



バスケットボール選手における試合期前後のパワー発揮特性の変化

小山孟志 (スポーツ医科学研究所) 西川 潤 (大学院体育学研究科)
竹山 翔 (大学院体育学研究科) 陸川 章 (体育学部競技スポーツ学科)

Changes in Ballistic Performance Characteristics During the In-season in Basketball Players

Takeshi KOYAMA, Jun NISHIKAWA, Sho TAKEYAMA and Akira RIKUKAWA



Abstract

The purpose of this study was to investigate the changes in the ballistic performance characteristics during the in-season. The subjects were 13 male college basketball players (height: $1.88 \pm 0.07\text{m}$, weight: $86.5 \pm 11.5\text{kg}$). They were instructed to jump as fast and as high as possible from the 90-degree of knee flexion position. Measurements were taken before and after the 5-week competition period, and the load was set at 40, 60, 80, and 100% of body weight. During this period, in addition to practicing four to five times a week, general weight training was performed one to two times a week. The items measured were average barbell speed, average power, and jumping height. Two-way ANOVA (time * load) and multiple comparison test (Bonferroni method) were used. The results showed a significant interaction in average speed, with significant post-test improvement at 40 and 60% of body weight. Average power showed a significant main effect at the time of measurement, with a significant improvement after the match period. It was found that general weight training during the in-season period improved speed and power in the low-load zone.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 34, 45-50, 2022)

I. 緒言

ジャンプの跳躍高に代表される Ballistic performance は、様々なスポーツにおいて重要な体力要素である¹⁾。この能力は、自分の身体または外部の物体を可能な限り短時間で多く加速させる能力として定義され^{1,2)}、力と速度の積で算出される最大パワーによって大部分が説明される³⁾。そのため、Ballistic performance が求められる多くのスポーツ現場においては、ウエイト・トレ

ニングやプライオメトリック・トレーニング等によってパワーを高めることに多くの時間を費やしている。

とりわけ、バスケットボールに代表されるチームスポーツにおいては、数週間にわたる試合期において、パワーの維持・向上を目的としたプログラムを用いることが多い⁴⁾。試合期のウエイト・トレーニングは、頻繁な試合に伴う疲労を管理しつつ、筋力とパワーを維持・向上させるために、一般的には中～高強度 (85～93% 1RM) で少量から中程度の量 (3～6回を2～5セット) で行

うことが推奨されている⁵⁾。

しかし、実際のトレーニングでは、パワーの変数の一つである速度のモニタリングができないことから、選手が全力出力で実施できているか把握できないという課題があった。さらに、チームスポーツのトレーニング現場においては、様々な個人特性を持つ選手が混在するにも関わらず、同一のプログラムを実施することが少なくない。

近年、トレーニング現場に Linear position Transducer や加速度計が普及したことにより、シーズンを通して発揮されたパワーや速度をモニタリングすることが可能になった。しかし、これまでにシーズン中のパワー発揮特性の変化について調査した研究は少なく、特に試合期の変化を調査した研究は見られない。また、チーム全員が同一のプログラムを実施した場合のパワー発揮特性がどのように変化するかは不明である。そこで本研究では、バスケットボール選手を対象に同一の一般的なウエイトトレーニングを実施した際の試合期のパワーの発揮特性の変化について調査することとした。

II. 方法

1. 対象者および試合スケジュール

対象は関東大学バスケットボール連盟 1 部に所属する大学男子バスケットボール選手13名 (身長 $1.88 \pm 0.07\text{m}$ 、体重 $86.5 \pm 11.5\text{kg}$) とした。表 1 に試合期のスケジュールを示した。測定の実施は試合期 (5 週間で 4 試合) の前後に実施した。この間、週 4 ~ 5 回の競技練習に加え、週 2 回のウエイト・トレーニングを実施した。表 2 にウエイト・トレーニングのプログラム内容を示した。試合がない週 (W1、W2) とある週 (W3、W4) それぞれ 2 種類のプログラムを実施した。

対象者には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加への同意を得るとともに、データ発表についての了解を得た。なお、本研究は東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の

承認を得た上で実施されたものである (承認番号: 21133)。

2. 測定方法

試合期前後の測定試技には Hexagonal bar jump を採用した (図 1)。膝関節 90 度屈曲位を開始姿勢とし、対象者には可能な限り素早く、高く跳ぶように指示をした。負荷は体重の 40、60、80、100% の 4 条件 (40% BW、60% BW、80% BW、100% BW) とした。測定には Linear position Transducer (GymAware; Kinetic Performance Technology, Australia) とジャンプ計測システム (Multi Jump Tester II; Q's fix co., ltd, Japan) を用いて、バーベルの平均速度 (m/s)、平均パワー (W)、体重あたりの平均パワー (W/kg)、跳躍高 (cm) を計測した。測定は各条件で 3 回実施させ、中央値を代表値とした。

3. 統計処理

統計解析は統計分析ソフト (IBM SPSS statistics version 25.0, IBM, Japan) を用いて実施された。二元配置分散分析 (時期 × 負荷) および多重比較検定 (Bonferroni's post hoc test) を行い、各測定項目の群間および群内の変化について検討した。統計学的有意水準は危険率 5% 未満とした。交互作用および主効果に関する効果量は偏イータ 2 乗 ($p\eta^2$)、多重比較においては d を用いて検討した。効果量の大きさは小 ($p\eta^2 < 0.01$ 、 $d < 0.2$)、中 ($0.01 < p\eta^2 < 0.14$ 、 $0.2 < d < 0.8$)、大 ($p\eta^2 > 0.14$ 、 $d > 0.8$) とした⁶⁾。

III. 結果

1. 平均速度

平均速度について、有意な交互作用が認められた ($p < 0.01$ 、 $p\eta^2 = 0.33$) (表 3)。各要因の単純主効果を検討した結果、いずれの時期においても負荷に関する有意な単純主効果が認められた ($p < 0.01$ 、 $p\eta^2 = 0.94$)。また、40% BW、60% BW

バスケットボール選手における試合期前後のパワー発揮特性の変化

表1 測定時期とトレーニングスケジュール

Table 1 Measurement and training schedule

		Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
Week 1	AM	Pre test	W1	-	-	W2	-	-
	PM		B	B	-	B	B	-
Week 2	AM	W3	-	-	-	W4	Game	Game
	PM	B	B	B	-	B		
Week 3	AM	-	W1	-	-	W2	-	-
	PM	-	B	B	-	B	B	-
Week 4	AM	W3	-	-	-	W4	-	Game
	PM	B	B	B	-	B	B	
Week 5	AM	-	W1	-	-	W2	-	-
	PM	-	B	B	-	B	B	-
Week 6	AM	W3	-	-	-	-	Game	Post test
	PM	B	B	B	-	B		

W : Weight training, B : Basketball training

表2 試合期のウエイト・トレーニングプログラム

Table 2 Weight training program in the match period

W1	Exercise	Sets	Reps	Intensity
1	DB Bench press	4	6	6RM
2	Pull up	4	6	6RM
3	Front press	4	6	6RM
4	1arm DB Row	4	6 each	6RM

W2	Exercise	Sets	Reps	Intensity
1	Hex bar dead lift	3	5	5RM
2	Back / Front squat	3	5	5RM
3	BB Romanian dead lift	4	5 each	5RM
4	Back lunge	4	5 each	5RM

W3	Exercise	Sets	Reps	Intensity
1	Mid-thigh pull	3	3	NME
2	Power clean	3	1~2	NME
3	Bulgarian squat	2	5 each	5RM
4	DB bench press	2	5	5RM
5	Pull up [wide]	2	5	5RM

W4	Exercise	Sets	Reps	Intensity
1	Snatch	3	1~2	NME
2	1Leg Romanian dead lift	2	5 each	5RM
3	Alt-DB bench press	2	5 each	5RM
4	Pull up [narrow]	2	5	5RM

RM = repetition maximum, NME = near maximum effort



図1 Hexagonal bar jump
Fig. 1 Hexagonal bar jump

表3 各要因の試合期前後の変化
Table 3 Changes before and after the match period of each factor

		40%BW	60%BW	80%BW	100%BW	F値	
						交互作用	主効果 (時期)
平均速度 (m/s)	試合期前	1.45 ± 0.15	1.34 ± 0.15	1.23 ± 0.15	1.08 ± 0.14	5.901*	5.325 [†]
	試合期後	1.59 ± 0.15 [#]	1.43 ± 0.12 [§]	1.26 ± 0.15	1.11 ± 0.15		
平均パワー (watt)	試合期前	569.0 ± 81.5	777.6 ± 107.6	933.5 ± 128.3	998.5 ± 129.0	0.966	6.901 [†]
	試合期後	635.3 ± 88.7	855.8 ± 121.2	967.4 ± 137.5	1041.4 ± 150.0		
体重あたりの 平均パワー (watt / kg)	試合期前	6.5 ± 0.7	8.9 ± 1.2	10.8 ± 1.7	11.5 ± 1.9	0.721	5.644 [†]
	試合期後	7.4 ± 0.8	9.9 ± 1.0	11.3 ± 1.6	12.1 ± 2.1		
跳躍高 (cm)	試合期前	25.1 ± 4.6	21.9 ± 4.5	18.5 ± 4.1	15.4 ± 4.1	2.445	2.508
	試合期後	27.7 ± 6.0	23.6 ± 4.2	19.3 ± 4.3	16.0 ± 3.8		

平均値±標準偏差.

* $p < 0.01$; 有意な交互作用. [†] $p < 0.05$; 有意な主効果 (時期).

[§] $p < 0.05$, [#] $p < 0.01$; vs 試合期前.

においてのみ時期に関する有意な単純主効果が認められた ($p = 0.04$, $p\eta^2 = 0.31$)。多重比較検定の結果、いずれの時期においても負荷の増加とともに有意に低値を示した。また、40% BW ($p < 0.01$, $d = 0.99$)、60% BW ($p = 0.04$, $d = 0.65$) においてのみ試合期後は試合期前に比べて有意に高値を示した。

2. 平均パワー

平均パワーについて、有意な相互作用は認められず、両要因に有意な主効果が認められた (負荷: $p < 0.01$, $p\eta^2 = 0.93$, 時期: $p = 0.02$, $p\eta^2 = 0.37$) (表3)。多重比較検定の結果、負荷の増加とともに有意に高値を示した。また、試合期後は試合期前に比べて有意に高値を示した。

3. 体重あたりの平均パワー

体重あたりの平均パワーについて、有意な相互作用は認められず、両要因に有意な主効果が認められた (負荷: $p < 0.01$, $p\eta^2 = 0.91$, 時期: $p = 0.04$, $p\eta^2 = 0.32$) (表3)。多重比較検定の結果、負荷の増加とともに有意に高値を示した。また、試合期後は試合期前に比べて有意に高値を示した。

4. 跳躍高

跳躍高について、負荷間に主効果が認められた ($p = 0.00$, $p\eta^2 = 0.93$) (表3)。多重比較検定の結果、負荷の増加とともに有意に高値を示した。一方、時期の主効果は認められなかった ($p = 0.14$, $p\eta^2 = 0.17$)。なお、効果量 d は40% BW が[§]0.49、60% BW が[§]0.39、80% BW が[§]0.19、100% BW が0.14であった。

IV. 考察

本研究は、試合期に一般的なウエイト・トレーニングを実施することによるパワー発揮特性の変化について調査した。本研究の主たる結果として、試合期後に体重の40%、60%負荷 (低負荷帯) において速度が高まり、それによってパワーも向上した。換言すると、同じパワーの中でも負荷の違いによって速度が異なる変化をしたということである。今回実施したウエイト・トレーニングのプログラム内容 (表2) は、National Strength and Conditioning Association が推奨する試合期の一般的なガイドライン⁵⁾ に基づき、中～高強度 (1RM の85～93%程度) を用いて、少量から中程度の量を実施した。採用したトレーニング種目は

力-速度特性の評価に基づく、主に力不足の対象に対して推奨される「筋力」もしくは「筋パワー」に分類される高重量の種目が多かった⁷⁾。これらのトレーニングを実施した場合、本来は高負荷帯の速度が向上すると考えられるが、実際には低負荷帯の速度が向上し、結果的にパワーも向上した。

高重量の種目が多いにも関わらず低負荷帯の速度やパワーが向上した要因としては、練習負荷の影響が考えられる。試合期は、鍛錬期に比べてバスケットボールの練習において自体重を負荷にした低負荷帯でのパワー発揮をする頻度が多く発生したと予想される。これにより、ウエイト・トレーニング中には低負荷帯のトレーニング量は多くはなかったものの、バスケットボールの練習と合わせると相対的に低負荷帯のトレーニング量が増加した可能性が考えられた。また、本研究の対象者のパワー発揮特性として、もともと低負荷帯のパワー発揮能力が低い者が多く含まれており、この負荷帯におけるトレーナビリティが高かった可能性も考えられた。しかし、本研究では競技練習の内容や負荷量を記録しておらず、事前に選手個人のパワー発揮特性も評価していないため、推測の域を出ない。また、本研究では一般的なガイドライン⁴⁾に則して全員同一のトレーニングプログラムを実施したため、トレーニングに参加した全対象が適した負荷をかけて、最大限の成果を得られたとは言えないかもしれない。さらに、本研究において速度やパワーが向上したにも関わらず、跳躍高が変化しなかったことは興味深い。しかし、負荷が軽くなるにつれて効果量が大きくなることから、本研究で用いた負荷での跳躍高に有意差は見られなかったものの、自重によるジャンプの跳躍高は試合期後に大きく向上していた可能性が考えられる。

近年検証されたジャンプの理論的アプローチによると、ジャンプの跳躍高に代表される Ballistic performance は、最大パワーとは独立して力と速度のバランスにも影響を受けることがわかっている^{1, 2, 8)}。具体的には、本研究のようにいくつかの

異なる重量を用いてジャンプを行かせた際の力と速度の関係には、跳躍高を最大化するための至適バランスが存在するということである。このことから、ジャンプの跳躍高は「最大パワーを高めること」と「力と速度のバランスの最適化」によって最大化されると言える⁸⁾。この力と速度のバランスについては、シーズン中の変化が敏感であること⁹⁾、トレーニング歴や競技特性によっても違いがあることがわかっている^{1, 10)}。さらに、実施されたウエイト・トレーニングの種類にも敏感であることから、個人単位で力と速度のバランスを定量化することは、トレーニング処方の有効性を向上させるのに役立つことが示されている^{11, 12)}。以上のことから、ウエイト・トレーニング中の速度計測が可能になった現在は、チームスポーツであっても個別性の原則を考慮したトレーニングを比較的簡便な方法で実現できる可能性がある。今後は事前に最大パワーの計測や力と速度のバランスを評価し、個人特性に応じたトレーニング処方を行うことでトレーニング効果を最大化することができると考えられた。

V. 結語

本研究は、バスケットボール選手を対象に試合期に一般的なウエイト・トレーニングを実施することによるパワー発揮特性の変化について調査した。その結果、平均速度において有意な交互作用が認められ、40、60%負荷において試合期後に有意に向上した。平均パワーは測定時期で有意な主効果が認められた。試合期に一般的なウエイト・トレーニングを実施すると低負荷帯の速度やパワーが向上することがわかった。

引用文献

- 1) Samozino P, Edouard P, Sangnier S, Brughelli M, Gimenez P, Morin JB. Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *Int J Sports Med.* 2014; 35:

505-510.

- 2) Samozino P, Rejc E, Di Prampero PE, Belli A, Morin JB. Optimal force-velocity profile in ballistic movements—altius: citius or fortius? *Med Sci Sports Exerc.* 2012; 44: 313-322.
- 3) Yamauchi J, Ishii N. Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. *J Strength Cond Res.* 2007; 21: 703-709.
- 4) Bompa TO, Haff GG. *Periodization: Theory and Methodology of Training.* Human Kinetics; 2009.
- 5) Haff GG, Triplett NT. *Essentials of Strength Training and Conditioning.* 4th edition ed Human Kinetics; 2016.
- 6) Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.).* 2nd Edition ed. New York: Routledge; 1988.
- 7) Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M, Morin J-B. Effectiveness of an Individualized Training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology.* 2017; 7.
- 8) Morin JB, Samozino P. Interpreting Power-Force-Velocity Profiles for Individualized and Specific Training. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016; 11: 267-272.
- 9) de Lacey J, Brughelli M, McGuigan M, Hansen K, Samozino P, Morin JB. The effects of tapering on power-force-velocity profiling and jump performance in professional rugby league players. *J Strength Cond Res.* 2014; 28: 3567-3570.
- 10) Vuk S, Markovic G, Jaric S. External loading and maximum dynamic output in vertical jumping: the role of training history. *Hum Mov Sci.* 2012; 31: 139-151.
- 11) Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 1582-1598.
- 12) Jiménez-Reyes P, Samozino P, Brughelli M, Morin J-B. Effectiveness of an individualized training based on force-velocity profiling during jumping. *Frontiers in physiology.* 2017; 7: 677-677.