

■運動・神経生理

257

トレッドミル下方走行による遠心性収縮運動がラット上腕三頭筋および上腕二頭筋に及ぼす影響 一グルコース-6-リン酸脱水素酵素（G-6-PD）活性による解析—

黒木裕士¹⁾・鈴木康三¹⁾・森永敏博¹⁾・濱 弘道²⁾

1) 京都大学医療技術短期大学部

2) 奈良社会保険病院

key words

遠心性収縮・ラット骨格筋・G-6-PD活性

【はじめに】 Armstrong によるとトレッドミル下方走行はラット上腕三頭筋への遠心性収縮運動負荷方法のひとつであり、グルコース-6-リン酸脱水素酵素（G-6-PD）活性は骨格筋の損傷および回復過程を示すマーカーである。われわれはこの運動をラットに負荷して上腕三頭筋のG-6-PD活性を測定し運動と筋の回復の関係を調べてきたが、今回、拮抗筋である上腕二頭筋で測定したところ三頭筋とは異なる結果が得られたので報告する。

【対象と方法】 8週齢ウイスター系雄ラット20匹を用いた。8匹をラット用トレッドミル上で水平走行（水平群）、8匹を傾斜16度で下方走行させ（下方群）、4匹を走行させずに飼育した（対照群）。水平および下方群ではトレッドミル速度は16 m / min とし、10日間、毎日60分の走行をさせる運動を負荷した。水平ならびに下方群では最終日の走行直後に各4匹を（それぞれ水平群0h、下方群0h）、48時間後に各4匹（それぞれ水平群48h、下方群48h）をネンブタール麻酔して上腕三頭筋および上腕二頭筋を摘出した。摘出した筋を細切り緩衝液（pH 7.6）を加えてホモジネート後、5分間遠心処理して得られた上清のG-6-PD活性を蛍光光度計を用いて測定した。コントロール血清にはプレチノルムEを使用した。統計処理には分散分析法を用い有意性を認めた時に多重比較を行った。研究に際しては所属大学の「動物実験に関する指針」に従った。

【結果】 上腕三頭筋のG-6-PD活性は、対照群では11.2 ± 1.78 (IU / L)、水平群0hでは12.1 ± 1.65、水平群48hでは12.6 ± 0.22、下方群0hでは11.1 ± 1.02、下方群48hでは15.6 ± 0.51であった（いずれも平均値 ± SD）。多重比較の結果、下方群48hのみが他群よりも有意に高値を示した（p<0.01）。上腕二頭筋のG-6-PD活性は、対照群では13.8 ± 0.39 (IU / L)、水平群0hでは15.8 ± 1.46、水平群48hでは16.2 ± 1.48、下方群0hでは13.4 ± 1.76、下方群48hでは15.7 ± 0.68であった。多重比較の結果、水平群48hは対照群と比較して、下方群48hは下方群0hと比較して有意に高値を示したが（p<0.05）、対照群と水平群0h、対照群と下方群0h、対照群と下方群48h、および水平群0hと水平群48hとの間には有意差は認められなかった。

【考察】 本研究では上腕三頭筋において下方群48hのG-6-PD活性が著明に高いが、その拮抗筋である上腕二頭筋では異なった上昇パターンを示しており水平走行の48時間後および下方走行の48時間後に上昇する。この相違の原因は不明だが、上腕三頭筋とその拮抗筋では水平および下方走行運動によって受ける負荷が異なることを示している。これは遠心性収縮運動では、負荷の対象とする筋だけではなく拮抗筋の回復についても配慮が必要であることを示唆している。こうしたG-6-PD活性を指標とする運動負荷は臨床応用の可能性を秘めており、今後、人体への応用についても検討したい。

■運動・神経生理

258

ストレッチによる萎縮筋メカノレセプターの動的反応性

藤野英己¹⁾・武田 功¹⁾・禰屋俊昭¹⁾・秋山純一¹⁾
大西智也²⁾・沖田 実³⁾

1) 吉備国際大学保健科学部

2) 吉備国際大学大学院保健科学研究科

3) 長崎大学医療技術短期大学部

key words

筋メカノレセプター・萎縮筋・ストレッチ

【目的】 骨格筋が萎縮した状態では筋メカノレセプターの機能に変化が現れる。これまでの研究では骨格筋萎縮が筋メカノレセプターの刺激応答性、特に ramp stretch や hold stretch 時の運動相における反応特性の変化について報告した。本研究では後肢懸垂法による骨格筋の萎縮が筋メカノレセプターの動的応答性にどのような影響を及ぼすのか quick stretch や slow stretch による応答性の比較、および stretch 開始肢位の影響について検討した。

【方法】 実験動物として Wistar 系雄ラット11匹（10週齢、体重 293 ± 4g）を使用し、対象筋をヒラメ筋とした。これらのラットを無作為に抽出して、対照群（CONT, n=7）と後肢懸垂群（HS, n=4）の2群に分別し、2週間の飼育をおこなった。HS については体幹にジャケットを装着し、尾部を懸垂した。2週間後に pentobarbital sodium (50mg / kg, i.p.) で麻酔をおこない、ヒラメ筋メカノレセプターの活動を生体内 (*in vivo*) で測定した。刺激に対する応答を検証するために関節運動装置で関節を他動的に stretch した。足関節底屈位を 0° と規定し、stretch 開始肢位を 0° (IP0)、30° (IP30)、60° (IP60) 背屈位として、90° 背屈位まで stretch した。quick stretch では角速度 180° / sec、slow stretch では 15° / sec の速度で stretch をおこない、この刺激時の筋メカノレセプターからの求心性活動を導出した。得られた筋メカノレセプター活動および関節角度のシグナルは 20kHz で A / D 変換して、パーソナルコンピュータでスパイク頻度を算出した。筋メカノレセプターの動的反応は、stretch に伴う筋メカノレセプター活動の一過性の上昇であり、Boyd らの報告やこれまでの研究結果から ramp stretch 終了時点から 1 秒間の反応とした。

【結果】 ヒラメ筋の筋湿重量 (mg) / 体重 (g) 比は CONT で 54 ± 3、HS で 41 ± 1 となり、HS では筋萎縮を示した。筋メカノレセプターの活動は IP0 において、HS では CONT と比較して高値を示した。ramp stretch において、CONT の筋メカノレセプターの活動は足関節背屈に伴い増加を示した。HS においても関節運動に伴う筋メカノレセプターの活動増加はみられたが、CONT と比較して、増加量は大きくなかった。quick stretch において、CONT では IP0 から IP30、IP60 と徐々に動的反応性の低下がみられた。しかし、HS では IP0、IP30 および IP60 とも動的反応性に変化が認められなく、何れも CONT と比較して高値を示した。slow stretch においては、CONT および HS ともに IP0、IP30、IP60 と動的反応性の低下がみられ、CONT および HS に差は認められなかった。

【まとめ】 骨格筋に萎縮が生じた場合に筋メカノレセプターの刺激応答性に変化が生じ、特に速いストレッチに対して、動的反応に著明な変化が認められた。