

有酸素的ならびに無酸素的パワーの両面からみた バスケットボール・プレーヤーの体力とトレーニング効果

徳山 郁夫(千葉大学教養部)

日高 哲朗(千葉大学教養部)

片岡 幸雄(千葉大学教養部)

緒言

Fox⁽³⁾は「トレーニング計画は、その計画が目標とするスポーツ、またはスポーツ活動のために最も利用されるエネルギー発生系の生理的能力を増すように選定しなければならない。」と述べている。このことは目標とする活動のエネルギー発生系の特色を把握し各競技者についてそれを評価することが運動競技への適性あるいはトレーニング計画を進めるうえで最も基本的な問題であることを示している。

体力は活動の必要性に応じて適応し形成されたものであり、トレーニングの内容と密接な関連性を持っている。この関連性をより明らかにするためにはエネルギー系に着目し有酸素的ならびに無酸素的パワーの相対的關係の中で体力をとらえることが重要である。従来、バスケットボール・プレーヤーの体力に関する研究は多くなされているが、その多くは筋力、瞬発力、持久性などについてフィールド・テストを⁽⁴⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾指標としたものである。また、エネルギー系からの研究ではVermaら、⁽¹⁷⁾BhanotとSidhu⁽²⁾の無酸素性パワーについての研究がある。一方、有酸素的ならびに無酸素的パワーの両面からの研究では、Withers⁽⁸⁾らによる陸上競技長距離、バスケットボール、フィールドホッケー、サッカーの各競技者を対象としたもの、青木ら⁽¹⁾による自転車競技者を対象としたもの、著者ら⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾のバスケットボール・プレーヤーと非鍛練者を対象としたものがある。しかしながらバスケットボール・プレーヤーについて有酸素的ならびに無酸素的パワーの両面からみたトレーニング効果についての報告は全くみあたらない。

そこで本研究はバスケットボール・プレーヤーの体力とトレーニングによって生ずる生理的な変化をエネルギー系、つまり有酸素的ならびに無酸素的パワーの両面から明らかにしようとするものである。

方法

(1) 被検者

被検者は千葉大学男子バスケットボール部員9名である。被検者らは2時間半から3時間の練習を週4回実施している。その内容はフルコートを使いゲームにおける場面想定を行なった攻撃もしくは守備の練習が中心である。また、通常の練習の他に週3回のウェイト・トレーニングを行なった。実施した種目はベンチ・プレス、ツーハンズ・カール、ラテラル・レイズ、ベント・アーム、シット・アップ、デッド・リフト、ハーフ・スクワット、ジャンピング・プレスである。負荷は各自の最大筋力の2/3程度とし、各種目において10~12回以上の繰り返しが可能になった時点で負荷を漸増した。上記8種目を3セット実施した。

被検者9名の中には、ウェイト・トレーニングは他の被検者同様に十分に実施したが、練習にはあまり参加できなかった者(Subj. Y.M.)と、これとは反対に練習には参加したがウェイト・トレーニングはほとんどできなかった者(Subj. J.N.)の2名が含まれている。また、I.N. は2回目測定前約1ヶ月

間練習に参加していなかった。したがって統計的な処置についてはこの2名を除いて検討した。

なお、本研究の被検者らは関東学生バスケットボール・リーグ3部に位置するチームのプレーヤーである。

(2) 測定方法

① 有酸素的パワー

有酸素的パワーの指標は最大酸素摂取量および体重当り最大酸素摂取量とした。最大酸素摂取量の測定はモナーク社製自転車エルゴメーターを用いたペダリング運動によって行なった。60 rpmの回転数によって負荷は1kpより3kpまでは4分毎に1kpずつ、その後は2分毎に0.5kpずつ増加しexhaustionまで運動を行なわせた。exhaustion直前3~4分前の呼気をダグラスバックに採気し、これを瞬時ガス分析器(三栄測器社製)で分析し、算出された毎分酸素摂取量の最高値を最大酸素摂取量とした。また、これを体重で除し体重当り最大酸素摂取量とした。

② 無酸素的パワー

無酸素的パワーの指標としては、生田ら⁽⁵⁾の方法による自転車ペダリング運動による最大無酸素パワーおよび体重当り最大無酸素パワーを用いた。モナーク社製自転車エルゴメーターを用い、被検者にはサドルから腰を浮かせないよう指示したうえで、約8秒間の全力ペダリングを行なわせた。各被検者には5分以上の休息をはさんで4~6種類の負荷で運動を実施させた。エルゴメーターの車輪に反射板を貼り付け、車輪に向け光を投射し反射光を光電管セルで受ける装置を設置し、毎秒の反射板の通過数をタケダ理研製ユニバーサルカウンター(TR-5104G)で計数し、これをタケダ理研製デジタルレコーダ(TR-6198)で記録した。これから求めた毎秒の車輪の回転数と車輪の外周より速度を求め、速度(m/sec)と負荷(kg)の積をパワー(kg·m/sec)とした。各負荷によるパワーのうち最も大きな値を最大無酸素パワーとし、これを体重で除し体重当り最大無酸素パワーとした。

測定期間は第1回測定を昭和56年11月に実施し、1年間のトレーニングを経て第2回測定を昭和57年11月に行なった。

結 果

表-1は第1回測定(pre.)と1年後の第2回測定(post.)の結果を示したものである。最大酸素摂取量は $3.53 \pm 0.30 \text{ l/min}$ から $3.99 \pm 0.28 \text{ l/min}$ と13.2%の増加を示した。また体重当り最大酸素摂取量は $54.2 \pm 4.3 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}$ から $60.2 \pm 3.7 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}$ と11.3%の増加を示した。最大無酸素パワーは $93.1 \pm 5.8 \text{ kg}\cdot\text{m/sec}$ から $102.5 \pm 7.6 \text{ kg}\cdot\text{m/sec}$ と10.3%の増加を示した。また、体重当り最大無酸素パワーは $1.44 \pm 0.20 \text{ kg}\cdot\text{m/kg}\cdot\text{sec}$ から $1.55 \pm 0.16 \text{ kg}\cdot\text{m/kg}\cdot\text{sec}$ と7.9%の増加を示した。トレーニング前とトレーニング後の差は、t-検定の結果有酸素的能力に関しては1%水準で、無酸素的能力に関しては5%水準で有意な増加であった。

図-1および図-2は、1年間のトレーニングによる変化を最大酸素摂取量と最大無酸素パワーの両面および体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーの両面からみたものである。通常の練習およびウェイト・トレーニングの両方を実施した7名についてみると、最大酸素摂取量および最大無酸素パワーの両面からみると双方ともに増加した。しかし、体重当りからみた場合では有酸素的能力では全員増加を示したが無酸素的能力ではトレーニング前に低い水準にあったプレーヤーでは増

Items	$\dot{V}O_2\max.$ (l/min.)			$\dot{V}O_2\max./\text{weight}$ (ml/kg.min.)			Max. anaerobic power (kg.m/sec.)			Max. anaerobic power /weight (kg.m/kg.sec.)		
	pre.	post.	差 (%)	pre.	post.	差 (%)	pre.	post.	差 (%)	pre.	post.	差 (%)
Y.I.	3.97	4.14	+ 4.3	64.0	66.8	+ 4.4	98.5	100.2	+ 1.7	1.59	1.62	+ 1.9
S.E.	3.54	3.99	+12.7	53.7	58.0	+ 8.0	93.3	111.7	+19.7	1.41	1.62	+14.8
M.A.	3.47	3.84	+10.7	52.5	58.2	+10.9	90.6	98.2	+ 8.4	1.37	1.49	+ 8.8
Y.D.	3.41	4.01	+17.6	54.5	64.7	+18.7	102.5	109.6	+ 6.9	1.64	1.75	+ 6.7
K.K.	3.75	4.50	+20.0	49.3	57.6	+16.8	89.1	110.0	+23.5	1.17	1.38	+17.9
W.O.	2.94	3.48	+18.3	53.4	60.1	+12.5	94.0	98.9	+ 5.2	1.71	1.70	- 0.6
M.Y.	3.66	3.97	+ 8.5	52.3	56.2	+ 7.5	83.4	89.1	+6.8	1.19	1.26	+ 5.9
\bar{X}	3.53	3.99	+13.2	54.2	60.2	+11.3	93.1	102.5	+10.3	1.44	1.55	+ 7.9
s.d.	± 0.30	± 0.28	± 5.3	± 4.3	± 3.7	± 4.8	± 5.8	± 7.6	± 7.5	± 0.20	± 0.16	± 6.1
T-test	6.229 **			6.055 **			3.459 *			3.328 *		
Y.M.	2.68	2.53	- 5.6	47.1	45.2	- 0.4	62.8	78.8	+25.5	1.10	1.38	+25.5
I.N.	3.09	2.94	- 4.9	51.4	50.7	- 1.6	83.3	92.9	- 0.4	1.59	1.60	+ 2.6

level of significance ** 1% * 5%

表-1 1年間のバスケットボール・トレーニングが最大酸素摂取量ならびに最大無酸素パワーに及ぼす影響

加が大きかったのに対して、高い水準にあったプレーヤーではほとんど変化を示さなかった。

これらに対し、ウェイト・トレーニングは十分に実施したが通常の練習にはあまり参加していない被検者Y.M.については、無酸素的能力の増加は認められるが有酸素的能力は低下を示している。また、ウェイト・トレーニングはほとんど行わず練習のみ実施しかつ第2回測定前約1ヶ月練習を中断した被検者

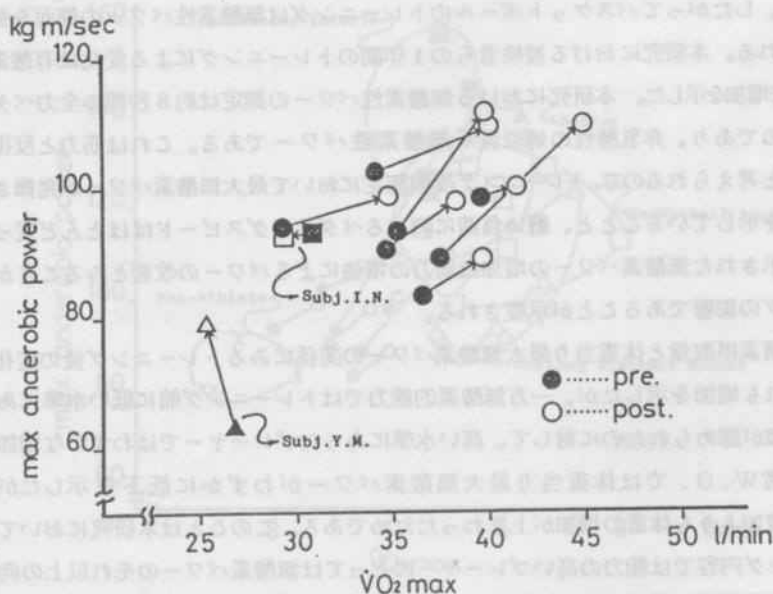


図-1 最大酸素摂取量および最大無酸素パワーの両面からみた一年間のバスケットボール・トレーニングによる変化

I.N.は、有酸素的ならびに無酸素的能力ともに低下を示したが、体重の低下があったため体重当り最大無酸素パワーでは若干の増加を示した。

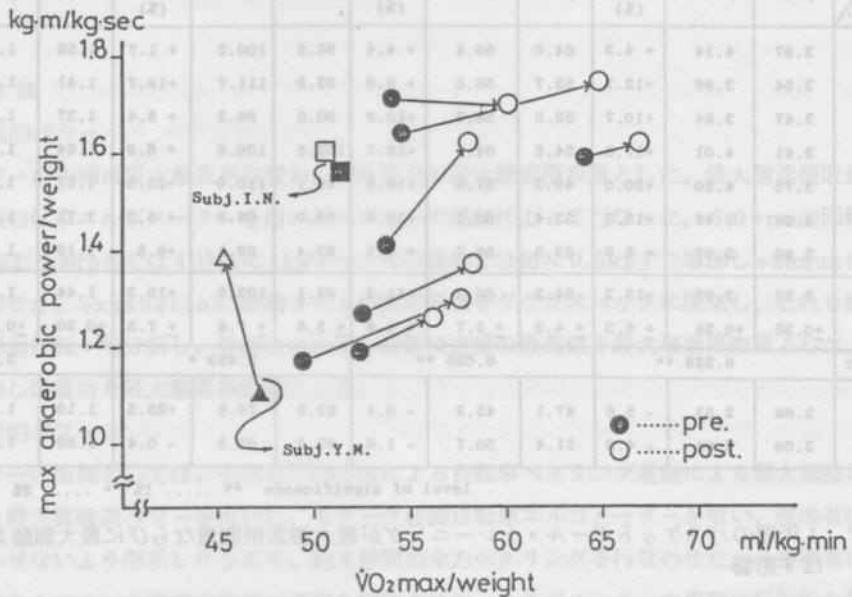


図-2 体重当り最大酸素摂取量および体重当り最大酸素パワーの両面からみた一年間のバスケットボール・トレーニングによる変化

考 察

Fox⁽³⁾はバスケットボールのゲームにおける主要エネルギーについて磷酸系および乳酸系への依存度が85%、乳酸系および有気系への依存度が15%であるとし、無酸素性のエネルギーに依存していることを指摘している。したがってバスケットボールのトレーニングは無酸素性パワーの側面を強調する必要があるものと思われる。本研究における被検者らの1年間のトレーニングによる変化は有酸素的および無酸素的能力の両方で増加を示した。本研究における無酸素性パワーの測定は約8秒間の全力ペダリングによって行なわれたものであり、非乳酸性の磷酸系無酸素性パワーである。これは筋力と反復スピードの要因から成るものと考えられるので、トレーニング後の測定において最大無酸素パワーが発揮された負荷が大きい方への変化を示していることと、軽い負荷におけるペダリングスピードはほとんど変わっていないことから、本研究で示された無酸素パワーの増加は筋力の増強によるパワーの改善とみることができ、ウェイト・トレーニングの影響であることが示唆される。

体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーの関係にみるトレーニング後の変化において有酸素的能力はいずれも増加を示したが、一方無酸素的能力ではトレーニング前に低い水準にあったプレイヤーでは大きな増加が認められたのに対して、高い水準にあったプレイヤーではわずかな増加しか認められなかった。被検者W.O.では体重当り最大無酸素パワーがわずかに低下を示したが、これは最大無酸素パワーの増加よりも体重の増加が上まわったためである。このことは本研究において被検者らが行なったトレーニング内容では能力の高いプレイヤーにとっては無酸素パワーのそれ以上の向上は期待できないことを示している。つまり、無酸素的能力の向上のためにはさらに負荷や活動の時間的配分あるいは反復速度などの改善がなされなければならないことを示唆するものである。筋力の増強はもちろんのこと

スピードを向上させてゆくこと、あるいは燐原質系エネルギーもしくは乳酸の消却に充分な回復時間を与え、常により大きなパワーによるプレーの展開を期待すべきであると考えられる。バスケットボールの練習によって有酸素的能力が向上しているということは、燐原質系エネルギーの回復もしくは乳酸の消却に充分な時間が与えられず、練習中の活動水準が徐々に低下し有酸素的エネルギー発生系へと移行していたことが推測される。有酸素的能力の改善は繰り返し発揮される無酸素性パワーの低下の防止と関連がある。¹⁹しかしながらゲームにおけるパフォーマンスの向上のためには無酸素的能力の改善を第一に計るべきである。

また、ウェイト・トレーニングは十分に実施できたが練習にはあまり参加できなかった被検者 Y.M. は無酸素的パワーでは著しい増加を示したが、有酸素的能力では逆に低下を示した。また、第2回測定前約1ヶ月間練習を中断し、かつ練習のみ参加していたがウェイト・トレーニングには参加できなかった被検者 I.N. は、有酸素的および無酸素的能力において若干の低下を示した。この結果は、本研究においてバスケットボール・プレーヤーの通常の練習が有酸素的能力に寄与し、ウェイト・トレーニングが無酸素的パワーの向上に寄与したことを示唆するものである。

図-3および図-4は本研究の結果に青木ら⁽¹⁾による日本の一流自転車競技者(スプリンター)、Withersら¹⁸による南オーストラリアの陸上競技長距離、バスケットボール、サッカー、著者ら¹⁵による大学生非鍛練者の資料を加え作図し、最大酸素摂取量と最大無酸素パワー、また体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーの相対的關係の中で他種目との比較を行なったものである。最大酸素摂取量と最大無酸素パワーの關係(図-3)についてみると本研究におけるバスケットボール・プレーヤーは非鍛練者とWithersら¹⁸によるバスケットボール・プレーヤーとの中間に位置し、変化の方向は陸上競技長距離走者と自転車競技者(スプリンター)の中間にあるサッカー、バスケットボールに向っているこ

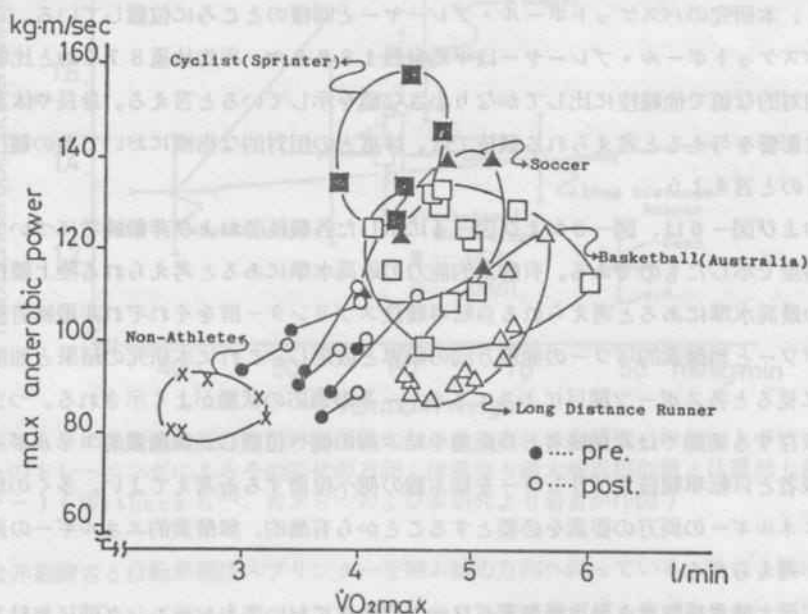


図-3 他種目との比較からみた本研究バスケットボール・プレーヤーの最大酸素摂取量と最大無酸素パワーとトレーニングによる変化
(Withersら¹⁸、青木ら⁽¹⁾および本研究資料より著者が作図)

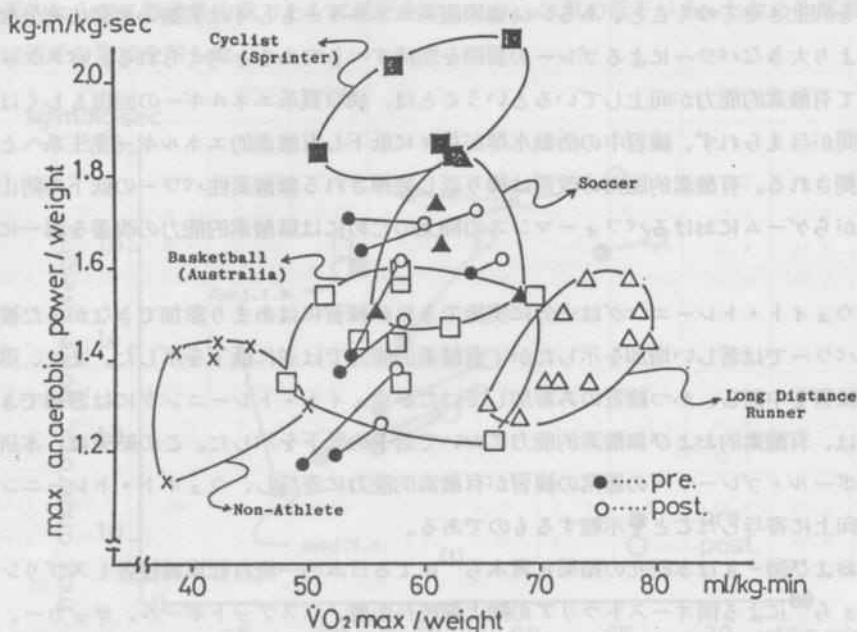


図-4 他種目との比較からみた本研究バスケットボール・プレーヤーの体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーとトレーニングによる変化
(Withers ら¹⁸⁾、青木ら⁽¹⁾および本研究資料より著者が作図)

とがわかる。体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーの関係(図-4)についてみると Withers らによるバスケットボール・プレーヤーの値が有酸素的および無酸素的能力のいずれの面においても低く、本研究のバスケットボール・プレーヤーと同様のところに位置している。これは Withers らによるバスケットボール・プレーヤーは平均身長188.8cm、平均体重87.2kgと比較的大きいことが、体重との相対的な値で他競技に比してかなり小さな値を示していると言える。身長や体重がパフォーマンスに大きな影響を与えられられる競技では、体重との相対的な指標において他の競技との間に異なる特色を示すものと言えよう。

図-5および図-6は、図-3および図-4に示した各競技者および非鍛練者について各群ごとに平均値と標準偏差で示したものである。有酸素的能力の最高水準にあると考えられる陸上競技長距離群と無酸素的能力の最高水準にあると考えられる自転車競技スプリンター群をそれぞれ非鍛練者群と結び、これを有酸素的パワーと無酸素的パワーの発達方向の限界と仮定し、これに本研究の結果と他種目を対比した。このように見ると各スポーツ種目によるエネルギー系の適応の状態がよく示される。つまり有酸素的エネルギーに依存する活動では非鍛練者と長距離を結ぶ線の側へ位置し、無酸素的エネルギーに依存する活動では非鍛練者と自転車競技スプリンターを結ぶ線の側へ位置すると考えてよい。多くの球技は有酸素的、無酸素的エネルギーの両方の要素を必要とすることから有酸素的、無酸素的エネルギーの両方の中間に位置することが考えられる。

図-5(最大酸素摂取量と最大無酸素パワーの関係)においてトレーニング前における値についてみると非鍛練者と長距離とを結ぶ線の側に近く、このことは従来の練習による適応が有酸素的エネルギーに依存した活動によるものであったことが示されている。しかし、トレーニング前の値とトレーニング後の値

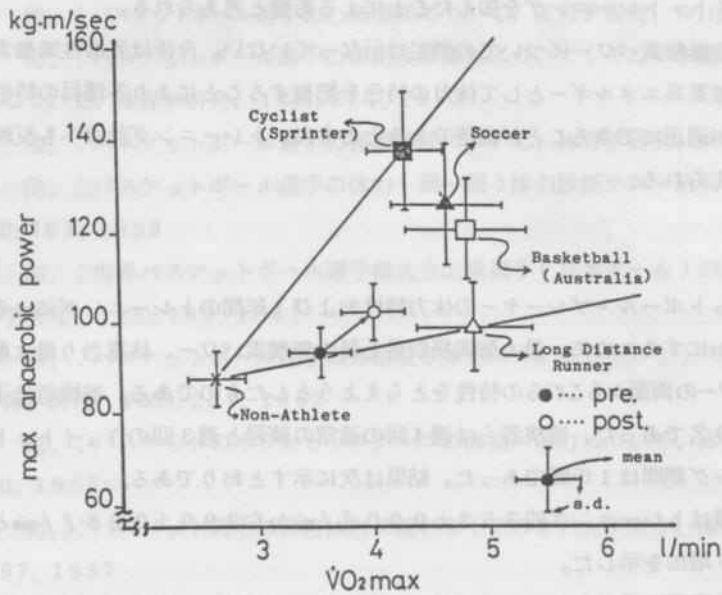


図-5 有酸素のなかに無酸素的能力の相対的關係のなかにみられる本研究バスケットボール・プレーヤーのトレーニングによるその変化の方向(最大酸素摂取量と最大無酸素パワー)(Withersら¹⁸、青木ら⁽¹⁾、および本研究より著者が作図)

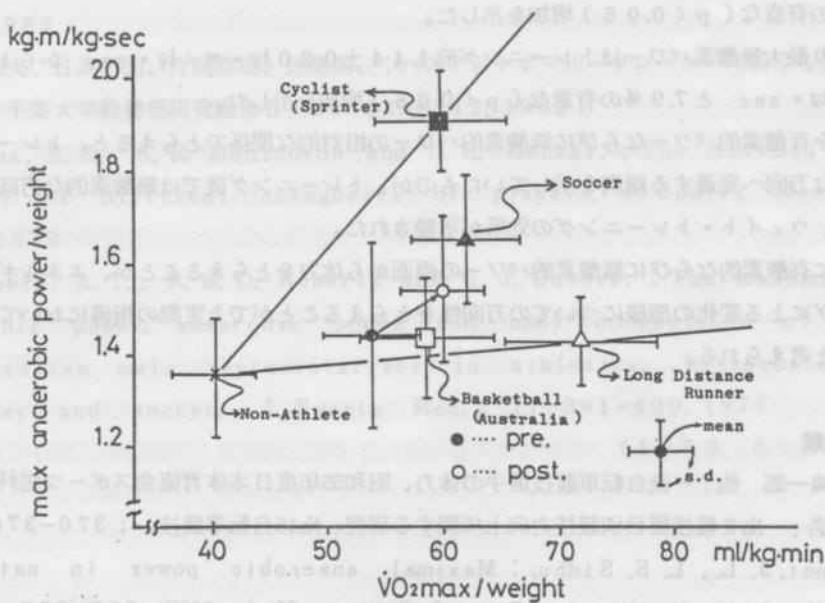


図-6 有酸素ならびに無酸素的能力の相対的關係のなかにみられる本研究バスケットボール・プレーヤーのトレーニングによるその変化の方向(体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワー)(Withersら¹⁸、青木ら⁽¹⁾および本研究より著者が作図)

を結ぶ線は非鍛練者と自転車競技スプリンターを結ぶ線の方角へ向っている。また、図-6(体重当り値)においてはトレーニング前には南オーストラリアのバスケットボール・プレーヤーに比し無酸素的能力では同じ程度にありながら有酸素的能力では劣っていたものが、トレーニング後には双方において優れた値を示しサッカーの値の方角へと近づいている。このことは無酸素的能力の向上を意味しており、

従来の練習にウェイト・トレーニングを加えたことによる影響と考えられる。

本研究では乳酸性無酸素パワーについての測定は行っていない。今後は乳酸性無酸素パワーの側面を加え、燐原質系、乳酸系エネルギーとして体力の特色を把握することにより各種目の特性やトレーニング過程における評価が適正にできることが期待できるとともに、トレーニング計画へも反映させてゆくことができるものと考えられる。

総 括

本研究はバスケットボール・プレーヤーの体力特性および1年間のトレーニングによるその変化をエネルギー系から明らかにするために、最大酸素摂取量と最大無酸素パワー、体重当り最大酸素摂取量と体重当り最大無酸素パワーの両面からこれらの特性をとらえようとしたものである。被検者は千葉大学男子バスケットボール部員9名であった。被検者らは週4回の通常の練習と週3回のウェイト・トレーニングを実施した。トレーニング期間は1年間であった。結果は次に示すとおりである。

- 1) 最大酸素摂取量はトレーニング前 $3.53 \pm 0.30 \text{ l/min}$ から $3.99 \pm 0.28 \text{ l/min}$ と 13.2% の有意な ($p < 0.01$) 増加を示した。
- 2) 体重当り最大酸素摂取量はトレーニング前 $54.2 \pm 4.3 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ から $60.2 \pm 3.7 \text{ ml/kg} \cdot \text{min}$ と 11.3% の有意な ($p < 0.01$) 増加を示した。
- 3) 最大無酸素パワーはトレーニング前 $93.1 \pm 5.8 \text{ kg} \cdot \text{m/sec}$ から $102.5 \pm 7.6 \text{ kg} \cdot \text{m/sec}$ と 10.3% の有意な ($p < 0.05$) 増加を示した。
- 4) 体重当り最大無酸素パワーはトレーニング前 $1.44 \pm 0.20 \text{ kg} \cdot \text{m/kg} \cdot \text{sec}$ から $1.55 \pm 0.16 \text{ kg} \cdot \text{m/kg} \cdot \text{sec}$ と 7.9% の有意な ($p < 0.05$) 増加を示した。
- 5) これらを有酸素的パワーならびに無酸素的パワーの相対的な関係でとらえると、トレーニング前では有酸素的な方向へ発達する傾向を示していたものが、トレーニング後では無酸素的な方向へ発達する傾向を示し、ウェイト・トレーニングの効果が示唆された。

このように有酸素的ならびに無酸素的パワーの両面から体力をとらえることが、エネルギー系の特性やトレーニングによる変化の態様についての方向性をとらえることができ、実際の指導においても有効な評価方法であると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 青木純一郎 他：一流自転車競技選手の体力、昭和55年度日本体育協会スポーツ医科学調査研究事業報告、No II 競技種目別競技力向上に関する研究、No 15 自転車競技、370-376、1980。
- 2) Bhanot, J. L., L. S. Sidhu, : Maximal anaerobic power in national level Indian players, Brit. J. Sports Med., 15(4); 265-268, 1977.
- 3) Fox, E. L., (朝比奈一男、渡辺和彦訳)、選手とコーチのためのスポーツ生理学., 大修館書店、1982.
- 4) 一井 博 他：バスケットボール選手の体格及び体力について(その5)中学生男女について、体育学研究、13(5); 258, 1962.
- 5) 生田香明、猪飼道夫, : 自転車エルゴメーターによる Maximum Anaerobic Power の発達の研究、体育学研究、17(3); 151-157.

- 6) 稲垣安二 他, :バスケットボール選手の心肺機能について、体育学研究、6(1);116, 1960.
- 7) 石川俊紀 他, :バスケットボール選手の体格及び体力について(その7)選手の体格、体力と試合の成績について、体育学研究、14(5);271, 1963
- 8) 松下嘉幸 他, :バスケットボール選手の循環機能について、体育学研究、9(1);81, 1958
- 9) 笈田欣治 他, :バスケットボール選手の体力(第一報)体力診断テスト結果について、体育学研究、10(2);367, 1959
- 10) 嶋田出雲 他, :世界バスケットボール選手権大会出場選手(日本チーム)の体格及び体力について、体育学研究、12(5);199, 1961
- 11) 嶋田出雲 他, :バスケットボール選手の体格及び体力について(その3)-実業団チームについて-、体育学研究、13(5);257, 1962
- 12) 島村栄一 他, :バスケットのオリンピックチームの体格・体力について、体育学研究、2(7);150, 1956
- 13) 島村栄一 他, :バスケット選手の体格体力に就いて(その2、大学生)、体育学研究、3(1);197, 1957
- 14) 多久和文則 他, :バスケットボール選手の体格及び体力について(その4)高校生について、体育学研究、13(5);257, 1962
- 15) 徳山郁夫、日高哲朗、片岡幸雄、:無酸素的パワー発現の持続性、昭和57年千葉県体育学会例会発表、1982
- 16) 徳山郁夫、日高哲朗、片岡幸雄、日高明、:バスケットボール・プレーヤーにおける体力と技能の関係、千葉大学教養部研究報告B-15;233-242, 1982
- 17) Verma, S. K., S. R. Mohindroo and D. K. Kansal, ; The maximal anaerobic power of different categories of players, J. Sports Med., 19;55-62, 1979
- 18) Withers, R. T., R. G. D. Roberts and G. J. Davies, ; The maximal aerobic power, anaerobic power and body composition of South Australian male representatives in athletics, basketball, field hockey and soccer, J. Sports Med., 17;391-400, 1977

(1983. 6. 17受付)