

氏名(本籍)	柳 沢 修 (群馬県)
学位の種類	博士(医学)
学位記番号	博甲第3182号
学位授与年月日	平成15年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	医学研究科
学位論文題目	運動後のヒト骨格筋に対するクーリングの効果 - MR Imaging 及び ^{31}P MR Spectroscopy による評価 -
主査	筑波大学教授 医学博士 落合直之
副査	筑波大学助教授 工学博士 榮武二
副査	筑波大学助教授 博士(医学) 宮川俊平
副査	筑波大学助教授 医学博士 松村明

論文の内容の要旨

(目的)

高強度運動に伴う筋損傷と浮腫ならびに遅発性筋痛に対するクーリングの効果をMRIで検証し、また、足関節底屈運動で最も動員される筋を対象に、細胞内代謝に対するクーリングの効果を ^{31}P MRSで検証する。

(対象と方法)

(課題1) 男性17名を対象に、足関節底屈運動前後で下腿部のT2強調横断画像を撮り、下腿部における各筋のT2緩和時間(T2)を産出する。(課題2) 男性28名をコントロール群(10名)、運動直後のクーリング1回群(9名)、直後と24時間後の2回群(9名)に分割し、足関節の底屈運動を行わせる。クーリングは下腿部を5℃の冷水に15分間浸す。腓腹筋の内外側部及びヒラメ筋のT2値を安静時、運動直後、20、40、60分後、24、48、96、168時間後に算出する。また、血清クレアチンキナーゼ(CK)と乳酸デヒドロゲナーゼ(LDH)(安静時、24-168時間後)及び下腿部の筋痛レベル(安静時、運動直後、24-168時間後)を測定する。筋痛レベルは5段階で評価する(1=無痛、5=非常に痛む)。(課題3) 男性14名をコントロール群(7名)と運動直後のクーリング群(7名)に分割し足関節底屈運動を行わせる。 ^{31}P スペクトルを安静時、運動直後、30、60分後、24、48、96、168時間後に腓腹筋内側より得、無機リン酸/クレアチンリン酸比及び細胞内pHを算出する。加えて、腓腹筋内側のT2値の安定時、24、48、96、168時間後で算出する。また、下腿部の筋痛レベルをMRSと同様のタイムテーブルにて評価する。

(結果)

(課題1) 運動後、腓腹筋の内外側部はヒラメ筋、後脛骨筋、長母指/長指屈筋及び足関節背屈筋群より高いT2値の上昇を示した($P < 0.01$, 内側; 37%増, 外側; 30.7%増)。腓腹筋の両側部間で有意差はないが、内側の方が高値を示す傾向にあった。(課題2) 総ての群で、腓腹筋内側は安静時に比して有意なT2値の上昇を直後(コントロール群; 36%増, 1回群; 34.4%増, 2回群; 35.7%増)から60分後(コントロール群; 11.4%増, 1回群; 8.2%増, 2回群; 10.2%増)まで示した($P < 0.05$)。その後、コントロール群はT2値の再上昇を96-168時間後(27.6-17.5%増)に示したが($P < 0.05$)、クーリング両群は96時間後(1回群; 7.2%増, 2回群; 13.8%増)で

コントロール群よりも低い値を示した ($P < 0.05$)。外側では、コントロール群のみが96 – 168時間後 (7.5 – 6.5 %増) で有意なT2値の再上昇を示した ($P < 0.05$)。加えて、コントロール群は筋酵素活性で、ピーク時の96時間後 (CK/コントロール群; 10906.3%増, 1回群; 2308.9%増, 2回群; 7130.2%増, LDH/コントロール群; 119.7%増, 1回群; 18.5%増, 2回群; 108.5%増) にクーリング両群よりも高値を示した (有意差なし)。筋痛レベルでは、クーリング両群がピーク時の48時間後 (コントロール群; 4.4, 1回群; 3.8, 2回群; 3.8) でコントロール群よりも低値を示した ($P < 0.05$)。(課題3) コントロール群のみが、安静時 (34.8ms) に比して有意に上昇したT2値を48時間後 (37.6ms) で示した ($P < 0.05$)。両群は、安静時 (両群で7.03pH) に対して運動直後 (両群共に6.79pH) で有意に低下したpH値を示した ($P < 0.05$)。その後、クーリング群は60分後 (コントロール群; 7.06pH, クーリング群; 7.19pH) で安静時及びコントロール群に比して有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。無機リン酸/クレアチリン酸比に関しては、両群共に有意な変化を示さなかった。筋痛レベルでは、両群は直後 (コントロール群; 2.6, クーリング群; 2.5) 及び24 – 48時間後 (コントロール群; 2.8 – 3.4, クーリング群; 2.4 – 2.6) 有意に高い値を示したが ($P < 0.05$)、両群間に有意差はなかった。

(考察)

運動後のT2値の上昇は筋内水分量の増加を示し、その上昇度は筋によって発揮された張力及び運動強度に比例することが報告されている。したがって、課題1で、足関節底屈運動では、運動後に最も高いT2値をとる腓腹筋内側が最も動員された筋であることを示した。亜急性期におけるT2値の上昇は、遅発的な浮腫を示唆すると共に、筋損傷と密接な関係を有することが報告されている。課題2で、クーリング両群でT2値及び筋酵素の遅発的な上昇がコントロール群に比して抑制される傾向にあり、クーリングが浮腫及び筋損傷に対して軽減効果を有することを示した。課題3では、運動直後に低下する細胞内pHに対して、クーリングが有効に作用することを示した。その背景には、筋温低下に伴う細胞内外での H^+ 濃度の変化が関与していると考えられた。課題2と3において、クーリング群における筋痛レベルがコントロール群よりも低い傾向は、クーリングによる筋損傷軽減効果と関連性があると推察された。

(結論)

運動直後のクーリングは、筋損傷及びそれに伴う浮腫、筋痛に対して軽減効果を有すると共に、筋細胞内pHの低下防止効果に作用することが示唆された。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究は、足関節底屈強運動時腓腹筋の内側部が最も強く動員されること、運動直後のクーリングが、筋の浮腫軽減並びに運動後筋細胞内pH低下防止作用があることをMRIおよび ^{31}P MRSを用いて非侵襲的に示した点に価値がある。

よって、著者は博士 (医学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。