

運動が骨形成と骨吸収に及ぼす影響

筑波大学体育科学系運動栄養学教授 鈴木 正 成

目 的

近い将来において、高齢者人口の増大とともに骨粗しょう症患者が増大すると推測されている。運動は骨塩量を増大させる有効な手段と考えられているが、マラソンランナーや長距離選手に疲労骨折を併発することが多いことから、運動すればかならず骨塩量が増加するとは限らないと考えられる。いろいろな種目のスポーツ選手を比較した研究から、骨塩量を増大させるには、陸上競技の長距離走のようなエアロビック型よりも、ウエイトリフティングや陸上競技の投てき種目のような、レジスタンス型の運動の方が有効であることが示されている。レジスタンス型の運動が、骨塩量を増大させるメカニズムとして、骨代謝マーカーの血中オステオカルシン濃度の上昇から骨形成の促進が示唆されている。しかし、骨吸収にたいする運動の影響については十分に明らかにされていない。その理由の一つとして、骨吸収を的確に反映するマーカーおよびその測定法が確立されていなかったことが指摘される。従来、骨吸収の指標として尿中ヒドロキシプロリン排泄量が用いられてきたが、ヒドロキシプロリンは骨に特異に存在するⅠ型コラーゲンだけでなく、皮膚、血管壁、軟骨などに存在するあらゆる型のコラーゲンにも含まれるので、骨特異性が低い。さらに、コラーゲンの分解で生じたヒドロキシプロリンのかなりの部分は肝で代謝分解されること、また食物由来のヒドロキシプロリンも尿中ヒドロキシプロリン排泄量に影響するなどの理由から、骨吸収の指標として尿中ヒドロキシプロリンを用いるのには問題があった。

最近、骨吸収をより正確に反映するマーカーとして尿中のデオキシピリジノリンが有用だと報告された。デオキシピリジノリンはコラーゲン分子内の架橋物質であり、骨コラーゲンに局在するので、骨特異性が高い骨吸収の指標であるとして注目をあつめつつある。また骨吸収に際しては、体内で代謝されずに全て尿中に排泄されるので、

全身の骨吸収を定量的に推定できる指標でもある。

そこで本研究では、レジスタンス運動が一過性に骨吸収と骨形成に及ぼす影響を調べるために、一回のレジスタンス運動前後での骨代謝マーカーの変動を経時的に検討した。

方 法

運動習慣のない22歳-27歳の男子学生5名を被験者とした。被験者には、1日あたり800mgのカルシウムを含む実験食を運動の4日前から摂取させた。運動前日をコントロール日として設け、運動日にレジスタンス運動を負荷した。採尿及び採血は、運動前日、運動日、運動後の3日間の5日間とした。レジスタンス運動は8種目から成り、被験者にそれぞれの種目を1セット目には1RMの50%の強度で、2セット目には1RMの80%の強度で10回ずつ負荷し、次いで3セット目にはそれぞれの種目を1RMの80%の強度で疲労困ぱいまで運動させた。尚、各セット間の休憩は1分間とした。血清オステオカルシン濃度をラジオイムノアッセイ法で、尿中のカルシウム排泄量をプラズマ発光分析法で、ピリジノリンおよびデオキシピリジノリン排泄量をHPLC法で測定した。

結 果

1) 尿中カルシウム排泄量

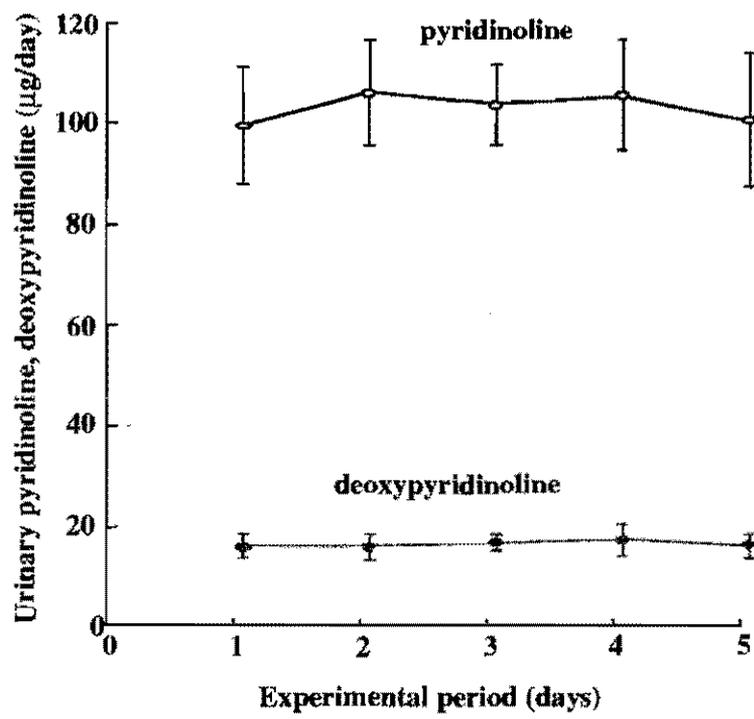
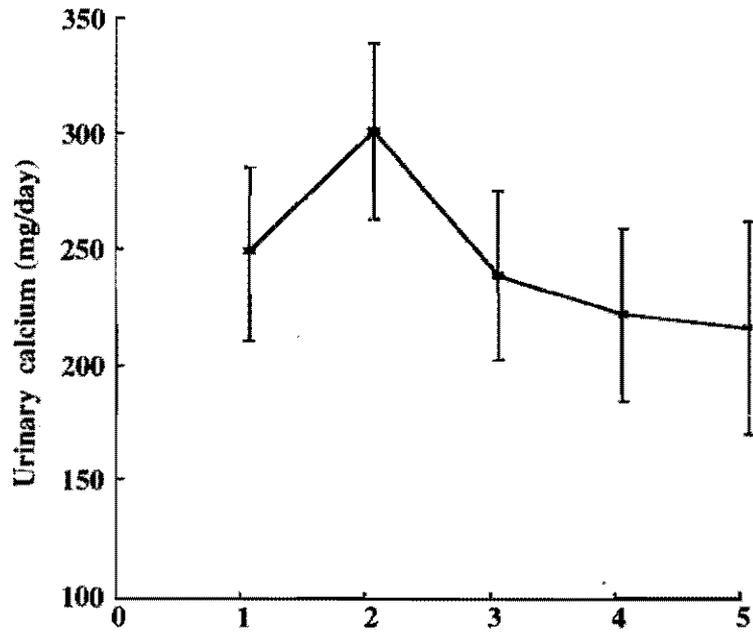
安静日に比較して、運動日では約20%増加し、その後減少する傾向が認められた。運動後3日目(実験第5日)にも尿中カルシウム排泄は低下傾向を持続した。

2) 尿中ピリジノリン、デオキシピリジノリン排泄量

尿中ピリジノリンおよびデオキシピリジノリン排泄量は実験期間中に大きな変動を示さなかった。

3) 血清オステオカルシン濃度

血清オステオカルシン濃度は実験期間中に大きな変動を示さなかった。



まとめ

レジスタンス運動後の尿中カルシウム排泄は、運動日に増大し、その後減少するという経時変動を示した。運動後3日目（実験第5日）にも尿中カルシウム排泄は低下傾向を持続した。この尿中カルシウム排泄の低下傾向がどのくらい長期間に渡って持続するのかは、本研究では明らかにはされておらず、今後の研究課題として残された。興味深いことに、運動日には尿中カルシウム排泄が約20%増加した。この現象は骨由来のカルシウムの尿中への排泄と考えられるが、尿中ピリジノリン・デオキシピリジノリンの排泄量増加を伴っていない。したがって、既に *in vitro* の実験系で示されていることであるが、運動時の乳酸蓄積に伴う代謝性アシドーシスによって、*non-cell-mediated physicochemical mineral dissolution* (*Am. J. Physiol.* 268: C80-C88, 1995) が引き起こされている可能性が考えられる。