

玄米黒酢摂取の継続摂取がヘモレオロジーに及ぼす影響

Effect of long-term intake of brewed rice vinegar on hemorheology

武 宝 愛*, 永 吉 英 記*, 村 岡 幸 彦**
渡 辺 剛**, 内 藤 祐 子**

Houai BU *, Hideki NAGAYOSHI *, Yukihiro MURAOKA **
Tsuyoshi WATANABE ** and Yuko NAITO **

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of long-term intake of brewed rice vinegar on whole blood fluidity. Eleven healthy men were divided into two groups (drinking group and control group) for this study. The blood fluidity was carried out before and after continual drinking the vinegar during 20 days. The fluidity of blood was determined by the transit time for 100 μ l of heparinized whole blood to flow through the micro channel array with channel width 7 μ m (Bloody 7, Hitachi Haramachi Electronics Ltd) under a pressure difference of 20cm H₂O. The whole blood transit time was significantly decreased after continual drinking of the vinegar ($p < 0.05$), whereas there was no change in control group. The blood parameters except hematocrit were unaffected by drinking the vinegar. The present study indicated the continual drinking of brewed rice vinegar improved a blood fluidity effectively.

Key words; brewed rice vinegar, whole blood fluidity, hematocrit

はじめに

動脈硬化などの循環器系の疾患では微小血管での血液流動性の低下が問題視されている。微小血管における血液流動性を左右する因子としては血漿粘度、赤血球・白血球の変形能、血小板の過剰な活性による凝集性能などが従来からあげられている^{1, 2, 13)}。しかし、その一方で、毛細血管の流動性はこうした因子による血液粘性だけでは推測し

きれないことが指摘されている。最近、毛細血管モデルである細胞マイクロレオロジー装置 (MC-FAN: MicroChannel array Flow Analyzer) を利用して微小循環血液流動性を測定する方法が注目されている。Kikuchiら⁵⁾によって開発されたMC-FAN装置はシリコンチップ上に作成した毛細血管に見立てた微細流路に血液を流すことで血液自体の流れやすさを測定する器械である。血液流動性を測定することは体内での微細血管における血液

* 国土館大学大学院スポーツシステム研究科 (Graduate school of sport system, Kokushikan University)

** 国土館大学体育学部スポーツ医科学科 (Department of Sport and Medical Science, Faculty of Physical Education, Kokushikan University)

の変化を把握することであり、循環器系の疾患予防に役立つと考えられる。

血流改善効果を示す食品は以前からいくつか報告されている。クエン酸や梅肉エキス成分のムメフラールや多価不飽和脂肪酸エイコサペンタエン酸 (EPA) は血小板凝集能を抑制して血流を改善したことが示された^{8, 9, 12)}。また、山岸ら¹⁶⁾ は黒酢中に赤血球変形能を改善する働きや白血球粘着能を抑制する作用があり、黒酢添加で血液流動性は改善されたと報告している。しかし、この報告は *in vitro* のみの実験結果によるものである。

食酢には、胃液の分泌亢進や疲労回復、カルシウムの吸収促進などの効果以外にも、血圧上昇予防や肥満防止に対しても効果があると言われている¹⁷⁾。食酢の中でも黒酢は他の食酢と比較してアミノ酸含有量が高く、脂肪燃焼促進、免疫力の増強、血圧上昇予防効果にすぐれているとされている。渡辺ら¹⁴⁾ は黒酢を継続飲用することで、飲用前に比べて安静心拍数の低下やヘマトクリット値の低下が観察されたことを報告している。

そこで今回、玄米黒酢の継続摂取による血液流動性の改善効果をみる目的で、毎日30mlの玄米黒酢を20日間摂取することによる血流通過時間および血液成分の変化について検討を加えたので報告する。

方 法

I. 被験者

被験者は年齢19~31歳の健康な男子11名とし、玄米黒酢 (富士玄米酢®) 摂取群6名、非摂取群5名の2群に分けた。被験者の身体的特性を表1に示した。摂取群の黒酢飲用期間中における食事内容や量、運動などの生活習慣に関する指導は特に行わず、日常の生活とあまり変わらないように指示した。また全ての被験者に本研究の目的、手順および内容を十分説明し、途中で辞退できることを理解させた上で実験参加の同意を得た。

II. 実験手順

玄米黒酢摂取開始日の前日及び摂取期間終了の翌日に採血を実施した。被験者は実験前夜より絶食とし、翌朝の午前9時から10時までの間に採血ならびに血流測定を行った。玄米黒酢の飲用は30mlの玄米黒酢を5倍の水でうすめたものを夕食時に摂取させ、飲用期間は20日間とした。

III. 検査項目および検査方法

血液一般臨床項目として白血球数、赤血球数、血小板数、ヘモグロビン値、ヘマトクリット値、平均赤血球容積 (MCV)、平均赤血球色素量 (MCH)、総タンパク、アルブミン、グロブリン ($\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 、 β 、 γ)、トリグリセライド (中性脂肪)、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロールを測定した。血液検査は三菱化学ビー・シー・エルに委託分析した。

血液流動 (全血通過時間) の測定はKikuchiら⁵⁾の方法によって行い、採血後直ちにヘパリンナトリウム濃度が5%になるよう全血を調製し、細胞マイクロレオロジー測定装置 (MC-FAN、KH-3、日立原町電子工業) を用いて測定した。本装置では、流路深4.5 μ mの中央部での流路幅7 μ m、流路長30 μ mの微細な溝が8736本並列配置されているシリコン単結晶基板 (Bloody-7; 日立原町電子工業) に光学研磨したガラス基板を圧着させることにより生まれる流路を毛細血管モデルとし、本モデルに全血液100 μ lを通過させてその時間を測

表1 被験者の身体的特徴

	被検者	年齢	身長(cm)	体重(kg)
摂取群 (N=6)	A	31	169	66
	B	23	172	54
	C	21	168	59
	D	24	177	100
	E	23	182	54
	F	21	175	50
非摂取群 (N=5)	G	23	176	64
	H	19	185	75
	I	20	178	70
	J	24	174	66
	K	23	164	62
	Mean±SD	23±3	175±6	65±13

定した。同時に、血液試料が流れる様子を顕微鏡—ビデオカメラのシステムで撮影録画した。全ての測定は20cm水柱の一定圧力のもとで実施し、3回測定したものの平均値を用いた。毎回の測定に先立って、生理食塩水100 μ lの通過時間を測定し、血液通過時間を補正した（生理食塩水100 μ lの通過時間12秒を基準）。なお、測定は採血から1時間以内に終了した。

IV. 玄米黒酢の成分

玄米黒酢の成分は100gあたりタンパク質1.3g、脂質0g、炭水化物1.6g、ナトリウム2.1mg、エネルギー17kcalであり、滴定酸度（酢酸換算）は4.57gであった。

V. 統計処理

各データは平均値±標準偏差で示した。血液一般臨床項目および血液流動性検査における平均値の比較にはt検定を用いた。また、血液通過時間と各血液検査項目との相関係数を求め検定を行った。いずれの検定においても、統計学的有意水準は5%未満とした。

結 果

I. 被験者の血液検査項目

表2には全被験者の開始前の血液検査項目を示した。玄米黒酢摂取群ならびに非摂取群はいずれの項目においても差はなかった。

玄米黒酢の継続飲用後にはヘマトクリット値は48.4±2.39%から46.95±1.61%へと有意に低下(p<0.05)したが、非摂取群においてはこのような変化は認められなかった(図1)。また、摂取群ではトリアシルグリセロールの低下(摂取前:150±71.2 mg/dl、摂取後:103.2±30.2mg/dl)を観察したが、有意な変化ではなかった。

II. 玄米黒酢の継続飲用が全血通過時間に与える影響

実験開始前の全血100 μ lの通過時間は摂取群で67.6±17.6秒、非摂取群で61.8±9.7秒であった。20日の玄米黒酢の飲用で摂取群は54.5±6.28秒と

有意な時間短縮(p<0.05)を示したのに対して、非摂取群では変化は見られなかった(図2)。摂

表2 摂取前の血液検査項目の結果

検査項目	単位	摂取群(n=6)	非摂取群(n=5)
総タンパク	g/dl	7.47±0.34	7.63±0.49
アルブミン	%	67.6±1.6	67.6±2.9
α 1	%	2.42±0.21	2.40±0.24
α 2	%	7.52±0.60	7.66±0.44
β	%	7.78±0.67	8.28±0.91
γ	%	14.7±1.6	14.0±1.9
TG	mg/dl	150.3±71.2	138.0±90.4
総コレステロール	mg/dl	168.7±21.8	192.0±22.1
HDL	mg/dl	52.8±5.7	59.6±16.2
LDL	mg/dl	84.7±20.6	101.4±11.7
白血球数	個/ μ l	6517±3695	5200±456
赤血球数	$\times 10^4$ 個/ μ l	495.0±20.4	497.0±20.3
Hb	g/dl	15.5±0.8	15.6±0.5
Ht	%	48.4±2.4	49.1±0.8
血小板数	$\times 10^4$ 個/ μ l	22.6±4.8	22.4±4.0
MCV	fl	97.7±4.8	98.8±3.9
MCH	pg	31.3±1.9	31.5±1.6
MCHC	%	32.0±0.6	31.8±0.6
血液通過時間	sec	67.55±17.63	61.8±9.66

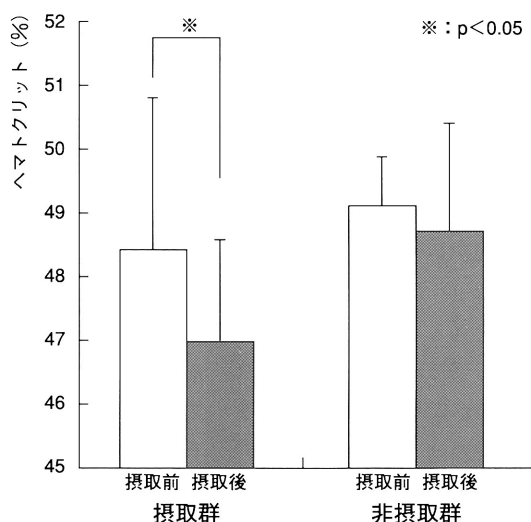


図1 玄米黒酢の継続摂取によるヘマトクリット値の変化

表3 血液通過時間(血液流動性)と各血液検査項目との相関関数

	全体(n=18)	相関係数
血液通過時間(sec)	62.2±11.9	
総タンパク質(g/dl)	7.4±0.4	0.59*
γグロブリン(%)	14.2±1.8	0.38
LDL(mg/dl)	93.2±21.3	0.31
白血球(個/μl)	5950±2212	0.33
ヘマトクリット(%)	48.5±1.7	0.41

*P<0.05

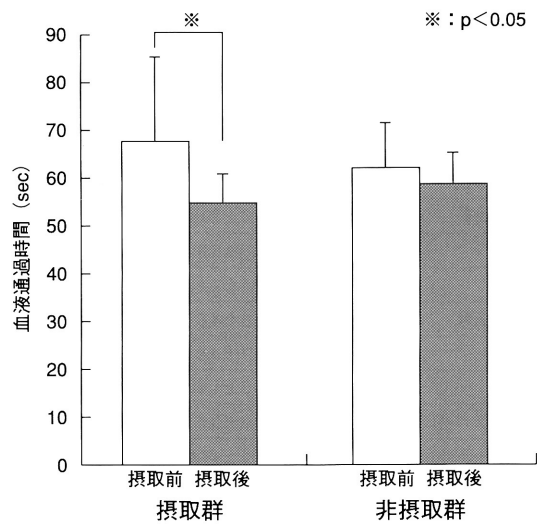


図2 玄米黒酢摂取前後の血液通過時間の変化

取群の被験者A、B、C、D、Fは飲用後に時間の短縮が見られたが、被験者Fだけは少しだけ時間の延長があった(図3)。被験者A、Dでは飲用後に血液通過時間は10%以上も短縮していた。

Ⅲ. 血液流動性検査(全血通過時間)と各血液生化学検査項目との関連

表3に玄米黒酢摂取群、非摂取群に関係なく、毛細血管モデルの血液通過時間と相関関係が見られた血液検査項目を示した。血液通過時間(62.2±11.9秒)は総タンパク、γグロブリン、

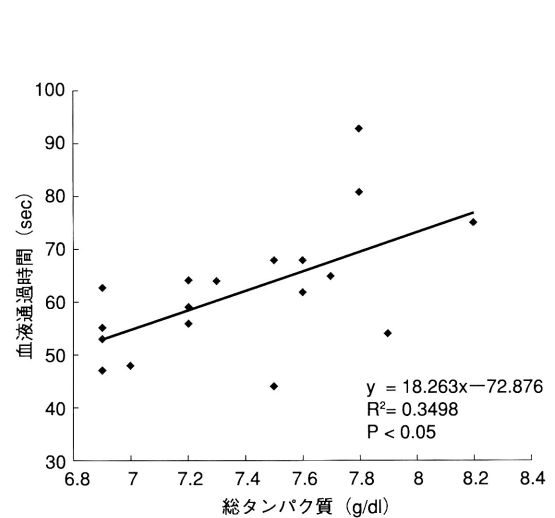


図4 血液通過時間と血清タンパク質との関係

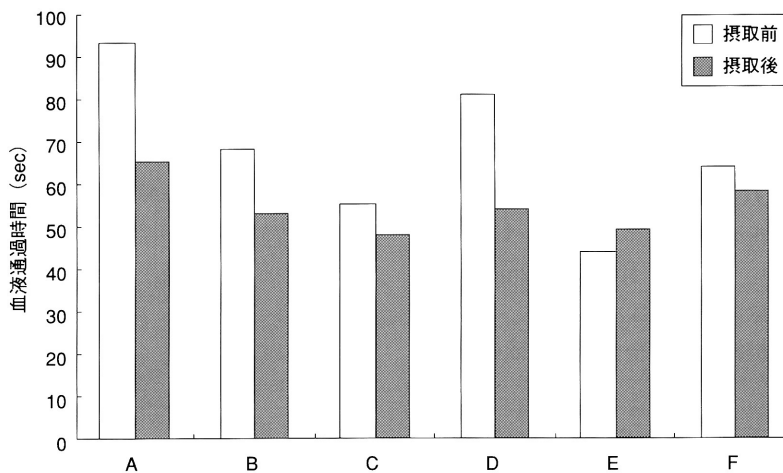


図3 玄米黒酢摂取前後の血液通過時間

LDLコレステロール値、白血球数、ヘマトクリット値と間に相関が観察された。特に、総タンパク質と血液通過時間との間には統計学的に有意な相関 ($p < 0.05$) が示された (図4)。血液粘性と関連が深いヘマトクリット値とは相関が見られたが、統計学的には有意な差ではなかった。ヘモグロビン値や赤血球数と血液通過時間とは有意に相関しなかった。

考 察

本実験では玄米黒酢の継続摂取が血液流動性および血液成分に与える効果について検討した。玄米黒酢を摂取した群は、20日間の摂取期間後に、血液通過時間において有意な短縮が観察された。本研究の対象者は健康で日常運動を実施している青年であり、もともと血液粘性や赤血球変形能などの血液流動性に影響を及ぼす要因はきわめて良好であると予想される。それにもかかわらず、摂取群だけにさらなる血液通過時間の改善が見られた。

黒酢に関する血液流動性の変化を調べた研究はいくつかある。山岸ら¹⁶⁾は、*in vitro*の実験として普通の血液と黒酢を添加した血液との血液通過時間をMC-FAN装置で測定し、黒酢添加血液は普通の血液よりも通過時間が速かったと報告している。喜瀬ら⁷⁾は*in vitro*で3種類の異なった黒酢を添加して同様の方法で血液流動性を測定したところ、1種類の黒酢は通過時間の短縮を示したが、2種類の黒酢はむしろ通過時間の延長を示したと報告している。かれらは製造工程や熟成期間の違いが黒酢の品質に違いをもたらしたと推定している。熟成期間の長い方が効果は高いとしている。本実験で用いた玄米黒酢は摂取後に全血通過時間の大幅な短縮が示された。さらに、成分分析資料によると市販の黒酢の中でもっともアミノ酸含量が多いことから熟成期間は長く、品質はきわめて高いと考えられる。

継続飲用による血液流動性の変化は海洋深層水

由来の高マグネシウム飲料や梅酢で報告されている。高マグネシウム飲料の継続飲用では摂取開始1ヶ月後で血液流動性と血圧に改善が見られ、10ヶ月におよぶ飲用期間中はその水準を維持したという太井ら³⁾の報告がある。一方、梅酢摂取の1時間後の測定では通過時間の有意な短縮が観察されたが、1ヶ月の飲用後では変化はなかったという報告¹⁵⁾がある。この報告は飲用直後や*in vitro*での効果が一時的のものであって、必ずしも継続するとは限らないことを示している。本研究では被験者に黒酢を20日間にわたって継続飲用させたが、摂取前と比較して血液通過時間は顕著に短縮されていた。このことは黒酢による血液改善は一過性のものではなく、継続飲用中は効果が持続すると考えられる。

では、黒酢によって血液のどの因子が変化して血流が改善されたのであろうか。本実験では黒酢摂取群だけに全血通過時間の短縮とともにヘマトクリット値の減少が示された。さらに、全血通過時間はヘマトクリット値と正の相関関係を見出している。こうした結果はヘマトクリット値の低下が血漿粘度を低下させるというErnstらの報告²⁾や血液通過時間がヘマトクリット値と関連しているというKikuchiら⁶⁾の研究とよく一致している。したがって、摂取群でのヘマトクリット値の低下が血液通過時間短縮の一因となったと考えられる。

黒酢摂取によって変化した因子としてヘマトクリット値以外に血清脂質をあげることができる。本実験では有意な変化 ($P < 0.1$) ではなかったが、摂取群において血中トリグリセリドすなわち中性脂肪の低下が見られた。また、全血通過時間は血清中のLDLコレステロール濃度と弱い正の相関 (相関係数: 0.31, $p < 0.1$) があった。これまでに赤血球は活発に血漿中の脂質との交換が行われていて、その膜脂質の変化によって赤血球の変形能も変化するという報告¹¹⁾があること、血清脂質濃度の上昇は白血球の粘着性や血小板の凝集能を活性化させるという意見¹⁰⁾があること、中性脂肪添加の赤血球浮遊液では油滴による毛細管モデルの

流路の閉塞があったこと¹⁸⁾、循環器障害患者に黒酢を1ヶ月以上継続飲用してもらったところ、顕著な総コレステロールの低下があったこと⁹⁾などから、玄米黒酢の摂取による血清脂質の改善が血液流動性に効果をもたらしたと推察される。

黒酢摂取群、非摂取群に関わりなく実験に供試した全サンプルの血液検査項目と通過時間との関係を調べたところ、血液通過時間と相関が見られた項目は総タンパク質、 γ グロブリン、LDLコレステロール、白血球数、そしてヘマトクリット値であった。特に統計学的に有意な相関関係を血清タンパク濃度との間に認めた。岡崎ら¹¹⁾は全血通過時間の有意な短縮の要因のひとつとして血漿タンパク濃度の低下をあげている。かれらは血漿量の増加が血漿タンパク濃度の低下を引き起こし、血漿粘度を低下させると推察している。本実験でも血液通過時間と総タンパク濃度との間には正の相関が認められたことから血漿量の増加が総タンパク濃度の低下として現れ、結果的に血液通過時間の短縮をもたらしたと考えられる。

持久性種目においては血漿量の増加によるヘマトクリット値の低下は一般にスポーツ貧血として知られているが、黒酢摂取後に各血液固形成分およびヘモグロビン値に変化はなかった。さらにヘマトクリット値の低下も正常値内での変動であった。したがって、本実験での黒酢による毛細血管に対する血流の改善は病的なものではなく、むしろ活動筋への血流量を高めることができたと考えるべきであろう。スポーツ選手にとっては全血流動性の増加は活動筋への酸素輸送量を高めることから、持久性運動能力の向上などの効果が期待できる。また、血液流動性は心臓血管障害のリスクファクターと考えるならば、黒酢の継続摂取は心臓血管系の負担を軽減させる可能性があり、循環器障害の予防につながると考えられる。

ま と め

本研究では、玄米黒酢の20日間に及ぶ継続飲用

が血液流動性に及ぼす影響を検討する目的で全血流動性を毛細血管モデル (MC-FAN) を用いて測定した全血通過時間により評価し、摂取群と被摂取群で比較検討した。その結果、摂取群の全血通過時間は有意に低下した。さらに、摂取群ではヘマトクリット値の低下が観察された。血流改善の要因としては血清脂質やタンパク濃度低下に起因する血漿粘度の低下や赤血球変形能の亢進などが推測される。

以上、本実験結果は玄米黒酢の20日間に及ぶ継続飲用が微小細管における血液流動性の改善に効果があり、循環器疾患を予防する可能性が示唆された。

引用・参考文献

- 1) Charm SE, Paz H, Kurland G S, et al: Reduced plasma viscosity among joggers compared with non-joggers. *Biorheology* **16**:185-189, 1979.
- 2) Ernst E, Koenig W and Matrai A : Plasma viscosity and hemoglobin in the presence of cardiovascular risk factors. *Clin Hemorheol* **8**:5087-515, 1988.
- 3) 太井英行, 渡辺康光, 中川光司 ほか: 海洋深層水由来ミネラルがヘモレオロジーに及ぼす影響. *ヘモレオロジー研究会誌* **2**:43-47 1999
- 4) 藤野武彦, 有吉恭子, 牧角和宏 ほか: 血液レオロジーの微小循環における意義. *健康科学* **10**:103-108 1988
- 5) Kikuchi Y, Sato K, Mizuguchi Y : Modified cell-flow microchannels in a single-crystal silicon substrate and flow behavior of blood cells. *Microvasc Res* **47**:126-139, 1994.
- 6) Kikuchi Y, Sato K, Ohki H, et al: Optically accessible microchannels formed in a single-crystal silicon substrate for studies of blood rheology. *Microvasc Res* **44**:226-240 1992
- 7) 喜瀬光男, 梶原信子, 小野雅昭 ほか: ろろみ酸の血流改善効果 *ヘモレオロジー研究会誌* **2**:49-53 1999
- 8) 栗原毅, 北村容子, 板橋聖子, ほか: ラット脂肪肝における血液レオロジーの検討. *臨床医薬* **12**:741-745, 1996
- 9) 栗原毅, 出口祥子, 山下克子 ほか: 肝疾患と諸臓器の病態 *肝臓* **41**:476, 2000
- 10) 栗原毅, 出口祥子, 秋元真寿美 ほか: MC-FANの臨床場での使用経験. 第8回ヘモレオロジー研究会抄録集. **30** 2001
- 11) 岡崎和伸, 浅野勝巳, 菊池佑二: 持久性トレーニング

- グの全血流動性に及ぼす影響. ヘモレオロジー研究会誌 1:59-63, 1998
- 12) 忠田吉弘, 小野裕嗣, 亀山真由美 ほか: 梅肉エキスの血流改善成分. ヘモレオロジー研究会誌 1:65-67, 1998
- 13) Volger E, Pfafferoth C: Effects of acute physical effort versus endurance training on blood rheology in coronary heart disease patients. Clin Hemorheol 10:423-433, 1990.
- 14) 渡辺 剛, 永吉英記, 内藤祐子 ほか: 黒酢摂取が血液流動性改善におよぼす効果. 国士舘大学体育研究所報 20:1-6, 2001
- 15) 渡辺康光, 太井英行, 野崎 豊 ほか: 梅酢摂取が全血流動性に及ぼす影響. ヘモレオロジー研究会誌 2:37-41 1999
- 16) 山岸賢治, 木村俊之, 亀山真由美 ほか: 黒酢中に含まれる血流改善成分の精製および構造解析. 日本食品科学工学会誌 45:545-549, 1998
- 17) 柳田藤治: 酢の機能性について 日本醸造協会誌 85:134-141, 1990
- 18) 山田恵子, 飯島茂子, 菊池佑二: 赤血球通過時間計測に影響を与える因子. ヘモレオロジー研究会誌 3:1-7 2000