

## 小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値およびインスリン抵抗性との関連

研究協力者 松本麻衣<sup>1</sup>、坂本梓<sup>1</sup>

研究代表者 佐々木敏<sup>2</sup>

<sup>1</sup>聖徳大学人間栄養学部人間栄養学科、<sup>2</sup>東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

### 【研究要旨】

本研究は、日本人の食事摂取基準において、小児の飽和脂肪酸摂取量の目標量を算定するために必要となる根拠の1つである、小児の飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連についての研究を整理することを目的とした。2017年11月2日に、PubMed を用いて、小児に関する単語、飽和脂肪酸摂取量に関する単語等を用いて、文献検索を行なった。合計 3123 本の論文が抽出された。それらの論文のタイトルと Abstract を読んだ結果、目的に見合うと判断した論文が 80 本抽出された。さらに、80 本の論文の中で、飽和脂肪酸摂取量もしくはアウトカムとなる因子が記載されていない論文、男女と一緒に解析されている論文、評価項目ごとに対象者数が異なる論文等を除外し、諸外国で実施された 4 本の論文が収集された。4 本の論文のうち、横断研究 2 本と前向きコホート研究 1 本が飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値との関連を検討した論文であり、介入研究 1 本が飽和脂肪酸摂取量とインスリン抵抗性との関連を検討した研究であった。飽和脂肪酸と LDL コレステロール値を検討した研究では関連は見られなかった。一方で、飽和脂肪酸とインスリン抵抗性との関連を検討した研究では関連があることを示していたが、インスリン抵抗性に影響する可能性のある身体活動を調べていないことが限界点としてあげられていた。収集された論文の対象者の飽和脂肪酸摂取量は、現在の日本人の小児の飽和脂肪酸摂取量より多く、日本人の小児の飽和脂肪酸摂取量の目標量の根拠となる知見は得られなかった。また、飽和脂肪酸とインスリン抵抗性との関連を調べた研究は、結論を出せるほどの研究が実施されていない。以上より、本レビューの結果から、小児の飽和脂肪酸の目標量を算定するための根拠は、現時点において乏しいことが示された。

### A. 背景と目的

飽和脂肪酸は、成人を対象とした研究において、摂取量を少なくすると、冠動脈疾患罹患率(1)、アテローム硬化(2)およびインスリン抵抗性の改善(3)などがみられることが報告されている。また、炭水化物の摂取量を飽和脂肪酸に置き換え飽和脂肪酸の摂取量を増やした場合、血清 LDL-コレステロール濃度の上昇との関連があることが報告されている(4)。そのため、日本人の食事摂取基準(2015年版)では、生活習慣病の発症予防を目的とし、現代の日本人が当面の目標とすべき摂取量とされている

目標量が、飽和脂肪酸において設定されている。

成人の飽和脂肪酸の目標量の設定においては、LDL コレステロール値の上昇およびインスリン抵抗性の増大が、その後の心疾患発症に影響を与えていること(5)を、設定の根拠としている。冠動脈疾患および心疾患は成人になって発症するケースが多いが、脂質異常症および心疾患と正の関連があると報告されているアテローム硬化は、小児から現れはじめる(6, 7)。また、小児での LDL コレステロール値の上昇は、成人になってからの心疾患(8, 9)および

頸動脈内中膜肥厚(10, 11)と関連していることが報告されている。また、小児の時点での LDL コレステロール値は、成人になっても引き継がれることが報告されている(12)。そのため、小児の飽和脂肪酸の目標量は 7%エネルギー以下にするのが望ましいと考えられるとの意見が「日本人の食事摂取基準(2015 年版)」に記載されているが、小児の飽和脂肪酸の摂取量と心疾患因子との関連について明確ではないため、算定には至っていない。これらのことを踏まえると、小児の飽和脂肪酸の目標量を算定するためには、飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連についての研究報告を整理する必要がある。

そこで、今回は、飽和脂肪酸の目標量を設定するための根拠を整理するために、小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値およびインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究・介入研究の概要をまとめることとした。

## B. 方法

### B-1. 論文検索

健康な小児を対象として、飽和脂肪酸の摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を評価した研究報告を、PubMed を用いて、検索した。検索に用いた式は以下の通りである:(child OR children OR childhood OR “child hood” OR toddler OR toddlers OR infant OR infants OR adolescent OR adolescents OR adolescence OR teen OR teens OR teenager OR teenagers OR “teen ager” OR “teen agers” OR youth OR youths OR baby OR babies OR student OR pupil OR students OR pupils OR girl OR boy OR girls OR boys) NOT (rat[TIAB] OR rats[TIAB] OR mice[TIAB] OR mouse[TIAB]) AND (“saturated fatty acid” OR “saturated fatty acids” OR “saturated fat” OR “saturated

fats” OR SFA OR SFAs) AND (intake OR consumption OR food OR eat OR diet OR dietary) NOT (women[TI] OR woman[TI] OR men[TI] OR man[TI] OR pregnancy)。

2人のレビューアーが、個人ごとに、まず、抽出された論文のタイトルを読み、小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値およびインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究・介入研究に該当すると判断した論文を抽出した。さらに、タイトルから抽出された論文の Abstract を読み、小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値およびインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究・介入研究に該当すると判断する論文を抽出した。2人のレビューアーの意見が異なった場合は、再度、論文の Abstract にもどり、意見交換をおこない、判断した。

### B-2. 除外基準

PubMed を用いて検索した(2017/11/2)結果、3123本の論文が抽出された。2人のレビューアーにより、抽出された論文のタイトルが目的にそぐわないと判断した論文 2730本を除外し、Abstract を読むべきと判断した論文は 393本抽出された。さらに、2人のレビューアーが Abstract を読み、英語で書かれている論文で、精読すべき論文と判断した論文 80本が抽出された。今回の目的は、「日本人の食事摂取基準」における小児の目標量を設定するための根拠となるデータをさがすことであるため、論文検索で抽出した論文を読み、以下の除外基準に該当する論文は除外することとした。80本の論文のなかで、除外基準にあてはまる論文 76本(①飽和脂肪酸の摂取量が記載されていない論文:31本、②目的のアウトカムとなる LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性および飽和脂肪酸摂取量との関連が記載されていない論文:20本、③男性と女性を一緒に解析しているまたはアウトカムの指標の対象者の性別が不明な論文:10本、④飽和脂肪酸摂

取量とアウトカムの評価を行なった対象者数が一致していないもしくは不明である論文:7本、⑤日本人の食事摂取基準(2015年版)における小児の年齢の範囲外の年齢の対象者が含まれる論文:4本、⑥重複している論文:2本、⑦身体活動量が多い小児を対象者としている論文:1本、⑧健康でない小児を対象者としている論文:1本)を除外した。ただし、除外基準で除いた論文以外に、男性と女性が一緒に解析されている論文1本については、男性と女性で別々に解析しても、一緒に解析しても同じ結果であったため、男性および女性を一緒に解析したデータを示すとの記述が存在したため、今回のレビューに含めることとした。論文抽出の流れを図1に示す。

### C. 結果ならびに考察

小児における飽和脂肪酸摂取量とLDLコレステロール値およびインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究・介入研究は、最終的に4本の論文が収集された。4本の論文のうち、2本が横断研究(13, 14)、1本が前向きコホート研究(15)、1本が介入研究(16)であった。観察研究のアウトカムの因子は、すべての論文でLDLコレステロール値であり、介入研究の1本のみ、アウトカムの因子がインスリン抵抗性であった。観察研究の概要を表1に、介入研究の概要を表2に示す。また、男性と女性を一緒に解析しているまたはアウトカムの指標の対象者の性別が不明な論文、飽和脂肪酸摂取量とアウトカムの評価を行なった対象者数が一致していないもしくは不明である論文、日本人の食事摂取基準(2015年版)における小児の年齢の範囲外の年齢の対象者が含まれる論文、身体活動量が多い小児を対象者としている論文、健康でない小児を対象者としている論文という理由でそれぞれ除外した論文の中で、男性と女性を一緒に解析しているまたはアウトカムの指標の対象者の性別が不明な論文に分類されたReview論文1本を除いた研究の概要を、

参考として Supplement Table にまとめた。

飽和脂肪酸摂取量とLDLコレステロール値との関連を検討した観察研究の概要を表1に示す。3本の論文は、2本がスペイン(13, 14)、1本がドイツで実施された研究(15)であった。また、男女ともに、おおよそ、2歳から6歳、5歳から9歳、10歳から15歳を対象としている研究であった。

スペインで実施された2本の研究の対象者の飽和脂肪酸摂取量の平均値は15~16%エネルギーの間であった。2歳から6歳の小児を対象としたスペインの研究では、対象者の飽和脂肪酸の摂取量が20%タイル値である13%エネルギー未満の群と13%エネルギー以上の群に分類し、LDLコレステロール値を検討したところ、LDLコレステロール値に有意な差はみられなかった。スペインで実施されたもう1つの横断研究では、5歳から9歳の小児および10歳から14歳の小児において、飽和脂肪酸摂取量に各年代ともに男女間の差はなかったが、LDLコレステロール値は、10歳から14歳の女性のほうが男性より高かった。また、高LDLコレステロール血症の基準である3.36mmol/l以上の値を示している者が、5歳から9歳の小児で22~25%程度、10歳から14歳の小児で18%前後存在することが示された。

ドイツで実施された10歳の小児を対象に5年間追跡した前向きコホート研究では、飽和脂肪酸の摂取量は、10歳および15歳の両時点において、12~13%エネルギーであり、飽和脂肪酸の摂取量とLDLコレステロール値の間に関連が見られなかった。

生後7か月からの飽和脂肪酸摂取量およびコレステロール摂取量を減らすための食事指導を実施した介入研究(16)において、9歳の時点での対象者の飽和脂肪酸摂取量とインスリン抵抗性との関連を検討した結果、男女ともに、飽和脂肪酸の摂取量は介入群の方が、コントロール群より有意に低く、インスリン抵抗性を

評価する HOMA-IR は、介入群とコントロール群の間で有意な差があり、飽和脂肪酸摂取量とインスリン抵抗性の間に関連が見られることが示された。

レビューの結果、最終的に小児を対象として、飽和脂肪酸の摂取量とアウトカムとなる LDL コレステロール値またはインスリン抵抗性の結果を評価している研究論文は、4 本のみが抽出された。除外基準により除外された論文の中には 8 本のレビュー論文が含まれていたが、これらは、飽和脂肪酸の摂取量の記載がない論文、男女などの区別および対象者の特性がわからない論文であったため、今回は、除外基準の通りに除外することとした。小児を対象としているためか、男性と女性を一緒に解析した論文が 10 本含まれていたが、食事摂取基準では男性と女性それぞれの摂取量の基準が定められていること、さらには、男性と女性では身体活動量が異なると報告されていること(17)、LDL コレステロール値に差があるとの報告があること(13)などを踏まえ、今回は除外することとした。

本レビューから、小児の飽和脂肪酸の摂取量と LDL コレステロール値の間には、関連がみられなかった。本レビューの結果で用いた研究が報告している飽和脂肪酸の摂取量は、スペイン人を対象とした研究で 15~16%エネルギー程度、ドイツ人を対象とした研究では 12~13%エネルギー程度であった。Supplement Table に示した研究の中に、ドイツ人を対象とした研究は存在しないため比較することはできないが、スペイン人を対象とした研究は 3 本存在し、6 歳および 7 歳を対象とした 2 つの研究の対象者の飽和脂肪酸摂取量は、15~16%エネルギーであり、本レビューで抽出された研究の対象者の飽和脂肪酸摂取量とほぼ一致していた(18, 19)。2 歳から 12 歳を対象としたもう 1 つの研究の対象者の飽和脂肪酸の摂取量は、約 20%エネルギー程度とレビューに取り上げた研究の対象者の飽和脂肪酸摂取量とは一致

をみせなかった(20)。この報告は、2 歳から 12 歳と、対象者の年齢層が幅広く、さらには食事調査に 1 日分の 24 時間思い出し法を用いている。本レビューの結果に用いた研究(13, 14) および先に挙げたスペイン人を対象とした 2 つの研究(18, 19)は、7 日間の食事記録法もしくは食物摂取頻度調査法を用いており、食事調査法が異なるため、単純に比較することはできない。しかしながら、7 日間の食事記録法および食物摂取頻度調査法は、1 日分のみ実施する 24 時間思い出し法よりも、習慣的な摂取量を、より正確に把握できていると考えられる(21, 22)。これらを踏まえると、スペインの小児は飽和脂肪酸摂取量を習慣的に 15%エネルギー程度摂取しており、ドイツの小児はスペインの小児より 12%エネルギー程度の摂取と少ない可能性があり、地域ごとに飽和脂肪酸の摂取量は異なる可能性がある。本レビューにおいて、日本人の小児を対象とした研究は存在しなかった。日本人小児の飽和脂肪酸摂取量を検討した研究によると、日本人小児の飽和脂肪酸摂取量は、約 9~10%エネルギー程度と報告されている(23)。スペインの小児を対象とした研究では、飽和脂肪酸の摂取量が 10%エネルギー未満の小児は 0.9%のみであったことが報告されている(14)。つまり、日本人小児の飽和脂肪酸摂取量は、諸外国と比較して少ない。対象者に範囲外の年齢の者を含んでいたために除外された研究ではあるが、飽和脂肪酸の摂取量が日本人の小児と同程度の 9~10%エネルギー程度であった者を対象に LDL コレステロール値との関連を検討した研究では、飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値との間に関連は見られなかった(24)。日本より飽和脂肪酸摂取量を多く摂取している諸外国の小児および日本人と同程度の飽和脂肪酸摂取量の諸外国の小児を含んだ集団において、飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値に関連は見られなかったといいうことは、現在の日本人の小児の飽和脂肪酸摂取量のレベル

では、LDL コレステロール値に影響が少ないことが考えられる。しかし、小児のみを対象としており、日本人の小児の飽和脂肪酸摂取量レベルでの摂取量と LDL コレステロール値を検討した研究はなく、本レビューの結果のみで、日本人小児の飽和脂肪酸摂取量の目標量を算定する根拠とすることはできない。

また、今回、Supplement Table に示した研究は、評価項目ごとの対象者人数が異なる論文を除くと、飽和脂肪酸の摂取量と LDL コレステロール値との間に関連があると報告した研究が 5 本存在した(18, 19, 20, 25, 26)。その 5 本全てが、男女一緒に解析が行なわれたことにより除外された論文であった。男性より女性のほうが、LDL コレステロール値が高いこと(27)、身体活動量が違うこと(17)などが影響した可能性は否定できないと考える。また、女性においては、飽和脂肪酸摂取量は HDL コレステロール値と、多価不飽和脂肪酸摂取量/飽和脂肪酸摂取量比は LDL コレステロール値/HDL コレステロール値比と関連しているとの結果も報告されている(28)。飽和脂肪酸の摂取量(%エネルギー)は、エネルギー産生栄養素の摂取量と相互に関連しているため、飽和脂肪酸の摂取量だけの影響を見ることは難しく、結果が異なった可能性が考えられる。

飽和脂肪酸の摂取量とインスリン抵抗性との関連を検討した研究は 1 本のみであった(16)。ただし、Supplement Table に示すとおり、男女を一緒に解析しているおよび対象者の人数の相違により除外された研究が 2 件存在した(29, 30)。本レビューにより抽出された研究では、飽和脂肪酸の摂取量とインスリン抵抗性との間に関連が見られた。しかし、身体活動量の影響を加味していないことが限界点としてあげられている。除外されたカナダの小児を対象とした 2 本の論文の報告では、身体活動を考慮した上で、飽和脂肪酸摂取量とインスリン抵抗性との間に関連がないことを報告している(29)。スイスの小児(普通体重)を対象とし、飽

和脂肪酸摂取量とインスリン抵抗性との間に関連があると報告した研究では、身体活動は考慮されていなかった(30)。インスリン抵抗性は、身体活動の影響を受けることが報告されており(31)、これらが結果に影響した可能性があることは否定できない。本レビューでは、小児の飽和脂肪酸の摂取量とインスリン抵抗性との関連についての研究が、まだまだ存在していないことが示された。そのため、インスリン抵抗性に影響を与える因子を考慮した上で、飽和脂肪酸摂取量との関連を検討した研究が求められる。

#### 結論

飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を検討した研究を収集したところ、諸外国で実施された研究のみであった。諸外国の小児と比較し、日本人小児の飽和脂肪酸摂取量は少ない。食事摂取基準においては、日本人小児の飽和脂肪酸の目標量を 7%エネルギー以下にすることが望ましいかの議論がおこなわれているが、本レビューで収集された研究は、現在の日本人の小児の飽和脂肪酸摂取量と報告されている 9~10%エネルギーより摂取量が多い諸外国の小児を対象とした研究のみであった。飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値との関連に関しては、検討課題はあるものの、諸外国の小児においても影響が見られなかったとの報告が多い。また、インスリン抵抗性との関連における研究は、結論を出せるだけの研究が実施されていない。以上を踏まえると、本レビューの結果からでは、食事摂取基準の小児の飽和脂肪酸の目標量を 7%エネルギー以下にするかについて結論を出すことはできないと考える。

#### D. 参考文献

- 1) Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE et al. (1997) Dietary fat intake and the risk of

- coronary heart disease in women. *The New England journal of medicine* 337, 1491-1499.
- 2) (1990) Relationship of atherosclerosis in young men to serum lipoprotein cholesterol concentrations and smoking. A preliminary report from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth (PDAY) Research Group. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 264, 3018-3024.
  - 3) Vessby B, Uusitupa M, Hermansen K et al. (2001) Substituting dietary saturated for monounsaturated fat impairs insulin sensitivity in healthy men and women: The KANWU Study. *Diabetologia* 44, 312-319.
  - 4) Mensink RP, Katan MB (1992) Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis and thrombosis : a journal of vascular biology* 12, 911-919.
  - 5) Nissen SE, Tuzcu EM, Schoenhagen P et al. (2005) Statin therapy, LDL cholesterol, C-reactive protein, and coronary artery disease. *The New England journal of medicine* 352, 29-38.
  - 6) Strong JP, Malcom GT, McMahan CA et al. (1999) Prevalence and extent of atherosclerosis in adolescents and young adults: implications for prevention from the Pathobiological Determinants of Atherosclerosis in Youth Study. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 281, 727-735.
  - 7) Berenson GS, Wattigney WA, Tracy RE et al. (1992) Atherosclerosis of the aorta and coronary arteries and cardiovascular risk factors in persons aged 6 to 30 years and studied at necropsy (The Bogalusa Heart Study). *The American journal of cardiology* 70, 851-858.
  - 8) Srinivasan SR, Frontini MG, Xu J et al. (2006) Utility of childhood non-high-density lipoprotein cholesterol levels in predicting adult dyslipidemia and other cardiovascular risks: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 118, 201-206.
  - 9) Nicklas TA, von Duvillard SP, Berenson GS (2002) Tracking of serum lipids and lipoproteins from childhood to dyslipidemia in adults: the Bogalusa Heart Study. *International journal of sports medicine* 23 Suppl 1, S39-43.
  - 10) Li S, Chen W, Srinivasan SR et al. (2003) Childhood cardiovascular risk factors and carotid vascular changes in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 290, 2271-2276.
  - 11) Raitakari OT, Juonala M, Kahonen M et al. (2003) Cardiovascular risk factors in childhood and carotid artery intima-media thickness in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *JAMA : the journal of the American Medical Association* 290, 2277-2283.
  - 12) Webber LS, Srinivasan SR, Wattigney WA et al. (1991) Tracking of serum lipids and lipoproteins from childhood to adulthood. The Bogalusa Heart Study. *American journal of epidemiology* 133, 884-899.
  - 13) Leis R, Pavon P, Queiro T et al. (1999) Atherogenic diet and blood lipid profile in children and adolescents from Galicia, NW Spain. The Galinut Study. *Acta paediatrica (Oslo, Norway : 1992)* 88, 19-23.
  - 14) Ortega RM, Requejo AM, Navia B et al. (2001) Effect of saturated fatty acid consumption on energy and nutrient intake and blood lipid levels in preschool children.

- Annals of nutrition & metabolism 45, 121-127.
- 15) Harris C, Buyken A, Koletzko S et al. (2017) Dietary Fatty Acids and Changes in Blood Lipids during Adolescence: The Role of Substituting Nutrient Intakes. *Nutrients* 9.
  - 16) Kaitosaari T, Ronnema T, Viikari J et al. (2006) Low-saturated fat dietary counseling starting in infancy improves insulin sensitivity in 9-year-old healthy children: the Special Turku Coronary Risk Factor Intervention Project for Children (STRIP) study. *Diabetes care* 29, 781-785.
  - 17) Telama R, Yang X (2000) Decline of physical activity from youth to young adulthood in Finland. *Medicine and science in sports and exercise* 32, 1617-1622.
  - 18) Royo-Bordonada MA, Garces C, Gorgojo L et al. (2006) Saturated fat in the diet of Spanish children: relationship with anthropometric, alimentary, nutritional and lipid profiles. *Public health nutrition* 9, 429-435.
  - 19) Sanchez-Bayle M, Gonzalez-Requejo A, Pelaez MJ et al. (2008) A cross-sectional study of dietary habits and lipid profiles. The Rivas-Vaciamadrid study. *European journal of pediatrics* 167, 149-154.
  - 20) Gonzalez-Requejo A, Sanchez-Bayle M, Baeza J et al. (1995) Relations between nutrient intake and serum lipid and apolipoprotein levels. *The Journal of pediatrics* 127, 53-57.
  - 21) Harika RK, Cosgrove MC, Osendarp SJ et al. (2011) Fatty acid intakes of children and adolescents are not in line with the dietary intake recommendations for future cardiovascular health: a systematic review of dietary intake data from thirty countries. *The British journal of nutrition* 106, 307-316.
  - 22) Willett W (2013) *Nutritional Epidemiology*, 3rd ed. New York: Oxford University Press.
  - 23) Asakura K, Sasaki S (2017) SFA intake among Japanese schoolchildren: current status and possible intervention to prevent excess intake. *Public health nutrition* 20, 3247-3256.
  - 24) Monge R, Beita O (2000) Prevalence of coronary heart disease risk factors in Costa Rican adolescents. *The Journal of adolescent health : official publication of the Society for Adolescent Medicine* 27, 210-217.
  - 25) Kokanovic A, Mandic ML, Banjari I (2014) Does individual dietary intervention have any impact on adolescents with cardiovascular health risks? *Medicinski glasnik : official publication of the Medical Association of Zenica-Doboj Canton, Bosnia and Herzegovina* 11, 234-237.
  - 26) Shea S, Basch CE, Irigoyen M et al. (1991) Relationships of dietary fat consumption to serum total and low-density lipoprotein cholesterol in hispanic preschool children. *Prev Med* 20, 237-249.
  - 27) Campmans-Kuijpers MJ, Singh-Povel C, Steijns J et al. (2016) The association of dairy intake of children and adolescents with different food and nutrient intakes in the Netherlands. *BMC pediatrics* 16, 2.
  - 28) Gliksmann MD, Lazarus R, Wilson A (1993) Differences in serum lipids in Australian children: is diet responsible? *International journal of epidemiology* 22, 247-254.
  - 29) Henderson M, Benedetti A, Gray-Donald K (2014) Dietary composition and its associations with insulin sensitivity and

insulin secretion in youth. The British journal of nutrition 111, 527-534.

- 30) Aeberli I, Spinas GA, Lehmann R et al. (2009) Diet determines features of the metabolic syndrome in 6- to 14-year-old children. International journal for vitamin and nutrition research Internationale Zeitschrift für Vitamin- und Ernährungsforschung Journal international de vitaminologie et de nutrition 79, 14-23.
- 31) Berman LJ, Weigensberg MJ, Spruijt-Metz D (2012) Physical activity is related to insulin sensitivity in children and adolescents, independent of adiposity: a review of the literature. Diabetes/metabolism research and reviews 28, 395-408.

E. 健康危険情報  
なし

F. 研究発表  
1. 論文発表  
なし  
2. 学会発表  
なし

G. 知的所有権の出願・登録状況  
1. 特許取得  
なし  
2. 実用新案登録  
なし  
3. その他  
なし



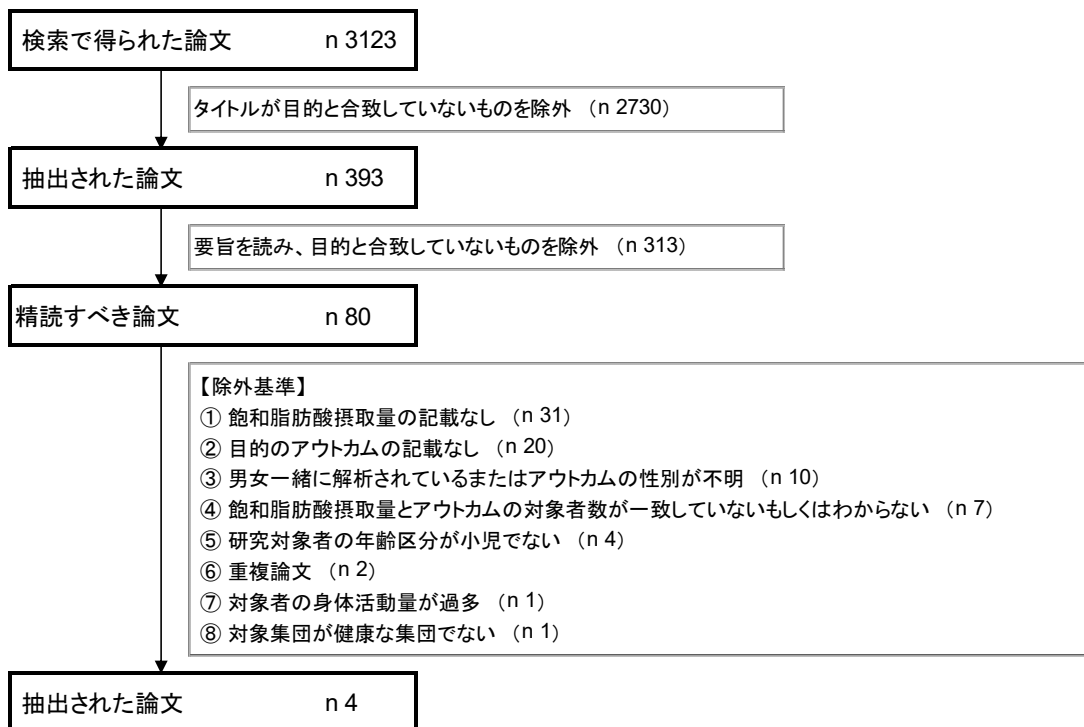


図 1 レビューにおける論文抽出の手順と抽出された論文数

表 1 小児の飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値またはインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究の概要

通し 番号	PubMed ID	ジャーナル 名	出版年	目的	研究方法		人数	性別	年齢 (歳)	対象者			特性	除外基準	飽和脂肪量		食事調査法	アウトカム		備考			
					研究 デザイン	調査地域				調査年	身長* (cm)	体重* (kg)			エネルギー 摂取量* (kcal/日)	摂取量 (g/日)		摂取量 (%エネルギー)	対象となる対象リスクの評価法 リスク (単位)		対象リスク の結果	リスクの有無	
1 <sup>[13]</sup>	10090541	Acta Paediatr.	1999	性、年齢(5-9、10-14、 15-20歳)間での血清 脂質の違いを検討する。 エネルギー産生栄養 素とUSNCEPの基準 によるリスクを持つ対 象者の関連を検討する	横断研究	Spain	—	703	男	5-9	平均値 (SD) 129.4(5.4)	平均値 (SD) 28.1(6.8)	平均値(SD) 1854(388)	健康である ランダムに 選ばれた (性と年齢 で層別化)		7日間の 食事記録法	平均値(SD) 33.9(9.0)	平均値(SD) 16.4(2.5)	LDLコレス テロール 値 (mmol/L)	空腹時(12h) Friedwald Fredeickson formula	平均値(SD) 2.84(0.70)	LDLコレステロール 値 $\geq$ 3.36mmol/L (130mg/dL)の割合 22.1%	*サンプルサイズ足りて いると 記載あり
2 <sup>[13]</sup>	10090541	Acta Paediatr.	1999	性、年齢(5-9、10-14、 15-20歳)間での血清 脂質の違いを検討する。 エネルギー産生栄養 素とUSNCEPの基準 によるリスクを持つ対 象者の関連を検討する	横断研究	Spain	—	685	女	5-9	平均値 (SD) 129.1(6.6)	平均値 (SD) 27.5(6.4)	平均値(SD) 1721(319)	健康である ランダムに 選ばれた (性と年齢 で層別化)		7日間の 食事記録法	平均値(SD) 30.9(7.3)	平均値(SD) 16.1(2.6)	LDLコレス テロール 値 (mmol/L)	空腹時(12h) Friedwald Fredeickson formula	平均値(SD) 2.92(0.72)	LDLコレステロール 値 $\geq$ 3.36mmol/L (130mg/dL)の割合 25.3%	*サンプルサイズ足りて いると 記載あり
3 <sup>[13]</sup>	10090541	Acta Paediatr.	1999	性、年齢(5-9、10-14、 15-20歳)間での血清 脂質の違いを検討する。 エネルギー産生栄養 素とUSNCEPの基準 によるリスクを持つ対 象者の関連を検討する	横断研究	Spain	—	1375	男	10-14	平均値 (SD) 153.0(7.6)	平均値 (SD) 45.7(11.9)	平均値(SD) 2131(259)	健康である ランダムに 選ばれた (性と年齢 で層別化)		7日間の 食事記録法	平均値(SD) 39.8(11.8)	平均値(SD) 16.7(2.7)	LDLコレス テロール 値 (mmol/L)	空腹時(12h) Friedwald Fredeickson formula	平均値(SD) 2.70(0.68)	LDLコレステロール 値 $\geq$ 3.36mmol/L (130mg/dL)の割合 17.5%	*サンプルサイズ足り ていると 記載あり
4 <sup>[13]</sup>	10090541	Acta Paediatr.	1999	性、年齢(5-9、10-14、 15-20歳)間での血清 脂質の違いを検討する。 エネルギー産生栄養 素とUSNCEPの基準 によるリスクを持つ対 象者の関連を検討する	横断研究	Spain	—	1398	女	10-14	平均値 (SD) 162.2(6.5)	平均値 (SD) 45.7(10.6)	平均値(SD) 2011(404)	健康である ランダムに 選ばれた (性と年齢 で層別化)		7日間の 食事記録法	平均値(SD) 36.6(9.3)	平均値(SD) 16.2(2.2)	LDLコレス テロール 値 (mmol/L)	空腹時(12h) Friedwald Fredeickson formula	平均値(SD) 2.77(0.68)	LDLコレステロール 値 $\geq$ 3.36mmol/L (130mg/dL)の割合 18.2%	*サンプルサイズ足り ていると 記載あり *同じ年代の男性(通 し番号3)より、LDLコ レステロール値が高い

SFA: 飽和脂肪酸  
FFQ: 食物摂取頻度調査票

表 1 小児の飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値またはインスリン抵抗性との関連を評価した観察研究の概要 (続き)

通し 番号	PubMed ID	ジャーナル 名	出版年	目的	研究方法		対象者				除外基準	飽和脂肪酸		アウトカム			備考						
					研究 デザイン	調査地域	調査年	人数	性別	年齢 (歳)		身長* (cm)	体重* (kg)	エネルギー 摂取量* (kcal/日)	特性	食事調査法		摂取量 (g/日)	摂取量 (%エネルギー)	対象となる対象リスクの リスク	対象リスクの 評価法	対象リスク の結果	リスクの有無
g <sup>(14)</sup>	11423704	Ann Nutr Metab.	2001	幼稚園のこども110人において、(新油酸リスキの指標としての)血清脂質とSFA摂取量の関連を検討する摂取量多い(±13% E:20%エネルギー)の2つのグループに分けて比較	横断研究	Spain (Madrid)	—	n=110 (男:66)	男女	2-6	平均値 (SD) SFA多い : 89 SFA少ない : 21	平均値 (SD) SFA多い : 16.9(3.2) SFA少ない : 16.1(4.4)	平均値 (SD) SFA多い : 1470(298) SFA少ない : 1038(295)	low- middle socioeco levelおよび middle socioeco nomic levelの間に それぞれ 1つに属 す(各層は 100人以 上が属っ ている)	脂質異常症、糖尿病等の内分泌疾患にかかっているグルコルチコイド、利尿薬、ステロイド、を服薬している	7日連続の食事記録法(園での食事は、食べた分をはかりを用いて測定)	—	平均値 (SD) 男: 15.2(2.1) 女: 15.2(2.6) SFA多: 15.9(1.8) SFA少: 11.8(0.9)	LDLコレステロール値 (mmol/L)	空腹時 Friedwald formula	平均値 (SD) SFA多: 2.76(0.77) SFA少: 2.80(0.67)	SFAが多い群の方がHDL-C値が高く、よりHDL/LDL比が高いという結果だった。LDLに違いなし。SFAが多い群の方が、リポワラジン、ヨウ素、亜鉛、マグネシウム、カルシウムが深い→BMI小さい。(年齢を調整して分析すると関係なくなった)	* 男女に差がないため、男女一緒に解析 * SFA少ない基準: <13% (全体の20%エネルギー) * <10%EのSFA摂取量の子どもは0.9% * 年齢と体重はSFAで分けた2群間で差がなし、身長がSFA多い方が深い→BMI小さい。(年齢を調整して分析すると関係なくなった) * SFA摂取多い群: MUFAとPUFA(g単位でのみ)多い、炭水化物少ない(9%Eのみ) 正がいい可能性
g <sup>(15)</sup>	28208667	Nutrients.	2017	①10歳時点でのSFAの摂取量が10歳および16歳の時の血中脂質の値と関連するか検討する(10歳から16歳の変化量から)	Prospective cohort study	German	—	717	男	10 (→15)	記載なし	記載なし	中央値 [四分位範囲] 2061 [1705-2447]	* GINIplus <sup>b</sup> および LISApilus <sup>c</sup> の研究薬団より抽出された * BMI:16.8(10歳)、20.4(15歳) * 10歳と16歳でFATのE%は変わらない	食事に影響する疾患がある、結果が外れ値、調整する値が外れ値	FFQ (過去1年間を評価)	—	中央値 [四分位範囲] 10歳: 12.8 [11.1-14.8] 15歳: 12.9 [10.9-14.9]	LDLコレステロール値 (mmol/l)	homogenous enzymatic colorimetric methods	中央値 [四分位範囲] 10歳: 2.0 (1.7-2.5) 15歳: 2.2 (1.8-2.6)	なし (地域、血液検査時の年齢、10歳の時のBMI・エネルギー摂取量・TVを見る時間・探検の時の空腹度・血中脂質の状況・思春期の開始・保護者の学歴で調整)	* 参考文献26.27にもこの研究の除外基準 * 参考文献28にFFQの妥当性
g <sup>(16)</sup>	28208667	Nutrients.	2017	①10歳時点でのSFAの摂取量が10歳および15歳の時の血中脂質の値と関連するか検討する(10歳から15歳の変化量から)	Prospective cohort study	German	—	681	女	10 (→15)	記載なし	記載なし	中央値 [四分位範囲] 1798 [1486-2124]	* GINIplus <sup>b</sup> および LISApilus <sup>c</sup> の研究薬団より抽出された	食事に影響する疾患がある、結果が外れ値、調整する値が外れ値	FFQ (過去1年間を評価)	—	中央値 [四分位範囲] 10歳: 12.5 [10.6-14.6] 15歳: 12.6 [10.6-14.6]	LDLコレステロール値 (mmol/l)	homogenous enzymatic colorimetric methods	中央値 [四分位範囲] 10歳: 2.1 (1.8-2.5) 15歳: 2.4 (2.0-2.9)	なし (地域、血液検査時の年齢、10歳の時のBMI・エネルギー摂取量・TVを見る時間・探検の時の空腹度・血中脂質の状況・思春期の開始・保護者の学歴で調整)	* 参考文献26.27にもこの研究の除外基準 * 参考文献28にFFQの妥当性

SFA: 飽和脂肪酸  
FFQ: 食物摂取頻度調査票

表 2 小児の飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値またはインスリン抵抗性との関連を評価した介入研究の概要

通し 番号	PubMed ID	ジャーナル 名	出版年	目的	研究方法		対象者					飽和脂肪酸		アウトカム			備考						
					研究デザイン	調査地域 調査 年	介入内容	人数	性別	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	エネルギー 摂取量 (kcal/日)	特性	除外基準	食事調査法		摂取量 (g/日)	摂取量 (%エネルギー)	対象となるリスク (単位)	対象リスク の評価法	対象リスクの結果	リスクの有無
1 <sup>(14)</sup>	16567815	Diabetes Care.	2006	健康な子どもに対し、 7か月の時から年2 回の低飽和脂肪酸お よび低コレステロール 食への食事指導が9 歳までのインスリン 抵抗性に影響する かを検討する。	介入研究	Finland	1997- 介入群は、1年に2回食事指 1999 導(低飽和脂肪酸&低コレス テロール食、たんぱく質10- 15%E、脂質30%E(飽和脂 肪酸<10%E)炭水化物55- 60%E) コントロール群はなし。	Int: 35 Cont :47	男	9	平均値 (SD) Int: 31.5(5.7) Cont: 135.8(6.7)	平均値(SD) Int: 31.5(5.7) Cont: 30.3(4.8)	平均値 (SD) Int: 1834(324) Cont: 1815(250)	—	—	各Visitご とに連続4日 間の食事記 録(すくなくとも 1日を1日 含む)	—	平均値(SD) Int: 11.2(1.9) Cont: 12.8(2.1)	インスリン抵抗性	HOMA-IR	平均値(SD) Int: 0.82(0.29) Cont: 1.03(0.41)	介入群の方が、 SFA摂取量が少 なく、HOMA-IRが 低かった。SFA摂 取量がHOMA-IR に大きく関連。	* Limitationに記載:インスリン 抵抗性に影響を与える可能性 がある身体活動量を測定できて いない
2 <sup>(14)</sup>	16567815	Diabetes Care.	2006	健康な子どもに対し、 7か月の時から年2 回の低飽和脂肪酸お よび低コレステロール 食への食事指導が9 歳までのインスリン 抵抗性に影響する かを検討する。	介入研究	Finland	1997- 介入群は、1年に2回食事指 1999 導(低飽和脂肪酸&低コレス テロール食、たんぱく質10- 15%E、脂質30%E(飽和脂 肪酸<10%E)炭水化物55- 60%E) コントロール群はなし。	Int: 43 Cont :42	女	9	平均値 (SD) Int: 31.7(5.7) Cont: 136.3(6.0)	平均値(SD) Int: 31.7(5.7) Cont: 32.3(6.8)	平均値 (SD) Int: 1646(268) Cont: 1699(317)	—	—	各Visitご とに連続4日 間の食事記 録(すくなくとも 1日を1日 含む)	—	平均値(SD) Int: 11.2(2.8) Cont: 14.2(2.3)	インスリン抵抗性	HOMA-IR	平均値(SD) Int: 1.09(0.45) Cont: 1.15(0.44)	介入群の方が、 SFA摂取量が少 なく、HOMA-IRが 低かった。SFA摂 取量がHOMA-IR に大きく関連。	* Limitationに記載:インスリン 抵抗性に影響を与える可能性 がある身体活動量を測定できて いない

Int: 介入群, Cont: コントロール群  
SFA: 飽和脂肪酸

Supplement Table 小児における飽和脂肪酸摂取量とLDLコレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を検討した研究の概要

通し番号	PubMed ID	ジャーナル名	出版年	目的	研究方法	研究地域	調査年	介入内容	対象者人数	性別	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	エネルギー摂取量(kcal/日)	特性	除外基準	飽和脂肪酸		アウトカム		対象から外れた理由	備考	
																	食事調査法	摂取量(g/日)	対象となるリスク	対象リスクの結果			リスクの有無
1 <sup>11)</sup>	16870014	Public Health Nutr.	2006	スペイン人の子供における、身体活動、消化、栄養および脂質の状態とSFA摂取量の関連を検討する。世界的な食事の質を比較する	横断研究	Spain	1998-1999	なし	670 (男50.1%) LL: 222 UL: 890	男女	6-7	LL: 125.4 UL: 125.4 UL: 26.9 UL: 26.7	LL: 2313 UL: 2083	SFA摂取量にて5分位に分け、最も少ない群(LL)と他の4群をまとめた群(UL)を比較	FFQ 成人を不常用に収録したもの	Median[95%CI] LL: 13.2(13.1-13.4) UL: 17.6(17.4-17.7)	LDL-C(mg/dl)	Friedewald formula	Median[95%CI] LL: 105.9(102.2-109.3) UL: 110.6(109.3-111.9)	LL群<UL群有意差あり(p<0.04)	男女一様に解析	LL群は、SFA摂取量10%未満の最も書かれているLL群(≦14.5%)、UL群(≧14.5%)、LL群の方が女性が多い	
2	23102181	J Acad Nutr Diet.	2012	こどもにおける、人種と特定の栄養素(果物、野菜、飽和脂肪酸、一価不飽和脂肪酸、多価不飽和脂肪酸)摂取量の相違を調査し、これらの栄養素が心臓病リスクの増進と関連があるか	横断研究	America	2009-2010	なし	148 (男: 41%)	男女	Mean(SD) White 10.3(1.5) Hispanic 11.7(1.6) black 11.3(1.8) Asian 11.3(1.7) multiracial 12.1(1.7)	—	—	Mean(SD) White 1277(598) Hispanic 1570(816) black 1767(983) Asian 1315(537) multiracial 1775(1027)	対象者の60%以上が低体重の者、申告エネルギーが<500 or >5,000kcalの者	FFQ	Mean(SD) White 17.6(3.1) Hispanic 16.2(4.4) black 17.0(3.7) Asian 15.7(2.8) multiracial 15.6(2.1)	LDL-C(mg/dl)	direct methods	Mean(SD) White 95.0(23.7) Hispanic 95.0(26.5) black 97.4(35.1) Asian 97.4(21.6) multiracial 83.4(18.4)	人種および食事要因によるLDLコレステロールへの影響はなし	男女一様に解析	LDL摂取量: 人種により有意差あり
3 <sup>11)</sup>	17333272	Eur J Pediatr.	2008	スペイン人の子供における食事内容と血圧関連の関連	横断研究 Rivas Vaciamadrid Studyの一部。詳細なデザインは、PMID:12819963参照。	Spain	1995	なし	673 (男: 352 女: 321)	男女	6	—	—	Rivas-Vaciamadrid Studyの参加者	記載なし	24時間思い出し法 およびFFQ (エネルギーおよび栄養素は24時間思い出し法の数から算出した)	ALL:16.1 SFA摂取量(%)により3分位に分け、比較する Mean(SD) Lowest 13.6(8.0) Middle 15.4(8.8) Highest 17.5(10.0)	LDL-C(mg/dl)	Friedewald formula	Mean(SD) Lowest 95.1(14) Middle 106.2(17)** Highest 140.6(21)** ***p<0.001	SFA摂取量が多いほどLDL-Cが高い(ロアソンの相関係数0.75)	男女一様に解析	Rivas Vaciamadrid Studyの一部。詳細なデザインは、PMID:12819963参照。 MUFAとLDL-Cに逆相関がみられた(ロアソンの相関係数-0.66)
4 <sup>11)</sup>	24486370	Med Ges (Zemica).	2014	2か月間の介入前後で、思春期の人の食事摂取量と心臓病リスクを評価すること	前後比較試験	Croatia	—	授業後or休後に実施 120分の個人毎の教育(食事摂取量などに關して)	17 (男: 12 女: 5)	男女	平均: 14.5	—	介入前: 3570 介入後: 2812	Inclusion criteria: 過去にCVDの家族歴、高血圧、糖尿病、異状心電図、または心臓病のリスクを1つ以上有していると除外されている	FFQ	Mean 介入前: 55.9 介入後: 41.8	LDL (mmol/l)	血液から測定	Mean 介入前: 3.1 介入後: 2.8	LDL-介入前より介入後減少	男女一様に解析	SFAは介入前より介入後減少 FFQ作成についての論文は参考文献1, 2。	
5 <sup>11)</sup>	7608811	J Pediatr.	1995	スペインの子供において、食事と血圧、脂質、アポB/Aの間の関連を評価する	横断研究	Spain	1989-1992	—	1682 (男: 907 女: 775)	男女	2-12	—	—	マドリードの11の学校に通う生徒	質問票がおかしい完全に質問票に答えていない 食事記録に答えていない	24時間思い出し法(主要な子どもの母親が記入している) 一週次の前日(1日)	Mean(SD) Lowest: 14.5(1.1) Middle: 20.3(0.5) Highest: 24.5(2.0)	LDLコレステロール値 Friedewald formula	Mean(SD) Lowest: 2.72(0.4)106 (14) Middle: 2.92(0.5)112 (20) Highest: 3.62(0.7)138 (28)	SFAを最も摂取している群は最も少ない群と比較して、LDL-C、TC、Apo-Bが高くなり、HDL-C、Apo-Aが低かった。 (MUFAを最も多く摂取している人は、最も少ない群に比べ、HDL-C、Apo-Aが高く、TC、LDL-C、Apo-Bが低かった。)	男女一様に解析	SFA、MUFA、FAT、炭水化物それぞれ摂取量の間に、3分位に分けて、LDL-Cなどを分析 * 年齢別 ANOVA 総脂質≦30% E, SFA <10% Eを守っている群 (n=15)は、守っていない群と比較し、TC, TG, LDL-C (2.5x3.1mmol/l) 7x121mg/dL) P, 0.001, Apo-Bが低く、HDL-C、Apo-Aが高かった。	
6	12063778	Hum Metab Cardiovas c Dis.	2001	炭水化物が多すぎる少ない食事を多く摂取することが体重増進と関連があるか検討する	横断研究	Sicilia	1980	なし	249 (男: 103(23) 女: 106(29))	男女	5-14	—	Mean(SD) 2328(608)	Ventimiglia di Siciliaの研究集団	7日間の食事記録法	Mean(SD) 10(2)	LDL-C(mg/dL)	?	Mean(SD) ALL: 103(26) 男: 103(23) 女: 106(29)	?	男女一様に解析	SFA摂取量は、男女両方のみで示されている。また、体重に関してこの集団の28%が95パーセンタイル値であった	
7 <sup>11)</sup>	2057470	Prev Med.	1991	ヒスパニック系のこども106人における脂質摂取量と血中脂質の関連を評価する	横断研究	Colombia	1996-1987	なし	108 (男: 57 女: 51)	男女	4-5	—	—	ヒスパニック系	食事療法を受けている者 ひとり暮らしのこども	Wilcoxの非定量的食料摂取量調査 Mean(SD) Lowest 33.8(3.0) Middle 39.8(1.8) Highest 46.0(2.7)	LDL-C(mg/dl)	Friedewald formula	Mean(SD) Lowest 91.8(25.8) Middle 89.5(24.1) Highest 110.5(23.9)**	SFA摂取量が多いほどLDL-Cが高い *p(two-tailed) ≤ 0.01 vs highest tertiles. **p ≤ 0.01 for linear trend test across tertiles.	男女一様に解析	Mean LDL-C(mg/day) ALL 97.2 Boys 99.7 Girls 94.3	
	2057470	Prev Med.	1991	ヒスパニック系のこども106人における脂質摂取量と血中脂質の関連を評価する	横断研究	Colombia	1996-1987	なし	108 (男: 57 女: 51)	男女	4-5	—	—	ヒスパニック系	食事療法を受けている者 24時間思い出し法	エネルギー摂取量の値 Mean(SD) Lowest 18.8(2.2) Middle 22.0(1.0) Highest 26.5(2.3)	LDL-C(mg/dl)	Friedewald formula	Mean(SD) Lowest 88.5(20.4) Middle 95.0(29.9) Highest 108.8(23.6)**	SFA摂取量が多いほどLDL-Cが高い p(two-tailed) ≤ 0.05 vs highest tertiles. **p ≤ 0.01 for linear trend test across tertiles.	男女一様に解析	Mean LDL-C(mg/day) ALL 97.2 Boys 99.7 Girls 94.3	
8	8343861	Appl Human Sci.	1997	南アメリカの子どもを対象に、冠動脈疾患に関連している食事摂取量と身体活動量の関連を評価する	横断研究	—	—	—	22 (男: 10 女: 12)	男女	mean(SD) 男: 11.83(0.3) 女: 11.7(0.3)	mean(SD) 男: 150(10) 女: 144(10)	mean(SD) 男: 54(10.8) 女: 42.08(8.0)	6年生 白人59%、アフリカ系アメリカ人23%、ヒスパニック系5%	食事記録法(1日 weekend 2日)	Mean(SD) ALL: 12(3.0)	LDL-C(mg/dL)	空腹時(12h) Friedewald formula	Mean(SD) All: 73.8(20.5) 男: 83.33(22.6) 女: 66.66(16.1)	SFAは、ALLでの値のみ、男女間で、体格が大きい異なる	男女一様に解析	SFAは、ALLでの値のみ、男女間で、体格が大きい異なる	

\*有意差あり  
Int: 介入群, Cont: コントロール群, SFA: 飽和脂肪酸, LDL-C: LDLコレステロール値

Supplement Table 小児における飽和脂肪酸摂取量とLDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を検討した研究の概要(続き)

通し番号	PubMed ID	ジャーナル名	出版年	目的	研究方法	調査地域	調査年	介入内容	対象者人数	性別	年齢(歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	エネルギー摂取量 (kcal/日)	特性	除外基準	脂質項目	測定法	測定頻度	アウトカム	対象となるリスク	対象リスクの評価法	対象リスクの結果	リスクの有意性	対象者数	備考
9	2231346	Pediatrics, 2012	2012	乳児期から成人まで、繰り返しの食事指導が lipoprotein 値と食事摂取量に与える影響を検討する	介入研究(ランダム化)	Finland	1997-2007	7ヶ月から19歳まで Int:低SFAおよび高 Cho食を推奨, 3-6 ヶ月おきに追加, 3- 6ヶ月おきに追加, SFA/PUFAs 1:2, Cho<200mg/日, 果 物<野菜<全粒穀物 等を推奨, Cont:7歳まで年2 回, それ以降年1回, 通常のFinlandの Clinicで行われてい る内容 Int:96(105) Con:90(117)	159	男	15(19)							2歳までは3日間 の食事記録法, 4日間の食事記 録法 Int:第2回, Con: 第1回 weekend 1日を 含む	Mean (SD) %E 15y Int:11.2(2.3) CON:13.1(2.9) 16y Int:11.2(2.6) CON:13.4(2.9) 17y Int:11.2(2.6) CON:13.1(3.0) 18y Int:11.2(2.6) CON:12.8(3.0) 19y Int:11.8(2.5) CON:12.7(3.2)	LDLコレステ ロール値 (mmol/l)	Computational approach based on neural network regression models and Friedwald formula	Mean (SD) 15y Int:2.18(0.54) CON:2.38(0.68) 16y Int:2.23(0.52) CON:2.37(0.66) 17y Int:2.23(0.52) CON:2.39(0.64) 18y Int:2.23(0.50) CON:2.44(0.70) 19y Int:2.33(0.56) CON:2.52(0.73) *Computer 15y Int:2.41(0.45) CON:2.59(0.57) 16y Int:2.45(0.43) CON:2.58(0.56)	年齢と群の相互作用で調 査し, ANOVAで検定, 男女ともにIntがConより低 かった(どちらの計算方法 でも)女子より男子の方が 差が大きい。 (女子は以前の研究, 参考 文献7.9には有意な差が見 られていない)	対象者数相違	* STRIP * 生涯は5歳までは nonfasting 7mo, 13mo, 1歳, それ以降は1年に1 回採血(6歳と1歳を 除く) * Computational approach based on neural network regression models の妥当性は参考文献 14 * 食事摂取の人数と LDLコレステロール の評価の人数が大きく 異なる	
2231346	Pediatrics, 2012	2012	乳児期から成人まで、繰り返しの食事指導が lipoprotein 値と食事摂取量に与える影響を検討する	介入研究(ランダム化)	Finland	1997-2007	7ヶ月から19歳まで Int:低SFAおよび高 Cho食を推奨, 3-6 ヶ月おきに追加, 3- 6ヶ月おきに追加, fat:30-35%E, SFA/PUFAs 1:2, Cho<200mg/日, 果 物<野菜<全粒穀物 等を推奨, Cont:7歳まで年2 回, それ以降年1回, 通常のFinlandの Clinicで行われてい る内容 Int:91(111) CON:121(137) 16y Int:9(111) CON:121(135) 17y Int:78(108) CON:120(132) 18y Int:85(104) CON:108(128) 19y Int:68(96) CON:98(124)	159	女	15(19)									2歳までは3日間 の食事記録法, それ以降は連続 4日間の食事記 録法 Int:第2回, Con: 第1回 weekend 1日を 含む	Mean (SD) 15y Int:11.0(2.5) CON:12.5(3.2) 16y Int:11.2(2.5) CON:12.5(2.8) 17y Int:11.6(3.0) CON:12.2(2.9) 18y Int:11.6(2.7) CON:11.9(3.1) 19y Int:11.4(2.4) CON:12.0(2.8)	LDLコレステ ロール値 (mmol/l)	Mean (SD) 15y Int:2.45(0.53) CON:2.59(0.71) 16y Int:2.52(0.58) CON:2.54(0.68) 17y Int:2.58(0.66) CON:2.57(0.63) 18y Int:2.60(0.64) CON:2.58(0.68) 19y Int:2.57(0.67) CON:2.62(0.68) *Computer 15y Int:2.87(0.48) CON:2.79(0.63) 16y Int:2.73(0.51) CON:2.75(0.60)	年齢と群の相互作用で調 査し, ANOVAで検定, 男女ともにIntがConより低 かった(どちらの計算方法 でも)女子より男子の方が 差が大きい。 (女子は以前の研究, 参考 文献7.9には有意な差が見 られていない)	対象者数相違	* STRIP * 生涯は5歳までは nonfasting 7mo, 13mo, 1歳, それ以降は1年に1 回採血(6歳と1歳を 除く) * Computational approach based on neural network regression models の妥当性は参考文献 14 * 食事摂取の人数と LDLコレステロール の評価の人数が大きく 異なる	
10	10602349	Eur J Clin Nutr, 1999	1999	5歳の子どものおいて、低SFAおよび高Cho食 (脂質的平衡を 提供する食事介入)が 脂質摂取量および 血漿コレステロール、リ ン脂質、TGに与える影 響	介入試験の一部 (随機的な調整あ り)	Finland	1994-1995	Int:2歳までは 7.8, 10, 13, 15, 18, 21, 2 4mo, それ以降は年 2回, 低SFA, 高Cho 食(脂質 30- 35%E, SFA<10% E, MUFA10%E, PUFA<10%Eを推奨, 植物性油とフラ マーゲリンを推奨) Cont:年2回, 3トラ ウク程度, 少なくとも 1%以上Fの母乳を 推奨	202	男女	5							4日間の食事記 録法(食事摂取 量の記録以外)	平均(95%信頼区 間) 男 Int:12.5(11.9-13.1) CON:15.0(14.3- 15.8) 女 Int:11.9(11.2-12.6) CON:14.4(13.7- 15.2)	空腹時(10-12 h) LDL-C (mmol/l)	Friedwald formula ALL Int:2.73(2.60-2.86) CON:2.91(2.78- 3.04) 男 Int:2.61(2.44-2.78) CON:2.86(2.68- 3.04) 女 Int:2.87(2.68-3.06) CON:2.98(2.79- 3.17)	年齢と群の相互作用で調 査し, ANOVAで検定, 男子のみP=0.04で有意な 差あり。 (摂取量はSFAのみ有意 差ありMUFAおよびPUFAに は有意な差はない。)	対象者数相違	* STRIP研究(イン は血中の脂質への 影響を受けている) * PB ratio 男: Int:0.44(0.40- 0.47) CON:0.33(0.30- 0.36) 女: Int:0.45(0.42- 0.49) CON:0.35(0.30- 0.39)		
11	7181737	1982	栄養素摂取量(24時間 思い出し法)と血中脂 質の関連と検討する	横断研究	North America	1979-1980	なし	661	男	6-19					白人	特別食を食べている者 排除 外因性性腺ホルモン	24時間思い出し 法(1日回?)	Median(四分位範囲) 6-9y 32[25-40] 10-14y 44[32-64] 15-19y 53[38-73]	LDLコレステ ロール値	12時間以上絶食後 測定	ピアソンの相関係数 LDL-CとSFA 6-9y -0.06 13-19y -0.02	LDLコレステロールと飽和 脂肪酸摂取量に相関なし	対象者数相違	*飽和脂肪酸摂取量 の調査は、6-9歳、 10-14歳、15-19歳の 分類に対し、飽和脂 肪酸摂取量とLDLコ レステロール値との 関連は、6-12歳、13- 19歳で分類		
7181737	1982	栄養素摂取量(24時間 思い出し法)と血中脂 質の関連と検討する	横断研究	North America	1979-1980	なし	573	女	6-19					白人	特別食を食べている者 排除 外因性性腺ホルモン	24時間思い出し 法(1日回?)	Median(四分位範囲) 6-9y 29[23-39] 10-14y 35[26-45] 15-19y 32[23-43]	LDLコレステ ロール値	12時間以上絶食後 direct methods	ピアソンの相関係数 LDL-CとSFA 6-12y -0.09 13-19y -0.06	LDLコレステロールと飽和 脂肪酸摂取量に相関なし	対象者数相違	*飽和脂肪酸摂取量 の調査は、6-9歳、 10-14歳、15-19歳の 分類に対し、飽和脂 肪酸摂取量とLDLコ レステロール値との 関連は、6-12歳、13- 19歳で分類			

\*有意差あり  
Int: 介入群, Cont: コントロール群, SFA: 飽和脂肪酸, LDL-C: LDLコレステロール値

Supplement Table 小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を検討した研究の概要(続き)

通し番号	PubMed ID	ジャーナル名	出版年	目的	研究デザイン	調査地域	調査年	介入内容	対象者人数	性別	年齢(歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	エネルギー摂取量 (kcal/日)	特性	除外基準	飽和脂肪酸食事調査法	摂取量 (g/日)	アウトカム対象となるリスクの評価法	対象リスクの結果	リスクの有無	対象者数	備考
12	11004136	Circulation	2000	7か月からつづく低SFAおよび飽和コレステロール値の食事摂取量が5歳までの時点で、血清脂質に及ぼす影響を検討する	介入研究	Finland	1992	STRIP Int:1~3か月おき カンセンシブ、2歳 以降6か月おき (fat:30~35% SFA:MUFAs:PUFAs 1:1:1, Cho>200mg/d, 12 か月までは授乳か人工乳を続けることを すすめる。それ以降は スチームミルク 5~8L/日 teaspoon2~3杯の マーガリンと植物油 を添える) Cont:4~6か月おき にカンセンシブ、2 歳以降6か月おき (通常のカンセンシブ、脂肪1.9%ミルクを 推奨)	8mo 13mo 24mo 36mo 48mo 60mo	男	8mo→ 13mo→ 24mo→ 36mo→ 48mo→ 60mo	—	—	—	—	血清データ Int:181 Cont:170	長期間の観察には、 baselineの血清データと その後少なくとも1回の 血清データがある子ども のみ。(n=549; int:277(male:50), cont:272(male:145))	8.13.18mo 3日間の食事記 録法 Int:12.7(2.8) Cont:12.7(2.2) 13mo Int:18.5(3.0) Cont:12.3(3.0) 24mo Int:10.8(2.8) Cont:14.3(3.1) 36mo Int:11.8(2.5) Cont:14.5(2.7) 48mo Int:12.1(2.6) Cont:14.7(2.7) 60mo Int:11.8(2.2) Cont:14.5(2.5)	LDLコレステ ロール値 (mmol/L) 空腹時 Friedwald formula 5歳 *身長、体重、比較 BMI Cont: 2.62(0.55) Cont: 2.87(0.61)	5歳の時点でLDLコレ ステロール値は、介入群がコ ントロール群より9%低い。 *成長にIntとContでは ない	対象者数相違 ない	*Baseline時はInt &Contはほぼ同じ 食事摂取量一介入 後は、SFA、飽和 脂肪酸、コレステ ロールの摂取量はIntが Contより少ない。 *IntはPUFAが多い *飽和脂肪酸摂取量 とLDLコレステ ロール値の相違 が大きい	
11004136	Circulation	2000	7か月からつづく低SFAおよび飽和コレステロール値の食事摂取量が5歳までの時点で、血清脂質に及ぼす影響を検討する	介入研究	Finland	1992	STRIP Int:1~3か月おき カンセンシブ、2歳 以降6か月おき (fat:30~35% SFA:MUFAs:PUFAs 1:1:1, Cho>200mg/d, 12 か月までは授乳か人工乳を続けることを すすめる。それ以降は スチームミルク 5~8L/日 teaspoon2~3杯の マーガリンと植物油 を添える) Cont:4~6か月おき にカンセンシブ、2 歳以降6か月おき (通常のカンセンシブ、脂肪1.9%ミルクを 推奨)	8mo 13mo 24mo 36mo 48mo 60mo	女	8mo→ 13mo→ 24mo→ 36mo→ 48mo→ 60mo	—	—	—	—	血清データ Int:158 Cont:174	長期間の観察には、 baselineの血清データと その後少なくとも1回の 血清データがある子ども のみ。(n=549; int:277(male:50), cont:272(male:145))	8.13.18mo 3日間の食事記 録法 Int:12.9(2.4) Cont:12.6(2.5) 13mo Int:18.6(3.5) Cont:12.4(3.2) 24mo Int:11.4(2.9) Cont:14.7(2.7) 36mo Int:12.1(2.6) Cont:14.7(2.7) 48mo Int:11.9(2.5) Cont:14.6(2.7) 60mo Int:11.7(2.5) Cont:14.3(2.7)	LDLコレステ ロール値 (mmol/L) 空腹時 Friedwald formula(mmol/L) 5歳 *身長、体重、比較 BMI Cont: 2.99(0.63) Cont: 2.99(0.66)	5歳の時点でLDLコレ ステロール値は、介入群コ ントロール群で変わらな い。 *成長にIntとContでは ない	対象者数相違 ない	*Baseline時はInt &Contはほぼ同じ 食事摂取量一介入 後は、SFA、飽和 脂肪酸、コレステ ロールの摂取量はIntが Contより少ない。 *IntはPUFAが多い *飽和脂肪酸摂取量 とLDLコレステ ロール値の相違 が大きい		
13	8505180	Int J Epidemiol.	1993	オーストラリアの子どものオーストラリアにおいて、年齢、性別、SES、人種により、食生活と血清脂質に及ぼす影響を検討する	横断研究	Australia	1985	1017(血清脂質) 5211(食事と特性)	男女	食事:10-15 血清:12&15	—	—	—	—	単位:KJ/日 Mean(SD) 男:8035(2322) 女:7034(1949) 11歳 男:8516(2639) 女:7397(2107) 12歳 男:8835(3169) 女:7698(2432) 13歳 男:9864(3649) 女:7682(2348) 14歳 男:10752(3811) 女:7921(2709) 15歳 男:11705(4238) 女:7592(2653)	食事記録法(1日 間)インタビュー ビュー Mean(SD) 10歳 男:15.5(3.5) 女:15.3(3.2) 11歳 男:15.5(3.4) 女:15.3(3.6) 12歳 男:16.0(3.9) 女:15.9(3.6) 13歳 男:15.7(3.8) 女:15.6(3.9) 14歳 男:15.9(3.6) 女:15.8(3.9) 15歳 男:15.7(3.7) 女:15.4(4.2)	LDL-C(mmol/L) 空腹時 LDL-C=TC-(HDL-C+TG)/2.19 Mean(SD) 男:2.76(0.65) 女:2.8(0.66) 11歳 男:2.44(0.62) 女:2.67(0.72)	男性では、食事からの飽和脂肪酸の摂取量は血清脂質に及ぼす影響が大きい。 *SFA摂取量はInt&Contより少ない。 *女子の方がChoが高い	対象者数不明 男:女不明	*対象者数内 訳が不明 *それらの特性が 女性に比べて、SFA取 り量は、中性脂肪とHDL-C に関連している。			
14	8822997	Circulation	1996	7か月から3歳までの食生活と血清脂質に及ぼす影響を検討する	介入研究	1992-	Int:7.8,10.13,15,18 男(intercont) 21,24,30,36moに力 学評価 13mo:185/178 容は35.43に肥満/身 体活動も推定 36mo:158/160 Cont:8.10,15,21mo にカンセンシブ 女(intercont) 非空腹時状態で 7,13,24,36に血液検 査 食事摂取量は 8.13,18,24,30,36mo に実施 3歳以降、年1回の採 血&年2回のカン センシブと食事記録 12か月までは人工乳 が母乳を推奨 2歳まではビタミンE とビタミンDの補充 をアドバイス	8mo 13mo 24mo 36mo 48mo 60mo	男女	8mo(13, 24, 36mo)→	—	—	—	—	*STRIPの参加者 8.13.18mo 3日間の食事記 録法 Mean(SD) 男 intercont 8mo 24,30,36mo 13mo:185(3.8)/13.6(4.8) 4日間の食事記 録法 (少なくとも weekend1日食 べ) 13.7(4.8)/18.5(5.5) 36mo 16.2(4.9)/20.5(5.5) 48mo 15.8(3.8)/19.8(4.5) 60mo 15.6(4.6)/19.4(5.0)	空腹時 LDL-C=TC-(HDL-C+TG)/2.19 Mean(SD) 男:2.76(0.65) 女:2.8(0.66) 11歳 男:2.44(0.62) 女:2.67(0.72)	*SFA摂取量はInt&Contより少ない。 *女子の方がChoが高い	対象者数不明 男:女不明	*STRIP研究 *血清脂質はnon- HDLの人数は男: Int:201, Cont:187, Cont:187 *特性記述なし				
15 <sup>20</sup>	1983899	Int J Vitam Nutr Res.	2009	インスリン抵抗性、血糖、レジスタンス、アディポネクチン、レプチンに及ぼす食事の影響を検討する	横断研究	Switzerland	—	79 No:33 Over:19 Ob:27	男女	6-14 No:20/13 Over:8/11 Ob:14/1 3	Mean(SD) No:140(12) Over:148(14) Ob:146(12)	Mean(SD) No:31.8(9.0) Over:48.4(14) Ob:53.9(13.7)	Mean(SD) No:1837(475.4) Over:1764.5(275.8) Ob:1985.8(383.8)	Mean(SD) No:53.9(13.7)	2日間の24時間 思い出し法1日 分の食事記録法 (2日間) weekday, 1日 間; weekend, 1 ~2日間(以内で 実施)	Mean(SD) No:31.4(10.05) Over:28.2(7.15) Ob:35.5(7.2)	インスリン抵抗性 QUICKI (*1/(log(fasting insulin mIU/L)*(log(fasting glucose mg/dL))	Mean(SD) No:0.343(0.023) Over:0.329(0.022) Ob:0.296(0.021)	BMI、SDS、年齢、性別で調整 した上で、普通体重ア ループでは、SFA摂取量と インスリン抵抗性に関連	対象者数不明 男:女不明	*食事摂取法の妥当性(参考文献19) *QUICKIの妥当性(参考文献20)		

\*有意差あり  
Int: 介入群, Cont: コントロール群, SFA: 飽和脂肪酸, LDL-C: LDLコレステロール値

Supplement Table 小児における飽和脂肪酸摂取量と LDL コレステロール値もしくはインスリン抵抗性との関連を検討した研究の概要(続き)

論文番号	PubMed ID	ジャーナル名	出版年	目的	研究方法 研究デザイン	調査地域	調査年	介入内容	対象者 人数	性別	年齢(歳)	身長 (cm)	体重 (kg)	エネルギー摂取量 (kcal/日)	特性	除外基準	飽和脂肪酸 食事摂取量		アウトカム		対象から 除外された理由	備考		
																	摂取量 (g/日)	摂取量 (%エネルギー)	対象となるリスク	対象リスクの評価値			対象リスクの結果	リスクの有無
16 <sup>23)</sup>	24047611	Br J Nutr.	2014	身体活動を考慮に入 れて、エネルギー-産生 栄養素の摂取量とイン スリン抵抗性およびイ ンスリン分泌量の関連 を検討する	横断研究	Canada			415 男:218 女:197	男女	8-10 Mean(SD) 男:9.7(0.8) 女:9.7(0.9)			Mean(SD) 男:1755(414) 女:1571(367)	*白人 *保護者の1人が肥満 (BMI<30 or ウエス ト問題:男:> 102cm, 女:> 88cm) *55%が普通体重、 20%が過体重、23% が肥満、2%がやせ	*1空腹血糖値あり *2空腹血糖値あり (空腹時) *データ欠損 *4日中10時間以内の み *Fitness testの結果が 大抵の者が 正確	多連続3日間の 食事日記出し並 び(子ども:必要 な場合は保護者 も) 週末1日を含む 電卓で食品のモ デルを使用して 実施	Mean(SD) 男:11.4(2.5) 女:11.6(2.6)	インスリン抵 抗性	HOMA-IR	値は記載なし	飽和脂肪酸摂取量と HOMA-IRは関連なし	対象者数相違 (インスリン抵抗性 との関連は男 女一様に解明)	観察なしでは、たん 白質と食物繊維 摂取量に (ただし、HOMA-IRと の関連はm413で検 討) 身体活動、Fitness、 テレビを見る時 間、性別、年齢、性 別、思春期段階等を 調整する。エネルギー -産生栄養素と HOMA-IRは関連なし
17	8321114	Med Sci Sports Exerc.	1993	【仮定】 身体活動レベルが高 いほど好ましいリス ク要因に関連する また、それが完全に 独立したわけではない	横断研究	Canada (Calgary)	なし		男:39 女:58	男女	10-15			mean(SD) 男: 158.2(12.8) 女:155.6(9.9)	mean(SD) 男:46.9(12.2) 女:47.2(10.8)	mean(SD) 男:13.0(1.5) 女:13.0(1.5)	スポーツを専攻して いる私立の学校に通 うことも Physical Activity index mean(SD) 男:5250(3940)kcal/日 女:3630(3300)kcal/日	3日間の食事記 録 (日、月、火 or 木、金、土)	Mean(SD) 男:25.4(9.2) 女:19.4(6.7)	LDLコレステ ロール値 (mmol/L)	Friedwald Mean(SD) 男:2.16(0.83) 女:2.10(0.52)		身体活動過多 身体活動レベルは、 他の研究で報告され た同年代のものと同 様だった 適切な要因を調べて いない CHDリスクと性成熟 度の関連も調べる必 要がある	
18	10960220	J Adolesc Health.	2000	コスタリカの思春期の 子どもにおいて、心疾 患のリスク要因	横断研究	Costa Rica			328 男:167 女:161		12-18						3日間の食事記 録 (日、月、火もく は木、金、土)	Mean(SD) 男:9.7(4.9) 女:9.5(5.1)	LDLコレステ ロール値 (mmol/L)	空腹時(12h) Friedwald formula Mean(SD) 男:2.2(0.5) 女:2.4(0.5)	SFAはHDL-Cおよびトリグ リセドと正の関連、LDL-C には影響が認められな かった(重回帰分析)、それよりも 身体活動が大きく影響。	年齢範囲外 * SFA>10%の親 食 男都市在住:43.0% 男田舎在住:48.1% (都市部と有意差あり) 女都市在住:60.5% 女田舎在住: 38.7%(都市部と有意 差あり) * LDL-C> 2.9mmol/Lの割合 男都市在住:15.1% 男田舎在住:8.6% 女都市在住:22.1% 女田舎在住:21.3% * 身体活動は、 Harvard step testを 標準化したものを使用 * 全体的に他の研 究よりSFA摂取量少 ない、日本に近い		
19	7971012	Pediatrics.	1994	4歳から10歳のLDL-C が高い子どもに対し、 親子を対象に個人指 導を行なった場合の脂 肪摂取量および血清 脂質への影響													3回の24時間記 録(週1回が weekend)	Mean(SD) Baseline3month after 個人指導: 19.4(0.6)/17.2(0.7) コントロール: 21.1(0.6)/22.7(0.6)	LDLコレステ ロール値 (mmol/L)	Friedwald formula Mean(SD) Baseline3month after 個人指導: 3.26(0.33)/3.00(0.04) コントロール: 3.34(0.03)/3.26(0.04)	標準でない集 団	* 血中脂質レベルが 高い人が対象 * SFA摂取量とLDL に関する記述はなし * エネルギー-産生 コントロールの コントロールの コントロールの コントロールの コントロールの コントロールの		

\*有意差あり  
Int: 介入群, Cont: コントロール群, SFA: 飽和脂肪酸, LDL-C: LDLコレステロール値