

食餌回数を増やしてもラットの運動による筋肥大は促進されない

212m11 田中 千裕  
指導教員 岡村 浩嗣

キーワード:たんぱく質, 血中アミノ酸濃度, 筋肉たんぱく質, 窒素出納, 尿素窒素

【諸言】

ヒトの運動後の筋肉のたんぱく合成は、20g のたんぱく質を摂ると最大になる(3)。通常の食事には1食あたり20~30gのたんぱく質が含まれている。運動による筋肥大に有効なたんぱく質の上限は2.0g/kg 体重/日程度とされている。このため、体重70 kgのスポーツ選手は140g/日程度のたんぱく質を摂っていることが多い。このとき、1食あたりのたんぱく質は30~70g程度であり、筋たんぱく合成を最大に刺激する量よりも過剰である。このことは、食餌回数を増やして過剰分を別の食事で摂取すると、筋たんぱく合成に利用され筋肥大を促進する可能性を示している。

Areta(1)らは、運動後に80gのたんぱく質を摂る時、20gずつ4回摂ったほうが、40gずつ2回摂るよりも筋たんぱく合成が高かったことを報告している。さらに横田(5)は、成長期のラットに1日4食を与えた実験で、たんぱく質を4食に均等に分けて摂取したほうが、ヒトの夕食あるいは朝食に当たるタイミングでまとめて摂取するよりも、骨格筋の肥大が大きかったことを観察している。過剰に摂取したたんぱく質は主として酸化され、筋たんぱく質合成には利用されないと考えられている(4)。また、骨格筋のたんぱく合成は、血中アミノ酸濃度を上昇させることで亢進し2時間までは高く維持される(2)。これらのことは、血中アミノ酸濃度は高濃度ではなく頻回に上昇させることが、体たんぱく合成を高める可能性を示唆している。

そこで、本研究は食餌回数がラットの運動による筋肥大に及ぼす影響を検討することを目的とした。仮説は食餌回数が多いと筋肥大が大きいとした。

【方法】

4週齢のSD系雄ラットを図1に示す条件で飼育した。8:00~9:00と20:00~21:00の2回給餌す

表1 実験終了時の体重、エネルギーおよびたんぱく質の総摂取量

	2M	5M
体重(g)	331 (18)	332 (14)
摂取量(g/8週間)	1038 (53)	1012 (21)
エネルギー量(kcal/8週間)	3583 (185)	3519 (64)
たんぱく質量(g/8週間)	259 (13)	252 (5)
平均(標準偏差)		

る2食群(2M)と、8:00から21:00までの2時間おきに1時間ずつ5回給餌する5食群(5M)に分けた。飼料は市販の粉末飼料(CE-2)を用い、1日あたりの給餌量を両群で等しくした。すべてのラットに19:00~20:00にクライミング運動を週3回行わせた(5分×6セット、休息5分間)。窒素出納は、実験期間の最後の週に3日間測定した。8週間の飼育後、最終日の運動前と運動後に屠殺し検体を採取した。運動後の値には運動の一過性の影響が含まれている可能性があるため、運動前の値を8週間の食餌回数の影響を示す値とした。

統計処理は対応のないt検定を用い、危険率5%未満を統計学的に有意とした。

【結果】

実験終了時の体重、実験期間中のエネルギーおよびたんぱく質の総摂取量に、群間に有意な差は認められなかった(表1)。

運動前の長母趾屈筋の重量は、5Mが2Mよりも低い傾向があった(P=0.06)が、腓腹筋、前腕屈筋群、前脛骨筋には群間に有意な差は認められなかった(表2)。筋たんぱく質量にも群間に差はなかった。

血漿の総アミノ酸、必須アミノ酸、非必須アミノ酸及び分岐鎖アミノ酸の濃度は、運動前後とも群間

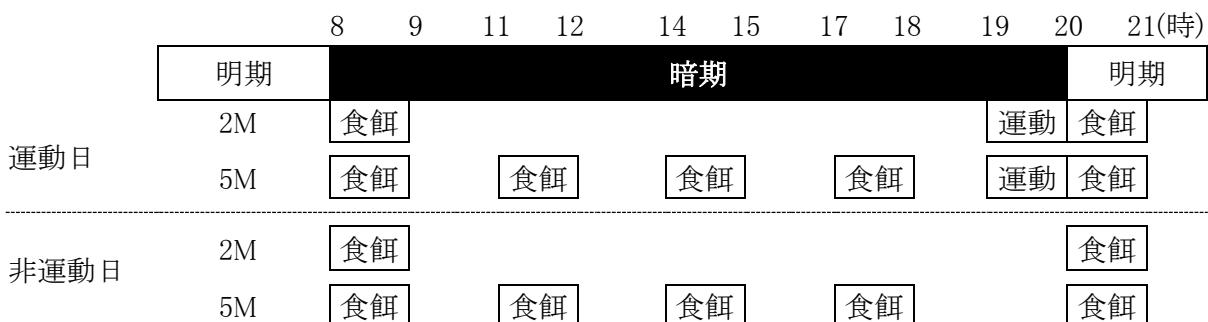


図1 食餌および運動条件

表 2 骨格筋重量

(g)	運動前		運動後	
	2M	5M	2M	5M
長母趾屈筋	1.21 (0.07)	1.09 (0.08)	1.10 (0.10)	1.13 (0.03)
腓腹筋	3.74 (0.11)	3.68 (0.34)	3.55 (0.34)	3.80 (0.17)
前腕屈筋	1.86 (0.06)	1.74 (0.12)	1.73 (0.11)	1.77 (0.06)
前脛骨筋	1.42 (0.03)	1.36 (0.12)	1.36 (0.10)	1.35 (0.15)
平均(標準偏差)				

に有意な差は認められなかった。

血漿尿素窒素濃度は、運動前で5Mが2Mよりも有意に高値だった ( $P < 0.01$ )。運動後は群間に有意な差は認められなかった(図 3)。

窒素の摂取量、及び尿中と糞中の排泄量には群間に有意差はなかった。摂取量と糞中排泄量の差として算出される窒素吸収量は 5M が 2M よりも有意に低値だった。窒素出納は 5M が 2M よりも有意に低値だった(図 4)。

【考察】

骨格筋重量は群間に差は認められなかった。従って、食餌回数を増やすと運動による筋肥大を促進するという仮説は証明されなかった。

運動前の血漿尿素窒素濃度は5Mが2Mよりも有意に高かった。これはアミノ酸の異化が5Mで2Mよりも亢進していたことを示している。運動前の値は直前の食餌から2Mでは10時間後、5Mでは1時間後の値である。従って、5Mは直前の食事からの時間が短かったため、摂取したたんぱく質由来のアミノ酸の異化が2Mよりも多く、血漿尿素窒素の濃度が高かった可能性が考えられた。このため、この時点の血漿尿素窒素濃度が5Mで2Mよりも高かったことが、1日あたりの異化された体たんぱく質やアミノ酸の量が多かったことを示すとは限らないと考えられた。しかし、吸収量は5Mが2Mよりも有意に高値だった。さらに、窒素出納は5Mが2Mよりも有意に低値だった。これらのことは、5Mは2Mよりもたんぱく質の吸収量が悪かったため、筋肥大が大きくなかったことを示唆している。このことは、長母趾屈筋の重量が5Mで2Mよりも低い傾向があったことから支持される。

本研究の結果、食事回数を増やしても運動による筋肥大を促進するということにはなかった。

【参考文献】

- 1) Areta JL et al. J Physiol. 2013. 591:9: 2319-31.
- 2) Bohe J et al. J Physiol. 2000. 16; 29: 2177-82.
- 3) Moore DR et al. Am J Clin Nutr. 2009. 89:161-8.
- 4) Tarnopolsky MA et al. J Appl Physiol. 1992. 73(5):1986-1995.
- 5) 横田由香里 大阪体育大学 修士論文 2004.

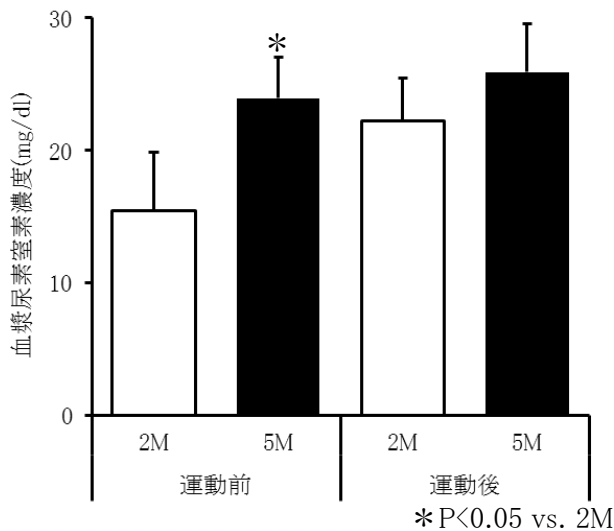


図 3 血漿尿素窒素濃度

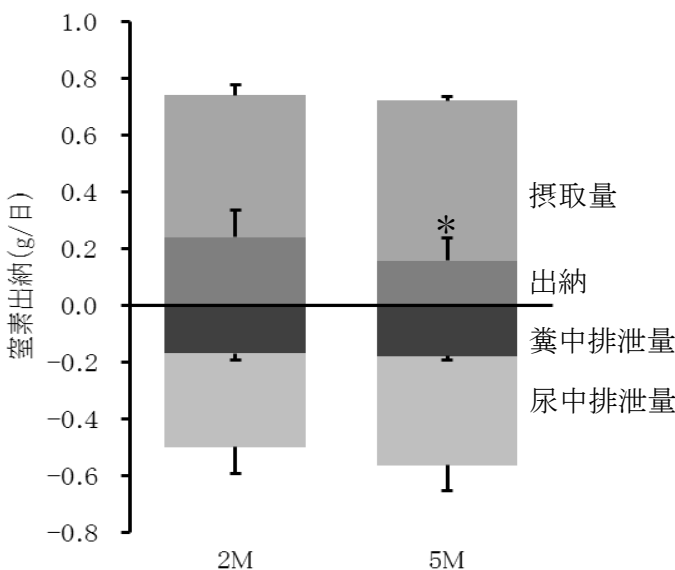


図 4 窒素出納