

運動により生じる酸化ストレスに対する抗酸化物質リコピン摂取の効果

麻見直美*・角谷雄哉**

The Effect of Lycopene Intake on Exercise-Induced Oxidative Stress

OMI Naomi* and KAKUTANI Yuya**

1. 背景・目的

リコピンは、人体に種々の悪影響を及ぼすことが知られるようになった酸化ストレスを消去する能力が高い抗酸化性物質として、最近注目されている。食品中ではトマト、すいか、ピンクグレープフルーツなどに多く含まれ、その抗酸化活性は β -カロテンの2倍、ビタミンEの100倍と報告されている¹⁾。我々は、リコピンが有効な抗酸化物質として作用するならば、運動によって過剰に発生する活性酸素を除去し、生体内における酸化と抗酸化のバランスを改善すると考え、基礎研究として、運動負荷時のリコピン摂取に関する動物実験を種々行っている。これまでに運動による骨代謝改善への効果に関連して、リコピン摂取が成長期の骨量増加を促進し、さらに運動による骨量増加効果を増強することを明らかにした²⁾ (「出願番号:特願 2010-107626、出願日:平成22年5月、【発明の名称】骨強化剤」)。さらに、酸化ストレスの増加が示唆されている閉経後における骨密度低下の抑制にリコピン摂取が有効である可能性を明らかにした (H22、23年度研究成果. 論文投稿中)。ところで、これら一連の検討から、リコピン摂取の効果は、対象の条件、例えば性、加齢、閉経の有無、活動量などの条件が違うと、異なる可能性が考えられた。すなわち、同じ量の(濃度)のリコピンを摂取しても、酸化ストレスレベルに影響を及ぼさなかったり、血中で評価可能な酸化ストレスレベルやそれによって影響を受ける代謝マーカーレベルは変化するものの、最終的な標的臓器等への効果が見られないなどの違いが見られた。これらのことから、対象の条件の違いが、リコピン摂取によ

る過剰酸化ストレスの除去効果に影響していると考えられ、対象(条件)の違いを考慮し、リコピン摂取が生体内で発生する過剰な酸化ストレスの除去に及ぼす効果について総合的な検討の必要性が明らかとなった。

そこで、本研究では、これまでの発育期雄ラットの研究²⁾と比較検討するために、発育期雌ラットを用い、リコピン摂取量を低用量から高用量までとし、過剰な酸化ストレスを生じさせるためにトレッドミルによる走行運動を負荷し、運動により生じる過剰な酸化ストレスの除去能力および骨への効果を検討した。

なお、本研究結果は、現在、学会誌に投稿準備中につき、酸化ストレスレベルの指標を中心に概要のみを報告する。

2. 方法

本研究は筑波大学動物実験委員会の倫理審査を受け、承認を得て実施した。

実験動物には6週齢のSD系雌ラットを用いた。対象動物は、まずトレッドミルによる運動負荷を与える運動群と、その対照とする非運動群の2群に分けた。さらに、運動群、非運動群のそれぞれを、リコピン非添加のControl食を摂取する0 ppm群、それぞれ50ppm、あるいは100ppmのリコピン含有食を摂取する50ppm群、100ppm群に分け、計6群とした。なお、50ppmリコピン添加食は、同系、同週齢の雄において効果が見られたリコピン添加量、100ppmリコピン添加食は、同系、同週齢の雌を安静条件で飼育した場合に効果が見られたリコピン添

* 筑波大学体育系
Faculty of Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

** 筑波大学人間総合科学研究科体育科学専攻
Doctoral Program in Physical Education, Health and Sport Sciences, University of Tsukuba

Table 1 Final body weight, body weight gain, food intake and food efficiency

	C (n=7)	L (n=7)	L+ (n=7)	T (n=7)	TL (n=7)	TL+ (n=7)
Final body weight(g)	243.2 ± 6.7	248.0 ± 7.8	237.8 ± 4.3	235.0 ± 3.4	229.5 ± 5.4	222.8 ± 7.2
Body weight gain(g/day)	1.7 ± 0.1	1.7 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.6 ± 0.0	1.5 ± 0.1	1.4 ± 0.1
Food intake(g/day)	13.7 ± 0.3	14.6 ± 0.4	14.1 ± 0.2	13.9 ± 0.2	13.8 ± 0.2	13.5 ± 0.4
Food efficiency a)	0.12 ± 0.00	0.12 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.11 ± 0.00	0.10 ± 0.00

Values are expressed as means ± SE.

a) Food efficiency was calculated by "Body weight gain (g/day) / Food intake (g/day)".

加量である。リコピンの添加は綿実油に溶解した Lyc-O-Mato 6% (LycO-Red Natural Products Industries Ltd, Beer-Sheva, Israel) を飼料に混ぜ込み、リコピンの最終濃度が 50、100ppm (mg/kg diet) になるようにそれぞれ調製した。すべてのラットは、各々個別ケージ (15 × 25 × 19.5cm³) で飼育し、飼料および脱イオン蒸留水を自由摂取させ 2 ヶ月半飼育した。飼育は室温 23 ± 1℃、湿度 50 ± 5%、12 時間ごとの明暗サイクル (明期 8:00 a.m.-8:00 p.m.) の環境とした。また、運動群のトレッドミルによる運動負荷は、約 20 日間の馴化期間を経て、25m/分の速度で 1 日に 60 分間を週 6 日、8 週間継続した。

解剖時に、肝臓、腰椎、脛骨、大腿骨、上腕骨、血清を得て、肝臓中リコピン蓄積、骨密度、骨強度、骨代謝マーカー、酸化ストレス値等の測定を行った。

3. 結果・考察

運動群、非運動群のそれぞれにおいて、リコピン 0 ppm 群、50ppm 群、100ppm 群の 3 群間に最終体重や飼料効率に有意な差はみられなかった。運動群と非運動群の比較では、同じ飼料摂取群間で、運動群が非運動群より低値を示した (Table 1)。肝臓リコピン蓄積濃度においては、運動群、非運動群それぞれで、摂取量依存的に増加する傾向にあった。また、今回の試験は雌ラットによる検討であるが、ここでは、雄ラットで見られた運動負荷による酸化ストレスマーカーの上昇は認められなかった。大腿骨骨破断エネルギー、体重補正した脛骨骨塩量は、リコピン摂取、走運動のそれぞれの効果が認められた。

これらのことから、本検討で用いた雌ラットでは、リコピン摂取と走運動がそれぞれ骨に有効である事が示唆された。しかし、本試験では、走運動による酸化ストレスの上昇が認められなかったこと、リコピン摂取による酸化ストレス値への影響が観察されなかったことから、雄で考えられた、破骨細胞の活性化などが報告されている³⁾ 酸化ストレスが運動負荷により上昇するが、その酸化ストレス値の上昇を抗酸化物質であるリコピンが軽減することが、運動の骨への効果を増強している可能性は否定された。雌による運動、酸化ストレス、骨の関係性について更なる検討が必要である。

4. 謝辞

本研究の費用の一部は平成 23 年度体育科学系研究プロジェクト支援経費によるものであり、ここに深く深謝いたします。

文献

- 1) Di Mascio P, Kaiser S and Sies H (1989) Lycopene as the most efficient biological carotenoid singlet oxygen quencher. Arch Biochem Biophys 274(2): 532-538.
- 2) 麻見直美、片山利恵、浅野公介、宮川夏紀、西野輔翼、江澤郁子 (2011)、リコピン摂取が発育期雄ラットの走行トレーニングによる骨塩増量に及ぼす影響、日本運動生理学会雑誌、18(1): 11-20.
- 3) Silverton S (1994) Osteoclast radicals. J Cell Biochem 56(3): 367-73.