

血清コレステロールと肥瘦度、 年齢、減量、運動習慣化との関連



田中喜代次¹⁾、野又康博²⁾、笹井浩行³⁾、中田由夫⁴⁾、武藤京子⁵⁾

抄 録

目的：日本人肥満者を対象に、血清コレステロールと肥瘦度（body mass index: BMI）、年齢、減量、運動習慣化との関連を検討した。

方法：3ヵ月間の減量介入研究に参加した984人（男性460人、女性524人）を対象に、総コレステロール、LDLコレステロール（LDLc）、HDLコレステロール（HDLc）、BMI、年齢についてのデータを収集した。また、有酸素運動およびレジスタンス運動が脂質プロファイルに与える影響について、文献をレビューした。

結果：LDLc値は、男女ともにBMIと統計学的に有意な関連は認められず（男性 $r=0.01$ 、女性 $r=0.04$ ）、男性においては年齢とも関連しなかった（ $r=0.003$ ）。女性におけるLDLc値と年齢の関連（ $r=0.24$ ）は統計学的に有意ではあるが弱かった。研究参加者は、運動実践、食事改善、食事改善+運動実践、いずれかの方法での減量指導を受けた。それぞれの群の体重減少量は、2.5 kg、7.2 kg、9.3 kgであった。LDLc値はそれぞれ、5.8 mg/dL、10.4 mg/dL、15.2 mg/dL減少し、HDLc値は2.6 mg/dL、0.9 mg/dL、2.2 mg/dL増加した。いくつかのシステマティックレビューによって、有酸素性運動を中心に介入すると、LDLc値は約6 mg/dL、中性脂肪は約14 mg/dL減少し、HDLc値は約3 mg/dL増加することが示されている。これらの改善の程度は、レジスタンス運動による介入よりも有酸素運動の方でやや良好なようである。

考察：LDLc値が、特に男性でBMIや年齢と相関しないことは驚きであった。やせや標準体重（BMI 25未満）の男女のデータは解析に含めていない（選択バイアス）ため、一般化は難しい。運動習慣化が血清脂質とリポタンパクに与える影響は十分には分かっていないが、有酸素運動による効果量は一般に認識されているよりも小さいと考えられる。

結論：心血管疾患リスクとして、喫煙、高血圧、肥満、糖尿病、脂質プロファイル、運動不足、年齢、家族歴が知られている。これらのリスク因子の中で、血清脂質と肥満、年齢の相互相関は、少なくとも日本人肥満男性においては、認められなかった。血清脂質と肥瘦度との関連、運動習慣化が心血管疾患リスクに与える効果については、さらなる検討が必要である。

【キーワード】 コレステロール、肥瘦度（肥満度）、BMI、減量、運動

はじめに

日本国内に目を向けると、一般国民だけでなく、看護師、管理栄養士、医師ら医療専門職の間でも、血清コレステロール値は「低いほうがよい」、「太ると高く

なる」、「年齢が増すにつれて高くなる」、「高くなると心血管疾患にかかりやすい」、「食事に気をつけると低くなる」、「減量すると低くなるはず」、「運動の習慣化によっても低下が期待できる」などの印象を抱いている

- 1) 筑波大学 名誉教授、株) THF 代表取締役社長
- 2) 株) THF 特別研究員
- 3) 東京都健康長寿医療センター研究所 主任研究員
- 4) 筑波大学体育系 准教授
- 5) 水戸中央病院 内科部長、健診センター百合が丘 医局

人が多い。これらの思いを抱くことの背景には、学術団体や企業、専門家による警鐘メッセージの影響が大きいと考えられる。確かに血清コレステロール値は心血管疾患リスクのひとつであるが、医療現場において従前から相反する見解が出ている。特に米国心臓病関係の学術団体（American College of Cardiology/American Heart Association: ACC/AHA）による「心血管疾患リスク低減のための生活習慣マネジメントのガイドライン」¹⁾が2013年に発表されて以来、医療面での解釈が多様になってきている。筆者らは長年の研究活動を通して、肥満で低コレステロールの人や痩せて高コレステロールの人が少なくないこと、減量しているにも関わらずコレステロールが上昇する人、運動したにも関わらずHDLコレステロールが下がる人に遭遇してきた。医療現場でも同様の声が聞かれる。そういった医療現場の疑問に答えるべく、コレステロールと肥瘦度、年齢、減量、運動習慣化との関連について、筆者らの約1千名から得た臨床データおよび関連文献をもとに考察する。

コレステロールの摂取と血中濃度の関係についての最近の動向

2013年のACC/AHAによるガイドライン¹⁾では、「食事によるコレステロール摂取量を減らしても血清コレステロール値が低下する証拠を数値で示せないことから、コレステロールの摂取制限を設けない」との見解が出された。また、2015年2月に米国農務省（United States Department of Agriculture: USDA）から一般国民向けに発表されたガイドライン作成委員会レポート²⁾において、ACC/AHAと同様、食事によるコレステロールの摂取と血清コレステロール値の間に明らかな関連を認めるエビデンスが得られないことを理由に、これまでに推奨していた「食事によるコレステロール摂取制限」の文言を消去すると記載された。このような最近の動向を受けて、従来のコレステロール要注意論（いわゆる「悪玉」仮説）を展開している研究者や医療関係者らは、食事によるコレステロール摂取制限の推奨について戸惑いを感じているのではないだろうか。国内外の多くのメディアでもコレステロール摂取制限に関する疑問が話題として取り上げられるようになり、さまざまな意見が飛び交っているのが現状である。

わが国の脂質異常症の診断基準と相反する最近の知見

血清コレステロール値は「低いほうがよい」との一般的認識には、日本動脈硬化学会による脂質異常症治療ガイド³⁾が少なからず影響を及ぼしていると思われる。同ガイド（2013年版）³⁾によると、LDLコレステロール（LDLc）値が120～139 mg/dLなら境界域高LDLc血症、140 mg/dL以上なら高LDLc血症（脂質異常症）と診断される。また、国民に向けたメッセージとして、加齢や遺伝の影響など個人の努力でコントロールできない要因の存在とともに、食事や運動の重要性、肥満防止の必要性など、実践可能な生活行動の推奨が記述されている。

健康診査や人間ドックでは従来通り、総コレステロール値 ≥ 220 mg/dL、LDLc値 ≥ 140 mg/dL、HDLコレステロール（HDLc）値 < 40 mg/dL、または中性脂肪値 ≥ 150 mg/dLだと脂質異常^{4,5)}と診断され、一律的に保健指導や医療（投薬治療）の対象となる。医師によっては、年齢や肥瘦度、食習慣、体質などを総合的に考慮して、医療を開始する前に生活習慣の改善によってしばらく様子を観ようとの指示が出ることもあるが、直ちに服薬を勧められるケースもある。これらの点について従来から、一部の医師や疫学研究者、基礎医学研究者らの間で異論が出されており⁶⁻¹¹⁾、特に近年になって必ずしも日本動脈硬化学会による診断基準どおりではないとする疫学的研究結果や解説書¹²⁻¹⁴⁾の報告が増えてきた。このような医療界の新知見に依拠して、脂質異常症の基準設定について異論を唱える研究者や医師も少なくない。



本稿の目的と意義

本学会の主要会員である看護師は、国民の健康行動に多大な影響を与えうる専門職の一つであることを鑑み、そして日本健康運動看護学会設立10周年を良い契機として捉え、本稿では（1）肥瘦度と血清コレステロール値の関連、（2）年齢と血清コレステロール値の関連、（3）減量に伴う血清コレステロール値の変化、（4）運動習慣化と血清コレステロール値の変化について詳細に解説する。なお、本稿に示す研究データの一部は日本健康支援学会の学術誌「健康

支援」¹⁵⁾に掲載したことを断っておく。

肥瘦度と血清コレステロール値の関連

20歳から60歳台あたりまで年を重ねるごとに、主に女性のコレステロール値^{16, 17)}と男女の体重¹⁸⁾の平均値はともに上昇する。そのため、体重が増えることと加齢のいずれがコレステロール値上昇の主因なのかを見極めることは難しい。100人の成人の体重が1年後に平均3kg増えたとしよう。その場合、総コレステロールは平均10～15mg/dLほど高まると思われる。正確な数値ではないが、45年間の研究実績に基づく推測値である。なお、著者の一人(男性)の場合、20～30歳時:体重61～63kg, 総コレステロール値170～180mg/dL, 60歳時:65kg, 200mg/dL程度、そして67歳時:67kg, 210～220mg/dL程度であった。体重の増加は4～6kgであるが、骨格筋量が2～3kg減少しているように感じる。

総コレステロール値(106～369mg/dL, n=984)と肥瘦度(body mass index: BMI, 25.0～50.1kg/m²)の関連, LDLc値(41～293mg/dL)とBMIの関連を図1, 2に示す。対象者はBMI≥25の基準を満たした男性460人, 女性524人の計984人で、減量教室にエントリーした合計1014人の97%に当たる。予想に反して、総コレステロール値とBMI, LDLc値とBMIの相関係数は完全な無相関を表す0に近い値となった。これらの図を単純に見れば、太れば太るほどコレステロール値が高くなるとは言えないことになる。ただし、後述する研究対象者の選択バイアスの存在は無視できない。また、対象者の984人の全員がBMI≥25の過体重または肥満(WHO基準)で、標準体重や痩せの人が含まれていないことに留意しなければならない。同一個人内では一般的に、太れば太るほどコレステロール値が高くなると言えるが、個人間においてBMIとコレステロール値の相関が低いことについては、肥瘦度の変化だけでなく、食生活やコレステロールの合成に関わる個体差が影響しているものと予想される。コレステロール値には加齢(女性では特に閉経)の影響が強い^{16, 17)}と考えられることから、年齢との相関を求めた。しかし、年齢(20～73歳)と総コレステロールの相関は男性0.04, 女性0.28に留まり(図3)、年齢とLDLc値との相関も男性0.003, 女

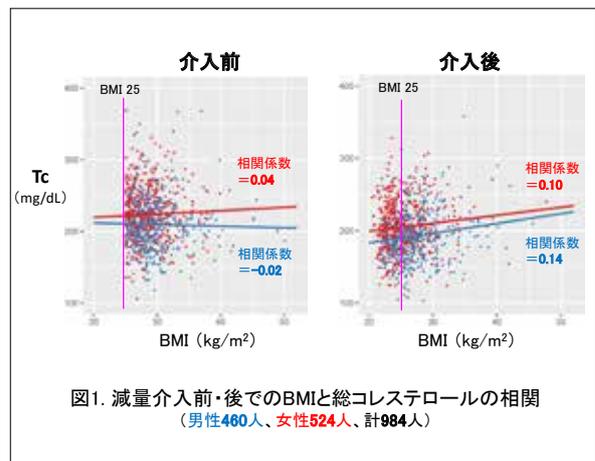


図1. 減量介入前・後でのBMIと総コレステロールの相関
(男性460人、女性524人、計984人)

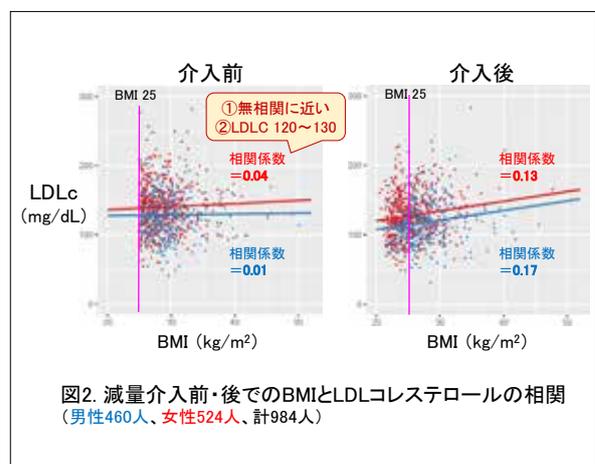


図2. 減量介入前・後でのBMIとLDLコレステロールの相関
(男性460人、女性524人、計984人)

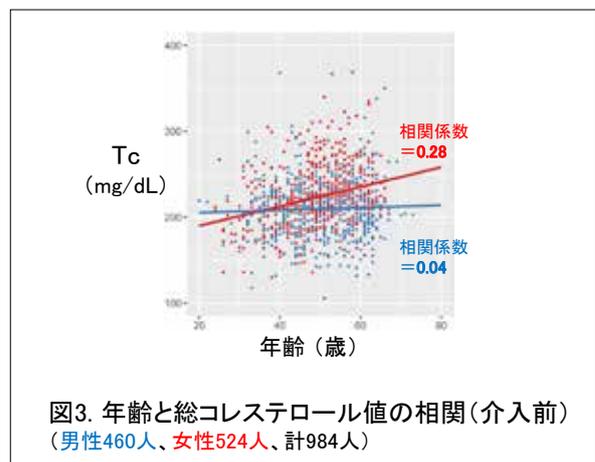
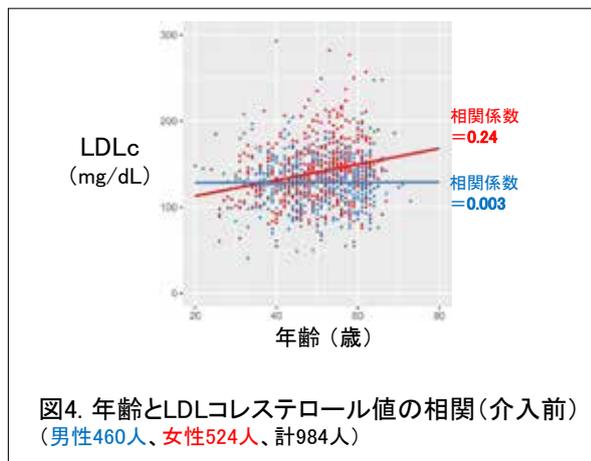


図3. 年齢と総コレステロール値の相関(介入前)
(男性460人、女性524人、計984人)

性0.24と予想よりも低い値となった(図4)。BMIとコレステロール値の関連において、年齢の影響を統計的に除いた偏相関係数を求めたが、それでも両者の関係は0に近いことが判明した(年齢の影響を除いたBMIと総コレステロール値との相関:男性-0.01, 女性0.09;年齢の影響を除いたBMIとLDLc値との相関:男性0.02, 女性0.09)。

年齢との相関が低いことについては、「減量を希望して集まった参加者」という対象者の偏り(選択バイ



アス) が影響していると考えられる。軽度肥満者であっても健診や人間ドックで検査値が好ましくないとの指摘を受けて減量教室への参加を決意した、ということも想定できる。そのため、教室前でのBMIとコレステロール値の相関図を見ると、軽度肥満でコレステロール値の高い人や、逆にBMIは高いがコレステロール値が基準範囲内だった人も多く含まれているなど、結果としてBMIとコレステロール値の相関が弱まった可能性を否定できない。人数はおそらく数%ほどと少ないが、BMIが高くなくても家族性高脂血症のため、コレステロール値が非常に高い人も含まれている。こういった標本選択におけるバイアスが影響していることを十分に考慮して、データ分析の結果を慎重に解釈しなければならない。そのため、筆者らの減量教室に参加する集団の介入前データは、コレステロール値とBMIや年齢の関連を検討する上で、十分に適したデータではないとも考えられることを付記しておきたい。これについては、次項でも考察する。BMI < 25 のデータも多数保有しているため、別の機会にそれらのデータを含めた分析をおこなって報告したい。

年齢と血清コレステロール値の関連

成人期において加齢に伴いコレステロール値が上昇する^{19, 20)}ことは、青少年期に身長が伸びることにように明らかとなっている。しかし、多人数の男女(同一集団)を20歳から80歳まで追跡し、同一の検査方法で慎重に観察した事例は皆無であり、横断的データに頼らざるを得ないのが実情である。大櫛ら²¹⁾によると、20歳から60歳にかけてLDLc値は男性で約40 mg/dL、女性で約50 mg/dL増加している。同一集

団の追跡結果でなく、かつ食環境や保健医療環境などの変化による影響が入っているものの、加齢に伴いコレステロール値は上昇していくものといえよう。

筆者らの研究グループが収集したデータを分析した結果(図3, 4)を観ると、意外にも男女のいずれにおいても年齢とコレステロール値の関連は明確ではない。その理由として、前述した「減量を希望して集まった参加者」という選択バイアスが影響していることが考えられる。職場での健診で減量の必要性を指摘され、著者らの減量教室への参加を応募してきたという人も実際に少なからず存在した。こういったデータの偏りがあると、加齢に伴うコレステロール値の上昇は観られにくくなる。選択バイアスがなければ、年齢とコレステロール値の間に弱い相関が観られるものと予想される^{16, 21)}。

もう一つ考慮しなければならない点は、服薬の有無である。もし軽度肥満よりも高度肥満のほうに脂質異常症の人が相対的に多く、かつ服薬を受けているとすれば、図の相関は少し高まることになる。服薬者の人数について、著者らが問診した結果では、脂質異常症に対して処方されていたケースは全体(1014人)の11.9%(121人)で、なおかつその中の2割程度が不定期的な服用または服用しないと回答していた。また、脂質異常症に対する服薬者は、BMIが25 kg/m²以上30 kg/m²未満で11.9%、30 kg/m²以上35 kg/m²未満で15.8%、35 kg/m²以上で10.5%であり、BMIが増すと服薬者が増える傾向にある。ただし、35 kg/m²以上で服薬者の割合が10.5%と低かったのは、この集団における服薬者が6人と少なく、データの安定性が不十分であることに起因しているものと考えられる。そのため、特に高度肥満者におけるさらなるデータの蓄積が必要である。

平成生まれの成人と昭和生まれの成人では最大で60歳以上もの年齢差があり、食環境や食事内容、身体的発育度、初潮年齢(女性)、出産数(女性)なども大きく変化していること(コホート効果の存在)に留意しなければならない。図5は家族性高脂血症の女兒(10~18歳時、現在23歳)のデータである。なお、本人の同意を得て本誌に掲載している。この女兒のLDLc高値が発覚した際には母が既に脂質異常症と診断されていたため、家族性高脂血症である可能性が高いとの指摘を主治医から受けた。その後の経年的診断で小児家族性高コレステロール血症²²⁾

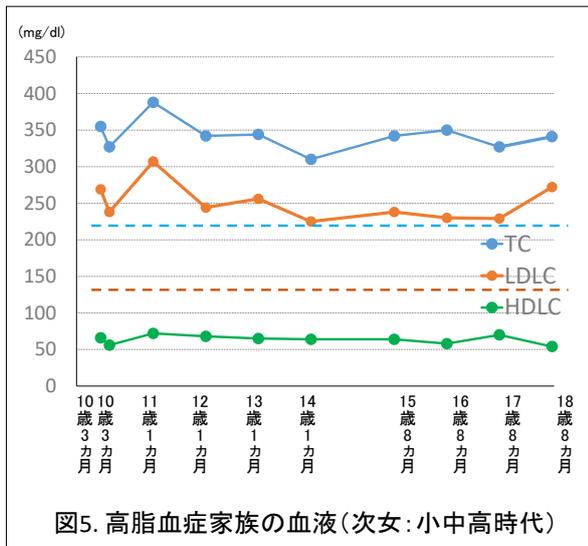


図5. 高脂血症家族の血液(次女:小中高時代)

と確定した。なお、父は脂質異常症ではない。この女兒のLDLc値は10歳時ですでに269 mg/dLであったが、一貫して標準体型の彼女は20歳を過ぎて成人になった今も、一流選手として元気にスポーツを楽しんでいる。総コレステロール値とLDLc値は11歳時がピークで、14歳時に最低値となっているのは、初潮前および思春期における生理的現象の現れかもしれない。身体の正常な発育促進に向けてコレステロールが体内でより一層利用される成長・発育の時期であり、性ホルモンや細胞の合成にコレステロールが使われたものと推察できる。彼女の場合、健診を受ければ、決まって総コレステロール値、LDLc値は異常高値と判定されることになる。余談になるが、アルカリフォスターゼ(ALP)も6回の測定においてすべてが異常高値であった。競技歴10数年の一流女子マラソン選手においても20歳台前半から総コレステロール値が常に300 mg/dL以上、LDLc値が常に200 mg/dL以上との自己申告があり、筆者らが測定した際(32歳時)にはそれぞれ332 mg/dLと217mg/dLであった。このように、減量や体型、運動による好影響を受けないタイプが存在すると思われる。

減量に伴う 血清コレステロール値の変化

軽度から中程度の肥満者約1千名が3ヵ月間の「スマートダイエット」によって平均7.2 kg減量したデータを見ると(図6)、総コレステロール値が約20 mg/dL低下、LDLc値は約12 mg/dL低下(図7)、HDLc

値が2 mg/dL上昇している(図8)。これらの変化には個人差が大きく、LDLc値がごく僅かでも低下した人の割合は70.3%、10 mg/dL以上低下した人の割合は54.0%、HDLc値が僅かでも増加した人の割合は55.7%、5 mg/dL以上増加した人の割合は32.1%となり、いずれも一般的認識(予測値)よりも低い数値と考えられる。

減量すればコレステロール値が下がるものと考えている人がいるが、実はさまざまであることに気づかされる。

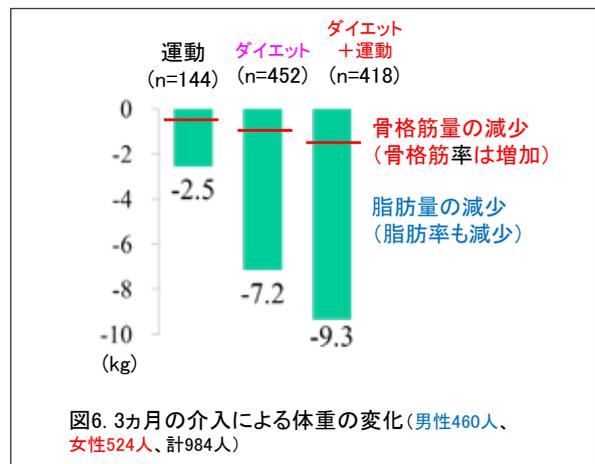


図6. 3ヵ月の介入による体重の変化(男性460人、女性524人、計984人)

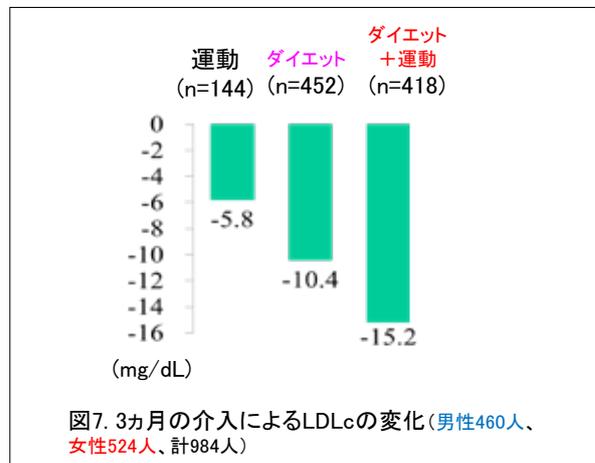


図7. 3ヵ月の介入によるLDLcの変化(男性460人、女性524人、計984人)

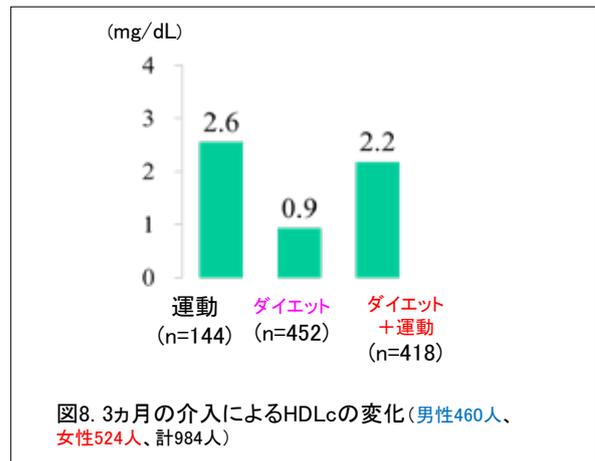


図8. 3ヵ月の介入によるHDLcの変化(男性460人、女性524人、計984人)

例えば、肥満者でもコレステロール値が正常付近または低めの人は少なくなく、偏食を改め、炭水化物や野菜・海藻・キノコ類が中心の低脂肪・低たんぱく質の食事に改めた結果、栄養バランスが良好となり、標準よりも低めだった総コレステロール値が上昇するというケースもある。このように、食事指導に伴う栄養バランスの改善が、一方向的にコレステロール値を下げるとは限らないことに留意しなければならない。なお、コレステロール値やヘマトクリット値が短期間に大幅に減少した場合、肝臓がんなど腫瘍の発生、肝硬変、甲状腺機能異常症などを疑う余地があることにも留意しなければならない。

運動習慣化と 血清コレステロール値の変化



運動を習慣化することで、コレステロール値に好ましい影響が及ぶと信じられている^{23, 24)}が、どの程度科学的根拠に基づいているのであろうか。健康増進のための運動様式はウォーキング、ジョギング、水泳、ダンス、スケートなどの有酸素性（+部分的に無酸素性）運動と、マシンやダンベル、チューブ、自体重を利用する筋力（レジスタンス）運動に大別される。コレステロール値に対する有酸素性運動の好ましい影響は一般にも漠然と知られているが、筋力運動はコレステロール値に影響を及ぼさないのだろうか。筋力運動を習慣化している人は、運動習慣のない人よりも有酸素性運動をおこなう時間が短いのだろうか。本節では、主に成人を対象に有酸素性運動や筋力運動が血中脂質に及ぼす影響を総括したシステムティックレビュー（systematic review: SR）を4つ紹介し、それらを俯瞰する。

なお、基礎知識として、脂質運搬タンパク質であるリポタンパクは、アポリポタンパク、コレステロール、中性脂肪、リン脂質で構成され、主に肝臓で合成され、体内に脂質を輸送する。低比重リポタンパク（LDL）は、総コレステロールの60%～80%を体内に輸送し、酸化的反応により脂質過酸化物（酸化LDL）を生じる。この酸化LDLは血管内皮細胞中のLOX-1（lectin-like oxidized LDL receptor-1）に結合し、血管内皮中にプラークを形成すると考えられている²⁵⁾。一般的にLDLc値が高いと動脈硬化が進展しやすいと言わ

れているのはこのためである。このLDLc値は定期的な有酸素運動の実践によって改善すると考えられている。

1つ目のSRは18歳以上の男性²⁶⁾を、2つ目は18歳以上の女性²⁷⁾を、3つ目は40歳以上の日本人を含む東アジア人男女²⁸⁾を対象に、それぞれ有酸素性運動が血中脂質に及ぼす影響を調べた介入研究のSRである。4つ目は20歳以上の成人男女を対象に筋力運動の影響を整理したSR²⁹⁾である。これらの報告内容を表1に整理した。この表から、有酸素性運動により総コレステロール値は2.0%～2.7%、LDLc値は3.0%～3.3%減少することがわかる。これらの値に性別や人種の影響は大きくないと思われる。HDLc値は2.0%～4.1%の上昇となっており、女性（+3.0%）や東アジア人（+4.1%）で改善しやすい傾向にある。中性脂肪は5.0%～10.0%の減少であり、他の指標より改善の程度は大きい。著者らによる数十回もの介入研究では、中性脂肪値は概ね10%～30%改善している。また、女性で上昇しやすいHDLc値とは対照的に、中性脂肪は女性（-5.0%）より男性（-9.0%）で減少の程度が大きい傾向にある。人種の視点からみると、特に東アジア人は-10%程度、あるいはそれ以上に大きく改善するのかもしれない。

筋力運動の影響は、意外にも有酸素性運動と概ね同程度と思われる。LDLc値は-4.6%と改善がむしろ大きい傾向にあり、HDLc値に関しては有酸素性運動ほどの改善効果は期待できないのかもしれない（有酸素性運動：+2.0%～+4.1%、筋力運動：+1.4%）。以上のことをまとめると、運動により血中脂質は2%～10%の改善が期待できそうだ。これらは、多めに見積もって総コレステロール値やLDLc値で-6 mg/dL、HDLc値で+3 mg/dL、中性脂肪で-14 mg/dL程度に相当する。ちなみに、筆者らがおこなった1回90分、週3回、12週間の運動教室に参加した肥満男性137人の結果（表1）をみると、総コレステロール値は-8.0 mg/dL（-3.8%）、LDLc値で-5.9 mg/dL（-4.6%）、HDLc値で+2.5 mg/dL（+4.7%）、中性脂肪値で-23.5 mg/dL（-15.3%）であった。

表 1 運動とコレステロール値に関する介入研究に基づくシステマティックレビューの俯瞰

著者	対象	運動の種類	TC	LDL-C	HDL-C	TG
Kelley et al.	18歳以上の男性	有酸素性運動	-2%	-3%	+2%	-9%
Kelley et al.	18歳以上の女性	有酸素性運動	-2%	-3%	+3%	-5%
Igarashi et al.	40歳以上の東アジア人男女	有酸素性運動	-2.7%	-3.3%	+4.1%	-10.0%
Kelley et al.	20歳以上の男女	筋力運動	-2.7%	-4.6%	+1.4%	-6.4%
田中ら(未発表)	26～73歳の日本人肥満男性	有酸素性運動	-3.8%	-4.6%	+4.7%	-15.3%

おわりに

BMI (肥瘦度) が 25 ～ 50 kg/m² の範囲内の肥満成人男女について、コレステロール値とBMI、コレステロール値と年齢との相関関係を分析した。その結果、相関関係は無相関または極めて低い相関であることが明らかになった。LDLc 値が、特に男性でBMIや年齢と相関しないことは驚きであった。選択バイアスの影響は否定できないが、血清脂質と年齢、肥瘦度との関連については、さらなる検討が必要である。

また、平均 7.2 kg 減量した肥満者のデータを見ると、総コレステロール値が約 20 mg/dL 低下、LDLc 値が約 12 mg/dL 低下、HDLc 値が 2 mg/dL 上昇であり、減量は脂質代謝の改善につながると考えられる。さらに、運動習慣化とコレステロール値の関係を文献的に俯瞰したところ、コレステロール値の改善の程度は、レジスタンス運動と有酸素運動とで同程度、または有酸素運動の方がやや良好なようである。しかしながら、有酸素運動による効果量についても、一般に認識されているよりも小さいと考えられる。運動習慣化が心血管疾患リスクに与える効果についても、さらなる検討が必要である。

文献

- 1) Eckell RH et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk. *Circulation* 2014;125(29 Suppl 2):S76-99.
- 2) USDA. Scientific report of the 2015 dietary guidelines advisory committee. Feb 2015
- 3) 日本動脈硬化学会. 動脈硬化性疾患予防のための脂質異常症治療ガイド 2013 年版. 株式会社杏林舎, 東京, 2013.

- 4) 日本動脈硬化学会. 動脈硬化性疾患予防ガイドライン 2017 年版. 株式会社ナナオ企画, 東京, 2017:11-12.
- 5) 日本動脈硬化学会. 動脈硬化性疾患予防のための脂質異常症診療ガイド 2018 年版. 株式会社仲企画, 東京, 2018:6-7.
- 6) 亀千保子, 馬場園明, 山本英二. 総コレステロール高値の治療者データを利用した高脂血症治療薬の死亡率への影響とその経済評価. *日本衛生学雑誌*, 2007;62:39-46.
- 7) 大櫛陽一, 奥山治美, 浜崎智仁. コレステロール値は高い方が長生きする. *産業医学ジャーナル* 2011; 5:1-7.
- 8) Matsuzaki M, Kita T, Mabuchi H, et al. Large scale cohort study of the relationship between serum cholesterol concentration and coronary events with low-dose simvastatin therapy in Japanese patients with hypercholesterolemia. *Circ J.* 2002; 66:1087-95.
- 9) Brescianini S, Maggi S, Farchi G, et al. Low total cholesterol and increased risk of dying: Are low levels clinical warning signs in the elderly? Results from the Italian Longitudinal Study on Aging. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51:991-996.
- 10) Cui R, Iso H, Toyoshima H, et al. Serum total cholesterol levels and risk of mortality from stroke and coronary heart disease in Japanese: the JACC study. *Atherosclerosis* 2007;194: 415-20.
- 11) Schatz IJ, Masaki K, Yano K, et al. Cholesterol and all-cause mortality in elderly people from the Honolulu Heart Program: a cohort study. *Lancet* 2001; 358(9279): 351-5.
- 12) 佐々木淳. 高齢者脂質異常症の管理. *日本老年医学会雑誌* 2014; 51: 214-217.
- 13) 奥山治美, 編著. 日本人は絶滅危機民族～誤った脂質栄養が拍車～. 名古屋: 中日出版. 2019:14-32.
- 14) 東京都健康長寿医療センター. 食生活に要注意 -高齢者の低栄養はキケン-. <https://www.tmghig.jp/research/topics/201502/>

-
- 15) 田中喜代次, 馬場園明. 健康支援の本質を熟考する: 本学会の臨床・学術的役割. 健康支援 2019;32:15-25.
 - 16) 人間ドック健診の追跡調査・分析に基づく標準的検査基準値及び有用性に関する調査研究小委員会: 新たな健診の基本検査の基準範囲～人間ドック学会と健保連による150万人のメガスタディ 2013
 - 17) 山門實, 清瀬闊, 笹森典雄ら: 人間ドックにおける閉経後高コレステロール血症についての予後研究調査 (閉経後高コレステロール血症予後調査): 人間ドック 2011; 25:771-777.
 - 18) 桂敏樹, 松田一美, 山崎真理ら. 成人期から老年期までの体重曲線に関する追跡的研究～40万人の年齢コホートをを用いた性・年齢階級別検討～. 日健医誌 2005;13(4):3-13.
 - 19) 林勝昌. 小児期からの成人病予防への公衆衛生的アプローチ (小児成人病の予防). 日本小児科学会雑誌 1979;83(5):511-516.
 - 20) 甲田勝康, 范文英, 中村晴信ら. 思春期における身長増加と総コレステロールの推移: 3年間の継続的研究. 学校保健研究 2001;43(2):109-115.
 - 21) 大楠陽一, 柴田健雄, 小川鉄平, 菅野剛史. 年齢別基準値の意義と地域および年次比較: 総合健診 2004;31(1):95-105, 2004.
 - 22) 斬波真理子, 太田孝男, 大竹明ら. 小児家族性高コレステロール血症診療ガイド 2017. 小児 FH 診療ガイド (編集: 日本小児学会・日本動脈硬化学会) 2017
 - 23) Okamura T, Kokubo Y, Watanabe M et al. Low-density lipoprotein cholesterol and non-high-density lipoprotein cholesterol and the incidence of cardiovascular disease in an urban Japanese cohort study: The Suita study. Atherosclerosis 2009;203:587-502.
 - 24) 井川正治, 中屋豊 (監訳). スポーツ・運動栄養学大事典. 西村書店, 東京, 2018.
 - 25) 久米典昭. 酸化 LDL と酸化 LDL 受容体 LOX-1. 心臓 2011;43(4):452-257.
 - 26) Kelley GA, Kelley KS. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in men: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Mens Health Gend. 2006;3(1):61-70.
 - 27) Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Aerobic exercise and lipids and lipoproteins in women: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Womens Health (Larchmt). 2004;13(10):1148-64.
 - 28) Igarashi Y, Akazawa N, Maeda S. Effects of Aerobic Exercise Alone on Lipids in Healthy East Asians: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Atheroscler Thromb. 2019;26(5):488-503.
 - 29) Kelley GA, Kelley KS. Impact of progressive resistance training on lipids and lipoproteins in adults: another look at a meta-analysis using prediction intervals. Prev Med. 2009;49(6):473-5.

Serum Cholesterol Levels and their Association with Body Mass Index, Age, Weight Loss, and Exercise Habits

TANAKA Kiyoji , NOMATA Yasuhiro , SASAI Hiroyuki , NAKATA Yoshio , MUTOH Kyoko

Abstract

Objective: To investigate the association of body mass index (BMI), age, weight loss, and exercise habits with serum cholesterol levels in obese Japanese adults.

Methods: Data on the risk factors for cardiovascular disease such as total cholesterol, low-density lipoprotein cholesterol (LDLc), high-density lipoprotein cholesterol (HDLc), BMI, and age were collected from 984 obese adults (460 men and 524 women) who participated in our 3-month weight-loss interventions. A body of literature regarding the influence of aerobic or resistance exercise on lipid profile was also reviewed.

Results: There was no statistically significant association between LDLc and BMI in men ($r=0.01$) and women ($r=0.04$) and between LDLc and age in men ($r=0.003$). The association of LDLc with age in women ($r=0.24$) was weak but statistically significant. The participants underwent one of the following weight-loss interventions: an exercise program, diet modifications, or diet modifications plus exercise program. The body weight decreased on an average by 2.5 kg, 7.2 kg, and 9.3 kg, respectively, in the three groups. LDLc decreased by 5.8 mg/dL, 10.4 mg/dL, and 15.2 mg/dL respectively, while HDLc increased by 2.6 mg/dL, 0.9 mg/dL, and 2.2 mg/dL respectively, in the three groups. Several systematic reviews have demonstrated that LDLc and triglycerides decrease by approximately 6 mg/dL and 14 mg/dL, respectively, and HDLc increases by approximately 3 mg/dL after an aerobic exercise intervention. The extent of these changes seemed to be slightly greater than that observed after a resistance training intervention.

Discussion: It is surprising that LDLc correlated very poorly with BMI and age, particularly in men. Since lean men and women and those with normal weight ($BMI < 25 \text{ kg/m}^2$) were not included in the statistical analyses, there might be a selection bias and these findings cannot be generalized. Although the influence of exercise habits on serum lipids and lipoproteins has not yet been fully understood, the extent of impact from aerobic exercise might be smaller than what is generally believed.

Conclusions: Traditional risk factors for cardiovascular disease include smoking, high blood pressure, obesity, diabetes, blood lipid profile, lack of exercise, age, and family history. Among these risk factors, inter-relations between blood lipids, obesity, and age might be questionable, at least among Japanese obese men. More research is needed on the validity of the unfavorable association between blood lipids and excess body weight (or mild obesity) and the favorable impact of exercise training on cardiovascular risk factors.