

## サプリメントの摂取が女子フロアボール選手に及ぼす影響

### The effects of supplement intake on female floorball athletes

須藤 明治\*, 山田 健二\*\*, 矢澤 一良\*\*\*

Akiharu SUDO, Kenji YAMADA and Kazunaga YAZAWA

#### Abstract

The current study examined subjective fatigue and sports performance when female floorball athletes either took or did not take a supplement for 30 days. Results indicated changes before and after intake in athletes taking the supplement. Fatigue was significantly alleviated overall and in the torso. In addition, upper arm fatigue and sleep decreased significantly in athletes not taking the supplement. A comparison of athletes not taking the supplement to those taking the supplement after intake indicated that athletes taking the supplement were in significantly better overall condition. A comparison of sports performance indicated that athletes taking the supplement improved significantly on a seated toe touch, increasing from an average of 48.6 cm pre-intake to an average of 51.8 cm post-intake. Essential fatty acids ( $\omega$ 3 polyunsaturated fatty acids), DHA and krill oil in phospholipid form are taken up by the cell membrane. DHA and krill oil enhance cell and tissue function in the body by prompting cells to take up nutrients and quickly eliminate waste products. DHA and krill oil also have 2 other actions: "producing energy" via reduced coenzyme Q10 and "antioxidant action" by inhibiting physical deterioration. Astaxanthin has "antioxidant action," which involves antioxidant action, anti-fatigue action, antiinflammatory action, enhanced immunity, and enhanced endurance. Based on the current findings, the 2 actions of DHA and krill oil and the action of astaxanthin presumably led to recovery from overall fatigue. Leucine augmented muscle protein synthesis, presumably resulting in muscles of joints in the legs, knees, hips, and back recovering from fatigue. Two amino acids, leucine and arginine, efficiently produce energy through the citric acid cycle (a system for energy metabolism) and hasten recovery from fatigue. Thus, they may have helped athletes engaged in strenuous training like that in this study to recover from fatigue. In addition, citrulline is a vasodilator that presumably increased the flexibility of blood vessel walls.

*Key words; Antioxidant action, Physical fatigue, Sports performance*

\* 国士館大学体育学部 (Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\* 国士館大学体育学部非常勤講師 (Lecturer Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

\*\*\* 早稲田大学ナノ・ライブ創新研究機構 (Waseda University Research Organization for Nano & Life Innovation)

## はじめに

抗酸化作用を有するサプリメントの摂取は、老化予防、疲労回復、健康維持増進に対して重要な働きをもたらすと考えられている<sup>1)</sup>。また、高負荷でのトレーニング後の超回復は、スポーツ選手のパフォーマンスを向上させるためにも重要であり、疲労回復はトレーニング効果の向上に重要である。さらに、超高齢社会となり、高齢者の筋力低下、特にフレイル・サルコペニアといった運動不足や日常生活活動の減少により筋肉量が減少し、歩行をはじめとした日常生活が困難になってしまうロコモティブシンドロームを発症してしまうケースが多く見受けられ、介護施設での負担が大きな社会問題となっている。高齢化とともに日本では認知症の罹患率も高く、その対策も即急を要するといわれている。これら的高齢者の筋力低下は、身体活動や運動が考えられ、若い時からの定期的な運動が大切であると言われているが、日常的な身体活動量も少ないことに加え、食事での咀嚼の減少から、食事が減ってしまい摂らなければならない食品を摂取できないこともある。高齢者だけでなくヒトにとって、食事や栄養素を摂取し、身体の維持に努めることは重要であると考えられる。

また、抗酸化物質は炎症抑制作用によってBDNF（脳由来神経栄養因子）の増加から認知症予防に貢献するとも言われている<sup>1)</sup>。このことから、抗酸化作用を有する食事することは活性酸素の増加を抑えることに繋がると考えられる。さらに、食事だけでなく簡易に抗酸化作用を有するサプリメントなどを摂取することで、高齢者をはじめ運動習慣がある人にとっても有効であると考えられる。

そこで、本研究は抗酸化作用を有するとされるアスタキサンチン<sup>2)</sup>、シミやくすみの発生を防ぎ、肌の白さ、美しさを保つことができる還元型コエンザイムQ10<sup>3)</sup>、

筋タンパク質の合成に大きく関わっているとされるロイシン<sup>4)</sup>、肝臓内の尿素回路の働きを高めてアンモニアを尿素に変換し体外に排出する作用を早めることにより脳疲労の回復に貢献するアルギニン<sup>5)</sup>、血管拡張作用があり血流の促進によりトレーニング効果を高めるシトルリン<sup>6)</sup>、青魚に含まれる血液サラサラ成分と動脈硬化や糖尿病の予防によって生活習慣病の予防に有効であるとともに脳における情報伝達の活性化による認知症の改善に寄与すると考えられている必須脂肪酸（ $\omega$ 3系多価不飽和脂肪酸）のDHA<sup>3,7)</sup>、脳の血流量の改善や情報処理速度の向上に寄与するクリルオイルの7つの成分が配合されたサプリメント（以下、V7）を作成し、30日間摂取した時の疲労感や体調、スポーツパフォーマンスの変化を観察した。

## 材料・方法

本研究の被験者は体育系大学女子ソフトボール部に所属する11名とした（表1）。そのうち7名には摂取群、4名に非摂取群とした。サプリメントの内容を表3に示した。1粒当たりのV7の主な7つの成分量は、還元型コエンザイムQ10；5mg、DHA；5mg、クリルオイル；5mg、アスタキサンチン；60mg、シトルリン；3mg、アルギニン；3mg、ロイシン3mg、である（表3）。被験者には、1日あたり1粒を1回摂取させた。（サプリメントの形状は全く同じであり、被験者及び群分けは無作為に選定した。この配合量については、メカニズムの異なる場所にて働く成分の合剤であることから、それぞれ少量であっても相互補完もあると考え、一つひとつ単独ではそれぞれあまり効果が期待できない可能性はある事を踏

表1 被験者の身体的特徴

Group	n	年齢 (yrs)	身長 (cm)	体重 (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
摂取群	7	19.5±1.0	159.6±8.5	57.1±5.7	22.5±1.6
非摂取群	4	18.0±0.0	160.6±5.3	58.9±9.6	22.1±3.2
					平均値±標準偏差

表2 女子フロアボールの主な練習メニュー

日付	内容	強度	時間
2019. 5. 24	①フライの練習	弱	10分
	②ダイレクトのパス練習	弱	10分
	③シングル(ゴールに対して半円を描くように走りながらパスを受けシュートをする練習)	中	10分
	④シュート練習	弱	10分
	⑤ゲーム	強	90分
2019. 5. 28	①ドリドリ(2人組でドリブル、1対1、半円キープ)	強	15分
	②ルックアップのパス練習	弱	10分
	③シングル	中	10分
	④シュート練習(スラップ、リスト)	弱	10分
	⑤ゲーム	強	90分
2019. 5. 31	①ドリドリ	強	15分
	②3-3のパス回し(3人対3人で決められた範囲の中でパス回しを行う)	強	15分
	③シングル	中	10分
	④エルチキ(2対1をL字の形で行う)	中	10分
	⑤ダダダ(ゴールに向かって一人ずつ走りながらシュートを打つ)	中	5分
	⑥ゲーム	強	75分
2019. 6. 4	①ドリドリ	強	15分
	②3-3のパス回し	強	15分
	③シングル	中	10分
	④真ん中からボール出しのシュート	弱	10分
	⑤3カ所のリスト(3カ所からリストシュートを打つ)	弱	10分
	⑥ゲーム	強	75分
2019. 6. 7	①とりかご(基本的に5人1組で行われ、4人がパス回しをして1人がパスカットをする)	中	10分
	②ドリドリ	強	15分
	③シングル	中	10分
	④4カ所(4カ所からシュートを打つ)	中	20分
	⑤ゲーム	強	75分
2019. 6. 12	①フルコートで3人でパス回し(実際のコートの中で3対3でパス回しをする)	強	15分
	②シングル	中	10分
	③4カ所の2カ所まで(4カ所のメニューの2カ所目まで行う)	中	10分
	④ブラインド&リバウンド1対1(シュートを打ってくるのに対してブラインドに入るか、リバウンドに入るかを決める)	中	10分
	⑤スクエア風 片面でのシュートorブラインド(スクエアのように行い、シューターと中に一人いて中に入る人がシュートを打たせるのか、ブラインドに入るのかを決める)	中	15分
	⑥フルコートでカウンター(2チームに分かれてフルコートで2対2でカウンターの実習を行う)	強	20分
	⑦ゲーム	強	60分
2019. 6. 14	①ドリドリ	強	15分
	②シングル	中	10分
	③スクエア(ゴール裏を使いながらスクエア型にパスを回し、最後中に入る人がシュートを打つ)	中	15分
	④エルチキ	中	10分
	⑤ダダダ	中	5分
	⑥セットプレー(ボールが出た時や、ファールになった時に行うセットプレーの練習を攻めと守りに分かれて行う)	中	15分
	⑦パワーキル(ペナルティで1人抜けた時の、攻撃と守りの練習)	強	10分
	⑧ゲーム	強	60分

2019. 6. 18	①ランパス(2カ所に分かれてパスをして逆側に走るとい う事を繰り返す) ②シングル ③エルチキ ④スクエア風 片面でシュートorブラインド ⑤パワーキル ⑥ゲーム	強 中 中 中 強 強	10分 10分 10分 15分 10分 75分
2019. 6. 21	①ドリドリ ②シングル ③スリーメン(ゴールに向かって3人でリードパスを繋ぎ シュートを打つ) ④4カ所 ⑤パワーキル ⑥ゲーム	強 中 強 中 強 強	15分 10分 10分 10分 10分 75分
2019. 6. 25	①ランパス ②シングル ③マシマシ(最初は決まった人数で3対3を行うがパスを 出すことによって人数を増やすことができる) ④スクエア(スクエア型にパスを回し最後にシュートを打 つ) ⑤パワーキル ⑥ゲーム	強 中 強 中 強 強	10分 10分 15分 15分 10分 75分
2019. 6. 28	①ランパス ②シングル ③シュートからの2対1(シュートを真ん中に打ってから2対 1が始まる) ④縦リスト(ゴールに向かって縦方向のリストのシュート 練習) ⑤ゲーム	強 中 中 中 強	10分 10分 10分 10分 90分

まえた上で、合剤による総合効果が期待できるのではないかと考え処方した。尚、サプリメント摂取期間中、週2回、一回約3時間の技術練習を行い、主観的な疲労度としては、弱から強い3の強度範囲で中程度の練習を行った(表2)。尚、被験者には、研究の目的、内容等について十分な説明を行い、同意を得られた者を対象とした。また、本研究は、国士舘大学体育学部研究倫理委員会の審査の承認を受けて実施した。このサプリメントを30日間摂取させた時の

主観的な疲労度についてアンケート用紙(表4)を用いて調査した。アンケートは実施前、1週間後、2週間後、3週間後、終了後に記入してもらった。調査項目は、疲労度、体調(痛みの程度)、睡眠、肌、眼精疲労であり、5段階(5…非常に

表3 V7およびプラセボのサプリメント成分表

成分名	成分量	含有量
V7(1粒当たり)		
還元型コエンザイムQ10	5mg	96%以上
DHA	5mg	23.0g/100g以上
クリルオイル	5mg	100%
アスタキサンチン	60mg	5.0%以上
シトルリン	3mg	99.0~101.0%
アルギニン	3mg	98.0~102.0%
ロイシン	3mg	98.0~102.0%
ホエイプロテイン	4mg	
MCTオイル	152mg	
乳化剤①	30mg	
乳化剤②	30mg	
	計300mg	

1日あたり1粒を1回摂取

良い、4…良い、3…普通、2…悪い、1…非常に悪い)での評価を行った。さらに、スポーツパフォーマンステストとして、実施前と終了後に新体力テストを実施した。

本研究における測定値は、平均値±標準偏差で

表4 主観的疲労度のアンケート調査用紙

疲労度	(全身)	5	4	3	2	1
	(脚)	5	4	3	2	1
	(体幹)	5	4	3	2	1
	(上肢)	5	4	3	2	1
体調 (痛み)	(全身)	5	4	3	2	1
	(腰)	5	4	3	2	1
	(膝)	5	4	3	2	1
	(股関節)	5	4	3	2	1
	(背中)	5	4	3	2	1
	(肩)	5	4	3	2	1
睡眠		5	4	3	2	1
肌	(シミ)	5	4	3	2	1
	(くすみ)	5	4	3	2	1
	(ハリ)	5	4	3	2	1
	(美白)	5	4	3	2	1
物忘れ		5	4	3	2	1
眼精疲労		5	4	3	2	1

5...非常に良い、4...良い、3...普通、2...悪い、1...非常に悪い

示した。主観的な疲労度及び体調の実施前後の比較には、対応のある t 検定を用いて分析した。群間比較については、対応のない t 検定を用いて分析した。有意水準は危険率 5% をもって有意とし、統計処理にはエクセル統計 2010 を用いて解析した。

## 結果

### 1) 摂取群における PRE と POST の変化

摂取群における PRE と POST の変化は、疲労度では全身および体幹において統計上有意に向上していた (表 5)。

### 2) 非摂取群における PRE と POST の変化

プラセボにおける PRE と POST の変化は、疲労度の上肢、睡眠において統計上有意に低下していた (表 5)。

### 3) 摂取群と非摂取群の POST の比較

摂取群と非摂取群の POST の比較の結果、体の調子の全身において統計上有意に摂取群が高値を示した (表 6)。

### 4) スポーツパフォーマンスの比較

摂取群における PRE と POST の長座体前屈が平均 48.6cm から 51.8cm に統計上有意に向上していた (図 1)。

## 考察

体育系大学女子フロアボール部に所属している選手にとって、普段の練習が多く常に疲労と回復を繰り返しながらパフォーマンスを向上させていることから、今回のサプリの効果は大変意味があるのではないかと考えられた。非摂取群との差は、疲労度の脚で 19%、体幹で 26%、上肢 33%、睡眠

表 5 サプリメント摂取前後の主観的疲労度

		摂取群		非摂取群		
		Pre	Post	Pre	Post	
疲労度	全身	3.0±0.8	3.4±0.5 *	3.3±1.5	2.8±1.0	
	脚	2.9±0.9	3.1±0.9	3.5±1.3	3.0±0.8	
	体幹	2.9±1.1	3.3±0.8 *	3.3±1.3	2.8±0.5	
	上肢	3.0±1.0	3.4±0.5	3.5±1.3	2.8±0.5	#
体の調子	全身	3.3±1.0	3.4±1.0	3.8±1.5	2.8±1.0	
	腰	3.6±1.1	3.4±1.3	3.5±1.9	3.3±1.3	
	膝	3.3±1.3	3.3±1.4	3.5±1.9	3.8±1.0	
	股関節	3.6±0.8	3.6±0.5	3.5±1.9	3.0±0.8	
	背中	3.6±0.8	3.6±1.0	3.5±1.9	3.5±1.0	
	肩	3.6±0.8	3.6±1.0	3.8±1.5	3.0±0.8	
睡眠		3.0±0.8	3.0±1.4	2.8±1.5	1.8±1.0 *	
肌	シミ	3.0±1.4	3.9±1.1	3.3±1.3	3.5±1.0	
	くすみ	3.0±1.4	3.6±1.0	2.0±0.8	3.5±1.0	
	ハリ	2.6±1.1	3.9±0.7 **	2.8±1.0	3.3±1.3	
	美白	2.3±1.3	3.4±1.3 *	2.0±0.8	3.3±1.3	
物忘れ		2.4±1.1	3.1±0.7	2.8±0.5	3.3±1.3	
眼精疲労		2.4±1.3	3.3±1.0 **	2.5±1.3	3.3±1.3	
合計点		51.3±14.7	58.3±11.4 **	53.0±16.3	52.3±9.5	

\*:p<0.05, \*\*:p<0.01 (Pre vs Post).

#:p<0.05 (Post vs Post).

平均値±標準偏差

表6 サプリメント摂取前後の主観的疲労度の変化率

変化率	摂取群	非摂取群	
疲労度	全身	119.0±24.4	90.0±20.0
	脚	119.0±42.4	90.0±20.0
	体幹	126.2±38.3	90.0±20.0
	上肢	133.3±74.5	87.9±41.8
体の調子	全身	107.1±27.0	76.7±17.6 *
	腰	99.5±37.5	115.0±59.7
	膝	102.4±27.9	165.0±157.8
	股関節	103.8±24.9	110.0±62.2
	背中	101.2±25.7	140.0±108.3
	肩	101.2±25.7	100.0±71.2
睡眠	101.2±40.4	65.0±23.8	
肌	シミ	173.8±150.3	127.5±83.8
	くすみ	145.2±80.9	200.0±91.3
	ハリ	172.6±67.5	118.8±23.9
	美白	175.0±77.7	212.5±193.1
物忘れ	166.7±100.0	120.8±45.9	
眼精疲労	160.7±70.5	193.8±204.5	
合計点	116.6±14.3	104.0±27.5	

\*:p<0.05. 平均値±標準偏差

※PREを100%とした際の変化率

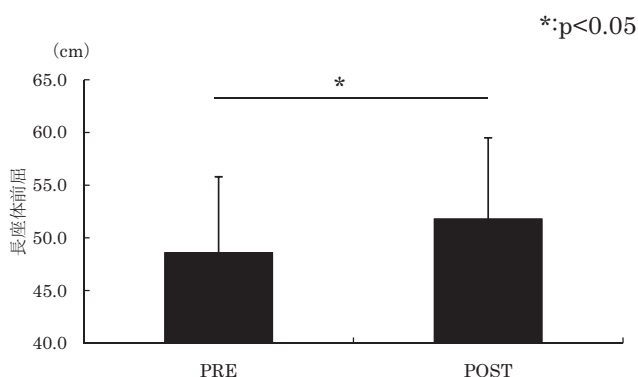


図1 サプリメント摂取前後の長座体前屈の比較

36%、肌のシミで46%、ハリで48%、合計点12%の差があった。これらの結果は、アスタキサンチンのもつ「抗酸化作用」である抗酸化、抗疲労、抗炎症、免疫強化、持久力強化といった生存の戦略として利用している物質により<sup>2,4)</sup>、このような結果が得られたのではないかと考えられた。また、還元型コエンザイムQ10の主な働きは、摂取した

栄養をエネルギーに変換する「エネルギーの生産」と、体の老化を抑制する「抗酸化」の2つがあり<sup>2,7)</sup>、エネルギーをより多く必要とするアスリートにとっては高いパフォーマンスの発揮に不可欠ではないかと考えられた。運動することにより筋肉は疲労し、体内の酸性とアルカリ性のバランスがくずれることで疲れが生じ、臓器の疲労はエネルギーが不足して臓器の働きが低下することで全身に疲れが生じるといわれている。それらの疲労に対して、ロイシン<sup>4,8)</sup>の筋タンパク質の合成によってそれを補っているのではないかと考えられた。また、一般にアミノ酸のうち、ロイシン・アルギニン<sup>9)</sup>の2つはTCA回路（エネルギー代謝システム）でエネルギーを効率よく生み出し、疲労の回復を早めるといわれていることから、本研究のような毎日繰り返されるハードなトレーニングを行っている選手に対しての疲労回復に貢献したのではないかと考えられた。特に、アウターマッスルの疲労は、関節位置を不安定化させ、スムーズな動きを阻害することが知られていることから、アウターマッスルの休息、インナーマッスルの強化が近年注目されている。それを踏まえると、筋疲労の回復によって、近位の関節の痛みが改善したのではないかと考えられた<sup>10)</sup>。シトルリンには血管拡張作用があり、血流の促進により運動パフォーマンスを向上させる効果があること<sup>6)</sup>から、長座

体前屈の向上につながったのではないかと推測された。また、必須脂肪酸（ $\omega$ 3系多価不飽和脂肪酸）のDHA・クリアオイル<sup>7)</sup>が細胞膜に取り込まれリン脂質となって、栄養素を細胞に取り込み、老廃物をすばやく排出することで、細胞や組織の機能を活発にし、疲労回復に貢献したのではないかと推察された。また、本稿はスポーツパフォー

マンスレベル向上のサプリメントの研究開発の成果を示したものであるが、中高齢者のスポーツ愛好家や、近年の社会問題である超高齢社会におけるロコモティブシンドロームの改善やサルコペニア予防にも広く応用されるべき成果であると考えている。

## 結 論

本研究では摂取群と非摂取群を30日間摂取させたときの主観的な疲労度とスポーツパフォーマンスを検討した。その結果、摂取群におけるPREとPOSTの変化は、疲労度では全身および体幹において統計上有意に向上していた。

また、非摂取群におけるPREとPOSTの変化は、疲労度の上肢、睡眠において統計上有意に低下していた。摂取群と非摂取群のPOSTの比較の結果、体の調子の全身において統計上有意にV7が高値を示した。スポーツパフォーマンスの比較では、摂取群におけるPREとPOSTの長座体前屈が平均48.6cmから51.8cmに統計上有意に向上していた。

これらの結果は、必須脂肪酸( $\omega$ 3系多価不飽和脂肪酸)のDHA・クリルオイルが細胞膜に取り込まれリン脂質となって、栄養素を細胞に取り込み、老廃物をすばやく排出することで、体内の細胞や組織の機能を活発にし、更に、還元型コエンザイムQ10の「エネルギーの生産」と、体の老化を抑制する「抗酸化」の2つの作用、アスタキサンチンのもつ「抗酸化作用」である抗酸化、抗疲労、抗炎症、免疫強化、持久力強化の作用から全身の疲労度の回復をもたらしたことにより得られた効果ではないかと考えられた。次に、ロイシンが筋タンパク質の合成により補っていたことにより、脚、膝、股関節、背中といった各関節の筋の疲労度が回復したのではないかと考えられた。そして、一般にアミノ酸のうち、ロイシンやアルギニンなどはTCA回路(エネルギー代謝システム)でエネルギーを効率よく生み出し、疲労の回

復を早めるといわれていることから、本測定のようなハードなトレーニングをこなしている選手に対しても疲労回復に貢献し、さらに、シトルリンには血管拡張作用があり、柔軟性にも効果を発揮したのではないかと考えられた。

## 助成元

本試験を実施するにあたり、サプリメントを提供して頂いたのは三生医薬株式会社である。

## 参考文献

- 1) 橋本道男. 食事・運動と認知症予防. 老年期認知症研究会誌. 2016; 20 (4): 26-31.
- 2) 塚原寛樹, 松山明正, 阿部哲朗ら. アスタキサンチン含有飲料の肌におよぼす影響. 日本補完代替医療学会誌. 2011; 13 (2): 57-62.
- 3) 菅野直之. コエンザイムQ10. 日歯周誌. 2017; 59 (2): 63-67.
- 4) 鈴木良雄. スポーツにおけるアミノ酸の使用法とその効果. 順天堂医学. 2011; 57: 95-99.
- 5) Suzuki T, Morita M, Kobayashi Y, et al. Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized placebo-controlled 2-way crossover study. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2016; 13: 6.
- 6) 大森肇. 高強度運動により出現する疲労をシトルリン投与が抑制する機序. 日本体育学会大会予稿集第67回2016.
- 7) 韓力, 辻智子. n-3系脂肪酸素材クリルオイルの機能性. 脂質栄養学. 2014; 23 (1): 23-28.
- 8) 竹垣淳也, 近藤浩代, 藤野英己. 悪液質による筋萎縮に対する抗酸化物質を用いた栄養サポートの予防効果. 41 Suppl. (2) (第49回日本理学療法学会大会抄録集)
- 9) 田川辰也, 青木るみ子, 境田靖子ら. アルギニンによる血管拡張機能増強効果に対する抗酸化ビタミンの影響に関する研究. 西南女学院大学紀要. 2017; 21: 125-134.
- 10) 須藤明治. 水中運動処方II. 文化書房博分社. 2012; 44-45.