

13. 柔道選手の間欠的無酸素運動時のピークパワーと有酸素能力との関係

千葉大学 村松 成司
東京商船大学 堀安 高綾
筑波大学 佐藤伸一郎, 服部 祐兒
電気通信大学 柳澤 久
早稲田大学 小野沢弘史
明治大学 手塚 政孝

13. The Interrelationship between Aerobic Capacity and Peak Power During Intermittent Anaerobic Exercise of *Judo* Athletes

Shigeji Muramatsu (Chiba University)
Takaaya Horiyasu (Tokyo University of Mercantile Marine)
Shin-ichiro Sato and Yuji Hattori (Tsukuba University)
Hisashi Yanagisawa (The University of Electro-Communications)
Koji Onozawa (Waseda University)
Masataka Tezuka (Meiji University)

Abstract

This study investigated the interrelationship between maximal aerobic capacity and the changes in peak power during intermittent anaerobic exercise. Eight healthy young male judo athletes were used as subjects. Three models of judo exercise were used: (1) NPE; constant exercise (80 percent $\dot{V}O_{2max}$) without any power exercise, (2) 5PE; constant exercise (80 percent $\dot{V}O_{2max}$) with 10 second power exercise every one minute during five minutes, and (3) 10PE; constant exercise (80 percent $\dot{V}O_{2max}$) with 10 second power exercise every 30 seconds during five minutes. Then, 30 second anaerobic exercise was performed before and after

NPE, 5PE, and 10PE, respectively. The results were:

1. Work capacity was significantly higher during 10PE than during 5PE.
2. Peak power decreased to 64.8 percent during 5PE and to 54.1 percent during 10PE on the final trial.
3. The coefficient of variance became larger as the trials were repeated.
4. Peak power during 30 second anaerobic exercise was almost the same after NPE, slightly decreased after 5PE, and significantly decreased after 10PE, when compared to the comparable peak power before each exercise. Work capacity during 30 second anaerobic exercise was almost the same after NPE, and significantly decreased after 5PE and 10PE, when compared to the comparable work power before each exercise.
5. The correlation coefficients between work capacity and maximal oxygen intake ($\dot{V}O_{2max}$) were significantly positive during 5PE and 10PE.
6. The correlation coefficients between peak power and $\dot{V}O_{2max}$ were all negative in each trial during 5PE and 10PE.
7. The correlation coefficients between peak power after each five minute exercise and $\dot{V}O_{2max}$ were positive after NPE (absolute value of $\dot{V}O_{2max}$) and after 10PE (relative value of $\dot{V}O_{2max}$). The other comparisons were negative, but not significant.
8. The correlation coefficients between work capacity after each five minute exercise and $\dot{V}O_{2max}$ were positive after NPE (absolute value of $\dot{V}O_{2max}$), and after 10PE (relative value of $\dot{V}O_{2max}$). The other comparisons were negative.

はじめに

柔道においては一瞬の技の効果によって勝負が決するため、より強いパワーが必要である。しかし、実力が接近してくると試合時間いっぱい闘うことになり、必然的に持久力が要求される。しかし、この際ただ制限時間内を動き回るだけの持久力よりも、強力な技を仕掛けるために最後まで強いパワーを持続させることが重要である。我々は、柔道選手の最大無酸素パワーを試合の最後まで持続させるための、また、最大無酸素パワーそのものを高めるための新トレーニングシステムの確立をめざして研究に取り組んでいる。

最大無酸素パワーを発揮する際のエネルギーはクレアチニン燐酸の分解による代謝によって供給されるが、クレアチニン燐酸はすぐに枯渇してしまうためにその持続は数秒間に限られる。従って、最大パワーを間欠的に持続させるためにはクレアチニン燐酸を速やかに再合成する能力を高めなければならない。

これまでも無酸素パワーの持続力に関しては有酸素能力が関与していることが指摘されている。IvyらはCybexIIを用いて45秒間の脚伸展屈曲動作を行わせ、運動開始後45秒時の筋パワーと最大酸素摂取量との間に有意な相関を認めている¹⁾。また、山本らも90秒間の自転車ペダリング運動で、運動開始後10秒以降の筋出力と最大酸素摂取量との間に有意な相関を認めている²⁾。さらに、藤瀬らは無酸素的作業能力の高い競技者では運動時の酸素摂取量が作業能力に及ぼす影響が大きいとことを観察したが、競技鍛錬者においてはそのような関連性はなかったことを報告している³⁾。これらの報告はいずれも45秒から90秒間連続的に運動を行わせており、エネルギー代謝的には燐原質系から乳酸系に移行しており、10秒以内で最大パワーを間欠的に発揮する燐原質系そ

のものの消費と回復の関係については言及していない。各運動時の間に休息あるいは軽度の運動を挟むような、最大パワー運動の間欠的に行う場合のピークパワーの維持能力に最大酸素摂取量がどのように関与するかは明らかにされていない。

先に述べたように、柔道では連続的にパワーを発揮し続ける動作はあまりなく、連続技と小康状態が繰り返される。したがって、小康状態時にいかに回復するか、つまり、次の連続技を仕掛けるときにいかにパワーを低下させずに技がかけられるかが勝敗を左右する大きなポイントとなりうると考えられる。

我々は、柔道の運動形態にできるだけ近づけた測定を検討し、最大パワーと最大酸素摂取量の間にもみられる関係について検討した。

方法

[対象選手]

C大学の現役柔道部員男子8名を被験者とした。今回対象にした柔道選手は全日本レベルをめざす一流選手ではないが、週4日、1日2時間練習しており、柔道選手としては一般的なレベルであるといえる。

[実験方法]

1) 最大酸素摂取量および最大無酸素パワーの測定

まず、各被験者の有酸素および無酸素の能力を把握するために最大酸素摂取量および最大無酸素パワーを測定した。

最大酸素摂取量はモナーク社製の自転車エルゴメーターを用いて、負荷漸増法(2分毎に0.5kp増加させる)にてオールアウトまで追い込んだ。ペダリングの回転数は60rpmとした。採気はダグラスバッグ法を用い、ガス分析はガスオートアナライザー(三栄測器株式会社製)を用いた。なお、最大下運動時の回帰直線より最大酸素摂取量の80%強度の負荷強度を推定した。

最大無酸素パワーはハイパワーエルゴメーター(竹井機器株式会社製)を用い、2kpにて約6秒間全力で漕がせた。その後、一定の休みを取らせ、負荷を1kpずつあげ、同様の運動を行わせたが、その際のピークパワーが前の値を下回るまで繰り返し測定した。そして各負荷時のピークパワーを二次回帰分析し、極大点を各被験者の最大無酸素パワーとした。また、得られた回帰二次方程式を用いて個々の最大無酸素パワーの80%値が発揮されると推定される負荷値を算出した。

各被験者の最大酸素摂取量および最大無酸素パワーは表1に示した。

2) 3種類の運動方法

国際柔道連盟(IJF)規則では男子の試合時間は5分間と定められており、また、試合中約30秒間何の戦意を示さない(技を行使しない)場合には指導のペナルティーが宣告される。従って、選手は少なくとも30秒間に何らかの攻撃動作を示さなければならない。また、一度になされる連続的な攻撃動作は選手によって異なるが、一般的に長くても10秒以内であると考えられる。以上のことから、本実験では以下の3種類の運動方法を考案し、検討することにした(図1参照)。

① 全力ペダリングなしの運動(NPE: Non-Power Exercise)

5分間一度も全力パワーを発揮することのない運動である。実際にはこれは試合中一度も技を仕掛けることのない状態を想定したものである。被験者は各自の最大酸素摂取量の80%の負荷強度で5分間、一定の速度(60rpm)で漕ぎ続けた。

② 5回の間欠パワー運動(5PE: 5 times Power Exercise)

表1. 被験者の年齢および特性

Table 1. Characteristics of subjects.

Subject No.	Age yrs.	B. H. cm	B. W. kg	R. I.	VO ₂ max		Pmax	
					ml/min	ml/kg/min	watt	watt/kg
1	18	167	62	133.1	3447.7	55.6	874.2	14.1
2	19	170	64	130.3	3437.9	53.7	961.8	15.0
3	20	162	61	143.5	2917.0	47.8	902.5	14.8
4	19	172	77	151.3	3261.8	42.4	1044.5	13.6
5	19	170	65	132.3	2733.9	42.1	986.5	15.2
6	18	160	55	134.3	2210.1	40.2	785.0	14.3
7	22	172	99	194.6	3691.8	37.3	1256.8	12.7
8	19	171	75	150.0	2775.0	37.0	1156.5	15.4
Mean	19.3	168.0	69.8	146.2	3059.4	44.5	966.0	14.4
SD	1.3	4.6	13.9	21.2	487.5	7.1	153.8	0.9

B. H.; Body height, B. W.; Body weight, R. I.; Rohler index. Pmax: Maximal anaerobic power.
 5分間①の運動を行わせるが、その中に5回の全力ペダリング運動を挿入した。これは1分毎に技を仕掛けることを想定したが、実際の試合では明らかに指導のペナルティーが与えられると思われる。全力ペダリング運動は各分50秒から10秒間行わせた。全力ペダリング時の負荷強度は最大酸素摂取量の80%強度のままで行わせた。

③10回の間欠パワー運動 (10PE: 10 times Power Exercise)

5分間①の運動を行わせるが、その中に10回の全力ペダリング運動を挿入した。これは30分毎

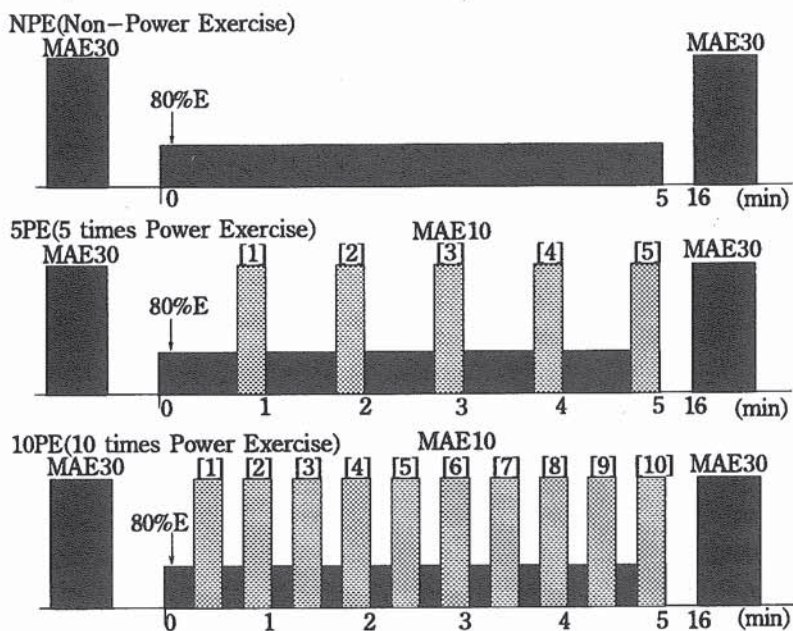


図1. 運動負荷方法の概要

Fig. 1. Method of exercise experiment.

MAE10: Maximal anaerobic exercise for 10 sec.

MAE30: Maximal anaerobic exercise for 30 sec.

に技を仕掛けることを想定したが、実際の試合では指導のペナルティーが与えられる限界である。全力ペダリング運動は各分20秒から10秒間と50秒から10秒間行わせ、5分間で計10回となる。全力ペダリング時の負荷強度は②同様、最大酸素摂取量の80%強度のままで行わせた。

3) 30秒間の全力ペダリング運動 (30PE: 30sec Power Exercise) (図1参照)

ハイパワーエルゴメーターを用いて30秒間の全力ペダリングをNPE, 5PE, 10PEの前後に行わせた。以下、各運動を運動負荷前(BE), NPE後(ANPE), 5PE後(A5PE), 10PE後(A10PE)とする。負荷強度は各被験者の最大無酸素パワーの80%の強度に設定した。その間に発揮したピークパワーおよび仕事量を測定した。

4) 統計処理

各運動方法間の比較は Student の t-Test を用い、同一運動方法時の変化については対応のある場合の t-Test を用いた。有意差については 5%以上を有意とした。

結果

被験者の年齢、身長、体重、ローレル指数、最大酸素摂取量および最大無酸素パワーを表1に示した。最大酸素摂取量は体重1kgあたり平均44.5ml/kg/min(範囲37.0~55.6)で、最大無酸素パワーは平均996.0watt(範囲785.0~1256.8)、体重1kgあたり平均14.4watt(範囲12.7~15.4)であった。

5分間の間欠運動時の仕事量を図2に示した。被験者2および6は5PEに比較して10PEで同じかやや増加を示し、他の6名はいずれも増加した。平均値では5PEが67831.8J, 10PEは72334.0Jで0.5%で有意であった。体重1kgあたりでは5PEが993.4J, 10PEは1056.2Jで0.5%で有意であった。

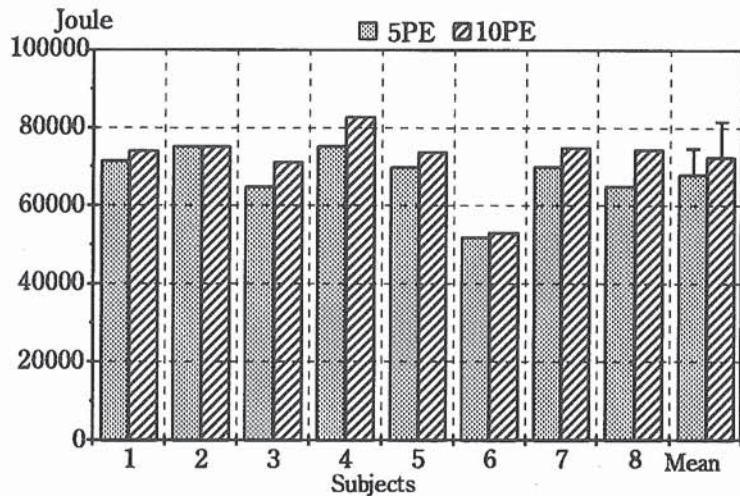


図2. 5PE, 10PE それぞれ5分間の仕事量の比較
Fig. 2. Work capacity during 5min-intermittent exercise in 5PE and 10PE.

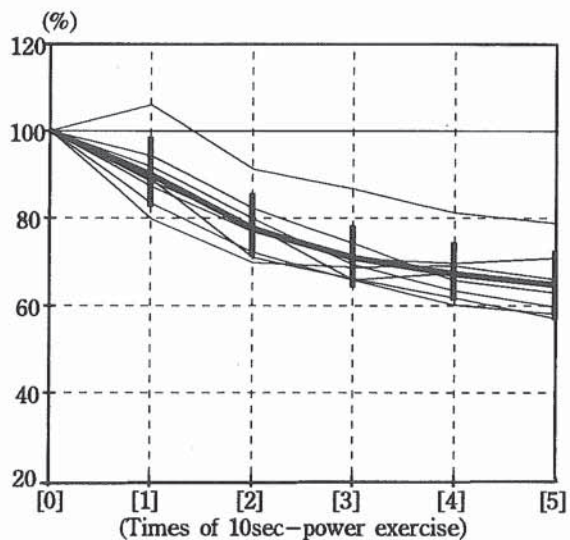


図3. 間欠的無酸素パワー運動 (5PE) 時のピークパワーの変化
Fig. 3. Changes of peak power at each trial during 5PE(%).

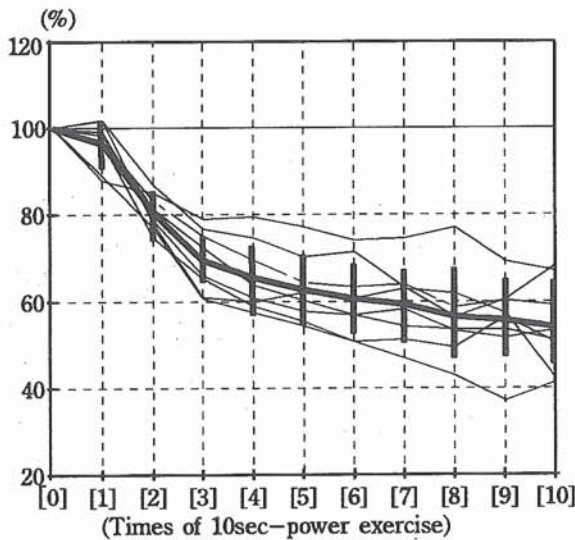


図4. 間欠的無酸素パワー運動 (10PE) 時のピークパワーの変化

Fig. 4. Changes of peak power at each trial during 10PE(%).

[1] では96.3%と僅かの低下であったが, [2] ~ [3] にかけて一気に低下し, 69.6%に達した。その後は徐々に低下を示し, 最後の [10] では54.1%と, ほぼ基礎パワーの2分の1にまで低下した。各全力運動時の平均値の変動は [1] では基礎パワーに対して有意な差ではなかったが, [2] 以降はいずれも基礎パワーに対して0.1%水準で有意な低下であった。個々にみると最も低下したのは被験者2で [9] において37.1%という値を示した。それに対して被験者8は [10]

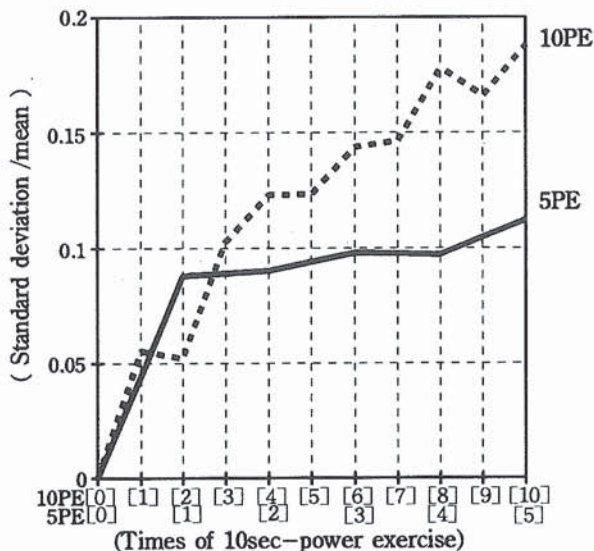


図5. 5PE, 10PEのピークパワーの変動係数の変化
Fig. 5. Co-efficient of variance of peak power in 5PE and 10PE.

5分間の間欠運動時のピークパワーの変化を図3 (5PE), 図4 (10PE) に示した。いずれも基礎パワー (設定負荷強度において予想されるパワー値) に対する相対割合で示した。5PEでは, 基礎パワーに対して [1] では90%に, [2] では77.7%に, [3] では71.0%に, [4] では67.3%に, そして最後の10秒間 [5] では64.8%にまで低下した。[1] は基礎パワーに対して1%水準で, また [2] ~ [5] は0.1%水準で有意な減少であった。個々に見ると [5] では被験者6が78.8%と最も低下が低く, 被験者3が57.0%と最も大きかった。このばらつきを変動係数 (標準偏差/平均値) の変化でみると, [1] では0.088であったが, その後回数を経るに従い徐々に増加し, [5] では0.1123と最も大きな値を示した。

10PE (図4) では, 基礎パワーに対して [1] では96.3%と僅かの低下であったが, [2] ~ [3] にかけて一気に低下し, 69.6%に達した。その後は徐々に低下を示し, 最後の [10] では54.1%と, ほぼ基礎パワーの2分の1にまで低下した。各全力運動時の被験者によるばらつきを変動係数の変化でみると, [1] は0.0553, [2] は0.0522と低い値であったが, [3] 以降は徐々に大きくなり, 最後の [10] では0.1879と高くなった。

NPE, 5PE および10PEの前後に行った30秒間の全力運動時のピークパワーおよび仕事量を図6および図7に示した。値はいずれも運動前 (BE) を基準にした相対変化量で表した。BEに発揮したピークパワーに対して, NPE後 (ANPE) はほとんど低下しなかった (98.8±2.9%)。5PE後 (A5PE) ではやや低下 (94.6±6.6%), 10PE後 (A10PE) では有意に低下した (88.8±7.2%, $p < 0.005$)。仕事量に関してはBEの30秒間に行った

仕事量に対してNPE後(ANPE)はBEとほとんど同じ値を示した($100.6 \pm 5.5\%$)。5PE後(A5PE)では有意に低下($92.9 \pm 4.7\%$, $p < 0.01$)、10PE後(A10PE)はさらに低下し、有意であった($88.9 \pm 9.0\%$, $p < 0.01$)。

各運動時のピークパワーおよび仕事量と最大酸素摂取量との相関係数を表2に示した。

1) 5PEおよび10PEそれぞれ5分間に行った仕事量と最大酸素摂取量の相関は、最大酸素摂取量の絶対量(ml/min)および体重あたりの相対量(ml/kg/min)いずれに対しても高い相関を示し、有意であった。特に、10PEと比較して5PEでより高い相関係数が得られた。

2) 5PE時の各10秒間で見られたピークパワーと最大酸素摂取量との関係ではいずれも負の相関関係にあり、特に絶対量に対しては[1], [2], [3]は有意であった。相対量では有意な関係ではなかった。

3) 10PE時の各10秒間で見られたピークパワーと最大酸素摂取量との関係でもいずれも負の相関関係にあり、絶対量に対しては[2], [3], [4], [10], 相対量では[2], [4]~[9]が有意な相関であった。

4) NPE, 5PEおよび10PEの後に行った30秒間の全力運動時のピークパワーのBEに対する変化量と最大酸素摂取量との相関では、絶対量ではANPEに、相対量ではA10PEに正の相関関係が見られ、他は負の相関関係にあった。いずれも有意ではなかった。

5) 同じくNPE, 5PEおよび10PEの後に行った30秒間の全力運動時の仕事量のBEに対する変化量と最大酸素摂取量との相関は、絶対量ではANPEに、相対量ではA10PEとA10PEに正の相関関係が見られ、他は負の相関関係にあった。絶対量でのANPEの相関関係は有意であった。

考察

柔道は一瞬の技の効果で勝負が決定するために特に瞬間的に発揮されるパワーが重要視される。しかしながら、技術が接近する場合には制限時間一杯まで戦わなければならず、近年では特に持久力を必要とする場面が多くなってきている。その場合にも、長時間戦うための能力を高めるといふ一般的なスタミナという概念とは別に、パワーの間欠的な持続力を高めることが必要に

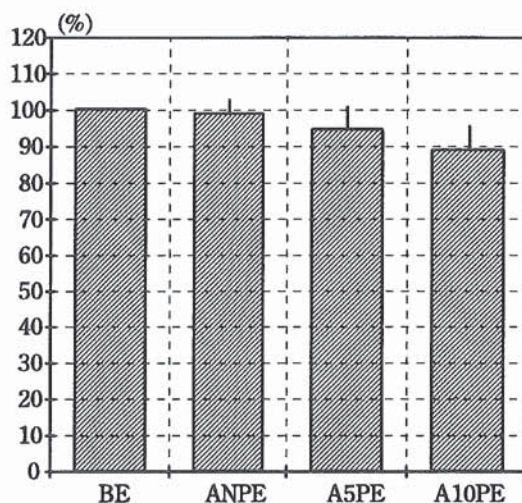


図6. 30秒間無酸素運動時のピークパワーの比較
Fig. 6. Comparison of peak power during 30sec exercise among BE, ANPE, 5PE and 10PE.

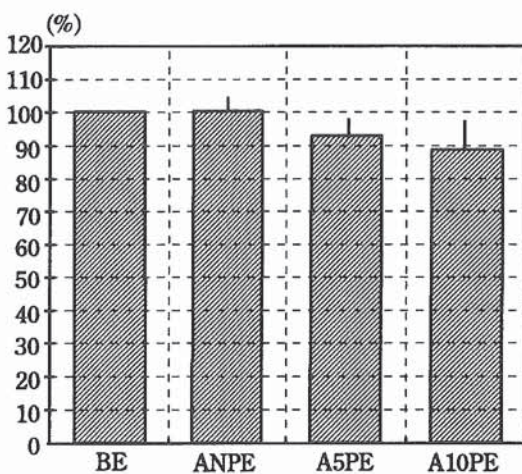


図7. 30秒間運動時の仕事量の比較
Fig. 7. Comparison of work capacity during 30sec exercise among BE, ANPE, 5PE and 10PE.

表2. 最大酸素摂取量と無酸素運動時の諸変化との相関係数
 Table 2. Correlation coefficient between maximal oxygen intake and several changes of exercise tests.

Exercise tests		vs Maximal Oxygen Intake	
		ml/min	ml/kg/min
1) Work Capacity	5PE	0.8155*	0.8623**
	10PE	0.7241*	0.7843*
2) 5PE-Power	[1]	-0.8601**	-0.1799
	[2]	-0.7557*	-0.2222
	[3]	-0.8096*	-0.5013
	[4]	-0.6009	-0.4927
	[5]	-0.5918	-0.5105
3) 10PE-Power	[1]	-0.1242	-0.2895
	[2]	-0.7847*	-0.7084*
	[3]	-0.7565*	-0.5842
	[4]	-0.6834*	-0.6782*
	[5]	-0.5678	-0.7990*
	[6]	-0.6146	-0.8270*
	[7]	-0.3774	-0.8884**
	[8]	-0.2411	-0.8020*
	[9]	-0.3530	-0.6615*
	[10]	-0.8011*	-0.4941
4) Peak Power	NPE	0.5721	-0.2713
	A5PE	-0.5314	-0.6248
	A10PE	-0.3741	0.2843
5) Work Capacity	NPE	0.7243*	0.3471
	A5PE	-0.5115	-0.5897
	A10PE	-0.3260	0.4772

Significance (n=8, *p<0.05, **p<0.01)

が当然考えられる。

5分間のそれぞれの無酸素運動時のピークパワーの変化を見ると、5PEおよび10PEいずれにおいても推定パワー（個々の選手の基準値から求めた推定値）に対して回数を経るにしたがい低下したが、5PEでは徐々に低下し、終了時の5分目には64.8%まで低下したが、10PEでは[4]の時点、つまり、無酸素運動4回目、時間にして1分50秒から2分の間ですでに65.7%まで低下し、最終的に5分時では54.1%にまで低下した。この傾向についてはその間になされた仕事量の差からみても当然の事と考えられる。

柔道において実際今回のようなパターンでパワーを発揮することは希であると思われるが、後半において初期の半分までパワーが低下する現状にあるとすれば、この低下をいかに最小限にとどめるか、また、パワー曲線自体を全体的に高めていくことが課題になってくると考えられる。

今回のような10秒間の無酸素パワー運動時のエネルギー源は燐原質系でなされていることが考えられるが、間欠的に繰り返される場合には燐原質系におけるクレアチン燐酸の再合成が間に合

なってくる。つまり、試合後半においても前半と変わらないパワーを発揮できるように能力を高めることが重要である。

本研究は柔道選手に間欠的な無酸素運動を課した場合にどのような変動を示すか、さらにその傾向においてはどのような問題点が存在するのかを検討したものである。

5分間に1度もパワーを発揮しなかった場合、5回発揮した場合、10回発揮した場合を想定して行わせた。5分間の総仕事量を見ると10PEの方が5PEよりも多くの仕事をこなしていることが明らかである。無酸素パワー運動間は5PE、10PEいずれも一定の強度（最大酸素摂取量の80%強度）で運動していることから、この差は無酸素運動量の差であると考えられる。このことは、試合においては10PEの方が積極的に攻撃している事を示しているが、逆に選手の生体負担度（疲労度）からみると高まっていること

わず、乳酸系が動員されていると考えられる。したがって、後半においては乳酸濃度の著しい増加が予想される。このような状況下で後半までパワーを維持させるには無酸素運動間の一定運動時にクレアチン燐酸をいかに回復させるか、また生成された乳酸に対して耐性を高めるか（言い換えれば酸素負債を高めるか）に掛かってくると考えられる。今回、無酸素運動間の一定運動を最大酸素摂取量の80%強度に設定した。この80%強度は一般的にかなり強い強度として用いられており、今回のように最大無酸素運動を行った後での最大酸素摂取量の80%強度の運動は選手にとってかなりの負担であったことが推察される。無酸素運動間の運動強度をどのくらいにすれば回復力の差が見いだされるのかは今後の検討課題である。

一般に燐原質系においてクレアチンからクレアチン燐酸を再合成する場合には有酸素系のアデノシン三燐酸(ATP)が用いられることが知られている。無酸素運動時には有酸素系によるATP補給は考えられない。しかし、間欠的に無酸素運動を繰り返す間の一定運動時にはその可能性が期待される。特に、最大酸素摂取量の高い選手にはその可能性が高いと考えられる。

今回、5分間の間欠的な無酸素運動時のピークパワーの変動について検討し、5PE、10PEいずれも低下を示したが、その低下傾向は個人により大きく異なっていたことを確認した。そのことは変動係数(標準偏差/平均値)の変化からも明らかである。この個人差が現れる原因として我々は先に述べた理由から選手個々の最大酸素摂取量の差が影響したものと考え、各種の運動時のピークパワーおよび仕事量の変化と最大酸素摂取量との相関を求めてみた。5分間の間欠的無酸素運動時のピークパワーの変動についてはすべて負の相関が得られた。これらの結果は最大酸素摂取量が高い選手ほど間欠的な無酸素運動時のピークパワーの低下率が大きいことを意味しており、このことは我々の仮説を否定するものである。その原因として、最大酸素摂取量の高い選手ほど5分間に多くの仕事を行っており、毎回の無酸素運動時のピークパワーも高い傾向にあることが上げられる。今回、選手の最大酸素摂取量に応じた負荷強度(80%強度)に設定したが、これではすべての選手にとって同一の負荷であるけれども有酸素能力の差による影響が消されることが考えられる。この点に関しては先述したように、無酸素運動時の負荷およびその間の一定運動時の負荷の強度を操作することによってさらに検討することが必要であると思われる。

さらに、我々は柔道選手のパートトレーニングとしてこの種の運動の効果に注目している。間欠的無酸素運動時の負荷強度、あるいはセット数を工夫することにより、運動後半におけるパワーの低下の阻止、およびピークパワー値の全体的に高め、結果として競技力を向上させることを目標としている。

今後、これら無酸素運動能力(ピークパワーおよび仕事量)と有酸素能力との関係についてさらに検討するとともに、トレーニング方法としての効果についても合わせて検討していく予定である。

まとめ

柔道の運動形態にできるだけ近づけた条件下での間欠的無酸素運動時のピークパワーの変動およびそれらの変動と最大酸素摂取量の関係について検討した。対象選手としてC大学の現役柔道部員男子8名を用いた。実験方法として3種類の運動方法を行わせた。①全力ペダリングなしの運動(NPE: Non-Power Exercise)、②5回の間欠パワー運動(5PE: 5 times Power Exercise)、③10回の間欠パワー運動(10PE: 10 times Power Exercise)さらに、30秒間の全力ペダリング運動(30PE: 30sec Power Exercise)をNPE、5PE、10PEの前後に行わせた。

1) 5分間の間欠運動時の仕事量は平均値では10PEが5PEよりも有意に高かった。

- 2) 5分間の間欠運動時のピークパワーの変化最終的に5PEでは64.8%にまで低下し、10PEでは54.1%まで低下した。
- 3) 5PEおよび10PEのピークパワーの変動係数は無酸素運動の回数を経るにしたがい大きくなった。
- 4) 30秒間の全力運動時のピークパワーはBEに対してANPEはほとんど低下せず、A5PEはやや低下、A10PEは有意に低下した。仕事量はBEに対してANPEはほとんど同じ値を示し、A5PEでは有意に低下、A10PEはさらに有意に低下した。
- 5) 5PEおよび10PEの5分間の仕事量と最大酸素摂取量の相関は、最大酸素摂取量の絶対量(ml/min)および体重あたりの相対量(ml/kg/min)いずれに対しても高い相関を示し、有意であった。特に、10PEと比較して5PEでより高い相関係数が得られた。
- 6) 5PE時および10PE時の各10秒間で見られたピークパワーと最大酸素摂取量との関係ではいずれも負の相関関係にあった。
- 7) 30秒間の全力運動時のピークパワーと最大酸素摂取量との相関では、絶対量ではANPEに、相対量ではA10PEに正の相関関係が見られ、他は負の相関関係にあったが、いずれも有意ではなかった。
- 8) 30秒間の全力運動時の仕事量のBEに対する変化量と最大酸素摂取量との相関は、絶対量ではANPEに、相対量ではA10PEに正の相関関係が見られ、他は負の相関関係にあった。

参考文献

- 1) Ivy, J. L., Sherman, W. M., Miller, L. M., Maxwell, B. D. and Costill, D. L.: Relationship between muscle QO_2 and fatigue during repeated isokinetic contractions. *J. Appl. Physiol.*, 53, 470-474, 1982.
- 2) 山本正嘉, 中村好男, 宮下充正: 90秒間連続の最大努力作業時に発揮されるパワーに関する研究, 最大無酸素パワーおよび最大有酸素性パワーとの関連から. *J. J. Sports Sci.*, 4, 308-313, 1985.
- 3) 藤瀬武彦, 玉木哲朗, 寺尾 保, 永見邦篤, 中野昭一: 短時間最大運動時の酸素摂取が作業成績に及ぼす影響. *体育学研究*, 35, 133-142, 1990.