

10. 柔道選手の間欠的-maximal自転車運動時におけるパフォーマンスおよび等速性大腿筋力に及ぼすクレアチン経口補給の効果

明治大学 桑森 真介
明治大学 春日井淳夫
明治大学 手塚 政孝
東京学芸大学 射手矢 岬
東京医科大学 黒澤 裕子
東京医科大学 浜岡 隆文
東京医科大学 勝村 俊仁

10. Effects of Oral Creatine Supplementation on Performance during Intermittent Maximal Cycling and Isokinetic Thigh Strength in Judo Athletes.

Masasuke Kuwamori (Meiji University)
Atsuo Kasugai (Meiji University)
Masataka Tezuka (Meiji University)
Misaki Iteya (Tokyo Medical University)
Yuko Kurosawa (Tokyo Medical University)
Takafumi Hamaoka (Tokyo Medical University)
Toshihito Katsumura (Tokyo Medical University)

Abstract

The purpose of this study is to examine the effects of oral creatine supplementation on performance during intermittent maximal cycling and isokinetic thigh strength in judo athletes. The subjects were 21 collegiate judo athletes divided into a creatine (CR) group (n=7, 20 g creatine monohydrate + 4 g glucose per day), a placebo (PL) group (n=7, 24 g glucose per day), and a control (CON) group (n=7, no supplementation). Before and after a 6 day treatment regimen, we made 2 sets of measurements:¹⁾the peak power (PP) and the average power (AP) during a first trial in 5 bouts (20 s interval) of 10 s maximal cycling, the total work (TW) of the 5 trials, and the power decreasing rate (PDR) from the first trial to the fifth trial, as well as²⁾ the peak torque during max-

imal knee extension and flexion at angular velocities of 0, 60, 120, 180, 240, and 300 degree/s. The PP, AP, and TW increased after the supplementation in both the CR and PL groups, but not in the CON group. There was no remarkable difference in the degree of improvement between the CR and PL groups. The PDR did not change in any of the groups, and the effect of creatine supplementation on peak torque during maximal knee extension and flexion was unclear. These results suggest that, in judo athletes, creatine supplementation has no effect on performance during intermittent maximal cycling nor on isokinetic thigh strength, or that the effects are so weak that they are overshadowed by other factors.

1. 序論

これまで多くの研究により、クレアチン・サプリメントにより骨格筋内クレアチンリン酸濃度が高まり、短時間の最大運動時におけるパワー、その間欠的持続能力、あるいは筋力などの運動パフォーマンスが改善されることが報告されている。Balsom et al.³⁾ は、一般健常者にクレアチンを摂取させたところ、骨格筋内の総クレアチンは18%増加し、クレアチンリン酸濃度は11%上昇したと報告している。Greenhaff et al.¹²⁾ は、運動パフォーマンスに及ぼすクレアチン・サプリメントの効果について検討し、動的筋力がクレアチン摂取後に高まることを確認した。さらに、Balsom et al.¹⁾ は、間欠的な短時間の最大自転車運動時におけるパフォーマンスがクレアチン・サプリメントにより向上したと報告している。

このようなクレアチン摂取の効果はスポーツ科学者の興味を引き、スポーツ選手を対象としたクレアチン・サプリメントに関する研究も多くみられる。しかしながら、スポーツ選手を対象とした場合のクレアチン・サプリメントの有効性については、否定的な論文もいくつかみられる。Burke et al.⁶⁾ は、一流の水泳選手を対象にして、クレアチン・サプリメントが短距離水泳や短時間最大脚運動のパフォーマンスに及ぼす効果について検討しているが、この研究ではクレアチン・サプリメントの有効性を支持する結果は得られていない。また、Terrillion et al.¹⁸⁾ は、陸上競技走者を対象として、クレアチン・サプリメントの効果について検討した結果、90~120秒持続する全力走の記録はクレアチン・サプリメントにより改善されなかったと報告している。Mujika and Padilla¹⁴⁾ は、クレアチン・サプリメントに関する総説の中で、クレアチン・サプリメントの競技パフォーマンスに及ぼす効果については正当化されているとはいえ、科学的な検証が必要であると述べている。これらの報告や総説から、スポーツ選手がクレアチンを経口摂取した場合に運動パフォーマンスが改善されるかどうかについては、さらに多くのスポーツ選手を対象とした研究が必要といえる。

すでに述べたように、多くの研究は、クレアチン・サプリメントにより、骨格筋内のクレアチンリン酸濃度が高まり、最大運動時において発揮されたパワーやその間欠的持続能力、あるいは筋力などの運動パフォーマンスが向上する可能性を指摘している。柔道競技では、種目の特性上、これらの運動パフォーマンスは、競技力に重要に関わると考えられる。すなわち、クレアチンは柔道競技者にとって極めて魅力的なサプリメントということができよう。しかしながら、柔道選手を対象としたクレアチン・サプリメントに関する研究は、これまでまったく報告されていない。そこで本研究では、柔道選手を対象として、最大自転車運動時におけるパワー、その間欠的持続能力、および等速性大腿筋力に及ぼすクレアチン経口摂取の効果について検討することを試みた。

II. 方法

1. 被検者

対象は、男子学生柔道選手21名であった。各被検者の年齢は18～22歳の範囲であった。これらの選手は、すべて有段者ではあるが、競技力は中級レベルであった。また、各被検者とも、1日2～3時間、週3～5日、柔道の練習を実施していた。

これらの21名の被検者を、クレアチン群 (CR群)、プラセボ群 (PL群)、コントロール群 (CON群) にそれぞれ7名ずつ振り分けた。各群の被検者の年齢、柔道経験年数、実験前の身長および体重についてTable 1に示した。これらの基礎項目については、統計解析 (1要因分散分析) の結果、群間で有意差が認められず、実験前の条件は各群で差がなかったものと判断できた。

表1 各群の年齢、経験年数、身長、および体重
Table 1 Age, experiential years, body height, and body weight in each group

	CR group	PL group	CON group
Age (yrs.)	20.9±0.1	19.8±0.5	21.3±1.1
Experiential years (yrs.)	6.4±0.9	5.8±1.1	7.0±1.5
Body height (cm)	169.7±2.2	171.5±3.7	168.5±2.8
Body weight (kg)	71.7±2.5	74.0±3.4	67.8±2.6

平均値±標準誤差

Values are average±SE.

各被検者には、文書および口頭により、本研究の目的、クレアチン摂取には副作用がないこと^{2, 15)}、クレアチン・サプリメントに関する先行研究の概要等に関して説明を行い、インフォームド・コンセントを得た。

2. クレアチンおよびプラセボの摂取方法

CR群には、クレアチン (General Nutrition社製, Creatinemonohydrate) 5gにグルコース1gを加えた計6gを1回の摂取量として、朝食後、昼食後、夕食後、就寝前の1日計4回、6日間続けて摂取させた。このクレアチン摂取の量および期間は、従来の研究^{1, 12)}で採用されている最も標準的なものである。PL群では、グルコース6gを1回の摂取量として、CR群と同様の方法で摂取させた。CR群およびPL群の被検者には、指定されたサプリメントを白湯に溶かして摂取するように指示した。

CR群とPL群の実験では、被検者にどちらのサプリメントを摂取しているかを知らせず、また測定検者にも各被検者がどちらの群であるかを知らせない、いわゆるダブル・ブラインド手法で実施した。各被検者がクレアチンあるいはプラセボのどちらを摂取しているか気づかないようにするため、サプリメント摂取期間中は各被検者間で与えられたサプリメントの味についての会話を慎むように指示した。

CON群では、CR群とPL群のサプリメント摂取期間中、特にサプリメントを摂取させなかった。この場合には、被検者がCON群に属することを検者に知らせなかったが、被検者は当然サプリメントを摂取していないことを知っているため、シングル・ブラインド手法ということになる。

全被検者に対して、サプリメント摂取期間中の6日間は、柔道の練習や食事の内容は通常通りとして、体調に大きな変化をもたらす可能性のある生活を慎むように指示した。

3. 測定項目

6日間のサプリメント摂取期間の前後で、体重、身体組成、総体水分量、間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンス、および等速性大腿筋力の測定を実施した。測定方法については下述する。

体重、身体組成、および総体水分量

インピーダンス法体脂肪率測定器（タニタ社製，TBF-102）を用いて測定を実施した。測定は、標準モードで行った。身体組成については、体脂肪率（%Fat）および除脂肪体重（LBM）を評価した。

間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンス

電磁ブレーキ式自転車エルゴメーター（コンビ社製，パワーマックスV）を、1秒毎にパワーを測定することができるように改造したものを用いた。自転車エルゴメーターの負荷（kp）をWingate Anaerobic Test⁴⁾に従い体重の7.5%として、10秒間の最大努力での自転車ペダリングを20秒間の休息を挟んで5回実施させた。この運動時間および休息時間は、Prevost et al.の研究¹⁶⁾を参考にして、クレアチン摂取が間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンスの改善に最も有効となるように設定した。結果を評価する際には、第1試行の10秒間のピークパワーおよび平均パワー、5回の試行の総仕事量、第1試行から第5試行の間のパワー低下率を用いた。

等速性大腿筋力

等速性筋力測定装置（Cybex社製，CBX-770）を用いて、右側の膝関節の伸展時および屈曲時におけるピークトルクを測定した。測定時の角速度は、0（アイソメトリック）、60、120、180、240、および300°/sの6種類とした。アイソメトリック筋力測定時の膝関節角度は、伸展力では70°（最大伸展位を0°）、屈曲力では10°とした。動的筋力の測定では、角度範囲は0～100°とした。各条件での測定は、それぞれ3回ずつ実施し、それらの最大値を記録した。なお、疲労の影響に配慮して、各条件での測定の間には1分以上の休息を設けた。

4. 統計処理

サプリメント摂取期間前後の差、各群間の差、およびそれらの交互作用について統計的に検出するため、繰り返しのある2要因分散分析（ANOVA）を用いた。サプリメント摂取期間前後の差について有意性が確認された場合には、どの群で有意であったのかを調べるため、繰り返しのある1要因ANOVAにより有意差検定を行った。その結果、複数の群においてサプリメント摂取期間の前後で有意差が確認された場合には、前後差の大きさが群間で異なるかどうかを検定するため、前後差について対応のないt検定を施した。

統計的有意性の判定に際しては、危険率が5%未満（ $P < 0.05$ ）であった場合に有意とみなした。

III. 結果

体重、身体組成、および総体水分量

Table 2に、各群におけるサプリメント摂取期間前後の体重、%Fat、LBM、および総体水分量（平均値±標準誤差）を示した。ANOVAの結果、いずれの項目においても、群間差およびサプリメント摂取期間前後の変化に統計的有意性は認められなかった。

間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンス

Fig. 1に、第1試行のピークパワーと平均パワー、および5回の試行の総仕事量について、サプリメント摂取期間前後の変化を示した。CR群およびPL群ともに、ピークパワー、平均パワー、総仕事量のいずれにおいても上昇する傾向がみられ、これらの変化はPL群のピークパワーの場合

表2 サプリメント摂取期間前後の体重, 体脂肪率, 除脂肪体重, および総体水分量
Table 2 Body weight, %Fat, LBM, and total body water before and after supplementation period

	Group	Before	After
Body weight (kg)	CR	71.7±2.5	72.5±2.6
	PL	74.0±3.4	74.8±3.2
	CON	67.8±2.6	67.3±2.8
%Fat	CR	11.8±1.2	11.8±1.3
	PL	12.2±0.9	12.7±1.1
	CON	10.5±0.8	10.0±0.9
LBM (kg)	CR	63.1±1.5	63.8±1.5
	PL	64.8±2.3	65.0±2.0
	CON	60.5±1.9	60.5±1.9
Total body water (kg)	CR	46.2±1.1	46.4±1.1
	PL	47.5±1.7	46.2±1.5
	CON	44.5±1.4	44.5±1.4

%Fat : 体脂肪率
LBM : 除脂肪体重
平均値±標準誤差

%Fat: Percent body fat
LBM: lean body mass
Values are average ± SE.

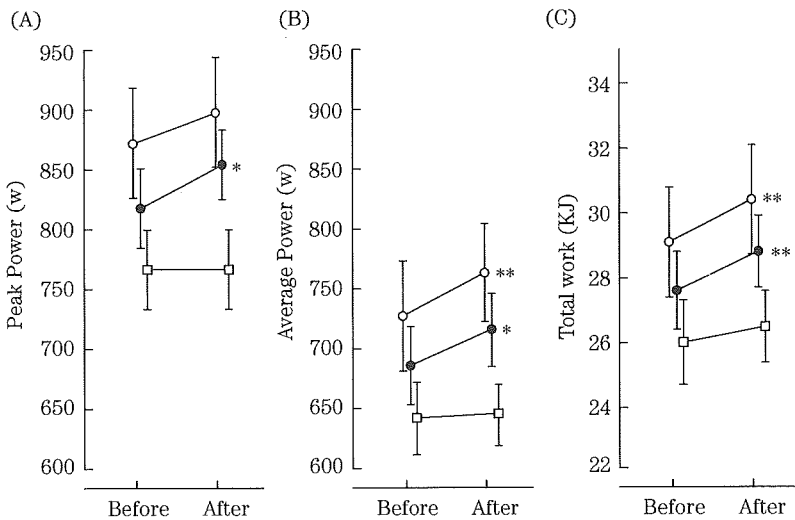


図1 最大自転車運動時における第1試行のピークパワーと平均パワー, および5回の試行の総仕事量の変化

●— CR群 ○— PL群 □— CON群
平均値±標準誤差
サプリメント摂取期間前後の差の統計的有意性
* : P<0.05 ** : P<0.01

Fig. 1 Changes in peak power and average power in first trial and total work of five trials during intermittent maximal cycling

●— CR group ○— PL group □— CON group
Values are average ± SE.
Statistical significance of difference between before and after supplementation period
* : P<0.05 ** : P<0.01

を除きすべて統計的に有意 ($P < 0.05$ または $P < 0.01$) であった。一方、まったくサプリメントを摂らせなかったCON群では、明らかな変化傾向を示さなかった。

平均パワーと総仕事量については、CR群およびPL群のいずれにおいても、サプリメント摂取期間の前後で有意な上昇が認められたが、両群の上昇の程度には有意差がみられなかった。

また、第1試行から第5試行の間のパワー低下率については、10秒間のピークパワーおよび平均パワーのいずれの場合においても、群間差およびサプリメント摂取期間前後の変化ともに統計的有意性が認められなかった。

等速性大腿筋力

Fig. 2 および Fig. 3 に、大腿筋力の測定結果を示した。Fig. 2 は膝伸展トルクを、また Fig. 3 は膝屈曲トルクを示している。

膝伸展トルクについては、CR群では、角速度 $0^\circ/s$ において、サプリメント摂取期間前後で統計的に有意 ($P < 0.05$) な上昇を示した。しかしながら、その他の場合においては、すべて顕著な変化を示さず、統計的にも有意差は認められなかった。なお、PL群の角速度 $0^\circ/s$ においては、統計的有意差は確認されなかった ($P = 0.058$) が、サプリメント摂取期間後に上昇する傾向がみられた (Fig. 2)。

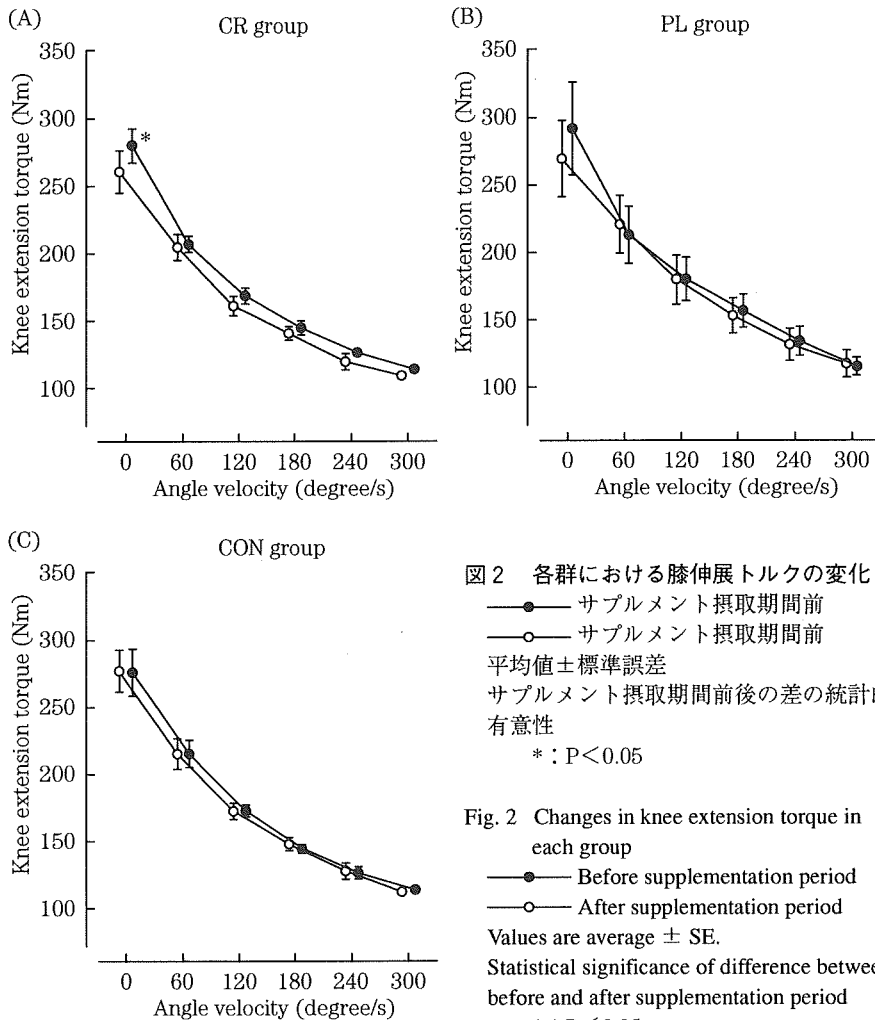
膝屈曲トルクに関しては、CR群およびPL群のいずれにおいても、すべての角速度でサプリメント摂取後に上昇する傾向がみられた。これらの上昇の内、CR群の60, 240, および $300^\circ/s$, PL群の60, 120, 240, および $300^\circ/s$ における変化に関しては統計的有意性 ($P < 0.01$) が認められた。一方、CON群ではどの角速度においても顕著な変化はみられなかった (Fig. 3)。CR群およびPL群ともに有意な上昇を示した、60, 240, および $300^\circ/s$ での膝屈曲トルクについて、サプリメント摂取期間前後の差をCR群とPL群とで比較したところ、有意な群間差は確認されなかった。

なお、膝伸展トルクおよび膝屈曲トルクともに、すべての各速度において、統計的に有意な群間差はみられなかった。

IV. 考察

従来、クレアチンを経口摂取することにより、骨格筋内のクレアチンリン酸濃度が高まることが確認されている。Balsom et al.³⁾, Greenhaff¹⁰⁾, および Harris et al.¹³⁾ に従えば、1日20gで1週間程度のクレアチン摂取により、筋内のクレアチンリン酸濃度は5~20%高まると考えられる。本研究で用いた、CR群の1日20g (5g×4回) で6日間のクレアチン摂取は、筋内クレアチンリン酸が高まることを確認した従来の研究におけるクレアチン摂取方法とほぼ同等の量・期間である。したがって、本研究においても、CR群では筋内においてクレアチンリン酸濃度が5~20%の範囲で高まっていたものと推測される。

クレアチン摂取後では、上記のような筋内のクレアチンリン酸濃度の上昇にともない、ATP再合成能の上昇¹⁰⁾、クレアチンリン酸再合成能の上昇^{11,12)}、クレアチンリン酸利用能の上昇^{7,17)}、乳酸蓄積の抑制¹⁾、アデニレートキナーゼ反応の抑制^{1,5)}などの生理・生化学的変化が生じ、その結果、間欠的な高強度自転車運動時におけるパフォーマンスや静的・動的筋力などが改善されると報告されている。Balsom et al.¹⁾ は、被検者に6秒間の高強度自転車運動を30秒間の休息を挟んで10回行わせ、クレアチンまたはプラセボの摂取前後でその結果を比較したところ、運動パフォーマンスはプラセボ群では変化しなかったが、クレアチン群では向上したと報告している。また、Greenhaff et al.¹²⁾ は、一般健康人にクレアチンを1日20g (5g×4回)、5日間継続して摂取さ

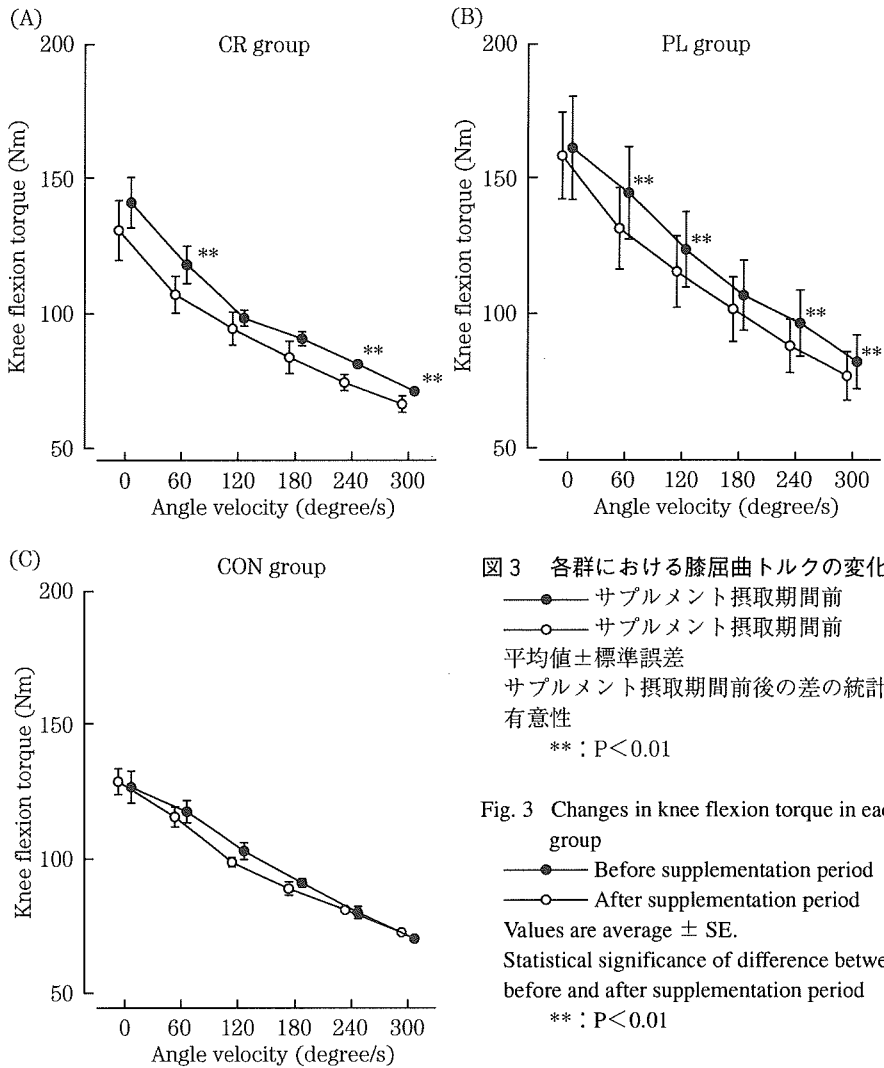


せ、その前後で全力の膝伸展30回を60秒間の休息を挟んで5セット行わせたところ、発揮された筋力はクレアチン摂取後に高まったと報告している。

本研究では、間欠的な最大自転車運動時における、第1試行のピークパワーと平均パワー、および5回の試行の総仕事量について、サプリメント摂取期間前後の値を比較した。その結果、クレアチン・サプリメントにより間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンスは改善されたが、一方でプラセボを摂取した場合においても同様の効果が認められた。すなわち、本研究では、間欠的な無酸素性パワーに及ぼすクレアチン・サプリメントの効果を実証することができなかった。

なお、第1試行から第5試行の間のパワー低下率については、従来の研究結果^{1, 2, 3, 12)}からCR群では小さくなる(パワーの持続能力が高まる)ことが予測された。しかしながら、本研究においては、パワー低下率はいずれの群においても有意な変化を示さなかった。

クレアチン・サプリメントが筋力向上に有効であることを示した研究は、前述のGreenhaff et al.¹²⁾の研究以外にもいくつかみられる。Earnest et al.⁸⁾は、よく鍛錬された被検者を対象として、



クレアチン・サプリメントが骨格筋パフォーマンスに及ぼす効果について検討したところ、荷重を挙上する筋力がクレアチン摂取後に高まったと報告している。また、Gordon et al.⁹⁾ は、心疾患患者にクレアチンを摂取させた結果、等速性大腿筋力が改善されたと報告している。

筆者らは、柔道選手を対象に、等速性大腿筋力に及ぼすクレアチン・サプリメントの効果について検討したが、その有効性については確認できなかった。本研究では、膝伸展トルクでは角速度 $0^\circ/s$ の条件でCR群が有意 ($P < 0.05$) な上昇を示したが、PL群およびCON群ではどの角速度でも有意な変化がみられなかった (Fig. 2)。これらの結果から、クレアチン・サプリメントは膝関節伸筋群のアイソメトリック筋力の改善に有効と考えることは可能であろう。しかしながら、PL群の各速度 $0^\circ/s$ の膝伸展トルクにおいても、統計的には有意ではない ($P = 0.058$) もの、サプリメント摂取期間後に高値を示す傾向がみられた (Fig. 2)。筆者らは、この結果を含めて考えると、クレアチン・サプリメントがアイソメトリックな膝関節伸展力に及ぼす効果について肯

定的にみることには慎重にならざるを得ないと考えた。また、膝屈曲トルクでは、CR群だけでなくPL群においてもサプリメント摂取期間後に上昇する傾向がみられ、その上昇の程度には両群間で差が認められなかった (Fig. 3)。筆者らは、これらの結果を総合的に検討した結果、クレアチン・サプリメントは柔道選手の等速性大腿筋力に明らかな改善をもたらさないと判断した。

本研究において、CR群のみならずPL群においても、間欠的な最大自転車運動時におけるパフォーマンスや膝関節屈曲力が高まった原因として、被検者のサプリメントそのもの（その内容にかかわらず）に対する心理的効果および測定に対する慣れの二つの可能性が考えられる。これらの内後者については、サプリメントをまったく摂らなかったCON群において、間欠的最大運動時のパフォーマンスや大腿筋力がほとんど変化しなかったことから、除外して考えることができる。

したがって、PL群における運動パフォーマンスの上昇は、心理的効果によるものではないかとの疑いもたれる。今回の研究では、被検者から実験に関する承諾を得るため、あらかじめ被検者に対し、従来の研究報告にもとづき、クレアチン・サプリメントが運動パフォーマンスの改善に有効となる可能性やその他の事項について詳細に説明した。その結果、被検者のほとんどがクレアチン・サプリメントに強い関心を示し（おそらくスポーツ選手では、多かれ少なかれそのような傾向があろう）、CR群およびPL群のいずれにおいても、クレアチンが与えられたことを強く期待して測定にのぞんでいるようであった。しかし本研究では、被検者の心理的側面に関する客観的評価は試みておらず、この点について解明することはできなかった。

いずれにしても、PL群の測定結果にクレアチン・サプリメント以外の何らかの要因が働いていたことは事実であろう。仮に、クレアチン・サプリメントが運動パフォーマンスを高めるために有効であるならば、CR群では、クレアチン・サプリメント以外の効果に上乗せして、クレアチン・サプリメントの効果が現れるはずである。しかしながら、本研究では、CR群とPL群とで、間欠的最大運動時のパフォーマンスや大腿筋力の上昇の程度に差はみられなかった。

したがって筆者らは、柔道選手を対象にした場合に、クレアチン・サプリメントが間欠的最大運動時のパフォーマンスや等速性大腿筋力を改善する明らかな効果を有するか否かについて、否定的に判断せざるを得なかった。しかしながら、これまでに報告された数多くの論文が、クレアチン・サプリメントが運動パフォーマンスの改善に有効であることを示していることを考えると、クレアチン・サプリメントが柔道選手の運動パフォーマンスを改善するかどうかについて結論づけるためには、さらなるデータの積み重ねが必要と思われる。

筆者らは、今回の測定結果から、柔道選手を対象にした場合には、クレアチン・サプリメントは間欠的最大自転車運動時におけるパフォーマンスや等速性大腿筋力を高めるような効果をもたらさないか、あるいは、仮に効果があったとしても、それは他の要因にかくれるほど小さなものでしかない、と考察した。

文献

- 1) Balsom PD, Ekblom B, Soderlund K, Sjodin B, Hultman E: Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise, *Scand J Med Sci Sports*, 3, 343-349, 1993.
- 2) Balsom PD, Soderlund K, Ekblom B: Creatine in humans with special reference to creatine supplementation, *Sports Med*, 18, 268-280, 1994.
- 3) Balsom PD, Soderlund K, Sjodin B, Ekblom B: Skeletal muscle metabolism during short duration high-intensity exercise: influence of creatine supplementation, *Acta Physiol Scand*, 154, 303-310, 1995.

- 4) Bar-Or O: The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity, *Sports Med*, 4, 381–394, 1987.
- 5) Birch R, Noble D, Greenhaff PL: The influence of dietary creatine supplementation on performance during repeated bouts of maximal isokinetic cycling in man, *Eur J Appl Occp Physiol*, 69, 268–270, 1994.
- 6) Burke LM, Pyne DB, Telford RD: Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers, *Int J Sport Nutr*, 6, 222–233, 1996.
- 7) Casey A, Constantin-Teodosiu D, Howell S, Hultman E, Greenhaff PL: Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans, *Am J Physiol*, 271, E 31–37, 1996.
- 8) Earnest CP, Snell PG, Rodriguez R, Almada AL, Mitchell TL: The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition, *Acta Physiol Scand*, 153, 207–209, 1995.
- 9) Gordon A, Hultman E, Kaijser L, Kristjansson S, Rolf C, Nyquist O, Sylven C: Creatine supplementation in chronic heart failure increases skeletal muscle creatine phosphate and muscle performance, *Cardiovasc Res*, 30, 413–418, 1995.
- 10) Greenhaff PL: Creatine and its application as an ergogenic aid, *Int J Sports Nutr*, 5, S 100–110, 1995.
- 11) Greenhaff PL, Bodin K, Soderlund K, Hultman E: Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis, *Am J Physiol*, 266, E 725–730, 1994.
- 12) Greenhaff PL, Casey A, Short AH, Harris R, Soderlund K, Hultman E: Influence of oral creatine supplementation of muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man, *Clin Sci*, 84, 565–571, 1993.
- 13) Harris RC, Soderlund K, Hultman E: Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation, *Clin Sci*, 83, 367–374, 1992.
- 14) Mujika I and Padilla S: Creatine supplementation as an ergogenic aid for sports performance in highly trained athletes: a critical review, *Int J Sports Med*, 18, 491–496, 1997.
- 15) Poortmans JR, Auquier H, Renaut V, Durussel A, Saugy M, Brisson GR: Effect of short-term creatine supplementation on renal responses in men, *Eur J Appl Physiol*, 76, 566–567, 1997.
- 16) Prevost MC, Nelson AG, Morris GS: Creatine supplementation enhances intermittent work performance, *Res Q Exerc Sport*, 68, 233–240, 1997.
- 17) Schneider DA, McDonough PJ, Fadel PJ, Berwick JP: Creatine supplementation and the total work performed during 15-s and 1-min bouts of maximal cycling, *Aust J Sci Med Sport*, 29, 65–68, 1997.
- 18) Terrillion KA, Kolkhorst FW, Dolgener FA, Joslyn SJ: The effect of creatine supplementation on two 700-m maximal running bouts, *Int J Sport Nutr*, 7, 138–143, 1997.