比較した. その結果, 以下の知見が得られた.
- 1. 動作確定条件における JH, CD および DJI に有意な群間差は認められなかった.
- 2. 動作不確定条件のうち DJNS (動作を切り替えなかった条件) においては、JH、CD および DJI に有意な群間差はなかった.
- 3. 動作不確定条件のうち DJS (動作を切り替えた 条件) においては, 両群で DJI は音刺激呈示時 間との間に有意な負の相関関係を示したが, TF 群の回帰式の負の傾きが BB 群のものと比較して 有意に大きかった. この群間差には BB 群が音刺 激のタイミングの遅延に伴う JH の低下を抑制で きていたためであると推測された.

以上の結果から、不確定条件におけるドロップジャンプ能力に競技特性が存在していることが示され、バスケットボール選手は接地直前にジャンプ動作を要求された場合でも陸上選手と比較して高いドロップジャンプパフォーマンスを発揮できる傾向にあることが示唆された.

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K16463の助成を受けたものです.

〈文 献〉

- 1) Cronin JB, Hansen KT. (2005) Strength and power predictors of sports speed. J Strength Cond Res. May; 19 (2): 349–57.
- 2) Kollias I, Panoutsakopoulos V, Papaiakovou G. (2004) Comparing jumping ability among athletes of various sports: vertical drop jumping from 60 centimeters. J Strength Cond Res. Aug; 18 (3): 546–50.
- 3) Bobbert MF. (1990) Drop jumping as a training method for jumping ability. Sports Med. Jan; 9 (1): 7-22.
- 4) Cowley HR, Ford KR, Myer GD, Kernozek TW, Hewett TE. (2006) Differences in neuromuscular strategies between landing and cutting tasks in female basketball and soccer athletes. J Athl Train. Jan-Mar; 41 (1):67–73.
- 5) Munro A, Herrington L, Comfort P. (2012) Comparison of landing knee valgus angle between female basketball and football athletes: possible implications for

- anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury rates. Phys Ther Sport. Nov; 13 (4): 259–64.
- 6) Leukel C, Taube W, Lorch M, Gollhofer A. (2012) Changes in predictive motor control in drop-jumps based on uncertainties in task execution. Hum Mov Sci. Feb; 31 (1): 152-60.
- 7) Bobbert MF, Huijing PA, van Ingen Schenau GJ. (1987) Drop jumping. I. The influence of jumping technique on the biomechanics of jumping. Med Sci Sports Exerc. Aug; 19 (4): 332–8.
- 8) Hoffrén M, Ishikawa M, Komi PV. (2007) Age-related neuromuscular function during drop jumps. J Appl Physiol. Oct; 103 (4): 1276–83.
- 9) McCurdy KW, Walker JL, Langford GA, Kutz MR, Guerrero JM, McMillan J. (2010) The relationship between kinematic determinants of jump and sprint performance in division I women soccer players. J Strength Cond Res. Dec; 24 (12): 3200–8.
- 10) Young WB, Wilson GJ, Byrne C. (1999) A comparison of drop jump training methods: effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. Int J Sports Med. Jul; 20 (5): 295–303.