

報告・資料

クレアチン摂取の及ぼす最大無酸素パワーおよび血液成分への影響

Effect of creatine loading on maximum anaerobic power and blood parameter

豊岡崇・井田雅恵・澤田千栄・桑守正範

要約

110mハードルを専門とする陸上競技者（30歳，男性，身長176cm）を対象とし，2週間のクレアチン長期オーラル（経口）摂取の最大無酸素パワー（筋力及びスピード），および血液成分への影響を調査した。同時に食事調査も行い，被験者の栄養状態の把握を行った。

食事調査の結果，被験者はエネルギーと食塩相当量摂取量が多いものの，運動量を勘案すれば妥当な線であった。またクレアチン摂取前とクレアチン摂取後ではその摂取パターンに変化は見られなかったため，クレアチン摂取による食事パターンへの影響は認められなかった。

最大無酸素パワーはクレアチン摂取により有意な差は認められなかったものの増加傾向が認められた。

血液成分においては白血球数，CRN（クレアチニン）値に増加傾向が認められ，BUN（血中窒素）濃度，CPK（クレアチニンキナーゼ）値に減少傾向が認められた。

これらの結果より，クレアチンオーラル摂取により最大無酸素パワーの向上が期待できること，肝機能への副作用は心配ないレベルであること，クレアチン要求量が増加する可能性があることが示唆された。

目的

クレアチンは筋肉中に存在する高エネルギーリン酸結合の担体であり，ATP（アデノシン3リン酸）同様，エネルギー供与体として働く物質である。クレアチンは肝臓などでグリシン，アルギニン，メチオニンから合成された後，筋肉に取り込まれ，リン酸と結合してクレアチンリン酸（CP）として貯蔵される。ATPがリン酸を放出してADP（アデノシ2リン酸）になると，クレアチンリン酸がリン酸を与えて，ATPに戻す（ATP-CP系）。ATP生成の基質ともいえる筋肉中グリコーゲンの蓄積には限界があることもあり，クレアチンリン酸を筋肉中に蓄積させることは無酸素運動持続時間および最大無酸素パワー向上に繋がると考えられるため，高レベルの最大無酸素パワーを要求される陸上競技選手間で近年，サプリメントとしてクレアチンを経口摂取することにより，筋肉中にクレアチンを蓄積させ，無酸素運動時間の延長・パワーの向上を図る選手が増加してきている。著者も110mハードルを専門とする陸上競技者であるが，2年前からトレーニング効果向上と競技力（パフォーマンス）向上を目的としてサプリメントでのクレアチン摂取を導入している。しかしながらクレアチンは経口摂取となるため，サプリメントと同じく経口摂取となる食事の影響は無視できない。

そこで著者らは美作女子大学陸上競技部員7名を対象として，クレアチン摂取および食事摂取状況の及ぼ

す最大無酸素パワーへの影響の調査を企画した。またクレアチン摂取に関しては肉離れなどのスポーツ傷害が発生しやすくなる、肝機能に負担をかける、などの副作用が懸念されているが、本報告ではクレアチン摂取および食事摂取状況の変化による生体成分への影響を包括的に把握するべく、血液成分の分析を同時に行うこととした。本報告は前述の調査を行うに当たって調査法を確立するために著者を対象に行った予備実験である。

方法

調査対象は著者（身長176 cm, 30歳, 男性）とした。クレアチン負荷は平成12年10月14日から同年同月27日までの14日間、ウイダー・クレアチンモノハイドレート（森永製菓株式会社：クレアチン99%含有）を毎日トレーニング後にローディング期（摂取開始から5日目まで）は20 g（5 g×4回）、メンテナンス期（6日目以降）は5 gずつ経口摂取した。

最大無酸素運動時のパフォーマンステストはクレアチン非負荷条件下は平成12年10月11, 12日, 13日の3日間、クレアチン負荷条件下は平成12年10月25日, 26日, 27日の3日間測定した。測定は午前9時30分から午前10時までの間にすべて同じ条件で行った。

無酸素運動時のパフォーマンステストには自転車エルゴメーター（パワーマックスV：コンビ社）を使用し、10秒間の最大ペダリング（スプリント）を行い、回転数から消費ワット数を求めた。測定は負荷漸増方式によって行い、第1段階は4 K p, 第2段階は7 K p, 第3段階は10 K pであった。なお、測定開始前、ウォーミングアップは自転車の軽負荷による運動を含め、十分に行った。

体重および体脂肪率は最大無酸素パワー測定日に体脂肪計（T B F 110：タニタ社）のアスリートモードを用いて朝食前、排便前に測定した。

最大無酸素パワーを測定した同じ日の正午、「岡山健康づくり財団」に採血と血液成分調査を依頼した。測定項目は以下の通りである。白血球数, 赤血球数,

ヘモグロビン濃度, ヘマトクリット値, M C V値, M C H値, M C H C値, 血小板数, 全血比重, G O T値, G P T値, γ -G T P値, C P K値, 総ビリルビン濃度, 総コレステロール濃度, T R I G（トリグセライド）濃度, H D L C濃度, N a濃度, C l濃度, K濃度, C a濃度, I P濃度, B U N濃度, C R N濃度, U A（尿酸）濃度, 総リン（T P）濃度, アルブミン濃度, A/G比, 血糖値, L D L C濃度。

また食事状況による影響を考慮するため、平成12年10月7日から10月13日まで、および平成12年10月21日から27日までの各7日間、食事調査を行った。調査方法は被験者が摂取した食事内容と摂取重量を調査用紙に記録し、さらに食事内容をデジタルカメラで撮影するものであった。食事調査終了後、得られたデータを元に摂取した食品を栄養価計算ソフト「ヘルシーダイエット」を用いて摂取成分を算出した。計算で求めた食品成分は以下の通りである。エネルギー, タンパク質, 脂質, カルシウム, 鉄, A効力, ビタミンB 1, ビタミンB 2, ビタミンC, 炭水化物, 食塩相当量, 灰分, N a, K, P, コレステロール, 食物繊維。

この実験で得られたすべてのデータはクレアチン非負荷条件下のデータとクレアチン負荷条件下のデータごとに平均値を求め、両条件下のデータはBartlett検定により等分散であることを確認した後、studentのt検定により有意差検定を行い、平均値の差を比較した。

結果

著者を対象に行った食事調査の結果を表1に示した。表では両条件下の1週間の平均値と標準誤差を示したが、両条件下間で有意な差は認められなかった。表2にクレアチン摂取の有無による体重および体脂肪率の変化を示した。ここでも両条件下間に有意な差は認められなかったが、体重平均がクレアチン非負荷時に比べ、クレアチン負荷時で若干増加しているにも関わらず体脂肪率が減少していることから、除脂肪体重が増加している可能性が示唆された。

クレアチン負荷の有無による最大無酸素パワー比較

結果を表3に示した。第1ステップ、第2ステップ、第3ステップ、最大無酸素パワーともにクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において増加傾向が見られたが、有意な差は認められなかった。

クレアチン負荷の有無による血液成分の比較結果を表4に示した。白血球数はクレアチン非負荷条件下と

比較して負荷条件下において増加傾向が見られたものの有意な差は認められなかった。C R N値はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において増加傾向が見られたものの有意な差は認められなかった。C P K値はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において減少傾向が見られたものの有意な差は認められなかった。B U N濃度はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において減少傾向が見られたものの有意な差は認められなかった。その他のパラメーターの平均値にも大きな差は認められなかった。

表1 食事調査結果

	クレアチン非負荷 ¹⁾		クレアチン負荷 ²⁾	
エネルギー(kcal)	3837	± 798	3622	± 217
タンパク質(g)	167.5	± 35.7	157.0	± 26.7
脂質(g)	133.6	± 55.3	131.6	± 13.2
カルシウム(mg)	1592	± 983	1517	± 691
鉄(mg)	23.80	± 6.33	23.52	± 6.59
A効力(IU)	4800	± 1664	6178	± 2316
ビタミンB 1 (mg)	3.03	± 2.00	2.24	± 0.44
ビタミンB 2 (mg)	4.50	± 2.45	3.56	± 0.91
ビタミンC (mg)	178.3	± 62.3	206.8	± 38.1
炭水化物(g)	475.8	± 57.0	441.6	± 52.6
食塩相当量(g)	19.00	± 4.08	16.86	± 5.08
灰分(g)	35.95	± 5.99	34.33	± 9.74
N a (mg)	7363	± 1212	6649	± 2433
K (mg)	5441	± 1195	5555	± 800
P (mg)	2494	± 222.3	2319	± 373.2
コレステロール(mg)	537.8	± 220.2	640.3	± 295.8
食物繊維(g)	21.5	± 10.4	19.2	± 8.69

値は1日あたりの摂取量を平均±標準偏差で表示

¹⁾ 平成12年10月 7日～10月13日の7日間調査

²⁾ 平成12年10月21日～10月27日の7日間調査

表2 クレアチン負荷の有無による体重・体脂肪率の比較

	クレアチン非負荷		クレアチン負荷	
体重(Kg)	69.07	± 0.56	69.93	± 0.25
体脂肪率(%)	10.00	± 0.10	9.85	± 0.20

値は平均±標準偏差で表示

表3 クレアチン負荷の有無による最大無酸素パワーの比較

	クレアチン非負荷		クレアチン負荷	
第1ステップ ¹⁾ (r.p.m.)	205.0	± 1.73	209.7	± 1.52
第2ステップ ²⁾ (r.p.m.)	159.7	± 1.52	167.3	± 3.05
第3ステップ ³⁾ (r.p.m.)	109.0	± 8.72	118.7	± 4.93
最大無酸素パワー(W)	1105	± 19.46	1190	± 34.96

¹⁾ 負荷4.0 k p

²⁾ 負荷7.0 k p

³⁾ 負荷10.0 k p

値は平均±標準偏差で表示

表4 クレアチン負荷の有無による血液成分の比較

	クレアチン非負荷		クレアチン負荷	
白血球数($\times 10^3/\mu l$)	57.67	± 5.68	65.00	± 43.7
赤血球数($\times 10^3/\mu l$)	451.0	± 11.5	451.7	± 12.0
ヘモグロビン(g/100ml)	14.27	± 0.28	14.37	± 0.38
ヘマトクリット(%)	41.20	± 0.95	41.57	± 0.76
M C V (fl)	91.37	± 0.45	92.03	± 1.55
M C H (pg)	31.60	± 0.36	31.83	± 0.50
M C H C (%)	34.63	± 0.50	34.57	± 0.94
血小板数($\times 10^4/\mu l$)	26.23	± 0.21	25.67	± 1.00
全血比重	1.06	± 0.00	1.06	± 0.00
G O T (U/L)	33.67	± 5.03	32.33	± 1.53
G P T (U/L)	30.00	± 2.65	31.67	± 1.52
γ -G T P (U/L)	13.00	± 1.52	12.00	± 0.00
C P K (U/L)	853.7	± 72.2	726.6	± 75.6
T B I L (mg/100ml)	0.63	± 0.02	0.57	± 0.02
T C H O (mg/100ml)	173.7	± 4.93	179.6	± 3.78
T R I G (mg/100ml)	56.33	± 24.1	58.33	± 8.08
H D L C (mg/100ml)	73.00	± 5.29	73.67	± 0.57
N a (mEq/L)	141.7	± 1.15	140.7	± 0.57
C l (mEq/L)	107.3	± 2.08	107.3	± 2.52
K (mEq/L)	4.60	± 0.26	4.70	± 0.10
C a (mg/100ml)	9.10	± 0.35	9.23	± 0.14
I P (mg/100ml)	3.87	± 0.15	3.77	± 0.21
B U N (mg/100ml)	24.33	± 3.05	21.33	± 1.15
C R N (mg/100ml)	1.04	± 0.14	1.18	± 0.04
U A (mg/100ml)	5.53	± 0.49	5.37	± 0.30
T P (g/100ml)	7.27	± 0.31	7.10	± 0.26
A L B (g/100ml)	4.67	± 0.20	4.50	± 0.17
A / G 比	1.80	± 0.07	1.73	± 0.04
血糖値(mg/100ml)	81.30	± 6.43	85.00	± 3.61
L D L C (mg/100ml)	92.67	± 2.31	98.67	± 3.21

値は平均±標準偏差で表示

考察

食事調査の結果、エネルギー摂取量が調査期間を通して3600kcal以上と高い値なのは、被験者である著者が週に5ないしは6日、高強度、高頻度のトレーニングを行っていることが理由として考えられる。食塩相当量の摂取量も調査期間を通して16g以上と高い値となっているが、大量の発汗によるNaClの損失を補うためであろう。

クレアチン負荷の有無による最大無酸素パワー比較結果、第1ステップ、第2ステップ、第3ステップ、最大無酸素パワーともにクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において増加傾向が見られたが、有意な差は認められなかった。これは調査回数が3回と少なかったため、有意差が出にくかったこともあるが、クレアチン摂取による「期待」の効果も否定できない。2001年に本学陸上部員に行う実験においてはクレアチンの代わりにプラセボを用いた実験も行う必要が示唆された。

血液成分調査結果の比較結果、白血球数はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において、有意な差は認められなかったものの増加傾向が見られた。クレアチン摂取による白血球数の増加メカニズムは不明ではあるが、クレアチンを異物とみなして免疫系が亢進した可能性もある。白血球数は外的条件による変動の激しいパラメーターではあるが、来年度の実験で注目すべきパラメーターである。

C R N値はクレアチン非負荷条件下と比較して有意な差は認められなかったものの負荷条件下において増加傾向が見られた。クレアチン負荷条件下において血液中にその最終代謝産物であるC R Nが増加するのは妥当な結果であると推察される。

C P K値はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において有意な差は認められなかったものの減少傾向が見られた。C P Kは、骨格筋、心筋の可溶性画分を中心に存在する酵素で、細胞の損傷によって血液中に遊出する酵素であるが、長期のクレアチン摂取

の結果、身体が経口投与のクレアチン摂取に対して慣化し、クレアチン要求量が増加していることが考えられる。

B U N濃度はクレアチン非負荷条件下と比較して負荷条件下において減少傾向が見られたものの有意な差は認められなかった。B U Nは、血中の尿素に含まれる窒素分を表すもので、生理学的には尿素と同義であり、尿素はクレアチニン、尿酸などとともに、含窒素物質の終末代謝産物である。本報告ではクレアチン負荷条件下で減少するという結果となったが、長期のクレアチン摂取の結果、身体が経口投与のクレアチン摂取に対して慣化し、腎臓での再吸収能が促進されたことが考えられる。

U A、 γ -G T P、ヘマトクリット値には変化が見られなかったことから、クレアチン摂取による肝機能への副作用は本報告のような条件下では見られないことが確認された。

以上の結果より、クレアチン摂取により最大無酸素パワーの向上が期待できること、肝機能への副作用は心配ないレベルであること、クレアチン要求量が増加する可能性があることが示唆された。今後は尿中成分の測定を行うことによりクレアチン消失量を把握し、さらに包括的にクレアチンの体内での動向を探っていく予定である。また継続的に食事調査を行うことによってクレアチンの効果がもっとも発揮できる栄養状態を把握する方針である。

参考文献

- 1) Kamber M.,(1999),Creatine supplementation-Part1: Performance, clinical chemistry, and muscle volume, Medicine and Science in Sports and Exercise, 31, 1763-1769
- 2) Vuorimaa T.,(1999), Serum hormone and myocellulat protein recovery after intermittent runs at the velocity associated with VO2 Max., Eur.J.Appl.Physiol. 80, 575-581
- 3) Mujika I.,(2000), Creatine supplementation and sprint performance in soccer players, Medicine and Science in Sports and Exercise, 32, 518-525

(2000年12月1日 受理)