【短 報】

過熱水蒸気調理の食後中性脂肪上昇および脂質過酸化に対する抑制効果

Effects of Superheated Steam Cooking on Inhibition of Postprandial Triacylglyceride Increase and Lipid Peroxidation in Blood

西谷真人^{1,*}, 杉野友啓², 高見星司³, 松浦良介³, 梶本修身⁴
Masahito NISHITANI^{1,*}, Tomohiro SUGINO², Seiji TAKAMI³,
Ryosuke MATSUURA³, Osami KAJIMOTO⁴

¹ 大阪大学大学院医学系研究科生体機能補完医学講座

² 株式会社総合医科学研究所

³ シャープ株式会社

⁴ 大阪市立大学大学院医学研究科 COE 生体情報解析学

【要 旨】

豚肉から揚げの調理法として、過熱水蒸気調理を使用した場合の健康機能性について、天ぷら鍋を使用した場合と比較することにより検討した。その結果、過熱水蒸気調理による調理物を摂取した場合、摂取6時間後で中性脂肪、RLP-コレステロールの上昇抑制、さらにビタミンCの低下抑制、d-ROMsの上昇抑制がみられた。過熱水蒸気調理が食後の脂質上昇および脂質過酸化の抑制の2つの面から健康機能性を有する調理法であると考えられた。

【キーワード】

過熱水蒸気調理, 食後中性脂肪, 脂質過酸化

はじめに

近年、食後高脂血症が動脈硬化の進展を早めることが報告され^{1,2)}、空腹時に加えて食後の血中脂質を測定することが重要視されている。食事による血中脂質の上昇を抑制するには、食材の選択が重要であることはもちろんであるが、調理法を工夫して調理物中の脂質量を低減させることもその効果が期待できる。また、血中の過酸化脂質も動脈硬化に深く関与することが知られており³⁾、調理法によって脂質過酸化を抑制できればその意義は大きい。

今回の試験では豚肉から揚げの調理法として、過熱水蒸気調理を用いた場合における食後の血中中性脂肪上昇および脂質過酸化の抑制効果を、天ぷら鍋を用いた場合と比較することにより検討した。

材料・方法

1. 対象

対象者は健常男性12名(予備検査でのBMIが23以上30未満, 中性脂肪が120 mg/dL以上200 mg/dL未満, 20

歳以上 65 歳以下)とした。試験の実施に際しては、総合医科学研究所及び総医研クリニック合同審査委員会 (IRB) の承認のもとに行われ、ヘルシンキ宣言の主旨に従い実施した。

2. 試験食

被験食および対照食をあわせて試験食と定義した。市販のから揚げ粉を使用した。また、天ぷら鍋での調理には市販のサラダ油 1300 g を使用した。原材料の豚バラ肉は、同一の精肉業者から調達し、調理の際は 1 食分を 6 切れに分けることで、栄養成分のばらつきが小さくなるようにした。なお、原材料の重量は 246.5~252.5 g であった。

被験食：過熱水蒸気で調理した「豚肉のから揚げ」

対照食：天ぷら鍋で調理した「豚肉のから揚げ」

試験食の栄養成分

	被験食	対照食
重量 (g)	188	202
水分 (g)	78.8	84.0
タンパク質 (g)	36.7	34.8
脂質 (g)	63.7	75.9
灰分 (g)	2.4	2.3
炭水化物 (g)	6.2	4.8
エネルギー (kcal)	745	842
ナトリウム (mg)	441	412

3. 調理機器

市販の過熱水蒸気オーブン (庫内容量 30 L, 消費電力 1410 W)。

市販の天ぷら鍋 (市販の天ぷら鍋 (直径 27 cm, 深さ 8 cm), 市販の卓上 IH 調理器 (消費電力 1400 W) を使用)。

4. 試験デザイン

試験はランダム化 2 試験区クロスオーバー試験とした。試験期間は観察期間 13 日間および検査日 2 日間の計 15 日間 (2009 年 7 月 25 日~8 月 8 日) であった。

5. 摂取方法

2 回の検査日の午前中に各 1 回ずつ被験食または対照食を摂取した。

6. 血液検査

中性脂肪は摂取前, 摂取 1 時間後, 2 時間後, 3 時間後, 4 時間後, 5 時間後および 6 時間後で, RLP-コレス

テロールは摂取前, 摂取 1 時間後, 3 時間後および 6 時間後, ビタミン C, 活性酸素代謝物 (d-ROMs) は摂取前および摂取 6 時間後に測定した。中性脂肪は酵素法 (GK-GPO・遊離グリセロール消去), RLP-コレステロールは免疫吸着法, ビタミン C は HPLC 法, d-ROMs は N,N-ジエチルパラフェニレンジアミン法により測定した。また, 被験者の健康状態を把握するため, 摂取前は末梢血一般, 白血球分画, 総蛋白, アルブミン, AST, ALT, γ -GTP, クレアチニン, 総コレステロール, HDL-コレステロール, LDL-コレステロール, CPK, 尿酸, 尿素窒素, ALP, LDH, Na, K, Cl, Ca, Mg, P, 総ビリルビン測定した。

7. 被験者の管理

被験者にはそれまでの食生活および運動などの日常生活を変えないように指示し, 検査日前の 1 週間は毎日, 食事内容, アルコール摂取量, 医薬品の使用状況および体調等の生活状況を日誌に記録させることにより日常生活を把握した。さらに, 検査日前日の夕食は同一の弁当 (タイヘイ (株)) を 21 時までに摂取させ, アルコールの摂取は禁止とした。検査前日の夕食後から検査日の全検査終了まで試験食以外の食事は禁止とし, 飲料の摂取も水のみを可とした。

結 果

試験食摂取前の CPK が高値であった 1 名を解析から除外し, 解析対象は 11 名とした。さらに, 中性脂肪, RLP-コレステロールについては詳細な検討をするために, 2 回の検査日の試験食摂取前値の中性脂肪の差が 24 mg/dL 以下の者 6 名により解析を実施した。なお, カットオフ値の 24 mg/dL は, 予備検討として実施したコーンスープ負荷による試験 (n=5, 脂質量は 20 g と 25 g) で得られた, 負荷後中性脂肪の変化量の差 20 mg/dL に, ヒト試験データのばらつきを考慮した 20%を加え設定した。

被験食群と対照群でそれぞれ, 中性脂肪は摂取前 (144 ± 22 , 147 ± 25 mg/dL), 摂取 1 時間後 (151 ± 29 , 155 ± 27 mg/dL), 摂取 2 時間後 (213 ± 59 , 208 ± 41 mg/dL), 摂取 3 時間後 (286 ± 109 , 288 ± 78 mg/dL), 摂取 4 時間後 (305 ± 123 , 338 ± 114 mg/dL), 摂取 5 時間後 (304 ± 129 , 365 ± 133 mg/dL), 摂取 6 時間後 (279 ± 129 , 359 ± 134 mg/dL), RLP-コレステロールは摂取前 (5.7 ± 1.6 , 5.9 ± 0.9 mg/dL), 摂取 1 時間後 (6.7 ± 2.0 , 6.4 ± 1.4 mg/dL), 摂取 3 時間後 (11.9 ± 4.8 , 11.9 ± 3.0 mg/dL), 摂取 6 時間後 (12.4 ± 5.7 , 15.8 ± 4.5 mg/dL) であった。摂取前値からの変化において, 被験食群は対照食群と比較して, 摂取 6 時間後で中性脂肪および RLP-コ

図1 脂質関連項目の血中濃度推移（摂取前値からの変化）

図2 酸化関連項目の血中濃度変化（摂取6時間後）

レステロールの有意な上昇抑制がみられ（図1）、さらにビタミンCの有意な低下抑制およびd-ROMsの有意な上昇抑制がみられた（図2）。

また、生活状況の日誌からは、試験結果に影響を及ぼすと考えられる日常生活の変化はみられなかった。

考 察

食後の血中脂質の代表的な指標としては、中性脂肪の他、レムナント様リポ蛋白(RLP)が挙げられる。RLPは腸管由来のカイロミクロンと肝臓由来のVLDLが部分的に水解されて生じるが、食後高脂血症の主要な役割を担っており、動脈硬化に深く関与することが知られている⁴⁻⁶⁾。摂取6時間後で中性脂肪に加えRLP-コレステロールの上昇抑制が被験食群でみられた。過熱水蒸気で調理した豚肉から揚げは従来の天ぷら鍋で調理したものと比較して、食後の血中脂質の上昇を抑制することが明らかとなった。今回は豚肉のから揚げであったが、過熱水蒸気による調理で、揚げ物をはじめとした種々の調理物で脂質含有量の低減が確認されており⁷⁾、過熱水蒸気

で調理したこれらの調理物は、食後の血中脂質の上昇を抑制し、動脈硬化などのリスクを低下させる可能性が考えられた。

さらに、摂取6時間後でビタミンCの低下抑制およびd-ROMsの上昇抑制が被験食群でみられた。d-ROMsはヒドロペルオキシド全般を測定しており、過酸化脂質の濃度を反映していると考えられる⁸⁾。天ぷら鍋による調理が脂質酸化を促進させた一方で、過熱水蒸気調理では低酸素状態で調理されるため、脂質酸化が抑制された可能性が考えられた。また、ビタミンCは過酸化脂質の生成を抑制することが知られている⁹⁾。天ぷら鍋で調理した豚肉から揚げを摂取した場合は、過酸化脂質が生成しやすい状態になり、その抑制に内因性のビタミンCが利用された可能性も考えられた。

過熱水蒸気調理はその脱油効果による食後中性脂肪の上昇抑制および低酸素状態での調理による脂質過酸化の抑制の2つの面から健康機能性を有する機器であると考えられた。

謝 辞

本試験にご参加くださいました被験者の皆様に深く感謝いたします。

助成源

なし

参 考 文 献

- 1) Tanaka A. Postprandial hyperlipidemia and atherosclerosis. *J Atheroscler Thromb* 2004; 11(6): 322-329.
- 2) Kolovou GD, Anagnostopoulou KK, Daskalopoulou SS, et al. Clinical relevance of postprandial lipaemia. *Curr Med Chem* 2005; 12(17): 1931-1945.
- 3) Stringer MD, Görög PG, Freeman A. Lipid peroxides and atherosclerosis. *Brit Med J* 1989; 298(6669): 281-284.
- 4) Cohn JS. Postprandial lipemia and remnant lipoproteins. *Clin Lab Med* 2006; 26(4): 773-786.
- 5) Maggi FM, Raselli S, Grigore L, et al. Lipoprotein remnants and endothelial dysfunction in the postprandial phase. *J Clin Endocrinol Metab* 2004; 89(6): 2946-2950.
- 6) Ooi TC, Cousins M, Ooi DS, et al. Postprandial remnant-like lipoproteins in hypertriglyceridemia. *J Clin Endocrinol Metab* 2001; 86(7): 3134-3142.
- 7) 門馬哲也, 岸本卓土, 田中源基ら. 過熱水蒸気による健康調理技術の開発. *シャープ技報*. 2005; 91: 40-44.
- 8) Cesarone MR, Belcaro G, Carratelli M, et al. A simple test to

monitor oxidative stress. *Int Angiol* 1999; 18(2): 127–130.
9) Huang HY, Appel LJ, Croft KD, et al. Effects of vitamin C and

vitamin E on in vivo lipid peroxidation: results of a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(3): 549–555.

ABSTRACT

Effects of Superheated Steam Cooking on Inhibition of Postprandial Triacylglyceride Increase and Lipid Peroxidation in Blood

Masahito NISHITANI¹, Tomohiro SUGINO², Seiji TAKAMI³, Ryosuke MATSUURA³, Osami KAJIMOTO⁴

¹ *Department of Complementary and Alternative Medicine, Osaka University Graduate School of Medicine*

² *Soiken Inc*

³ *Sharp Corporation*

⁴ *Department of Biomarker and Molecular Biophysics, Osaka City University Graduate School of Medicine*

In the present study, in order to investigate the healthy functionality of superheated steam cooking, we examined triacylglyceride, RLP-cholesterol, ascorbic acid and d-ROM levels in blood after intake of fried pork cooked using superheated steam or in a deep fryer. At 6 hours after intake, in the superheated steam cooking group, triacylglyceride and RLP-cholesterol levels were lower, while ascorbic acid levels were higher and d-ROM levels were lower when compared with the deep fryer group. These results suggest that superheated steam cooking has healthy functionality with regard to the inhibition of postprandial triacylglyceride increase and lipid peroxidation in blood.

Key words: superheated steam cooking, postprandial triacylglyceride, lipid peroxidation