

## 作業負荷時における末梢循環動態に対する カシス抽出物摂取の影響

竹並 恵里\* 倉重(岩崎)恵子\* 松本 均\* 永澤 健\*\* 上田千穂子\*\*  
北原 綾\*\* 長田 卓也\*\* 勝村 俊仁\*\* 浜岡 隆文\*\*、\*\*\*

**要 旨:** タイピング作業負荷時の末梢循環動態へのカシス抽出物(BCA)摂取の影響を、近赤外分光法(NIRS)を用いたクロスオーバー二重盲検法にて検討した。30分間の間歇的タイピング負荷中の筋酸素動態を2条件にて測定したところ、負荷により誘発された僧帽筋肩部の酸素濃度低下がBCA摂取により軽減された。BCA摂取は末梢循環を改善すると推察され、末梢循環障害を一因とする頸肩腕障害軽減に有効である可能性が示唆された。(J. Jpn. Coll. Angiol., 2003, 43: 331-334)

Key words: NIRS, Peripheral circulation, Black currant, Anthocyanin, Stiff shoulder

### 序 言

近年、労働態様の変遷に伴う上肢帯の過度な緊張、長時間に及び座位姿勢の持続により、頸肩腕障害を訴える労働者が増加している。頸肩腕障害は種々の原因で発症するとされるが、共通する要因として局所の循環障害が示唆されている<sup>1)</sup>。非侵襲的に深部組織循環動態が測定可能なNIRSが開発されたことにより、近年ではNIRSを用いた頸肩腕障害と筋組織中の循環動態を検討した報告がなされている<sup>2,3)</sup>。これらの研究から、NIRSによる筋組織循環動態の測定が、頸肩腕障害の評価指標として有効であるものと考えられる。筆者らは、カシス抽出物(以下BCA)の有効成分と考えられるアントシアニンが、代謝を受けずに血中へ移行すること<sup>4)</sup>、血漿中においてラジカル消去活性を有すること<sup>5)</sup>、2時間のタイピング作業負荷で発生する自覚的疲労が軽減されることを報告している<sup>6)</sup>。また血液循環に関して、ラット胸部大動脈の弛緩効果を確認しており<sup>7)</sup>、さらにサル血液濾過性改善作用<sup>8)</sup>、ラットの毛細血管透過性改善作用<sup>9)</sup>などの報告もあり、BCAの末梢循環障害に対する改善効果が期待されている。そこで筆者らは、BCA摂取の末梢循環改善作用について検討し、作業負荷によって誘発される局所の血流低

下に対する作用を評価した。本研究ではNIRSを用い、実験的に誘発される頸肩腕障害による循環不全モデル<sup>9)</sup>における、BCA摂取の末梢循環動態への影響を検討した。

### 測定方法

近赤外分光装置はOMRON社製HEO-200を用い、測定部位である右僧帽筋肩部には分離型プローブを装着し、送受光間距離を3cmに固定し、僧帽筋肩部における血液酸素動態を測定した。筋電図測定は、UNIQUE MEDICAL社製UPS-800を使用し、表面電極導出法により筋放電量を測定した。電極は直径1cmの小型生体用電極を用い、実験中連続的に記録した。得られた筋電図を全波整流の上、平均化することによりroot mean square(RMS)を求め筋放電量とした。RMS値は作業負荷前の安静時を0%、僧帽筋の等尺性最大随意収縮力(MVC)発揮時の値を100%として標準化し相対値による評価を行った。筋硬度計(井元製作所PEK-1)を用い、得られた測定値を筋硬度の指標とした。血圧、心拍数は左上腕に取り付けた自動血圧計(A&D社TM-2421)により測定した。

### 対象と投与および測定プロトコール

日常から頸肩腕障害の自覚症状を持つ成人健常者で、右僧帽筋肩部の脂肪層が薄い者11名(男性8名、女

\* 明治製菓株式会社ヘルス・バイオ研究所

\*\* 東京医科大学衛生学公衆衛生学教室

\*\*\* 鹿屋体育大学スポーツ科学講座

2003年3月1日受付 2003年8月11日受理

性3名, 39.0±16.7歳)を対象とした。事前に実験の目的, 方法, 実験に伴う危険性, 実験参加の任意を説明後, 文章にて参加を申し込んだ被験者について, 明治製菓株式会社ヘルス・バイオ研究所の「食物等摂取試験に関する取り扱い」に従い, ヘルシンキ宣言の主旨に則り実施した。

被験物質のカシス抽出物(BCA)はカシスポリフェノール(アントシアニン10.8%含む)を, またプラセボとして等熱量のショ糖を用い, クロスオーバー二重盲検法により実験を実施した。被験食物は, BCA7.7mg/kg体重またはプラセボ(ショ糖0.57mg/kg体重)を充填した不透明のカプセルとした。投与は14日間毎日とし, BCAとプラセボ投与の間は1週間のwash-out期間をおいた。試験当日は, 試験開始2時間前にカプセルを摂取し, 被験者は座位姿勢にて30分以上の安静を保った後, 右僧帽筋肩部を被験部として, 筋腹中央部の皮膚表面の筋線維に沿って, NIRSのプロープと表面筋電図電極を装着した。MVCを2回実施した後, 先行研究の方法<sup>9)</sup>に準じて, 実験的頸肩腕障害を誘発することを目的として, 5分間のタイピング作業と1分間の休息を1セットとし, 6セットの作業負荷を連続して行った。この作業負荷には, 被験者の肩峰とほぼ同じ高さに置いたノート型パソコンを用い, 手根部を机に置かず指先のみがキーボードに触れるようにし, タイピングソフト(Type-S S.YAM.net)を用い日常作業とほぼ同じ速度で入力作業を行った。筋硬度測定はNIRSのプロープを装着した右僧帽筋肩部上を測定部位とし, 作業負荷前後に行い, 5回の測定値の平均値を算出した。血圧および心拍数の測定は作業負荷前の安静時, 各MVC後, 各5分間の作業負荷直後, 作業負荷終了後に行った。

### 統計処理

各変数の値は, 平均値±標準誤差で示した。2群の平均値間の差の検定には対応のあるt検定を用いた。経時的変化の差の検定には繰り返しのある一元配置の分散分析を用い, 有意差が得られた場合にはDunnett法を用いて事後検定を行った。

### 結 果

作業負荷中の総ヘモグロビン量と酸素化ヘモグロビン量および筋電図RMS値の経時的変化の例をFig. 1に示

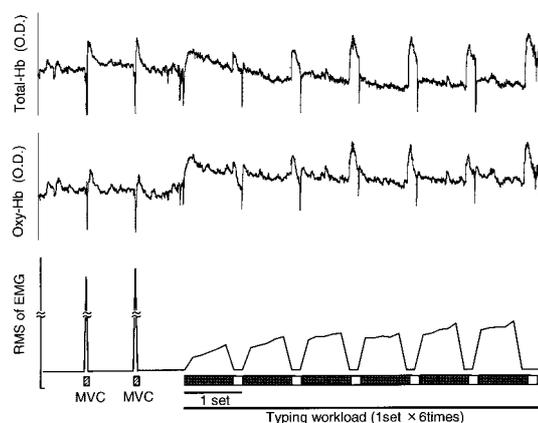


Figure 1 Typical kinetics of total hemoglobin (total-Hb), oxygenated-Hb (oxy-Hb), and root mean square (RMS) of electromyography (EMG).

した。Table 1に, 作業負荷中の両群における酸素化ヘモグロビン変化値と筋電図RMS値の経時的変化を示した。BCA群では作業中は, 負荷前のレベルに対し, 酸素化ヘモグロビン量に有意な変化は見られなかった。一方, プラセボ群では作業負荷3セット目から, 酸素化ヘモグロビン量の有意な減少が認められた( $p<0.05$ )。両群間の比較では, 作業負荷1, 2( $p<0.01$ ), 3, 4セット目( $p<0.05$ )においてBCA群がプラセボ群より有意な高値を示した。RMS値は両群ともに作業負荷の持続に伴い, 緩やかに増加する傾向が見られた。作業負荷中, RMS値は常にプラセボ群でBCA群より高い値を示し, 3, 4セット目の作業負荷時では, プラセボ群がBCA群より高い値を示す傾向が認められた( $p<0.1$ )。筋硬度は, 両群ともに作業負荷により増加したが(BCA群: 負荷前 $56.3\pm 1.3$ , 負荷後 $57.5\pm 0.9$ ), プラセボ群のみに, 負荷前 $56.1\pm 1.3$ から負荷後 $57.9\pm 11.3$ へと筋硬度の有意な増加が認められた( $p<0.01$ )。両群ともに, 安静時と比較して試験中においては平均血圧および心拍数の有意な変化は認められなかった。また両群間においても, これら測定値に有意な差は認められなかった。

### 考察および結論

本研究において, 日常から軽度な肩こりの自覚症状をもつ被験者を対象に, BCA摂取がタイピング負荷に

**Table 1** Changes in oxygenated hemoglobin (oxy-Hb) according to NIRS and % changes in RMS of EMG during typing workload

		pre	Typing workload					
			1st set	2nd set	3rd set	4th set	5th set	6th set
oxy-Hb (O.D.)	BCA	0.016±0.010	0.029±0.012**	-0.008±0.011**	-0.019±0.014*	-0.017±0.017*	-0.018±0.021	-0.022±0.022
	placebo	0.012±0.012	0.004±0.011	-0.028±0.011	-0.036±0.014**	-0.040±0.014***	-0.037±0.015***	-0.036±0.016***
% Changes of RMS of EMG	BCA	-	8.56±2.72	11.06±4.65	10.47±3.67	10.88±4.2	10.47±3.11	12.15±3.56
	placebo	-	13.48±3.43	14.82±3.62	17.24±4.82	19.65±7.17	18.67±5.21	18.61±5.97

\* p<0.05, \*\* p<0.01: BCA vs placebo. \*\*\* p<0.05: vs value of pre

The RMS value was expressed relative to maximum voluntary contraction before the typing workload.

NIRS: near-infrared spectroscopy. RMS: root mean square. EMG: electromyography. BCA: black currant anthocyanins.

より誘発される局所循環障害へ及ぼす影響を評価した。本試験では、先行研究の報告<sup>9)</sup>に基づき、頸肩腕障害を誘発しやすいとされるタイピング作業を、上肢を空間に保持した状態で合計30分間行った。僧帽筋の血液酸素動態の変化、筋電図による筋放電量の変化、筋硬度、血圧および心拍数をBCA摂取群とプラセボ摂取群で比較検討した。本試験では、作業負荷中の酸素化ヘモグロビン量は、プラセボ群では負荷前に対して有意な減少が観察されたが、BCA群では有意な変化は見られなかったことから、負荷中における僧帽筋への酸素供給量がBCA摂取により増加したと考えられる。さらに、負荷中の筋電図RMS値はプラセボ群がBCA群よりも常に高い水準で推移していた。筋疲労が増すと代償的に動員される筋線維数が増大し、筋電図RMS値の上昇が起こると予想され、負荷中プラセボ群ではBCA群より相対的に筋疲労度が大きかったことが推察される。BCA摂取群では、骨格筋における血流量が増加し組織に対する酸素供給量が増大したため、筋への負荷が軽減されたと考えられる。

筋収縮が持続することにより筋線維内の血管が圧迫され循環障害が生じると、乳酸やCO<sub>2</sub>などの代謝産物の除去が不十分になり筋緊張を亢進させ、筋硬度上昇の一因となると考えられる<sup>1)</sup>。筋硬度の比較においても、プラセボ群では負荷後で有意な上昇を示したのに対し、BCA群では上昇はしていたが有意な変化には至らなかった。このことから、BCA摂取が作業負荷により誘発された循環障害を軽減し、代謝産物の除去を促進したことが推察される。また測定中における血圧、心拍数の変動に差が見られなかったことより、BCA摂取による血液循環改善作用は、局所的な血管拡張反応によるものと考えられる。

結論として、BCA摂取はタイピング作業負荷により誘発された筋血液量の減少を抑制したことから、BCA摂取が末梢循環改善作用を有し、作業負荷によって誘発される局所の血流低下を軽減することが推察された。BCA摂取が、末梢循環障害を一因とする頸肩腕障害の軽減をもたらす可能性が示唆された。

## 文 献

- 1 松本 勅: 肩凝りの病態, 診察, 治療法. 全日本鍼灸学会雑誌, 1994, 44: 366-372.
- 2 久保正樹, 下光輝一, 浜岡隆文他: 近赤外分光法を用いた僧帽筋血液量測定についての検討. Therapeutic Research, 2000, 21: 1511-1515.
- 3 坂井友実, 大崎紀子, 安野富美子他: 深部組織循環動態と肩こりの関係 - 近赤外分光法による検討 -. 日本温泉気候物理医学会誌, 2002, 65: 137-146.
- 4 Matsumoto H, Inaba H, Kishi M et al: Orally administered delphinidin 3-rutinoside and cyanidin 3-rutinoside are directly in rats and humans and appear in the blood as the intact forms. J Agric Food Chem, 2001, 49: 1546-1551.
- 5 Matsumoto H, Nakamura Y, Hirayama M et al: Antioxidant activity of black currant anthocyanin aglycons and their glycosides measured by chemiluminescence in a neutral pH region and in human plasma. J Agric Food Chem, 2002, 50: 5034-5037.
- 6 Nakanishi H, Matsumoto H, Tominaga S et al: Effects of black currant anthocyanosides intake on dark adaptation and VDT work-induced transient refractive alternation in healthy humans. Altern Med Rev, 2000, 5: 553-562.
- 7 Nakamura Y, Matsumoto H, Todoki K: Endothelium-dependent vasorelaxation induced by black currant concentrate in rat thoracic aorta. Jpn J Pharmacol, 2002, 89: 29-35.

8) Millet J, Chicaud P, Legendre C et al: Improvement of blood filterability incynomologus monkeys given a fat diet and treated with a purified extract of blackcurrant anthocyanocides. *J Pharmacol (Paris)*, 1984, 15: 439-445.

9) 勝村俊仁, 下光輝一, 浜岡隆文他: 頸肩腕障害における血流障害のメカニズムの解明 - 急性血流障害モデルを用いて - . 平成12年度厚生労働省災害科学に関する委託研究, 2001 .

## Effects of Black Currant Anthocyanins Intake on Peripheral Circulation During Typing Workload in Humans

Eri Takenami\*, Keiko (Iwasaki) Kurashige\*, Hitoshi Matsumoto\*, Takeshi Nagasawa\*\*, Chihoko Ueda\*\*, Aya Kitahara\*\*, Takuya Osada\*\*, Toshihito Katsumura\*\*, Takahumi Hamaoka\*\*\*\*\*

\*Health & Bioscience Laboratories, Meiji Seika Kaisha, Ltd., Saitama, Japan

\*\*Department of Preventive Medicine and Public Health, Tokyo Medical University, Tokyo, Japan

\*\*\*Department of Sports Sciences, Kanoya Sports University, Kagoshima, Japan

---

**Key words:** NIRS, Peripheral circulation, Black currant, Anthocyanin, Stiff shoulder

Black currant anthocyanins (BCA) is expected to improve dysfunction in the peripheral circulation. The purpose of this study was to investigate the effects of BCA intake on peripheral circulation during a typing workload and to examine the improvement of stiff shoulder caused by poor local circulation, using near-infrared spectroscopy (NIRS) in a double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. Eleven healthy subjects took capsules of BCA (7.7mg/kg) or a placebo (isoenergetic sugar) daily for two weeks. The subjects were exposed to the intermittent typing workload for 30 minutes to induce acute shoulder stiffness. During the workload, total- and oxygenated-hemoglobin (oxy-Hb) were measured on the right trapezius muscle using NIRS and myoelectric signals using electromyography (EMG). The viscoelasticity of the shoulder muscle was evaluated with a muscle stiffness meter before and after the workload. BCA intake significantly prevented the decrease in oxy-Hb ( $p<0.05$ ) and tended to alleviate the increase in RMS (root mean square) of EMG during the typing workload and muscle stiffness after the workload. The results of this study suggested that BCA intake might improve stiff shoulder caused by the typing workload by increasing peripheral blood flow and reducing muscle fatigue. (J. Jpn. Coll. Angiol., 2003, **43**: 331-334)