

半腱様筋腱を用いた膝前十字靱帯再建術後における血流制限下リハビリテーションの効果

スポーツ医科学研究領域

5010A030-8 洪 禎鞠

緒言

膝前十字靱帯 (ACL) 損傷は、スポーツ損傷の中で発生率が高く、損傷に伴う関節不安定性が、競技または日常生活に大きな影響を与える。保存療法では競技復帰に限界があるため、再建術を受けることが多い。本邦においては内側ハムストリングス腱を用いた解剖学的二重束靱帯再建術が主流であるが、術後、採取したハムストリングスの筋萎縮や膝関節深屈曲位での屈曲トルクの低下が示されている。

一方、先行研究では、局所的血流制限下低負荷筋力トレーニングが筋肥大や筋力の増加を引き起こすことが報告されている。本研究では、ACL 再建術後の大学アスリートを対象とし、リハビリテーションに血流制限下トレーニングを付加することによる筋萎縮や筋力低下改善への効果を明らかにすることを目的とした。

方法

実験 1. 血流制限下トレーニング (以下 RB) による筋形態と筋力への効果

片脚 ACL 再建術を受けた大学アスリート男性 12 名 (RB 群 : 7 名、対照群 (以下 Control) : 5 名)、女性 12 名 (RB 群 : 7 名、Control 群 : 5 名) を対象とした。RB 群は血流制限下 (加圧機器ミニ : 圧 280mmHg) ACL 術後リハビリテーションを術後 4 週より 16 週まで週 2 日通常トレーニングに加える形で行った。

評価項目 1. 術後 1~6 カ月まで MRI 撮像を行った。(撮影条件 TE:19.6 ; TR:700; T1 強調画像 ; 撮影範囲 : 大転子より膝裂隙まで ; スライス厚 : 10mm ; スライス間隔 : 2mm)

評価項目 2. 術後 3~6 カ月まで BIODEX System3 (BIODEX Medical Systems) を用いて、座位、膝関節屈曲 90°、等速性膝関節屈曲・伸展筋力を 60deg/sec の角速度において最大筋力の測定を行った。

実験 2. 運動中筋内血流測定

実験 1 の結果を考察するため、片脚 ACL 再建術を受けた大学アスリート 8 名を対象とし、術後 1.5 ヶ月で近赤外線分光法 (NIRS ; NIRO-200, Hamamatsu) を用い、術

研究指導教員 : 福林 徹 教授

後 1 ヶ月の段階で用いているリハビリテーションプロトコールにおける内側広筋内の総ヘモグロビン量 (以下 totalHb)、酸素下ヘモグロビン量 (以下 oxyHb) の血流濃度変化を測定した。oxyHb 値は相対的評価をするために測定した安静レベルを 100%、阻血キャリブレーションにより得られた最小値を 0% とし、相対値で示した。分析では各運動動作を分け、運動セット間の休憩時間の筋内変化を除いた。totalHb は o. d. 値で表示した。なお本研究では典型的な 1 例男性の結果を示した。

結果

実験 1. 大腿四頭筋体積 : 男性では RB 群において術後 3 ヶ月より術後 6 ヶ月で 7.6% 有意に増加した。Control 群においては有意差が見られなかった (図 1)。女性では RB 群および Control 群ともに術後 6 ヶ月において術後 3 ヶ月の筋体積より有意に増加した (RB 群 : 6.6% ; Control 群 : 6.4%、図 2)。ハムストリングス体積 : 男性群および女性群とも有意差が見られなかった。

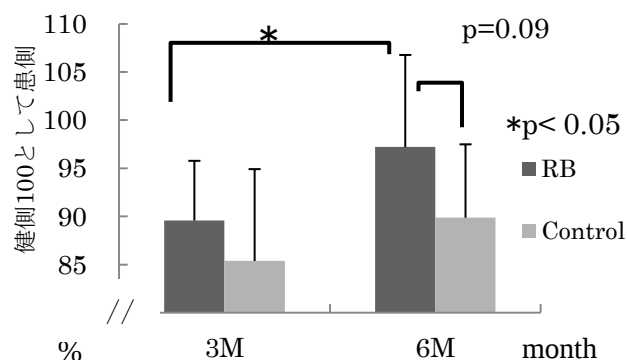


図 1. 男性大腿四頭筋体積 (健患比)

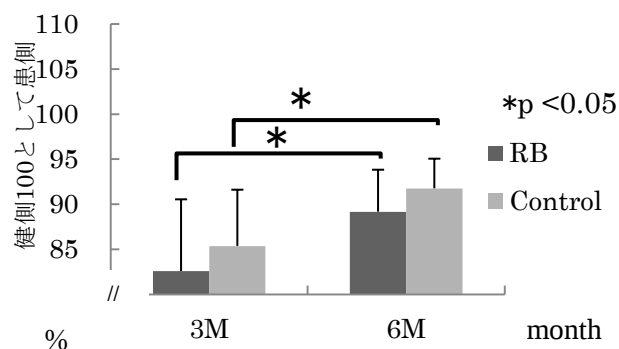


図 2. 女性大腿四頭筋体積健患比

膝伸展筋力 : 男性では RB 群において術後 3 ヶ月より術後 6 ヶ月で 18.1% 有意に増加した。Control 群において

は有意差が見られなかった(図3)．女性では血流制限群および対照群ともに有意差が見られなかった(図4)．膝屈曲筋力：男性群、女性群とも有意差が見られなかった．

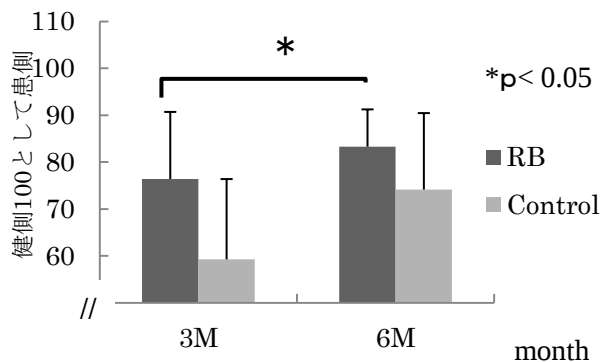


図3. 男性膝伸展筋力健患比

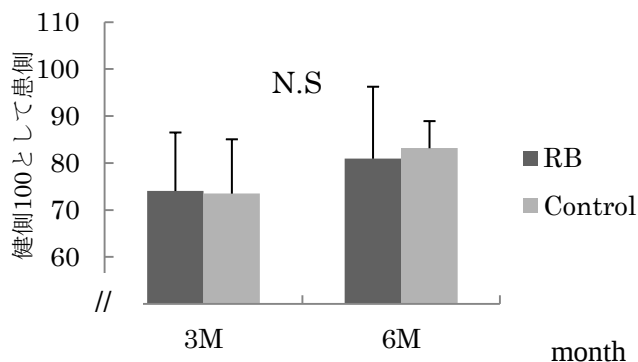


図4. 女性膝伸展筋力健患比

実験2.

血流制限下において運動中・姿勢変化時でも血流量が通常運動下より保持されている傾向が見られた。(図5)なお、通常運動下では健側と患側の反応程度は同じ傾向が見られるが、血流制限下では健側と患側の反応程度が異なる傾向が見られた。(図5)

実験1

本研究の結果より、男性群の大腿四頭筋体積において血流制限下トレーニングによる有用性が示された。一方女性群においては対照群に比べ筋肥大や筋力の増強は見られなかった。性差による血流制限下トレーニングの効果の違いについては今後の検討課題であり、女性に対しての相対的な負荷量・頻度の不足などの関連について検証する必要があると考えられた。

一方、ハムストリングにおいては筋力、筋形態ともに血流制限下トレーニングにおいても変化が認められなかった。先行研究では、術後、採取したハムストリングスの筋萎縮や膝関節深屈曲位での屈曲トルクの低下が示され、本研究からはRBトレーニングによってこれらの問題を解決するような結果が得られなかった。しかしながら、患側・健側ともに血流制限をおこなったにも関わらず、患側は健側より筋肥大の傾向が見られ、患側と健側にはその効果が異なる可能性がある。

実験2

血流制限下において運動中・姿勢変化時でも血流量が保持されている傾向が見られたことは、実際に血液のプーリングが保てていることを示していると考えられる。また oxyHb 濃度に関しては、対照群においては主に筋ポンプ作用による運動姿勢を変更すると血流量の減少に伴う oxyHb の減少が起こっていると考えられるのに対し、血流制限下では oxyHb の濃度の変化は主に筋運動による酸素消費を示していると考えられる。なお RB 下で健側と患側の反応程度が異なる傾向が見られたが、術後の患側の局所循環の変化や運動時の筋線維の動員の不十分さ、運動時の両側での加重の不均一性などを示している可能性がある。

結語

ACL 再建術後リハビリテーションにおいて週2回のRBトレーニングの介入によって、男性群は群内において筋体積の有意な肥大を見られたが、群間では対照群と有意な差は認められなかった。また、リハビリテーション中に同等の血流制限をしても健側と患側とでは筋内の酸素分圧や血流動態が異なり、それが術後の筋萎縮の回復や筋力の回復の程度に影響を及ぼしている可能性が考えられた。

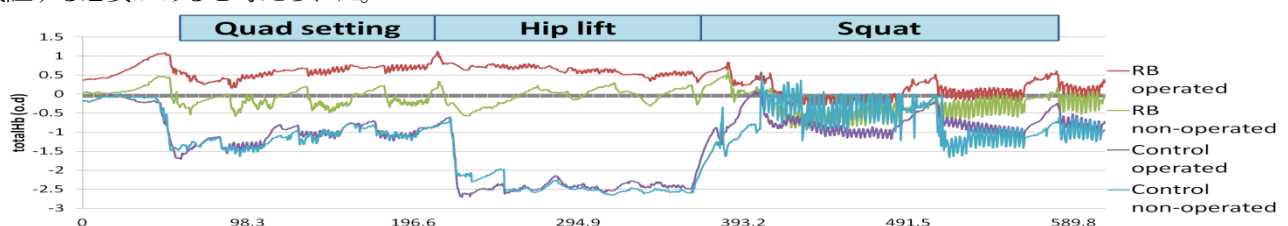


図5 運動中 totalHb 変化

