

ヒト褐色脂肪組織の測定と機能性食品の評価 — 高カカオチョコレートの効果検証 —

浜岡 隆文

東京医科大学 健康増進スポーツ医学分野

はじめに

近年の高齢化に伴う人口構造の変化と生活習慣病の増加に伴う医療費や介護費等の支出の増加は、次世代への財政負担を過度なものにしている。したがって、今後は疾病の予防がますます重要になり、その有効な対策を講ずることは差し迫った課題である。予防医学の分野でも近年、運動（身体活動）は様々な疾患を予防することが分かってきた。その例を以下に示す。心血管系疾患のみならず、一部のがんについても運動の有効性が確認されている。

表1 「身体活動による健康増進・疾病予防」のエビデンス
(ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription 2013より改変)

項目	量-反応関係のエビデンス	エビデンスの区分
全死因による死亡	あり	強い
心血管系の健康	あり	強い
メタボリック症候群予防	あり	中等度
過体重、肥満および脂肪分布	あり	強い/中等度
結腸がん、乳がん	あり	中等度
筋、関節、骨	あり	強い/中等度
高齢者の生活の質および自立能力	あり	中等度
うつ状態	あり	中等度
不安、認知、睡眠	不十分	弱い

疾病予防に対する褐色脂肪組織の役割

上述した運動による各種疾患予防には、筋活動によるエネルギー消費の増加が関連しているが、ごく最近、寒冷時などに安静時代謝の増加をもたらす褐色脂肪組織がヒト成人にも存在することが明らかとなった¹。

褐色脂肪組織は、熱産生蛋白質（UCP1）を介して安静時や寒冷誘発性熱産生、食事誘発性熱産生を増強するばかりでなく、糖代謝やインスリン感受性を改善することも分かってきた²。したがって、褐色脂肪組織での非震え熱産生は肥満対策のターゲットの一つと考えられている^{1,3}。

これまでヒト褐色脂肪組織は、がん画像診断法の一つである¹⁸F-fluoro-deoxyglucose-positron emission tomography/computed tomography (FDG-PET/CT)を用いて評価されてきた。しかし、FDG-PET/CTは高価、被曝を伴う、2時間の寒冷負荷が必要、などの限界から、注目度の高い研

冷負荷を実施しなくても室温環境下の鎖骨上窩のtotal-Hb濃度が、褐色脂肪組織の濃度指標となることが確認できた。

したがって、近赤外時間分解分光法の繰り返し経時的に評価できる利点を活かして、今後様々な介入研究が実施できると考えられる。

高カカオチョコレートのヒト褐色脂肪組織に対する影響

テオプロミン、カフェインを主成分とする高カカオチョコレートの褐色脂肪組織に対する検討を行った。

研究の背景

動物モデルにおいて、1週間のカカオ抽出物投与（テオプロミン0.133g/kg/日、カフェイン0.00944g/kg/日）により褐色脂肪組織が増加することが報告されている⁶。

ヒトにおいてもカカオハスク（カカオ種皮）抽出物100mg/日、4週間の摂取により、体重、BMIが有意に減少するとの報告がある⁷。しかし、体重減少が褐色脂肪増加によるものかは不明である。

方法

対象者：

若年健常成人20名（平均23歳、BMI22.5kg/m²）を対象とした。

介入：

6週間、高カカオチョコレートを1日3粒、もしくは非投与とした。

今回投与した高カカオ（90%カカオ）チョコレートの量は、ヒトの継続投与において有害事象が確認されていないテオプロミン量（体重65kgとして、2.5mg/kg）をもとに投与量（合計13.9g）を決定した⁸。

測定：

介入前後に1) 体組成、2) 鎖骨上窩（褐色脂肪組織が存在する可能性のある部位）および三角筋における組織総ヘモグロビン量（total-Hb）、3) 血圧の測定を行った。

結果

測定の結果、両群において、いずれの指標においても有意な変化は認められなかった。ただし、介入前において三角筋でのtotal-Hbの低い被験者は、介入後にtotal-Hbの増加が有意に大きくなった。元来、三角筋には褐色脂肪の存在は確認されていないので、この結果はtotal-Hbの低い被験者、つまり脂肪の多い被験者において三角筋内の脂肪が低下したか、もしくは毛細血管が増加したことを意味するものと考えられる。

本研究は、プラセボ群を設けておらず、クロスオーバー試験も行っていないので、今後はそれらの点を改善して、さらには投与量を増加するなどの改良を加えて、高カカオチョコレートのヒト褐色脂肪に与える影響について検討する予定である。

まとめ

近赤外時間分解分光法を用いれば、非侵襲的に褐色脂肪組織濃度を測定することができる。

高カカオチョコレート摂取の鎖骨上窩での褐色脂肪組織に対する効果について、今回は検証できなかった。しかし、元々末梢組織に白色脂肪が多い被験者においては、効果が出る可能性は考えられる。

参考文献

1. Saito et al. Diabetes 58 : 1526-1531, 2009.
2. Lee et al. Diabetes 63 : 4089-4099, 2014.
3. Yoneshiro et al. Obesity 19 : 1755-1760, 2011.
4. Hamaoka et al. J. Biomed. Opt 12 : 062105, 2000.
5. Nirengi et al. Obesity 23 : 973-980, 2015.
6. 三谷ら. 第68回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集p277, 2014.
7. 白崎ら. FOOD Style21, 9. 6, pp 63-67, 2005.
8. Davison et al. Int J Obes (Lond) 32 : 1289-1296, 2008.