

《原著》

一般住民におけるりんご摂取と動脈硬化リスクの関連

徳田糸代¹、高橋一平¹、戸塚学²、
岩間孝暢³、吉岡美子⁴、倉内静香⁵、
小野真実¹、大沼由香¹、村下公一⁶、
中路重之¹

- 1) 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座
- 2) 弘前大学教育学部
- 3) 弘前医療福祉大学
- 4) 青森県立保健大学
- 5) 弘前大学大学院保健学研究科
- 6) 弘前大学 COI 研究推進機構

キーワード

1. りんご摂取
2. 食生活
3. 脂質エネルギー比
4. 動脈硬化
5. 一般住民

【背景・目的】動脈硬化のリスクは、適切な生活習慣により軽減ができることが知られている。しかし、エネルギーや栄養素との関連を検討した報告はあるものの、食品に関する研究は少ない。本研究では、一般住民を対象に、りんご摂取が動脈硬化に及ぼす影響を疫学的に検討した。

【対象・方法】対象者は2013年度岩木健康増進プロジェクト、プロジェクト健診を受診した920名(男性342名、平均年齢52.4±16.1歳、女性578名、平均年齢54.8±14.6歳)であった。測定項目は、baPWV、血圧、Total-Cho、LDL-Cho、HDL-Cho、りんごの摂取状況、簡易型自記式食事歴法質問票(brief-type self-administered diet history questionnaire: BDHQ)である。全対象者を、摂取エネルギーが推定エネルギー必要量より少ない群(低摂取群)と多い群(高摂取群)、及び脂質エネルギー比が30%未満の群(低脂質比群)と以上の群(高脂質比群)に分けて検討を行った。

【結果・考察】低摂取群および低脂質比群において、男女ともりんご摂取のある者は、食物繊維、カリウム、ビタミンの摂取量が多い傾向がみられた。また、同条件の男性では、りんご摂取のある者は、動脈硬化度を反映するbaPWVおよび収縮期血圧がともに低い傾向がみられ、女性のりんご摂取のある者は総コレステロールおよびHDLコレステロール値が低かった。本研究より、推定エネルギー必要量より摂取エネルギーが少ないまたは脂質比が30%より低いような食生活の者において、りんご摂取は動脈硬化に予防的に作用する可能性が考えられた。

体力・栄養・免疫学雑誌 第25巻 第1号 59-66頁 2015年

緒言

現在、世界中で高カロリー・高脂肪食の食習慣や運動不足により肥満が急増している¹⁾。肥満は高血圧や糖尿病、脂質異常症を介して動脈硬化を促進し²⁾、心疾患や脳血管疾患を引きこす。このため、生活習慣改善による肥満や動脈硬化の予防対策が注目されているが、その詳細についてはいまだ不明な点が多い。

動脈硬化のリスクは、適切な生活習慣により軽減ができることが知られている。すなわち、バランスの良い食事や適度な運動を行うことである^{3,4)}。運動に関してはその基準が示され、どんな運動をどれくらいやれば良いか明らかにされている。しかし、食事に関しては、エネルギーや主要な栄養成分のバランスに関する基準はあるものの、食品摂取内容に関する研究は少ない。

現在、果物や野菜は食物繊維やビタミン、ミネラル等の重要な摂取源であるため、その摂取が心疾患や脳血管疾患の予防効果を持つ可能性がいくつか示されている。しかし、そのような関連を示さない報告もみられ、一定の見解は得られていない^{5,8)}。この要因としては、①果物や野菜はその種類により栄養成分や食物繊維・ビタミン・ミネラル等の含有量が異なるにもかかわらず、ほとんどの研究では果物類または野菜類といった一括した食品群として評価されてきた⁷⁾、②同時に摂取している食事を考慮した解析が十分に行われてこなかったことがあげられる⁹⁾。

果物に含まれるりんごは食物繊維、カリウム、ビタミン、ポリフェノールなどが多く含まれ、便秘や胃腸障害の改善だけでなく、コレステロールや血圧の改善を介して動脈硬化リスクの予防効果がある可能性が示されている^{10,11)}。すなわち、1ヶ月のりんご摂取に

より総コレステロールと LDL コレステロールがそれぞれ 5.6%、6.7%低下し¹⁰⁾、3 ヶ月のりんごポリフェノール摂取は総コレステロールを 15mg/dL、LDL コレステロールを 13mg/dL 下げることが報告されている¹¹⁾。血圧に関しても、りんごのカリウムやビタミン、ポリフェノールには降圧作用がある可能性が考えられている^{12,13)}。フィンランドでの 28 年間の疫学調査やノルウェーのコホート研究の結果、りんご摂取により心臓病や脳卒中のリスクを下げる事が報告されている^{14,15)}。しかし、効果を認める報告がある一方で、りんご摂取による脂質や血圧改善効果がみられないとする報告や、りんごの摂取頻度と動脈硬化性疾患との相関がみられないとする報告もある¹⁶⁾。すなわち、先行研究では、りんご摂取と動脈硬化関連項目との関係は十分に証明されておらず、かつ両者の直接的な関連を検討した疫学研究はみられない。

本研究では、一般住民を対象にした疫学研究により、りんご摂取が動脈硬化に及ぼす影響を、同時に摂取している“食事”を考慮して調査検討した。生活習慣病のリスクとなるエネルギーの過剰摂取や脂質の過剰摂取は動脈硬化に影響を及ぼすため^{17,18)}、これを“食事”の特徴として対象を区分した。すなわち、エネルギー摂取が推定エネルギー必要量より多い者と少ない者、摂取エネルギー中の脂質割合が 30%を超える者と超えない者に各々区分して、りんご摂取のある者と無い者の血圧、動脈の硬化度を表す baPWV および動脈硬化のリスク因子である総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロールの違いを比較検討した。

対象

対象者は 2013 年度岩木健康増進プロジェクト、プロジェクト健診を受診した 1054 名（男性 407 名、平均年齢 53.0±16.9 歳、女性 647 名、平均年齢 55.3±15.4 歳）である。このうち、欠損値のある者、がん、虚血心疾患、脳血管疾患の既往歴のある者、20 歳未満の者を除く 920 名（男性 342 名、平均年齢 52.4±16.1 歳、女性 578 名、平均年齢 54.8±14.6 歳）を解析対象とした。このうち高血圧症は男性 86 名（25.1%）、女性 142 名（24.6%）、糖尿病は男性 23 名（6.7%）、女性 20 名（3.5%）、脂質異常症は男性 33 名（9.6%）、女性 77 名（13.3%）にみられた。

測定項目と測定方法

1. 血圧および baPWV 測定

血圧は水銀血圧計を用い、椅座位で収縮期血圧と拡張期血圧を測定した。baPWV (brachial-ankle pulse wave velocity) はボリューム・プレチスモグラフィ装置によって測定した (Form PWV/ABI, OMRON COLIN Co Ltd, Tokyo, Japan)。測定原理についてはすでに山科や

Lehmann らによって報告・検証されている^{19,20)}。対象者を仰向けにして心電図を取り付け、カフを両上腕と両足首に巻き付ける。上腕動脈および脛骨動脈の脈圧波形と容量脈拍の形態と血圧を、プレチスモグラフィセンサーおよびオシロメトリックセンサーにより測定した。十分な脈波を計測するために、測定は 10 秒間行われた。波形は、位相速度法によって自動的に測定される。5Hz 以上の波形要素はパスフィルターにより計測され、波面が決定された。上腕波形の波面と足関節波形の波面の時間差を ΔT_{ba} と定義した。胸骨頸切痕から上腕および足関節までの距離は、対象者の身長から自動的に算出している。胸骨頸切痕から上腕までの距離は「 $L_b = 0.2195 \times \text{身長}(\text{cm}) - 2.0734$ 」から、胸骨頸切痕から足関節までの距離は「 $L_a = 0.8129 \times \text{身長}(\text{cm}) + 12.328$ 」から算出した。baPWV は安静時の「 $\text{baPWV} = (L_a - L_b) / \Delta T_{ba}$ 」により算出した。

2. アンケート調査

対象者には事前に自己記入式の質問用紙を配布し、採血日当日に個人面接を行い回答の確認後に回収した。調査項目は性別、年齢、病歴、服薬状況、生活習慣、食事状況であった。生活習慣は運動、喫煙、飲酒について、それぞれ量と頻度を調査した。また、9~4 月のりんごのよく手に入る時期におけるりんごの摂取状況を週 1 個の摂取によって分類し、週 1 個未満を「りんご摂取なし」群、週 1 個以上を「りんご摂取あり」群とした。

3. 簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ)

エネルギーおよび栄養素摂取量は簡易型自記式食事歴法質問票 (brief-type self-administered diet history questionnaire: BDHQ) を用いた²¹⁾。BDHQ では過去 1 ヶ月間の食事状況を尋ね、専用の解析プログラムを用いて 1 日あたりの総摂取エネルギーおよび各種栄養素の摂取量を算出する。算出された栄養素のうち、9 種類の栄養素と総エネルギー摂取量、推定エネルギー必要量は身体活動レベル II (ふつう) で求め、解析に用いた。

4. 体格・身体組成測定

身体組成値としては身長、体重を測定し、体格の指標である body mass index (BMI) を算出した。

5. 統計解析

対象を男性と女性に分け、以下の解析をおこなった。まず、りんご摂取の有無による 1 日当たりの摂取エネルギー、たんぱく質エネルギー比、脂質エネルギー比、炭水化物エネルギー比の比較を共分散分析により年齢、BMI で調整した上でおこなった。

次に、摂取エネルギーが推定エネルギー必要量より少ない群 (低摂取群) と多い群 (高摂取群) に分けて、りんご摂取の有無による 1 日当たりの総食物繊維、

表1. 対象者の特徴

	男性のりんご摂取			女性のりんご摂取	
	なし (112名)	あり (230名)		なし (109名)	あり (469名)
年齢 (歳)	46.2±14.4	55.4±16.0		48.2±13.9	56.3±14.4
BMI (kg/m ²)	23.1± 3.1	23.7± 3.2		22.3± 4.3	22.3± 3.2
運動習慣をもつ人数 (%)	26名 (23.2%)	82名 (35.7%)	*	21名 (19.3%)	160名 (34.1%)
喫煙習慣をもつ人数 (%)	49名 (43.8%)	60名 (26.1%)	*	20名 (18.4%)	26名 (5.5%)
飲酒習慣をもつ人数 (%)	81名 (72.3%)	163名 (70.9%)		46名 (42.2%)	116名 (24.7%)

平均±標準偏差 または人数 (%)

t検定 または χ^2 検定

*p<0.05

表2. りんご摂取習慣とエネルギー摂取の関係

	男性のりんご摂取			女性のりんご摂取		
	なし (112名)	あり (230名)	P値	なし (109名)	あり (469名)	P値
総摂取エネルギー (kcal/day)	2168 ± 61	2292 ± 42	0.10	1618 ± 45	1769 ± 21	0.00
たんぱく質 エネルギー比 (%)	13.8 ± 0.3	14.2 ± 0.2	0.12	15.2 ± 0.3	15.6 ± 0.1	0.27
脂質 エネルギー比 (%)	22.3 ± 0.5	22.8 ± 0.3	0.48	25.2 ± 0.5	25.7 ± 0.2	0.32
炭水化物 エネルギー比 (%)	54.3 ± 0.8	55.4 ± 0.6	0.28	55.5 ± 0.7	56.0 ± 0.3	0.48

調整平均±標準誤差

共分散分析

調整：年齢、BMI

ナトリウム、カリウム、ビタミンB₆、ビタミンC、ビタミンE (α トコフェロール) の摂取量の比較を共分散分析により年齢、BMI で調整した上でおこなった。また、摂取エネルギー中の脂質割合が30%未満の群(低脂質比群) と以上の群 (高脂質比群) に分けて、同様の比較をおこなった。

さらに、摂取エネルギーが推定エネルギー必要量より少ない群 (低摂取群) と多い群 (高摂取群) に分けて、りんご摂取の有無によるbaPWV、収縮期血圧、総コレステロール、LDL コレステロール、HDL コレステロールの比較を、共分散分析によりおこなった。また、低脂質比群と高脂質比群に分けて、同様の比較をおこなった。この際、共通の調整因子として年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣を、baPWVではこれに高血圧、糖尿病、脂質異常症、収縮期血圧ではこれに高血圧、コレステロールではこれに脂質異常症を追加した。

統計解析には、いずれも IBM SPSS version 22.0 を利用し、P<0.05 で有意差あり、P<0.1 で傾向ありとした。

結果

1. 対象者の特徴 (表1)

りんご摂取のある者は、男性230名 (67.3%)、女性469名 (81.1%) であった。年齢は男女ともに、りんご

摂取のある者の方が優位に高い値を示した。すでに近年の国民健康栄養調査において年齢層が高い方が果実類の摂取量が多いというデータが示されており、これを反映したと考えられた²⁾。BMIは男女ともにりんご摂取による違いはみられなかった。男女ともに、りんご摂取のある者の方が運動習慣を持つ者の割合が高かった。女性においては、りんご摂取のある者の方が喫煙習慣、飲酒習慣を持つ者の割合は低い傾向がみられた。男性においてはりんご摂取のある者の方が喫煙習慣を持つ者の割合は低い傾向がみられた。

2. りんご摂取とエネルギー摂取の関係 (表2)

りんご摂取のある者は、りんご摂取の無い者と比べて、食事による摂取エネルギーが高い傾向がみられた。しかし、摂取エネルギーにおけるたんぱく質、脂質、炭水化物の比 (バランス) は、りんご摂取の有無による違いはみられなかった。

3. 摂取エネルギー別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維の関係 (表3,4)

摂取エネルギーに依らず、男女ともりんご摂取のある者は、摂取している食物繊維量が多い傾向がみられた。さらに、男性でりんご摂取のある者は、カリウムおよびビタミンCの摂取が多い傾向がみられた。また“高摂取群”の男性ではビタミンB₆とEも多く摂取している傾向がみられた。また、“低摂取群”の女性

表 3. 摂取エネルギー別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維摂取量 (男性)

	摂取エネルギー<推定エネルギー 必要量			摂取エネルギー≥推定エネルギー 必要量		
	りんご摂取			りんご摂取		
	なし (83名)	あり (148名)	P値	なし (29名)	あり (82名)	P値
総食物繊維 (g/日)	9.4 ± 0.4	10.6 ± 0.3	0.02	14.8 ± 1.0	16.8 ± 0.6	0.09
ナトリウム (mg/日)	4332 ± 124	4431 ± 92	0.53	6369 ± 262	6589 ± 152	0.48
カリウム (mg/日)	1994 ± 81	2219 ± 60	0.03	2995 ± 214	3557 ± 125	0.03
ビタミン B ₆ (mg/日)	1.09 ± 0.04	1.16 ± 0.03	0.21	1.69 ± 0.11	1.94 ± 0.07	0.06
ビタミン C (mg/日)	67 ± 5	78 ± 4	0.08	98 ± 12	131 ± 7	0.02
ビタミン E α -トコフェロール (mg/日)	5.9 ± 0.2	6.3 ± 0.2	0.18	9.1 ± 0.6	10.4 ± 0.4	0.08

調整平均±標準誤差

共分散分析

調整: 年齢, BMI

表 4. 摂取エネルギー別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維摂取量 (女性)

	摂取エネルギー<推定エネルギー 必要量			摂取エネルギー≥推定エネルギー 必要量		
	りんご摂取			りんご摂取		
	なし (92名)	あり (313名)	P値	なし (17名)	あり (156名)	P値
総食物繊維 (g/日)	8.7 ± 0.4	10.5 ± 0.2	0.00	13.7 ± 1.2	16.0 ± 0.4	0.07
ナトリウム (mg/日)	3494 ± 91	3644 ± 49	0.15	5180 ± 329	5345 ± 107	0.64
カリウム (mg/日)	1869 ± 66	2114 ± 35	0.00	2975 ± 226	3187 ± 73	0.37
ビタミン B ₆ (mg/日)	0.96 ± 0.03	1.03 ± 0.02	0.06	1.59 ± 0.12	1.61 ± 0.04	0.86
ビタミン C (mg/日)	71 ± 4	84 ± 2	0.01	108 ± 15	133 ± 5	0.11
ビタミン E α -トコフェロール (mg/日)	5.4 ± 0.2	6.0 ± 0.1	0.00	9.0 ± 0.7	9.4 ± 0.2	0.62

調整平均±標準誤差

共分散分析

調整: 年齢, BMI

表 5. 脂質エネルギー比別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維摂取量 (男性)

	摂取エネルギー中の脂質比<30%			摂取エネルギー中の脂質比≥30%		
	りんご摂取			りんご摂取		
	なし (98名)	あり (206名)	P値	なし (14名)	あり (24名)	P値
総食物繊維 (g/日)	11.0 ± 0.5	12.7 ± 0.3	0.01	11.8 ± 1.2	12.4 ± 0.9	0.68
ナトリウム (mg/日)	4930 ± 151	5139 ± 102	0.26	5400 ± 485	5117 ± 366	0.65
カリウム (mg/日)	2291 ± 106	2619 ± 72	0.01	2646 ± 286	2976 ± 216	0.37
ビタミン B ₆ (mg/日)	1.28 ± 0.06	1.39 ± 0.04	0.10	1.39 ± 0.18	1.62 ± 0.14	0.32
ビタミン C (mg/日)	76 ± 6	94 ± 4	0.01	92 ± 16	107 ± 12	0.47
ビタミン E α -トコフェロール (mg/日)	6.6 ± 0.3	7.4 ± 0.2	0.04	9.4 ± 0.9	9.5 ± 0.7	0.97

調整平均±標準誤差

共分散分析

調整: 年齢, BMI

で、りんご摂取のある者はカリウムおよびビタミン B₆、C、E を多く摂取している傾向がみられた。

4. 脂質エネルギー比別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維の関係 (表 5,6)

“高脂質比群”の者では、男女ともりんご摂取によるビタミン・ミネラル・食物繊維の摂取量に違いはみられなかった。しかし、“低脂質比群”の者では、男女ともりんご摂取のある者は、食物繊維量、カリウム、ビタミン B₆、C、E を多く摂取している傾向がみられた。加えて、女性でりんご摂取のある者は、ナトリウ

ム摂取量も多い傾向がみられた。

5. 摂取エネルギー別・脂質エネルギー比別のりんご摂取と動脈硬化関連因子の関係 (表 7,8)

“低摂取群”と“低脂質比群”の男性において、りんご摂取のある者は動脈硬化度を反映する baPWV および収縮期血圧がともに低い傾向がみられた。しかし、同条件の女性および“高摂取群”と“高脂質比群”の男女ではりんご摂取と baPWV および収縮期血圧の間に関連はみられなかった。

“低摂取群”と“低脂質比群”の女性において、り

表 6. 脂質エネルギー比別のりんご摂取とビタミン・ミネラル・食物繊維摂取量(女性)

	摂取エネルギー中の脂質比<30%			摂取エネルギー中の脂質比≥30%		
	りんご摂取			りんご摂取		
	なし(84名)	あり(368名)	P値	なし(25名)	あり(101名)	P値
総食物繊維(g/日)	9.7 ± 0.5	12.3 ± 0.2	0.00	10.1 ± 1.0	12.1 ± 0.5	0.07
ナトリウム(mg/日)	3811 ± 141	4205 ± 66	0.01	4047 ± 233	4112 ± 115	0.80
カリウム(mg/日)	2050 ± 91	2412 ± 42	0.00	2298 ± 190	2614 ± 94	0.14
ビタミン B ₆ (mg/日)	1.07 ± 0.05	1.19 ± 0.02	0.03	1.18 ± 0.10	1.32 ± 0.05	0.20
ビタミン C(mg/日)	77 ± 6	99 ± 3	0.00	86 ± 10	105 ± 5	0.11
ビタミン E(α-トコフェロール)(mg/日)	5.8 ± 0.3	6.8 ± 0.1	0.00	7.4 ± 8.2	8.2 ± 0.3	0.24

調整平均±標準誤差
共分散分析
調整:年齢、BMI

表 7. 摂取エネルギー別のりんご摂取と動脈硬化関連因子の関係

		摂取エネルギー<推定エネルギー必要量			摂取エネルギー≥推定エネルギー必要量		
		りんご摂取			りんご摂取		
		なし(175名)	あり(461名)	P値	なし(46名)	あり(238名)	P値
baPWV*(cm/sec)	男性	1522.2 ± 24.6	1470.4 ± 18.1	0.10	1676.1 ± 58.1	1623.4 ± 33.3	0.45
	女性	1402.5 ± 21.5	1388.5 ± 11.4	0.57	1590.6 ± 69.5	1584.8 ± 22.0	0.94
収縮期血圧†(mmHg)	男性	130.3 ± 1.7	126.3 ± 1.3	0.07	133.8 ± 3.0	131.6 ± 1.7	0.54
	女性	123.6 ± 1.5	124.6 ± 0.8	0.60	131.1 ± 4.5	133.3 ± 1.4	0.64
Total-Cho‡(mg/dL)	男性	200.2 ± 3.6	201.0 ± 2.6	0.87	204.5 ± 6.3	202.3 ± 3.6	0.77
	女性	207.0 ± 3.2	198.0 ± 1.7	0.01	219.3 ± 7.7	207.1 ± 2.4	0.13
LDL-Cho‡(mg/dL)	男性	111.5 ± 3.1	114.0 ± 2.3	0.53	116.4 ± 5.3	114.7 ± 3.1	0.79
	女性	113.8 ± 2.7	111.5 ± 1.4	0.46	126.6 ± 6.6	117.2 ± 2.1	0.18
HDL-Cho‡(mg/dL)	男性	57.2 ± 1.7	58.8 ± 1.2	0.46	58.2 ± 3.3	62.6 ± 1.9	0.26
	女性	71.9 ± 1.5	66.8 ± 0.8	0.00	70.0 ± 3.7	68.5 ± 1.2	0.71

調整平均±標準誤差
共分散分析

* 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、高血圧の有無、糖尿病の有無、脂質異常症の有無

† 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、高血圧の有無

‡ 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、脂質異常症の有無

表 8. 脂質エネルギー比別のりんご摂取と動脈硬化関連因子の関係

		摂取エネルギー中の脂質比<30%			摂取エネルギー中の脂質比≥30%		
		りんご摂取			りんご摂取		
		なし(182名)	あり(574名)	P値	なし(39名)	あり(125名)	P値
baPWV*(cm/sec)	男性	1592.6 ± 26.4	1534.6 ± 17.9	0.08	1409.6 ± 41.6	1406.4 ± 30.5	0.96
	女性	1473.2 ± 26.1	1468.1 ± 12.0	0.86	1393.8 ± 41.8	1376.4 ± 20.5	0.71
収縮期血圧†(mmHg)	男性	131.9 ± 1.6	128.1 ± 1.1	0.05	127.9 ± 4.7	127.9 ± 3.5	1.00
	女性	127.2 ± 1.8	127.9 ± 0.8	0.71	120.4 ± 3.0	124.9 ± 1.5	0.20
Total-Cho‡(mg/dL)	男性	203.0 ± 3.3	202.2 ± 2.3	0.85	183.9 ± 9.4	198.0 ± 6.9	0.27
	女性	209.7 ± 3.5	200.7 ± 1.6	0.02	209.6 ± 6.1	201.2 ± 3.0	0.21
LDL-Cho‡(mg/dL)	男性	113.1 ± 2.8	115.3 ± 1.9	0.53	106.6 ± 8.0	107.3 ± 5.9	0.95
	女性	115.3 ± 2.9	113.2 ± 1.3	0.52	119.7 ± 5.1	113.5 ± 2.5	0.27
HDL-Cho‡(mg/dL)	男性	57.6 ± 1.5	59.8 ± 1.0	0.24	58.7 ± 6.4	61.5 ± 4.7	0.74
	女性	71.6 ± 1.6	66.9 ± 0.7	0.01	71.1 ± 3.0	69.0 ± 1.5	0.52

調整平均±標準誤差
共分散分析

* 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、高血圧の有無、糖尿病の有無、脂質異常症の有無

† 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、高血圧の有無

‡ 調整項目:年齢、BMI、喫煙習慣、飲酒習慣、運動習慣、脂質異常症の有無

りんご摂取のある者は総コレステロールおよび HDL コレステロール値が低かった。しかし、同条件の男性および“高摂取群”と“高脂質比群”の男女ではりんご摂取と血中脂質の間に関連はみられなかった。

考察

本調査は、食事がりんご摂取と動脈硬化の関係に及ぼす影響を調査した初めての疫学研究である。

りんご摂取のある者では、食物繊維やカリウム、ビタミン B₆、C、E の摂取量が高いことが数多く報告されている^{23,24)}。本研究においてもりんご摂取のある者は同様の傾向がみられた。しかし、同時に摂取している食事により、これらの傾向に違いがあることも示された。すなわち、推定エネルギー必要量より摂取エネルギーが少ないまたは脂質エネルギー比が30%より低い男女では、先行研究同様の傾向がみられたが、反対に摂取エネルギーが多いまたは脂質エネルギー比が30%より高い男女では同様の傾向はみられない場合が多かった。この要因としては、摂取エネルギーや脂質エネルギー比が高い食事は、栄養素摂取の絶対量が多いために個々の食品の栄養素量が全体に及ぼす影響が相対的に低下したためと考えられた。一方、男性においては、推定エネルギー必要量より摂取エネルギーが多くてもりんご摂取によるミネラルやビタミン摂取量の違いがみられた。その要因としては、この群の男性は女性と異なり、摂取エネルギーとりんご摂取量が正相関し ($\beta=0.18$, $P<0.05$)、食事量に比例してりんごを摂取していたためと考えられた。

りんごの動脈硬化関連疾患に対する有効性については効果を認める報告があるが²⁵⁾、その効果は弱いことが指摘されている。機序としては、まずカリウムのナトリウム尿排出作用による血圧降下作用が知られている。また、リンゴに含まれるビタミンCの抗酸化作用は、血圧降下や冠動脈疾患のリスクを低下させる²⁶⁾。しかし、これまで、りんご摂取と動脈硬化度を反映する baPWV や血圧の関係を調査した研究はほとんどなく、佐々木らの研究のみである²⁷⁾。佐々木らは21年にわたる縦断調査により、りんご摂取が血圧抑制作用を持つことを報告している。本研究において、“低摂取群”または“低脂質比群”の男性では、りんご摂取のある者は baPWV や血圧が低い傾向がみられた。すなわち、上記条件の食事傾向を持つ男性ではりんご摂取が動脈硬化の予防・対策に寄与する可能性が考えられたわけである。本調査でも“低摂取群”と“低脂質比群”で、りんご摂取があると血圧に対して有効なカリウムやビタミンCの摂取率が高いことが示されている。一方、女性および摂取エネルギーが多いまたは脂質エネルギー比が高い男性では、りんご摂取と baPWV・血圧の関係はみられなかった。この要因としては、女性ではりんごの影響より女性ホルモンによる動脈硬化抑制作用^{28,29)}の方が大きかった可能性が考

えられた。また、摂取エネルギーが多いまたは脂質エネルギー比が高い食事そのものが既に動脈硬化のリスクとなっているため、“高摂取群”と“高脂質比群”ではりんごの動脈硬化に対する有効性は表出されにくい可能性が考えられた。

りんごのコレステロールに対する効果としては、その成分である食物繊維、ポリフェノールを介する総コレステロールや LDL コレステロールの低下作用¹⁰⁾ や HDL コレステロールの増加作用²⁹⁾ が報告されている。しかし、Ravn-Haren らのりんご摂取の血清脂質への影響を調査した研究では、りんご摂取により血清中総コレステロール及び LDL コレステロールの低下がみられたが、HDL コレステロールへの影響はみられなかった¹⁰⁾。また、Lam らによるハムスターにりんごポリフェノールを与えた実験では逆に HDL コレステロールの上昇がみられている³⁰⁾。本結果においても、“低摂取群”と“低脂質比群”の女性において、りんご摂取のある人の方が総コレステロールと HDL コレステロールが低い傾向がみられたが、LDL コレステロールに対する影響はみられなかった。女性では関連がみられ、男性ではみられなかった要因については不明であるが、男性と比べ女性の方が脂質エネルギー比の高い食事傾向であり ($P<0.01$)、さらに HDL コレステロールも高かった ($P<0.01$)。このため、女性の方がりんご摂取による効果が表出されやすかった可能性が推測された。(受稿 2014/11/27 受理 2014/12/15)

謝辞

本論文の作成にあたり、本研究の趣旨を理解し快く協力していただいた青森県弘前市岩木地区の皆様から感謝いたします。

なお、本研究は、平成 22 年度～平成 26 年度文部科学省科学研究費補助金(基盤研究(A)) 課題番号 22249019 の助成、及び文部科学省革新的イノベーション創出プログラム(COI STREAM, 2013～)「脳科学研究とビッグデータ解析の融合による画期的な疾患予兆発見の仕組み構築と予防法の開発」の助成を受けたものである。

文献

- 1) Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margono C, Mullany EC et al: Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet* 2014;384:766-81.
- 2) Eastern Stroke and Coronary Heart Disease Collaborative Group: Blood pressure, cholesterol and stroke in eastern Asia. *Lancet* 1998;352:1801-7.
- 3) Yoshiike N, Hayashi F, Takemi Y, Mizoguchi K, Seino F: A new food guide in Japan: the Japanese food guide

- Spinning Top. *Nutr Rev* 2007;65:149-54.
- 4) Teramoto T, Sasaki J, Ishibashi S, Birou S, Daida H, Dohi S, Egusa G et al: Treatment A) lifestyle modification: executive summary of the Japan Atherosclerosis Society(JAS) guidelines for the diagnosis and prevention of atherosclerotic cardiovascular diseases in Japan--2012 version. *J Atheroscler Thromb* 2013;20:835-49.
 - 5) Bazzano LA, He J, Ogden LG, Loria CM, Vupputuri S, Myers L, Whelton PK: Fruit and vegetable intake and risk of cardiovascular disease in US adults: the first National Health and Nutrition Examination Survey Epidemiologic Follow-up Study. *Am J Clin Nutr* 2002;76:93-9.
 - 6) Dauchet L, Amouyel P, Hercberg S, Dallongeville J: Fruit and vegetable consumption and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of cohort studies. *J Nutr* 2006;136:2588-93.
 - 7) Takechi R, Inoue M, Ishihara J, Kurahashi N, Iwasaki M, Sasazuki S, Iso H et al; JPHC Study Group: Fruit and vegetable intake and risk of total cancer and cardiovascular disease: Japan Public Health Center-Based Prospective Study. *Am J Epidemiol* 2008;167:59-70.
 - 8) He FJ, Nowson CA, MacGregor GA: Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *Lancet* 2006;367:320-6.
 - 9) Dauchet L, Ferrières J, Arveiler D, Yarnell JW, Gey F, Ducimetière P, Ruidavets JB et al: Frequency of fruit and vegetable consumption and coronary heart disease in France and Northern Ireland: the PRIME study. *Br J Nutr* 2004;92:963-72.
 - 10) Ravn-Haren G, Dragsted LO, Buch-Anderson T, Jensen EN, Jensen RI, Németh-Balogh M, Paulovicsová B et al: Intake of whole apples or clear apple juice has contrasting effects on plasma lipids in healthy volunteers. *Eur J Nutr* 2013;52:1875-89.
 - 11) Nagasako-Akazome Y, Kanda T, Ohtake Y, Shimasaki H, Kobayashi T: Apple polyphenols influence cholesterol metabolism in healthy subjects with relatively high body mass index. *J Oleo Sci* 2007;56:417-28.
 - 12) Lelong H, Galan P, Kesse-Guyot E, Fezeu E, Hercberg S, Blacher J: Relationship between nutrition and blood pressure; A cross-section analysis from the Nutrinet-Santé study, a French web-based cohort study. *Am J Hypertens* 2014.pii: hpu164.[Epub ahead of print]
 - 13) Ascherio A, Stampfer MJ, Colditz GA, Willett WC, McKinlay J: Nutrient intakes and blood pressure in normotensive males. *Int J Epidemiol* 1991;20:886-91.
 - 14) Knekt P, Isotupa S, Rissanen H, Heliövaara M, Järvinen R, Häkkinen S, Aromaa A et al: Quercetin intake and the incidence of cerebrovascular disease. *Eur J Clin Nutr* 2000;54:415-7.
 - 15) Larsson SC, Virtamo J, Wolk A: Total and specific fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a prospective study. *Atherosclerosis* 2013;227:147-52.
 - 16) Sesso HD, Gaziano JM, Liu S, Buring JE: Flavonoid intake and the risk of cardiovascular disease in women. *Am J Clin Nutr* 2003;77:1400-8.
 - 17) Lichtenstein AH, Kennedy E, Barrier P, Danford D, Ernst ND, Grundy SM, Leveille GA et al: Dietary fat consumption and health. *Nutr rev* 1998;56:3-19.
 - 18) Grundy SM: The optimal ratio of fat-to-carbohydrate in the diet. *Annu Rev Nutr* 1999;19:325-41.
 - 19) Yamashina A, Tomiyama H, Takeda K, Tsuda H, Arai T, Hirose K, Koji Y et al: Validity, reproducibility, and clinical significance of noninvasive brachial-ankle pulse wave velocity measurement. *Hypertens Res* 2002;25:359-64
 - 20) Lehmann ED, Hopkins KD, Gosling RG: Assessment of arterial distensibility by automatic pulse wave velocity measurement. *Hypertension* 1996;27:1188-91.
 - 21) Kobayashi S, Honda S, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A et al: Both comprehensive and brief self-administered diet history questionnaires satisfactorily rank nutrient intakes in Japanese adults. *J Epidemiol* 2012;22:151-9.
 - 22) 平成 25 年「国民健康栄養調査」結果の概要 (<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000068070.pdf>) 最終アクセス日 2014 年 11 月 20 日 (last access on 20 November 2014)
 - 23) Slavin JL, Lloyd B: Health benefits of fruits and vegetables. *Adv Nutr* 2012;3:506-16.
 - 24) Eberhardt MV, Lee C Y, Liu R H: Nutrition: Antioxidant activity of fresh apples. *Nature* 2000;405:903-4.
 - 25) Nekohashi M, Ogawa M, ogihara T, Nakazawa K, Kato H, misaka T, Abe K et al: Luteolin and quercetin affect cholesterol absorption mediated by epithelial cholesterol transporter niemann-pick c1-like 1 in caco-2 cells and rats. *PLoS One* 2014;9:e97901.
 - 26) Knekt P, Ritz J, Pereira MA, O'Rwilly EJ, Augustsson K, Fraser GE, Goldbourt U et al: Antioxidant vitamins and coronary heart disease risk: a pooled analysis of 9 cohorts. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1508-20
 - 27) Sasaki N: Life styles and blood pressure: the protective effect of apple-eating habits on high blood pressure in a high-salt population. *Nihon Eiseigaku Zasshi* 1990;45:954-63.
 - 28) Gouva L, Tsatsoulis A: The role of estrogens in cardiovascular disease in the aftermath of clinical trials. *Hormones(Athens)* 2004;3:171-83.
 - 29) Nussbacher A, Szejnsznajd C, Silva E, Gebara OC, Serro-Azul JB, Pierri H, Lage S et al: Estrogen improves arterial stiffness in postmenopausal diabetic women. *J Am Coll Cardiol* 2002;39:207-8.
 - 30) Lam CK, Zhang Z, Yu H, Tsang SY, Huang Y, Chen ZY: Apple polyphenols inhibit plasma CETP activity and reduce the ratio of non-HDL to HDL cholesterol. *Mol Nutr Food Res* 2008;52:950-8.

Influence of dietary habits on the association between apple consumption and atherosclerosis risk in general population

Itoyo TOKUDA¹, Ipppei TAKAHASHI¹, Manabu TOTSUKA², Takanobu IWAMA³, Yoshiko YOSHIOKA⁴,
Shizuka KURAUCHI⁵, Mami ONO¹, Yuka ONUMA¹, Koichi MURASHITA⁶, Shigeyuki NAKAJI¹

- 1 Department of Social Medicine, Hirosaki University Graduate School of Medicine
- 2 Department of Education, Hirosaki University
- 3 Hirosaki University of Health and Welfare
- 4 Aomori University of Health and Welfare
- 5 Department of Health Promotion, Hirosaki University Graduate School of Health Sciences
- 6 COI Research Initiatives Organization, Hirosaki University

Objective

To investigate the effect of apple intake on arteriosclerosis from the epidemiological point of view.

Subject and Method

Subjects were 920 adults (342 males and 578 females) who participated in the Iwaki Health Promotion Project in 2013. For analysis, data on their baPWV, blood pressure, serum total, HDL, LDL cholesterol, the status of apple intake and the brief-type self-administered diet history questionnaire (BDHQ) were collected. Subjects were then divided into two groups according to those estimated to require lower amount of energy (low energy intake group), those estimated to require higher amount of energy (excess energy intake group). Subjects were also divided into two groups according to those with fat energy ratio of 30% or less (low fat intake group) and those with greater than 30% (high fat intake group) for different analysis.

Result

Subjects who have habits of eating apples tended to be higher intakes of dietary fiber, potassium, vitamins than who did not have the habit in low energy intake and low fat intake. Similar tendencies were not observed in other groups. Under the same conditions, males who have habit of eating apples tended to have lower baPWV and systolic blood pressure, which are both associated with degree of arteriosclerosis. And females who have habit of eating apples tended to have lower levels of total cholesterol and HDL cholesterol. No other groups showed a similar result.

Conclusion

The results from this research suggested a preventive effect of having a habit of apple intake against arteriosclerosis and its related items under the habit in low energy intake and low fat intake.

key word; apple consumption, dietary habits, fat energy ratio, atherosclerosis, general population

別刷請求先：高橋一平

036-8562 青森県弘前市在府町5 弘前大学大学院医学研究科社会医学講座

TEL: 0172-39-5041 FAX: 0172-39-5038

e-mail: ippei@hirosaki-u.ac.jp