

コーヒー摂取が胃運動および自律神経活動に与える効果の 検討

| | |
|-------|--|
| 誌名 | 日本栄養・食糧学会誌 : Nippon eiy shokury gakkaiishi = Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Science |
| ISSN | 02873516 |
| 著者名 | 種村,一識 松永,哲郎 山崎,英恵 李,子帆 城尾,恵里奈 足達,哲也 近藤,高史 津田,謹輔 |
| 発行元 | 日本栄養・食糧学会 |
| 巻/号 | 65巻3号 |
| 掲載ページ | p. 113-121 |
| 発行年月 | 2012年6月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



コーヒー摂取が胃運動および自律神経活動に与える効果の検討

種村 一 識¹, 松 永 哲 郎², 山 崎 英 恵², 李 子 帆¹
城尾 恵里奈¹, 足 達 哲 也³, 近 藤 高 史², 津 田 謹 輔^{*1}

(2012年1月11日受付; 2012年2月10日受理)

要旨: コーヒーの様々な生理機能が注目されているが、消化管への作用に関しては不明な点が多い。そこで、コーヒー摂取による胃運動および自律神経活動への作用を検討した。検査日0時から絶食した男性(21.3 ± 0.3歳; 常飲者12名, 非常飲者12名)24名を対象に、コーヒー、カフェインレスコーヒーまたはお湯(260 mL)をロールパン(285 kcal)とともに摂取させるクロスオーバー試験を実施した。評価は胃電図解析および心拍変動解析により行い、胃電図は空腹時18分間と食後45分間、心拍変動は空腹時と食後35分後の各10分間測定した。コーヒー摂取でお湯と比べて食後10-20分の胃電図の正常波パワーが有意に高値を示した。また、コーヒー摂取時のみ自律神経活動指標値が有意に増加し、この効果はコーヒー常飲者(≥1 cup/日)で顕著であった。本結果から、コーヒーは胃運動と自律神経活動を亢進させることが示唆された。

キーワード: コーヒー, 胃電図, 自律神経活動, 血圧, エネルギー消費量

コーヒーは幅広く愛飲されている嗜好品の1つであり、様々な生理作用について、多数報告されている¹⁾。一方、コーヒーの消化管機能に対する作用は不明な点が多い。例えば、胃排出能との関連について、コーヒー摂取が水と比べて流動食の胃排出を高めるとの報告²⁾がある一方で、両者に差はないとする報告³⁾もあり、一致した見解は得られていない。また、自律神経活動との関連においても、心臓副交感神経活動の増加が報告⁴⁾⁵⁾されているが、その数は多くない。血圧との関連については、カフェインの摂取は交感神経刺激を介した一時的な血圧上昇作用をもたらすが、コーヒーの習慣的な摂取では反対に血圧上昇を抑制するという報告⁶⁾があり、血圧に対する急性作用と慢性作用には異なるメカニズムが考えられる。エネルギー代謝との関連では、カフェインの摂取直後に代謝量が増加し、その効果が数時間持続するという報告がある⁷⁾。

以上のようにコーヒーの作用に関して多くの研究がなされているが、消化管運動および自律神経活動との関連については不明な点が多く、より詳細な検討が必要である。そこで、本研究では、若年健常者を対象に、食事におけるコーヒー摂取が胃運動および心自律神経活動に与える効果について検討した。試験飲料として、コーヒーに加えて、カフェインの作用を検討するためにカフェインレスコーヒーを用い、被験者に一般的なロールパンと

ともに摂取させた。胃電気活動に反映される胃運動の変化は、胃電図解析により評価し、心自律神経活動は心拍変動解析により評価した。また、血圧およびエネルギー代謝への作用についても調べた。加えて、コーヒーの摂取頻度の違いによるコーヒー摂取時の効果の差異についても比較を行った。

方 法

1. 被 験 者

被験者は18-24歳の健康な若年日本人男性24名とした。身体的特徴をTable 1に示す。いずれの被験者もbody mass index (BMI)と血圧は正常値を示し、非喫煙者である。また、測定実施日より1年以内の自己申告による胃腸疾患の罹患歴はない。被験者のコーヒー摂取頻度は、半定量食物摂取頻度表((株)教育ソフトウェア)⁸⁾により調べた。本研究は、ヘルシンキ宣言に則り、被験者の倫理・人権・個人情報保護へ配慮の上実施され、京都大学大学院農学研究科研究活動推進委員会実験倫理小委員会で審査され承認を受けたものである。また、すべての被験者には、試験参加に際して、自由意志に基づく文書による同意を得た。

2. 測定プロトコル

試験は異なる3日間の無作為割付クロスオーバーデザインで午前中に実施した(室温25℃)。なお、試験日間

* 連絡者・別刷請求先 (E-mail: dmmed-028@umin.ac.jp)

¹ 京都大学大学院人間・環境学研究科共生人間学専攻 (606-8501 京都市左京区吉田二本松町)

² 京都大学大学院農学研究科食の未来戦略講座(味の素寄附講座) (606-8502 京都市左京区北白川追分町)

³ 京都府立医科大学大学院医学研究科細胞分子機能病理学 (602-8566 京都市上京区河原町通り広小路の梶井町 465)

Table 1 Physical characteristics of subjects.

| | <i>n</i> = 24 | Nonhabitual <i>n</i> = 12 | Habitual <i>n</i> = 12 | <i>p</i> value |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|----------------|
| Age (yr) | 21.3 ± 0.3 | 20.9 ± 0.5 | 21.6 ± 0.5 | 0.333 |
| Height (cm) | 170.9 ± 1.2 | 170.8 ± 2.0 | 171.0 ± 1.5 | 0.926 |
| Body mass (kg) | 60.2 ± 1.6 | 60.5 ± 2.4 | 60.0 ± 2.2 | 0.868 |
| Body mass index (kg/m ²) | 20.6 ± 0.5 | 20.7 ± 0.7 | 20.5 ± 0.7 | 0.814 |
| Body fat (%) | 14.3 ± 0.9 | 15.2 ± 1.3 | 13.4 ± 1.3 | 0.335 |
| Systolic blood pressure (mmHg) | 109.5 ± 1.3 | 111.3 ± 2.0 | 107.7 ± 1.7 | 0.183 |
| Diastolic blood pressure (mmHg) | 61.3 ± 1.3 | 62.4 ± 2.3 | 60.2 ± 1.5 | 0.416 |

Mean ± SE (all such values). *p* values for differences between nonhabitual and habitual have not significant.

隔は3日以上設けた。被験者は、測定日前日よりカフェインを含む食品や刺激物、アルコールの摂取、過度な運動を避け、午前0時以降、水以外は絶食とした。試験飲料としてコーヒー（100 mL当たり3 kcal、たんぱく質0.1 g、炭水化物0.6 g、灰分0.2 g、水分99.3 g、無水カフェイン0.060 g）、カフェインレスコーヒー（100 mL当たり3 kcal、たんぱく質0.1 g、炭水化物0.6 g、灰分0.2 g、ナトリウム1.1 mg、水分99.3 g、無水カフェイン0.005 g）、お湯（100 mL当たり0 kcal、たんぱく質0 g、脂質0 g、炭水化物0 g、ナトリウム0.4-1.0 mg、カルシウム0.2-0.7 mg、マグネシウム0.1-0.3 mg、カリウム0.2-0.6 mg、硬度20 mg/L、pH7、サントリー天然水：サントリーホールディングス(株)）を用いた。コーヒー豆はモカシダモ G-4（(株)フレッシュロースター珈琲問屋）を使用し、カフェインレスコーヒーはコーヒーと同じ銘柄のコーヒー豆に対して風味が変化しないように液体二酸化炭素抽出法によるデカフェ処理（除去率94.5%、カフェイン含有率0.07%、pH6.5）をしたものを使用した。これにより、処理後のコーヒー豆は従来の超臨界二酸化炭素抽出法⁹⁾と同じく、カフェインを除いて、コーヒーとほぼ同じ成分を含有していると考えられる。コーヒー粉8 gと水150 mL（サントリー天然水：サントリーホールディングス(株)）の割合で、コーヒーメーカー（珈琲通 EC-TA15：象印マホービン(株)）2台で抽出し、130 mLのコーヒー2杯（計260 mL、50℃）を得た。砂糖、ミルクは無添加とした。

基礎データとして、身長、体重および体脂肪率（オムロン体重体組成計カラダスキャン HBF-362：オムロン(株)）を測定した。その後の測定は仰臥位30度で行い、15分間の安静の後、血圧を測定した（オムロンデジタル自動血圧計 HEM-7011 ファジィ：オムロン(株)）。その後、心電図（10分間）とエネルギー代謝量（10分間）を同時に測定した後、胃電図を18分間測定した。次いで座位にして、試験飲料をバターロール（十勝バターロール：敷島製パン(株)）3個（計285 kcal）とともに摂取させた。摂取後直ちに仰臥位にして、胃電図を20分間測定し、摂取35分後に心電図（10分間）およびエネルギー代謝（10分間）、胃電図（10分間）の測定を実施した。摂取45分後に血圧を測定して終了とした。測定中

は部屋のカーテンを閉め刺激の少ない環境にするとともに、被験者には会話と過度な体動および睡眠をしないよう指示した。

3. 胃電図の解析

胃電図（Electrogastrography, EGG）は、腹壁の体表面から経皮的に胃平滑筋脱分極・再分極の電気活動を検出・評価する非侵襲的な胃機能評価法で、1922年に Alvarezにより初めて記録された。胃の電気的活動は胃体部大彎側上部領域に存在するカハールの介在細胞がペースメーカーとして働くことにより、1分間に3回程度の正常波が規則的な周期で発生して、胃蠕動運動を調節している。したがって胃電図は約3 cycles per minute (cpm)の正弦曲線で示され、その周期は胃の筋電位活動の出現サイクルを、振幅は胃電気活動の強さを反映していることが報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。また、胃の電気的活動には、ペースメーカーが約3 cpmの周期で発する自発性活動電位 electrical control activity (ECA) と胃収縮運動に起因する electrical response activity (ERA) がある。胃電図では両者を区別することはできないが、胃における空

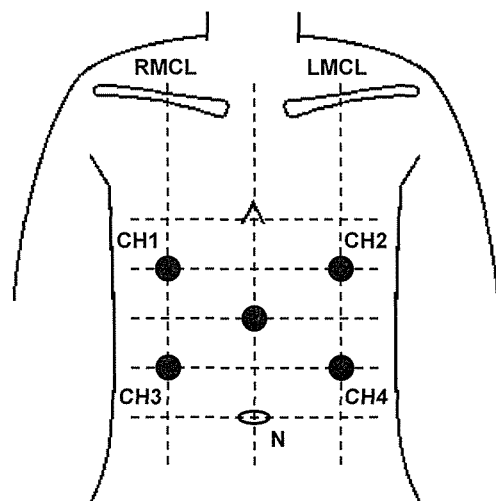


Figure 1 EGG was measured at four points of the abdomen. CH1 and CH3 are located along the right midclavicular line (RMCL). CH2 and CH4 are along the left midclavicular line (LMCL). The midpoint of navel (N) and xiphoid process was indifferent electrode.

腹期収縮と食後期収縮に特徴的な胃電気活動の様相を捉えることができる⁹⁾¹⁰⁾。食後期には, ERA の出現が確認されており, 胃蠕動運動に伴って振幅が増加することが報告されている¹⁰⁾¹¹⁾。

胃電図は電極を腹部に貼付 (Figure 1) し, ニプロ社製の携帯型胃電計 (EG) により記録した (Figure 2)¹²⁾。サンプリング周波数は 1 Hz で, ハイパスフィルタの遮断周波数は 1.5 cpm, ローパスフィルタの遮断周波数は 5.4 cpm に設定した。本体メモリーに保存されたデータを PC 接続用インターフェースアダプターを介して EG 専用ソフトウェア (EGG2 Ver.1.20 グラム社製) に転送し, データ解析を行った。解析は, ランニングスペクトル解析を実施し, 1 Hz でサンプリングした 256 ポイントの信号をフーリエ変換の 1 単位 (ハンニングの窓関数を使用) として, 1 分 (25%) ずつずらして 75% ずつ重ね, 空腹時 18 分間 (15 単位), 食後 0-20 分間 (17 単位), 食後 35-45 分間 (7 単位) について各指標の平均値を算出した。既報の方法に従って, 0.5-9.0 cpm を胃電図の帯域と定義し, スペクトルのピークを示す周波数 (中心周波数: dominant frequency) を求め, さらに周波数成分の徐波成分 (bradygastria: 0.5-2.4 cpm), 正常波成分 (normogastria: 2.4-3.6 cpm), 速波成分 (tachygastria: 3.6-9.0 cpm) に分類し, 各領域の積算パワーとその比率を算出した¹⁰⁾¹¹⁾。

4. 心拍変動解析による自律神経活動の評価

心拍変動 (心拍数の経時変化) は, 自律神経系によって制御されており, 一般に交感神経系によって心拍数は増加し, 副交感神経系により減少する。そのため, 心拍変動を計測することで, 鋭敏に自律神経活動動態を把握することが可能になる。本研究で用いた心拍変動のパワースペクトル解析は, 交感神経および副交感神経活動

がそれぞれ特定の周波数帯域の心拍変動に反映されることに基づいており, 各神経活動を分離定量することができる¹³⁾¹⁴⁾。解析は既報に従い実施した¹⁵⁾。概要を下記に述べる。仰臥位にて 10 分間の心電図を CM5 誘導で記録した¹⁶⁾。心電図記録中は, メトロノームにて呼吸数を 0.25 Hz (15 breaths/min) に調節した。心電図データは, 1,024 Hz で A/D 変換を行った後, R-R 間隔を 2 Hz の時系列データに変換し, ハンニング・タイプのデータ窓を経て連続 480 秒の R-R 間隔のデータを高速フーリエ変換した後, 心拍変動に含まれる周期成分の周波数とパワー密度を算出した。得られたパワースペクトルの周波数帯域から, 主に交感神経活動を反映し一部に副交感神経活動を含む低周波数成分 low-frequency (0.035-0.15Hz, LF) と副交感神経活動を反映する高周波数成分 high-frequency (0.15-0.5Hz, HF), 総自律神経活動の指標として total power (0.007-0.15Hz) のスペクトルパワーを算出した¹⁵⁾。

5. エネルギー消費量の評価

エネルギー消費量の測定は, 簡易型呼気ガス分析装置 FIT-2100 (Cosmed 社)¹⁷⁻¹⁹⁾ を用いて空腹時と食後 35 分後の各 10 分間測定した。FIT-2100 は, 換気量の測定にタービン流量計を用い, 呼気ガス中の酸素濃度の解析にカルバニ燃料電池の酸素センサーを使用しており, 湿度, 室温, 気圧をもとに内部較正を行う。先行研究において, ダグラスバッグによる測定との比較を行い, 本機器によるエネルギー消費量測定の妥当性が検証されている¹⁸⁾¹⁹⁾。なお, 本機器による酸素摂取量およびエネルギー消費量の算出には, 呼吸商は固定値 0.85 を用いている。

6. 統計処理

データは平均値 ± 標準誤差で表した。統計処理には SPSS (Ver.11.0, SPSS, ChicagoIL) を用いた。各飲料

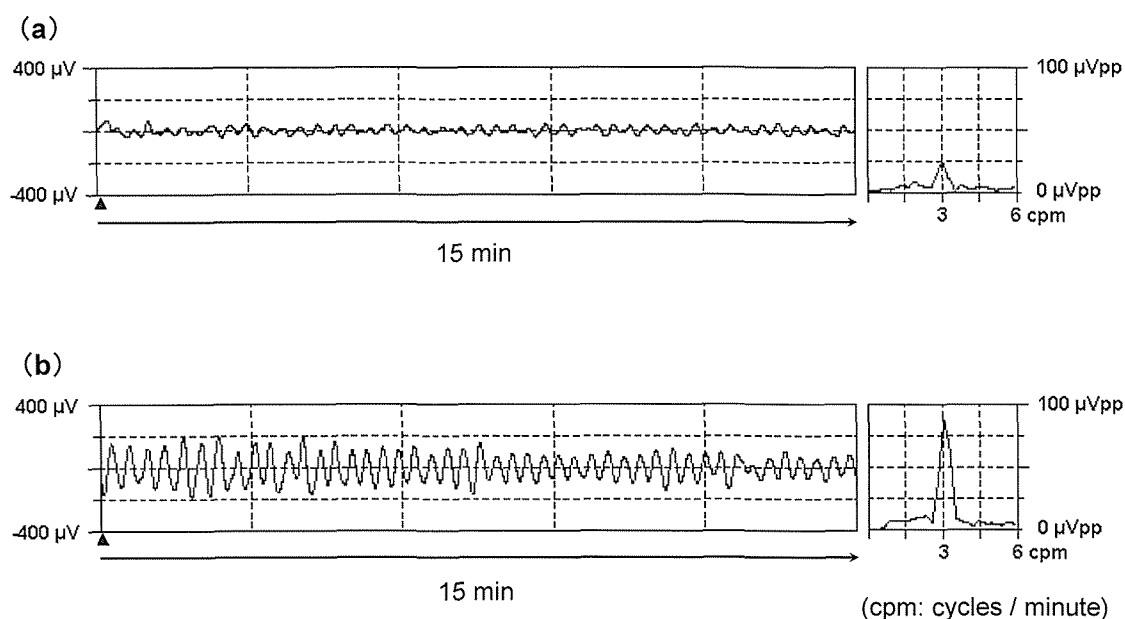


Figure 2 Examples of fasting (a) and postprandial (b) raw EGG waveforms and their corresponding power spectrum.

間の平均値の差の検定については一元配置分散分析 (one-way ANOVA) および Fisher's PLSD 法による多重比較検定を、空腹時と食後の差の比較については対応のある t 検定を用いた。統計的有意水準は $p < 0.05$ とした。

結 果

1. コーヒーの単回摂取が胃電図、自律神経活動、血圧およびエネルギー消費量に与える作用

胃電図の各指標の経時変化を Figure 3 に示した。各成分のスペクトルパワーは空腹時を 1 としたときの相対値を求めた。食後 10-20 分において、正常波成分パワーがコーヒー摂取時にお湯と比べて有意に高値を示した。心拍変動解析による自律神経活動との関連では、摂取 35 分後の総自律神経活動値 (total power) がコーヒー摂取時でのみ有意に増加した (Figure 4)。血圧との関連では、摂取 45 分後の収縮期血圧、拡張期血圧、平均血圧のいずれもが、コーヒー摂取時にお湯と比べて有意に増加した (Figure 5)。また、摂取 35 分後のエネルギー消費量では、コーヒーの方がお湯と比べて有意に高値を示した (Figure 6)。

2. コーヒーの摂取頻度による差異

半定量食物摂取頻度調査票より、コーヒーの摂取頻度を調べた。平均摂取頻度は、1.1 cups/day である。非常飲者 ($1 < \text{cup/day} : n = 12$) と常飲者 ($1 \geq \text{cup/day} : n = 12$) に分類し、コーヒー摂取後の各指標について比較を行った。コーヒー摂取後の胃電図の各指標の変化を Figure 7 に示す。食後 0-10 分において、非正常波成分

パワーである徐波パワーが非常飲者で常飲者と比べて有意に高値を示した。自律神経活動との関連では、コーヒー摂取 35 分後の総自律神経活動値 (total power) が常飲者で非常飲者より有意に高値を示した (Figure 8)。一方、摂取後の血圧の変化では、摂取 45 分後の収縮期血圧はコーヒー常飲性にかかわらず有意な増加を示したが、拡張期血圧、平均血圧は非常飲者でのみ有意に増加した (Figure 9)。

考 察

1. コーヒー摂取と胃電図の関連性

コーヒーの単回摂取により、食後 10-20 分後の胃電氣的活動 (正常波成分パワー) の増加が観察された。一方で先行研究においては、コーヒーと胃運動との関連については必ずしも一致した見解は得られていない。胃排出能との関連において、コーヒーが胃排出を促進するとする報告もあれば胃排出能との関連はないとする報告もある²⁾³⁾。以前より、コーヒー摂取はガストリンおよび胃酸分泌の促進、コレシストキニンの分泌促進作用などが報告²⁰⁾されており、コーヒーが胃を含む消化管に対して何らかの作用を持つ可能性は唆されているが、十分に議論がなされているとは言えない。

今回の我々の成績では正常波成分パワーの増加が認められた。胃電図は胃運動そのものを直接測定しているわけではないが、正常波成分パワーの増加は胃平滑筋の活動電位の増加とそれに続く胃運動の強さを反映する指標として胃運動機能評価に用いられてきた¹⁰⁾¹¹⁾。したがっ

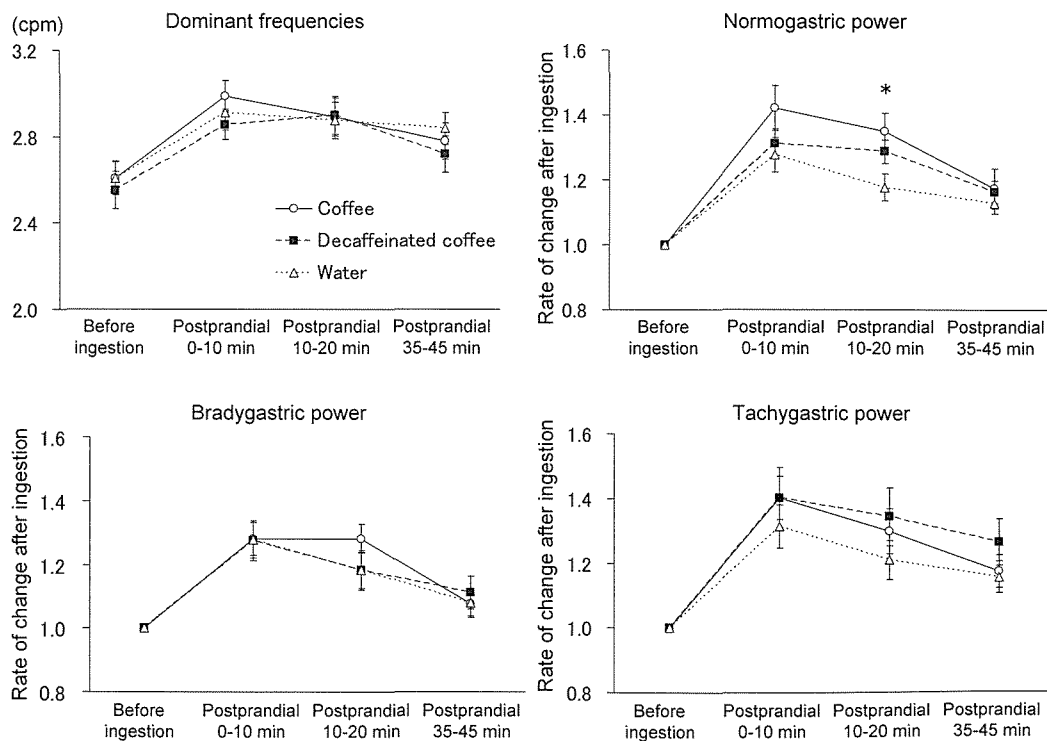


Figure 3 Comparison of parameters for EGG analysis before and after the ingestion of bread rolls with coffee, decaffeinated coffee, and water. Mean \pm SE. * $p < 0.05$, coffee vs. water.

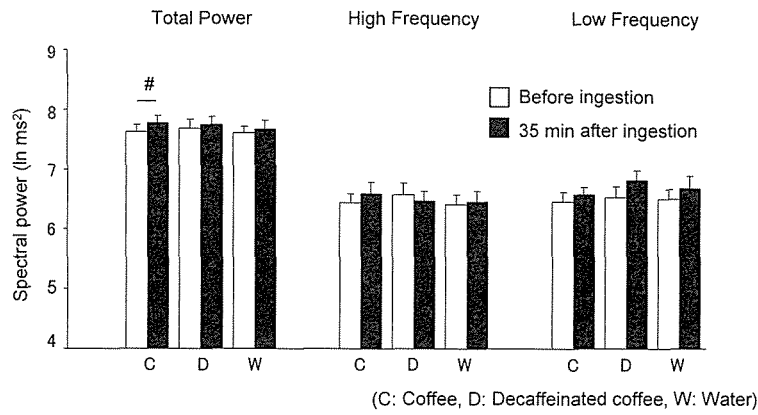


Figure 4 Changes in parameters for heart rate variability analysis at 35 min after the ingestion of bread rolls with coffee, decaffeinated coffee, and water. Mean \pm SE. # $p < 0.05$ vs. before ingestion.

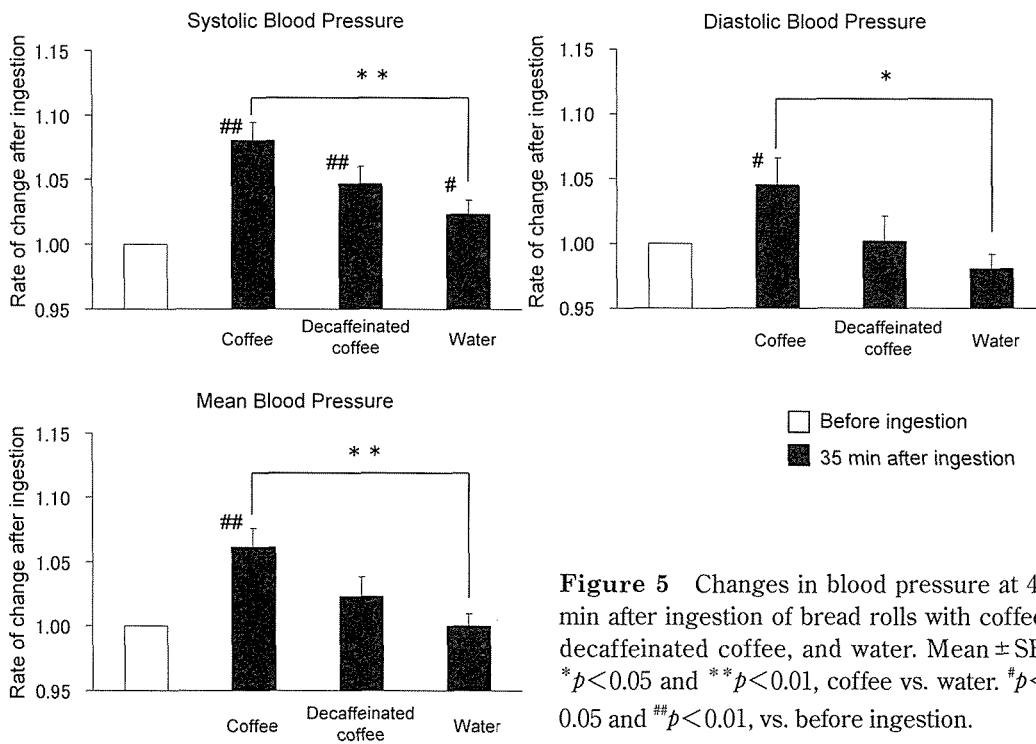


Figure 5 Changes in blood pressure at 45 min after ingestion of bread rolls with coffee, decaffeinated coffee, and water. Mean \pm SE. * $p < 0.05$ and ** $p < 0.01$, coffee vs. water. # $p < 0.05$ and ## $p < 0.01$, vs. before ingestion.

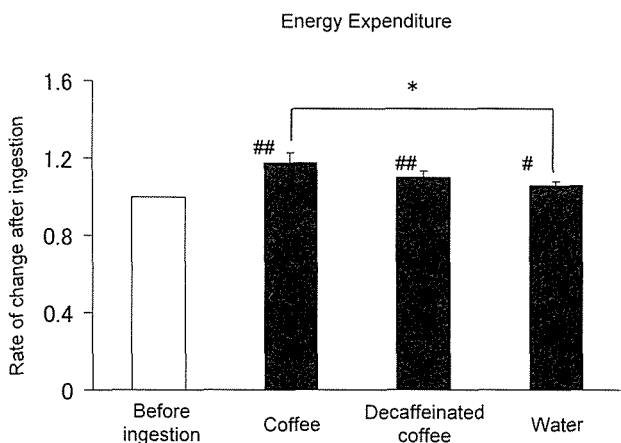


Figure 6 Changes in energy expenditure at 35 min after ingestion of bread rolls with coffee, decaffeinated coffee, and water. Mean \pm SE. * $p < 0.05$, coffee vs. water. # $p < 0.05$ and ## $p < 0.01$, vs. before ingestion.

て、コーヒー摂取は食後の胃運動を高める可能性が考えられる。また、カフェインレスコーヒーとお湯との間では有意差が見られなかったことから、胃電気活動への作用はカフェインが関与している可能性がある。一方、カフェイン以外では、コーヒーポリフェノールの一種であるクロロゲン酸について、胃酸分泌作用を有することが報告されており²¹⁾、胃運動への作用も示唆されるが、その可能性を含めて今後詳細な検討が必要と思われる。

2. コーヒー摂取と自律神経活動, エネルギー消費量との関連性

本研究の結果から、コーヒー摂取時のみ心拍変動解析の総自律神経活動値が有意に高値を示したことから、また、コーヒー摂取後にお湯と比べてエネルギー消費量の有意な増加が認められ、カフェインレスコーヒーでは有意な変化は見られなかったことから、これらの作用には特にカフェインが関わっていると考えられる。先行研究にお

いて、カフェインレスコーヒーにカフェインを 200 mg 添加した飲料を摂取した群では、そうでない群に比べてエネルギー消費量が有意に増加したという報告⁷⁾があり、カフェインのエネルギー消費亢進作用を示唆するものである。また、カフェイン (2 mg/kg body weight) を添加したカフェインレスコーヒー150 mLの摂取群とカフェインを添加しない群との比較では、カフェインを添加した群で有意な副交感神経活動の亢進が見られたという報告があり⁴⁾、コーヒーの自律神経活動への効果についてもカフェインを介した作用である可能性が考えられる。本研究では、コーヒー摂取でのみ総自律神経活動値が有意に増加したことから、カフェインの自律神経の

調節能への効果が示唆される一方で、LF, HF 成分では有意差を認めなかった。しかし、コーヒー摂取後の増加量は有意ではないものの、LF 成分よりも HF 成分の方が高値であったことから、副交感神経への作用が大きい可能性が示唆されるが、結論づけるには追試が必要である。また、カフェイン以外の成分として、トリゴネリンの作用に関して神経突起伸展活性を調べた結果、トリゴネリンが中枢神経系に作用をおよぼす活性成分として同定されたという報告²²⁾があり、本成分の作用についてもさらなる検討が必要と思われる。

3. コーヒーの常飲性と血圧との関連性

カフェインの一時的な血圧上昇作用はよく知られてい

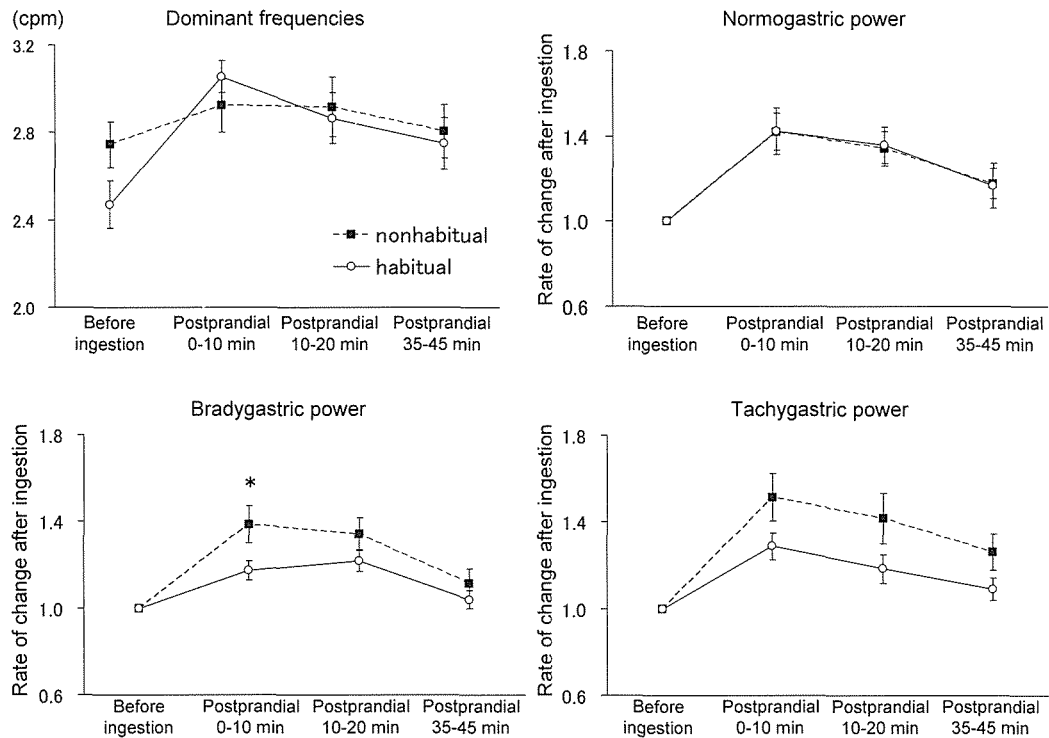


Figure 7 Comparison of parameters for EGG analysis before and after the ingestion of coffee with bread rolls between nonhabitual vs. habitual coffee drinkers. Mean ± SE. **p* < 0.05, vs. habitual.

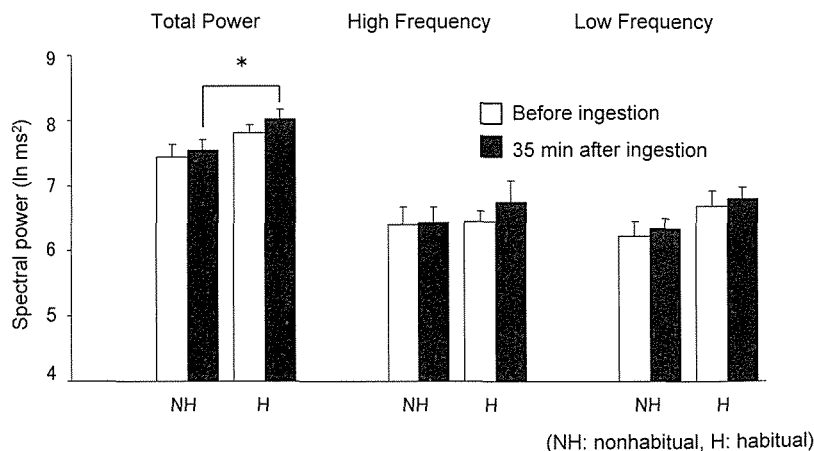


Figure 8 Comparison of parameters for heart rate variability analysis at 35 min after coffee ingestion with bread rolls between nonhabitual vs. habitual coffee drinkers. Mean ± SE. **p* < 0.05, nonhabitual vs. habitual.

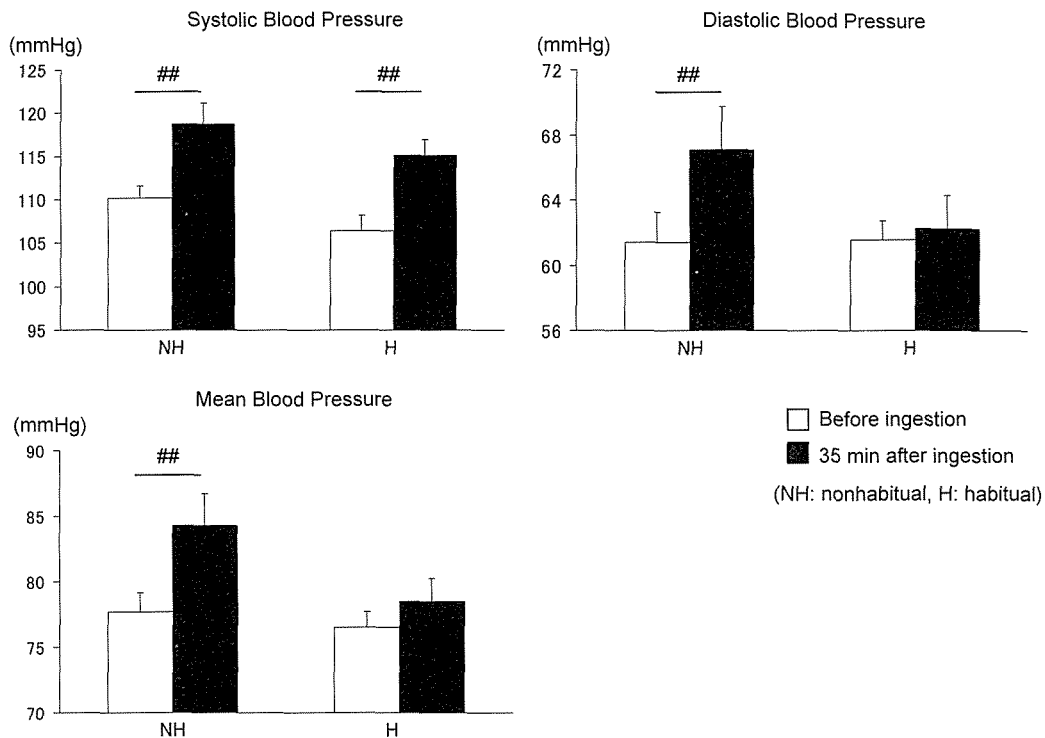


Figure 9 Comparison of blood pressure at 45 min after coffee ingestion with bread rolls between nonhabitual vs. habitual coffee drinkers. Mean ± SE. ##*p* < 0.01, vs. before ingestion.

るが、コーヒーの常飲者ではカフェイン耐性が生じて作用が減弱すると考えられている⁶⁾。本研究では、コーヒーの非常飲者でのみ有意な血圧上昇が認められたことから、既報⁶⁾との一致が認められた。また、血圧に対するカフェインの作用メカニズムに関しては、アデノシンレセプターに対する拮抗作用、非選択的なホスホジエステラーゼ阻害作用、交感神経亢進作用、副腎皮質刺激作用および腎作用を介した昇圧作用等が報告²³⁾されているが、一定の結論には至っていない。そのため、常飲性の違いによって、これらの作用メカニズムにどのような影響をもたらしているかについて今後も議論を進める必要がある。さらに、本研究では常飲性の区別として1日1杯以上飲んでいる者を常飲者、1日1杯未満の者を非常飲者と分類したが、今後は1日1杯未満、1日1-3杯、1日3杯以上の3群での比較などより細かな層別化を行い、コーヒーの常飲性に対する詳細な検討を行いたい。

4. ま と め

コーヒーが胃運動、自律神経活動、エネルギー代謝に及ぼす効果については、不明な点が多く、一致した見解は報告されていなかった。本研究の結果より、胃運動への効果については、胃電図解析の結果から、胃運動亢進作用を有する可能性が示唆された。また、自律神経活動とエネルギー消費量においても、コーヒー摂取により有意に増加し、これらはカフェインの作用を介したものである可能性がある。さらに、コーヒーの常飲性による比較では、コーヒー常飲者ではコーヒー摂取後の血圧上昇作用が減弱している一方で、自律神経活動は非常飲群よ

りも有意に増加していることが明らかになった。また、胃電図との関連では、非常飲群では摂取後の徐波パワーが高値を示しており、胃運動リズムの乱れをもたらす可能性がある。これらの効果の作用機序については不明であり、日常的なコーヒー摂取との効果の違いなどさらに検討を進める必要がある。加えて、コーヒー豆の種別によってカフェイン含量などに差が認められることが知られている²⁴⁾²⁵⁾。しかし、これら品種、地域の違いによる生理活性の差について検討した報告は少ない。そのため、本研究の結果がモカシダモ種特有の効果であるかどうかについても今後の検討課題の1つだと考えられる。

被験者の皆様に深く感謝いたします。本研究は、科学研究費補助金若手研究 (B) (課題番号 23700831) の助成を受けたものである。

文 献

- 1) Higdon JV, Frei B (2006) Coffee and health: a review of recent human research. *Crit Rev Food Sci Nutr* **46**: 101-23.
- 2) Akimoto K, Inamori M, Iida H, Endo H, Akiyama T, Ikeda T, Fujita K, Takahashi H, Yoneda M, Goto A, Abe Y, Kobayashi N, Kirikoshi H, Kubota K, Saito S, Nakajima A (2009) Does postprandial coffee intake enhance gastric emptying?: a crossover study using continuous real time ¹³C breath test (BreathID system). *Hepatogastroenterology* **56**: 918-20.
- 3) Boekema PJ, Lo B, Samsom M, Akkermans LMA,

- Smout AJPM (2000) The effect of coffee on gastric emptying and oro-caecal transit time. *Eur J Clin Invest* **30**: 129-34.
- 4) Hibino G, Moritani T, Kawada T, Fushiki T (1997) Caffeine enhances modulation of parasympathetic nerve activity in humans: quantification using power spectral analysis. *J Nutr* **127**: 1422-7.
 - 5) Monda M, Viggiano A, Vicidomini C, Viggiano A, Iannaccone T, Tafuri D, De Luca B (2009) Espresso coffee increases parasympathetic activity in young, healthy people. *Nutr Neurosci* **12**: 43-8.
 - 6) Corti R, Binggeli C, Sudano I, Spieker L, Hänseler E, Ruschitzka F, Chaplin WF, Lüscher TF, Noll G (2002) Coffee acutely increases sympathetic nerve activity and blood pressure independently of caffeine content: role of habitual versus nonhabitual drinking. *Circulation* **106**: 2935-40.
 - 7) Koot P, Deurenberg P (1995) Comparison of changes in energy expenditure and body temperatures after caffeine consumption. *Ann Nutr Metab* **39**: 135-42.
 - 8) Tsubono Y, Takamori S, Kobayashi M, Takahashi T, Iwase Y, Itoi Y, Akabane M, Yamaguchi M, Tsugane S (1996) A data-based approach for designing a semi-quantitative food frequency questionnaire for a population-based prospective study in Japan. *J Epidemiol* **6**: 45-53.
 - 9) 石脇智広 (2008) コーヒー「こつ」の科学, p 35-7. 柴田書店, 東京.
 - 10) Chang FY (2005) Electrogastrography: basic knowledge, recording, processing and its clinical applications. *J Gastroenterol Hepatol* **20**: 502-16.
 - 11) Verhagen MA (2005) Electrogastrography. *Clin Auton Res* **15**: 364-7.
 - 12) 奥野 洋, 本郷道夫, 氏家裕明 (1988) 経皮的胃電図活動記録 (EGG) に関する基礎的検討. 日本平滑筋学会誌 **24**, 392-4.
 - 13) Association, American Heart (1996) Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation* **93**: 1043-65.
 - 14) Pumrla J, Howorka K, Groves D, Chester M, Nolan J (2002) Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol* **84**: 1-14.
 - 15) Yasuda K, Matsunaga T, Adachi T, Aoki N, Tsujimoto G, Tsuda K (2006) Adrenergic receptor polymorphisms and autonomic nervous system function in human obesity. *Trends Endocrinol Metab* **17**: 269-75.
 - 16) Brown TE, Beightol LA, Koh J, Eckberg DL (1993) Important influence of respiration on human R-R interval power spectra is largely ignored. *J Appl Physiol* **75**: 2310-7.
 - 17) Lee JM, Bassett DR Jr, Thompson DL, Fitzhugh EC (2011) Validation of the Cosmed Fitmate for prediction of maximal oxygen consumption. *J Strength Cond Res* **25**: 2573-9.
 - 18) Nieman DC, Lasasso H, Austin MD, Pearce S, McInnis T, Unick J (2007) Validation of Cosmed's FitMate in measuring exercise metabolism. *Res Sports Med* **15**: 67-75.
 - 19) Nieman DC, Austin MD, Benezra L, Pearce S, McInnis T, Unick J, Gross SJ (2006) Validation of Cosmed's FitMate in measuring oxygen consumption and estimating resting metabolic rate. *Res Sports Med* **14**: 89-96.
 - 20) Boekema PJ, Samsom M, van Berge Henegouwen GP, Smout AJ (1999) Coffee and gastrointestinal function: facts and fiction. A review. *Scand J Gastroenterol Suppl* **230**: 35-9.
 - 21) Rubach M, Lang R, Hofmann T, Somoza V (2008) Time-dependent component-specific regulation of gastric acid secretion related proteins by roasted coffee constituents. *Ann NY Acad Sci* **1126**: 310-14.
 - 22) Tohda C, Nakamura N, Komatsu K, Hattori M (1999) Trigonelline-induced neurite outgrowth in human neuroblastoma SK-N-SH cells. *Biol Pharm Bull* **22**: 679-82.
 - 23) Geleijnse JM (2008) Habitual coffee consumption and blood pressure: an epidemiological perspective. *Vasc Health Risk Manag* **4**: 963-70.
 - 24) グュエン・ヴァン・チュエン, 石川俊次 (2006) コーヒーの科学と機能, p 12-34. アイ・ケイコーポレーション, 神奈川.
 - 25) Minamisawa M, Yoshida S, Takai N (2004) Determination of biologically active substances in roasted coffees using a diode-array HPLC system. *Anal Sci* **20**: 325-8.
-

J Jpn Soc Nutr Food Sci **65**: 113-121 (2012)

Original Paper

Effects of Coffee Intake on Gastric Motility and Autonomic Nervous Activity in Young Healthy Volunteers

Kazushi Tanemura,¹ Tetsuro Matsunaga,² Hanae Yamazaki,² Shiho Li,¹ Erina Joo,¹ Tetsuya Adachi,³ Takashi Kondoh,² and Kinsuke Tsuda^{*,1}

(Received January 11, 2012 ; Accepted February 10, 2012)

Summary: Coffee is one of the most popular beverages worldwide and has been reported to have various physiological effects. In this study, we investigated the effects of coffee intake on gastric myoelectrical activity and autonomic nervous activity in humans. We performed a randomized crossover study involving 24 healthy males (12 non-habitual and 12 habitual coffee drinkers). Before and after ingestion of bread rolls (285 kcal) with 260 mL of coffee, decaffeinated coffee, or water, gastric myoelectrical activity was measured by electrogastrography for 20 min. Autonomic nervous activity was evaluated by heart rate variability (HRV) power spectral analysis, before and 35 min after ingestion. After coffee intake, a significant increase in electrogastrographic normogastric power was observed, in comparison with water intake. Moreover, coffee ingestion increased the total spectral power of HRV in habitual drinkers in comparison with non-habitual drinkers. Our results suggest that coffee intake enhances gastric motility and autonomic nervous activity.

Key words: coffee, electrogastrography, autonomic nervous activity, blood pressure, energy expenditure

* Corresponding author (E-mail: dmmed-028@umin.ac.jp)

¹ Laboratory of Metabolism, Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Kyoto, Japan

² AJINOMOTO Integrative Research for Advanced Dieting, Graduate School of Agriculture, Kyoto University, Kyoto, Japan

³ Department of Pathology and Cell Regulation, Kyoto Prefectural University of Medicine, Kyoto, Japan