

報告書

糖尿病・高脂血症ハイリスクのジャカルタ女性の 健康改善に及ぼす粒状大豆たん白質の効果

実施機関

住所 〒352-8510 埼玉県新座市菅沢 2-1-28

機関名 十文字女子大学 人間生活学研究科食物栄養学専攻兼食物栄養学科

業務実施者

業務項目	実施場所	担当責任者
1) 全体総括	十文字学園女子大学大学院	十文字学園女子大学大学院 山本 茂
2) インドネシアでの実施・報告書作成	インドネシア大学栄養学部 及び十文字学園女子大学大学院	インドネシア大学栄養学部教授 Dr. Diah M. Utari 十文字学園女子大学大学院 Ms. Indri Kartiko Sari
3) 報告書の翻訳、校正	十文字学園女子大学大学院	十文字学園女子大学大学院 山本 茂

要旨

背景と目的：

我々は、昨年ジャカルタの主婦の食事実態調査を 24 時間思い出し法で 3 日間実施した。約半数が過体重・肥満で、食事はパームオイルで炒めたり揚げたものが多く、パームオイルの過剰摂取およびその結果エネルギーの過剰摂取と野菜摂取不足のために食物繊維摂取量が低いことが健康問題の食事性の主原因であることが示唆された。本研究では粒上大豆たん白質（大豆たん白質肉、不二製油製）は、豊富な繊維部分が血清脂質・血糖値の調節に、たん白質部分が血清脂質の調節に期待されることから、大豆たん白質肉を 1 日 50g 無理なく摂取できるインドネシア料理を作り、主婦に 2 1 日間摂取してもらい、血糖および血清脂質濃度および体重に及ぼす効果について調べた。

方法：インドネシア大学の倫理委員会の承認を得たのち、ジャカルタ市内 4 地域の女性ヘルスセンターで 150 名の過体重・肥満者および血糖・血清脂質簡易測定で高めの 60 名を選び対象者とした。試験実施中にジフテリア感染症の急拡大により約半数が脱落した。新たに 74 名をスクリーニングし 20 名を選び追加した。対象者は、大豆たん白質介入群と対照群の 2 群に分けた。大豆たん白質肉 50 g 含む料理を、介入開始前に美味しく食べられるように改善を重ね 9 種類作成した。料理は、午前中に作り各対象者宅に届けた。栄養調査を 24 時間思い出し法で、研究開始前と最後に各 3 日間、14 日目に 1 日間実施した。また、開始前後に体重測定および採血を行い血糖値および血清脂質を測定した。

結果：被験者の 92% は、大豆たん白質肉料理を美味しいと回答した。大豆たん白質介入群では、体重および血糖値の有意な低下がみられたが対照群では変化は見られなかった。この体重減少の主原因は、1 日あたり脂質の摂取量が約 35g、エネルギー摂取量が約 300kcal 低下していたためと思われる。血糖値の低下は、大豆たん白質肉に由来する食物繊維量が約 50%（約 5g）増加したことが主要因と思われる。

結論：過体重・肥満のジャカルタ主婦を対象とした今回の介入研究では、大豆たん白質肉は肉の代替としてもおいしく、高すぎる脂質摂取量およびエネルギー摂取量を抑制し、同時に食物繊維摂取量を増加させることで血糖値を低下させる効果があることが示唆された。

序論

平成28年度に「インドネシア・ジャカルタの家庭の食事実態調査」を実施した(1)。地域ごとにある女性ヘルスセンター4ヶ所で、調査協力の得られた主婦160名(平均年齢は37歳)を対象として、身長と体重測定、食事調査を実施した。食事調査は、基本的に24時間思い出し法で3日間、家庭で提供した料理について行った。その結果、半数以上の対象者が過体重・肥満で、政府の報告値に近いかった(2-4)。主な疾患別死亡率は脳卒中約21%、心臓病約18%、糖尿病約5%などの生活習慣病であるが、栄養調査報告がほとんどないために栄養対策を立てることが困難である。これまでの栄養調査は、断片的に小規模で行われたものが大部分であり、その報告は大学などの卒業論文として保管されるのみで、国内・国際誌などへの公表は2004年にスマトラ島の一都市で行わたものののみである(5)。昨年の我々の研究の結果では、摂取した食事メニューは殆どがパームオイルで炒めたり揚げたものであった。主食のコメは、ココナツミルクやパームオイルで料理したものが多かった(1)。



写真1. 昼食および夕食の家庭料理で多いメニュー

上左：パームオイルで揚げたテンペ、野菜のパームオイルテンブラ、パームオイルで揚げたイワシ、野菜入りココナツミルクスープ、 上右：パームオイルで炒めたチキンレバー、野菜と辛いソース、野菜のソテー、 下左：野菜のパームオイルテンブラ、野菜入りココナツミルクスープ、下右：魚、チキン、豆腐のパームオイルフライ、野菜入りココナツミルクスープ



写真2. 店で売られている家庭用総菜。ほとんどがパームオイルで炒めたり揚げたものである。

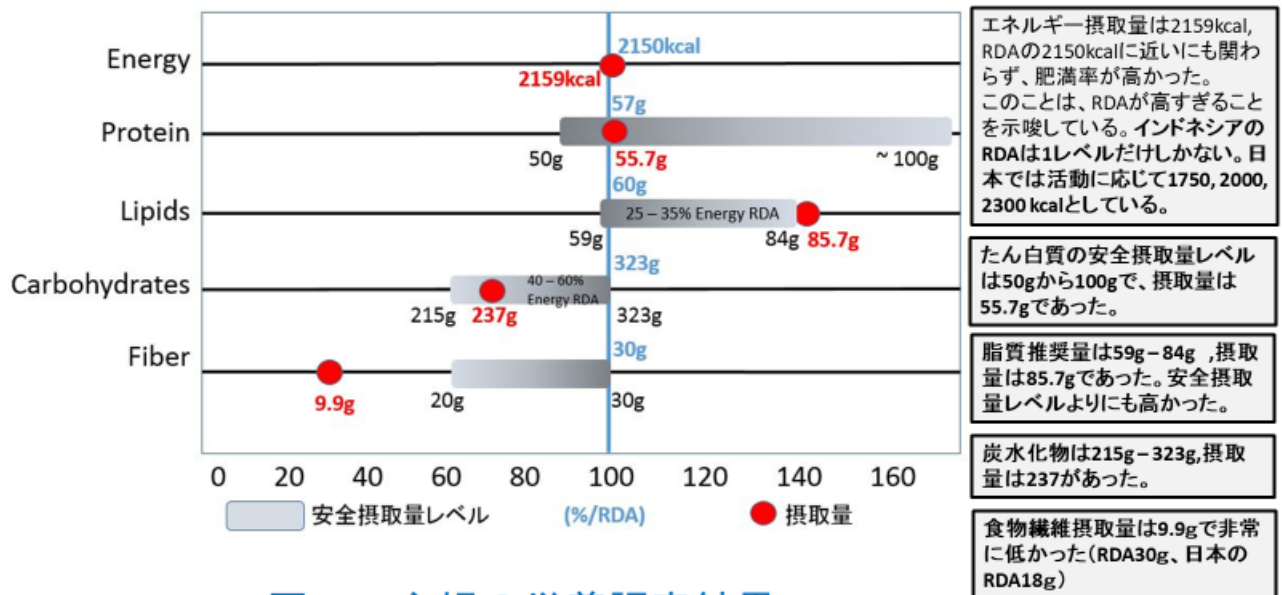


図1. 主婦の栄養調査結果

インドネシア栄養推奨量を100%をとした。網掛け部分はインドネシアの安全摂取量レベル

対象者のエネルギー摂取量 2159kcal は、インドネシア政府の1日推奨量(6) 2150kcal とほとんど同じであったにもかかわらず肥満率は50%近かった。日本人のエネルギー推奨量は活動強度に応じて、3段階に分かれている。30-49歳の女性で活動強度の低い方から、1,750, 2,000 および 2,300 kcal である(7)。対象となったインドネシアの成人女性は専業主婦であったことから、労作は軽いほうであろう。このことは、インドネシアのエネルギー推奨量が高く設定されている可能性があり、再検討の必要があろう。

インドネシアの脂質推奨量は、エネルギーの25-35%である。上記のようにエネルギー摂取基準の設定が高すぎるとすると、35%は過剰ということになるであろう。実際の摂取量は、現在の推奨量の上限を超えていた。

ジャカルタの人達で、肥満が多く、脳卒中、心臓病で死亡する主な理由の一つは、脂質の半分が飽和脂肪酸であることなどであろう。脂質の多くは、パームオイルである。ヤシ油とえば、ココナツ油を思い浮かべる方が多いが、現実にはココナツオイルとパームオイルがある。インド

ネシアでは両方が豊かに生産され、利用されるが、油としては生産量が多く、価格の安いパームオイルがより多く使われる。パームオイルの飽和脂肪酸は、47%もあり動物性脂質に近い（8）。インドネシア人は、肉類をパームオイルで料理するので、飽和脂肪酸の摂取量がさらに増え、全脂肪摂取量の半分以上になりやすいと考えられる。繊維摂取量も、推奨量が 30g に対して実際の摂取量は 10 g 程度で非常に低かった。

本研究では、粒上大豆たん白質（大豆たん白質肉）は豊富な繊維部分が血清脂質・血糖値の調節に、たん白質部分が血清脂質の調節に期待されることから、血糖値および血清脂質濃度が高い女性での健康増進効果が期待できると考え実施した。

方法

研究の開始にあたっては、インドネシア大学の倫理委員会の承認を得たのち、ジャカルタの地域ごとにある女性ヘルスセンター 4 ヶ所で 45～65 歳の女性を対象に実施した。対象者には、研究目的を十分に説明し、賛同の得られた人を対象にした。

大豆たん白質肉は、不二製油の 4 種類（写真 3）を使った。これらの栄養成分の特徴は、タンパク質が約半分、炭水化物約 30%、脂質は非常に低く 1～2%、食物繊維は非常に多く約 13% であった。大豆たん白質肉 50 g 含む料理を、美味しく食べられるように介入開始前に研究者 5 名で改善を重ね以下の写真で示した 9 種類を作成した（写真 4－12）。

不二製油大豆たん白質肉Fuji Oil Company Soy Bean Textured Meat



エネルギー・栄養成分量（水分を除く100gあたり）

製品	エネルギー	たん白質	脂質	炭水化物	食物繊維
フジニックPTFL	353kcal	56.6 (60.9)	1.3	28.8	12
ニューフジニック52	353kcal	52.3 (56.2)	1.3	32.9	13.6
ベジプラス2900	346kcal	51.7 (55.6)	0.8	33	13.4
ニューフジニック43N	356kcal	50.8 (54.6)	1.9	33.9	13.6

写真 3 不二製油製大豆たん白質肉の種類とその栄養成分

Menu 1 : ルンダン (rendang) もしくはレンダン

牛肉などの肉をココナツミルクと香辛料で長時間に込んだ料理



肉



大豆たん白質

写真 4

Menu 3 : Bumbu Rujak ブンプ ルジャヤック

・ターメリックと各種の調味料をパーム油で炒めた中に肉を入れて加熱。



肉



大豆たん白質

写真 6

Menu 5 : Bumbu Bali ブンプバリ

バリ風のチリソースで、赤唐辛子やニンニクなどをすり潰して作ったトマトベースの辛味ソースのこと。フライした肉にブンプバリを絡めた料理です。



肉



大豆たん白質

写真 8

Menu 7 : オポール

肉をじっくり煮込んで作るココナツスープです。ココナツミルクを使ってやさしい甘みもあるのですが、ターメリックやクミン、ナツメグ、シナモンなどのスパイスを加えるので、カレーのような風味と言われることもあります。さらに、こぶみかんの葉やサラムリーフ、レモングラスなどのハーブも加えます。



肉



大豆たん白質

写真 1 0

Menu 2 : Balado バラド

・牛肉を少し辛いソースで炒めたもの。バラドとは唐辛子ソースのこと。甘辛くハーブの香りが豊かなソースをたまこに絡めます。



肉



大豆たん白質

写真 5

Menu 4 : Semur セムール

ケチャップマニスと呼ばれる甘い醤油とニンニク、クローブなどのスパイスと一緒に煮込んだシチューのこと。写真はシンプルに肉だけですが、玉葱やインゲンなどの野菜と一緒に煮込むこともあります。



肉



大豆たん白質

写真 7

Menu 6 : ブラックペツパー

甘い醤油、ガーリック、ブラックペパー、トウガラシのソースに肉を入れて、高温で焼く



肉



大豆たん白質

写真 9

Menu 8 : Gulai カレー

ココナツミルクで作ったインドネシアの肉カレー



肉



大豆たん白質

写真 1 1

Menu 9 : サンバル・ゴレンー

- たっぶりのココナッツで牛肉を煮込んだもの。牛肉を柔らかくココナッツで辛く煮込んだもの



肉



大豆たん白質

写真 1 2

本介入研究のサンプルサイズは、「{標準偏差/ (誤差率×平均値)}²」で計算した。我々の過去の報告からエラーリスクを 5%以内にした場合、ターゲットをエネルギー、たんぱく質、脂質、食物繊維などにすると調査必要数は、同じような性格の対象者で、各群 30 名で足りる (8)。

図 2-4 に研究方法を図でしめした。ジャカルタ市内 4 地域の女性ヘルスセンターで、4 地域の 45~65 歳の女性 150 人の身長、体重測定、簡易血液生化学検査でスクリーニングを実施し、高血糖および高コレステロール者 60 名を選んだ。試験実施中の 12 月にジフテリア感染症の急拡大により約半数が脱落したので、新たに 74 名をスクリーニングし、20 名を追加対象者とした。最終的に選ばれた対象者は、研究開始前および試験終了翌日 (22 日目) の早朝空腹時に採血し、血糖値、血清脂質の精密検査を実施した。年齢、BMI、血糖値および血清脂質濃度のマッチするペアをつくり、ランダムに大豆たん白質介入群と対照群の 2 群に分けた。介入群には粒状大豆タンパク質 (大豆たん白質肉) 50g を含む料理を 21 日間与え、対照群は通常の食事とした。料理は、午前中に作り各対象者宅に届けた。栄養調査を 24 時間思い出し法で、研究開始前と最後に各 3 日間、14 日目に 1 日間実施した。また、開始前後に体重測定および採血を行い血糖値「糖化アルブミン Glycated albumin (GA)」および血清脂質を測定した。

図2 研究計画(日程)

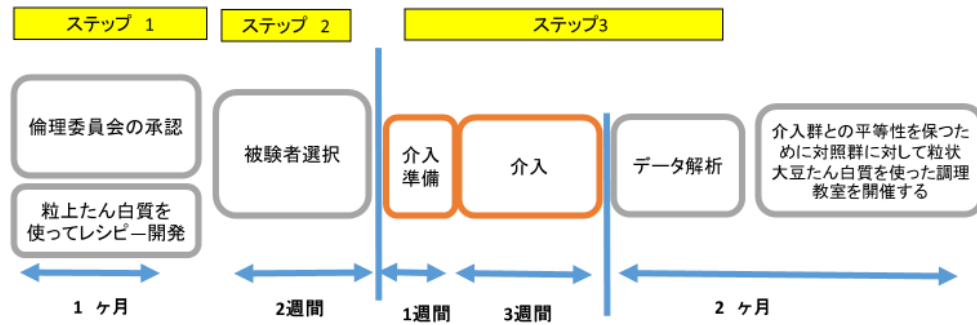


図3. ステップ2:被験者選択

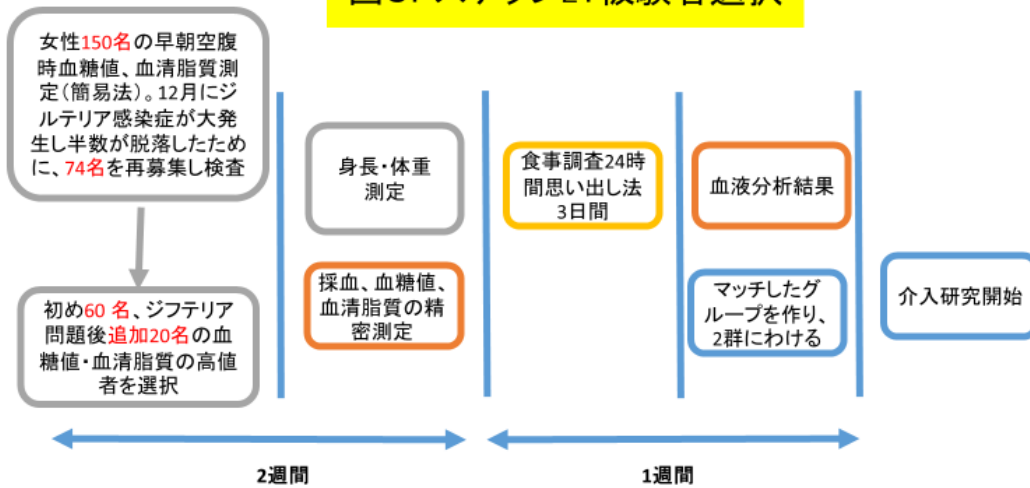


図4 ステップ3:介入(血糖値・血清脂質高値者)と結果整理

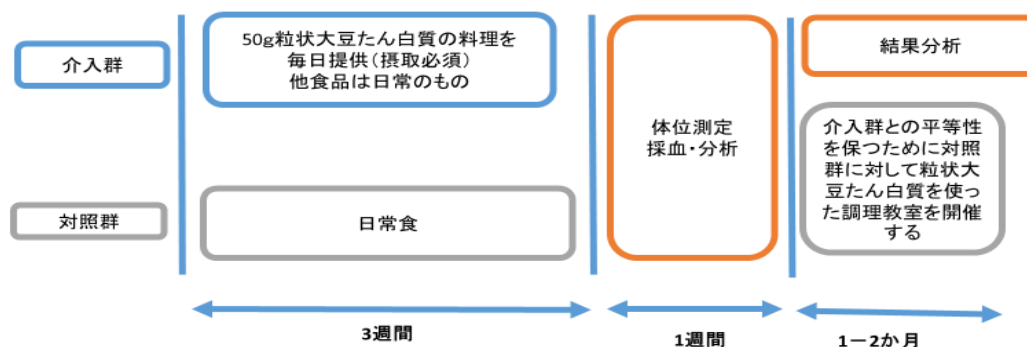


写真 1 3

簡易血液・血清脂質測定によるスクリーニング



写真 1 4

研究の説明とインフォームドコンセント



写真 1 5

採血による精密検査と研究の説明



写真 1 6

調理風景の例



写真 1 7

食事の配達 Food Delivery

One by one to all the subjects house (30 subjects, 30 houses) everyday for 21 days consecutively



写真 1 8

研究者と被験者 Food Delivery



写真 1 9

食べ残しの測定（翌日）



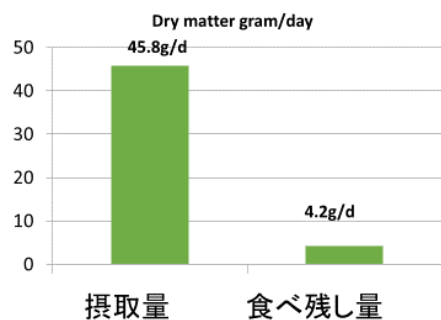
写真 2 0 栄養調査の様子（左）と食品の重量推測に用いた写真（右）

栄養調査



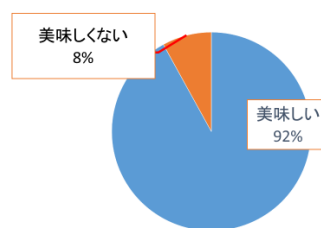
結果

図 2 に大豆たん白質肉 50g の平均摂取量と食べ残し量をしめした。摂取量は、1 日 45.8g でほとんどを食べた。図 3 には嗜好調査結果を示した。92%の参加者が美味しかったと答えた。



大豆たん白質肉50gの平均摂取量と
平均食べ残し量

図 2



大豆たん白質肉料理の嗜好調査結果

図 3

表 1 に、介入群と対照群の試験開始時点と最終時点の被験者の年齢、身長、体重、BMI、血液生化学検査結果を示した。体重および BMI は、介入群では有意な低下、対照群では有意な増加がみられた

表 1

被験者の特徴と血液生化学的測定結果

Variable	Intervention 介入=29			Control 対照n=26		
	Baseline		Final	Baseline		Final
Age	55.7 ± 4.2		55.7 ± 4.2	55.7 ± 3		55.7 ± 3
Height	148.8 ± 5.3		148.8 ± 5.3	149.8 ± 4.3		149.8 ± 4.3
Weight	61.7 ± 10.4		61 ± 10.3*	57.7 ± 6.5		58.5 ± 6.5*
BMI	27.8 ± 4.2		27.5 ± 4.1*	25.8 ± 3		26 ± 3*
GA	14.7 ± 2.8		14.2 ± 2.4*	13.7 ± 2		13.5 ± 2
Total Cholesterol	234.7 ± 41.7		233.3 ± 41	235.3 ± 40.3		226.5 ± 49.8
LDL-Cholesterol	143 ± 34.9		138.8 ± 33.2	135.2 ± 37.9		135.3 ± 38.2
HDL-Cholesterol	52 ± 11.7		50.3 ± 8.8	50.7 ± 7.8		49.5 ± 6.9
Triglyceride	162.7 ± 86		157.1 ± 80.7	161.3 ± 89.6		143.6 ± 77.6

*Significant within the same group

表 2 に、介入群と対照群の研究開始時点、14 日目および最終時点での 1 日当たりのエネルギーおよび代表的な栄養素の摂取量をしめた。介入群では、エネルギーおよび脂質の摂取量が大きく低下し、食物繊維摂取量が 50% も増えた。対照群では、大きな変化は見られなかった。

表 2

Changes in energy and nutrient intakes エネルギー・栄養素摂取量の変化

	Intervention 介入群 n=29			Control 対照群 n=26		
	Baseline	14 days	Final	Baseline	14 days	Final
Energy (kcal)	1984 ± 189	1565 ± 190*	1653 ± 197*	1931 ± 162	1881 ± 162	1884 ± 128
Protein (g)	49.6 ± 13	58.6 ± 11.3	59.5 ± 14.3	54 ± 18.3	49.6 ± 14	44.8 ± 11.7*
Lipids (g)	89.8 ± 17.4	46.6 ± 18.3*	54.5 ± 14.7*	88.8 ± 18.6	78.6 ± 15.6	80.6 ± 13*
Carbohydrate (g)	262.2 ± 35.4	235 ± 44.5	242.5 ± 43.4	240 ± 48	259 ± 36	255 ± 33.3
Fiber (g)	11 ± 4	15 ± 5 *	15 ± 4*~	11 ± 3	10 ± 2	10 ± 3

*Significant difference from baseline within the same group

ベースラインとの有意差

考察

インドネシアでは、肥満の著しい増加、血糖値や血清脂質の異常が増加し、その対策が早急に求められている。今回の研究では、そのような問題の解決の一助になると思われる大豆たん白質肉の効果について調べた。過体重・肥満で血糖値と血清脂質が高めのジャカルタ主婦を対象とし、肉を大豆たん白質肉に置き換えた料理を 21 日間与えた。大部分の対象者が、味はおいしいと答え、脂質摂取量およびエネルギー摂取量が低下し、食物繊維摂取量を増加させることで、体重と血糖値の低下が観察された。

今回の対象者は、ジャカルタのよく似た 4 地域で協力の得られた対象者で実施した。これらの地域は、同市の一般的なところであったことから、対象者もジャカルタ主婦を代表できるものと考ええる。サンプルサイズは、介入群、対照群それぞれで約 30 名であったこと、さらに両群の振り分けは、年齢、体重、血糖値、血清脂質などがなるべく近いペアをつくり、そこからランダムに両群にわけたので、両群の比較は適正であったと考える。両群とも、時間的制約、体調不良などで数名がドロップアウトした。脱落者は、当初の予定どおりの人数で最終人数は、適切であったと考えられる。

肉の代わりに 1 日 50g の大豆たん白質肉を含む料理を継続的に 21 日間摂取することができるかについては不安があった。介入前に約 1 カ月、料理の種類、味付けなどについて研究員 5 名が満足できるまで改善を加えた。介入群の対象者約 30 名は、平均一日 46g の大豆たん白質肉を食べ、試験終了後の味覚に対するアンケートの結果でも 92% の人たちが美味しかったと回答した。このような結果は、大豆たん白質肉で健康増進効果があれば今後インドネシア人の食生活の中で多く取り入れてもらえるであろうことを示唆するものである。

今回の研究で、健康面において観察された望ましい効果は、体重低下と糖化アルブミンの低下であった。このような効果は、大豆たん白質肉で介入した群でエネルギー摂取量が 300kcal 以上低下したことがまず第一の原因と考える。摂取エネルギー量が推奨量に近いにも関わらず肥満者が半数を超える現実、摂取基準レベルが高すぎる可能性を示すものであり、家庭の主婦である今回の被験者の活動強度が軽度であることを考えると、平均約 1600kcal の摂取は望ましいレベルかもしれない。インドネシアのエネルギー推奨量は 1 レベルであるが (6)、日本では活動強度別に 3 レベルとしてあり、今回の対象者の 50 歳代の女性では活動強度軽い 1,650kcal、中程度 1,900 kcal、強い 2,200 kcal であることから (7)、日本人の摂取量に近づいたといえる。日本人の寿命、特に女性は長く、肥満率は世界の先進国では最も低いことを考えると望ましいことであると思える。

大豆たん白質肉群でのエネルギー摂取量の著しい現象は、脂質摂取量が 30g 以上減ったことがまず挙げられよう。脂肪量が減った理由として考えられることは、大豆たん白質肉の脂肪量は (写真 3) にみられるように 1～2% と非常に低いことが考えられる。

糖化アルブミンは、過去 2、3 週間の血糖値の状態を反映するので信頼度が高い。糖化アルブミン値が低下した原因としては、大豆たん白質肉に含まれる高い食物繊維量が考えられる。食物繊維摂取量は、ベースラインの時期および対照群で全期間の摂取量が約 10g であったが、介入群では 15g に増えていた。我々のこれまでの経験でも、糖尿病患者・高血糖者に発芽玄米を与えることで約 5g の食物繊維の増加で顕著な血糖値の低下がみられた (10)。

インドネシア人の最大の脂肪原因である心臓病、さらに肥満率の高い原因として、脂質、特にパームオイルの過剰摂取が考えられる。摂取脂肪酸の割合は、飽和脂肪酸約 50%、一価不飽和脂肪酸 30%、多価不飽和脂肪酸約 20%で、飽和脂肪酸が半分を占めていた（7）。これは、飽和脂肪酸を全脂質の 1/3 以下に抑えようという国際的な方向性と大きく反するものであった（7、9）。また、脂質のエネルギー摂取量に占める脂肪は、上限の 35%を超えており、これが肥満や心臓病（5、6）の最大原因となっていると考えられる。

今回の介入研究では、血清脂質レベルには変化が見られなかった。その原因として考えられるのは、我々が高脂血症のロシア人で行った大豆たん白質の介入研究である（11）。その研究では、肥満で高脂血症のロシア人成人に 1 日 30g の大豆たん白質を与えたとき、有意な血清コレステロール値の変化は 1 カ月では見られず、2 カ月でやっと見ることができた。コレステロールの代謝は、糖化アルブミンのように、寿命があるわけではないのでさらに長い期間の観察が必要と思われる。

以上の結論として、過体重・肥満のジャカルタ主婦を対象とした今回の介入研究では、大豆たん白質肉は肉の代替としてもおいしく、高い脂質摂取量およびエネルギー摂取量を抑制し、同時に食物繊維摂取量を増加させることで血糖値を低下させる効果があることから、将来インドネシアの食文化として取り入れられる可能性が示唆された。

謝辞

本研究にご協力いただきました対象者の方々、研究員の方々に厚くお礼申し上げます。また、本研究は一般財団法人食品産業センターの援助によりはじめて可能となったものであり、感謝申し上げます。



写真 2 1 研究者

文献

1. 山本茂、Diah M. Utari, Indri Kaltico Sari, インドネシア・ジャカルタの家庭の食事実態調査、一般財団法人 食品産業センター平成 28 年度報告
2. Health Research and Development Ministry of Health Republic of Indonesia. 2015. Basic Health Research: Riskesdas 2015. Jakarta (in Indonesian)
3. WHO, 世界の肥満率 国別ランキング・推移 2015 <http://www.globalnote.jp/post-3954.html>
4. Cut Novianti Rachmi,¹ Kingsley Emwinyore Agho,² Mu Li,³ and Louise Alison Baur ; Stunting coexisting with overweight in 2・0–4・9-year-old Indonesian children: prevalence, trends and associated risk factors from repeated cross-sectional surveys、Public Health Nutr. 2016 Oct; 19(15): 2698–2707.
5. Dietary intake and the risk of coronary heart disease among the coconut-consuming Minangkabau in West Sumatra, Indonesia, Asia Pac J Clin Nutr 2004;13 (4):377-384)
6. Health Research and Development Ministry of Health Republic of Indonesia. 2015. Basic Health Research: Riskesdas 2015. Jakarta (in Indonesian)
7. 厚生省、日本人の食事摂取基準の概要 2015、<http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000041955.pdf>
8. 金田雅代、酒井徹、郡敏行、山本茂、講習栄養学実習書、講談社 2007
9. 日本食品標準成分表 2015 年版(七訂) 脂肪酸成分表編
http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365451.htm
10. Bui TN, Le TH, Nguyen do H, Tran QB, Nguyen TL, Le DT, Nguyen do VA, Vu AL, Aoto H, Okuhara Y, Ito Y, Yamamoto S, Kise M. [Pre-germinated brown rice reduced both blood glucose concentration and body weight in Vietnamese women with impaired glucose tolerance.](#) J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2014;60(3):183-7.
11. Borodin EA¹,Menshikova IG,Dorovskikh VA,Feoktistova NA,Shtarberg MA,Yamamoto T,Takamatsu K,Mori H,Yamamoto S Effects of two-month consumption of 30 g a day of soy protein isolate or skimmed curd protein on blood lipid concentration in Russian adults with hyperlipidemia、J Nutr Sci Vitaminol . 2009 Dec;55(6):492-7.