

【緒言】

圧迫帯による局所的な血流制限(虚血)下の筋力トレーニングを中長期的におこなうと、筋肥大や筋力増加を引き起こす。たとえ、その運動強度が低くとも高強度トレーニングに匹敵する増強が報告されている。この運動の特徴の一つは、筋活動量の顕著な増加をともなう、運動実施者が一様に、より大きな努力感を訴えることである。この圧迫部遠位の主働筋の活動度増加には、虚血下の筋内環境の変化、主に酸素不足と乳酸蓄積などによる追加的な運動単位の動員が関与していると考えられている(Takarada et al.2000)。

ところで、大腿基部への局所的な圧迫下の低強度な自転車エルゴメータ運動でも実施者はより大きな努力感を訴え、上述の運動で見られたような筋内環境の変化が起こることが判明している。

そこで、本研究ではこの大きな努力感の原因を探るため、圧迫下の低強度な自転車エルゴメータ運動が主観的運動強度(RPE)、運動性充血に与える影響を調べた。

【方法】

1. 対象

被験者は既往歴のない健康な学生 10 人(22 ± 0.32 歳)を対象にした。被験者は研究目的や運動手順の説明を聞いて理解した上で、同意を得た。

2. 実験手順・測定項目

運動の内容は、血流制限がある場合(実験 A)と血流制限しない場合(実験 B)で自転車エルゴメータ運動をそれぞれ 20 分間行なった。運動負荷は予備実験により測定された身体活動量の結果から、最大心拍数($220 - \text{年齢}$)の 40~45%になるように設定した。RPE と心拍数(HR)を測定し、両環境間で比較した。測定は運動前に 1 回、運動中 1 分間ごとに 20 回、計 21 回を観測した。RPE 測定は Borg scale を使い、HR 測定は自転車エルゴメータ(aerobike 900U,Combi Wellness)に付随するイヤーセンサーを使用した。

3. 解析

解析は SPSS を用い、2 要因分散分析(ANOVA)によって解析された。その後、 $P < 0.05$ であるかどうか検討した

【結果】

1. RPE

RPE は実験 B よりも実験 A の方が有意に増加した($P < 0.05$)。運動前の RPE は両環境でほぼ同じ(実験 A: 7 ± 0.51 、実験 B: 7 ± 0.21)であったが、運動中の RPE は実験 A で最大 15.2 ± 0.55 まで、実験 B で最大 11.5 ± 0.54 まで変化した。実験 A の RPE 変化量も実験 B より大きくなった。

2. HR

HR は、RPE と同様に、実験 B よりも実験 A の方が有意に増加した($P < 0.05$)。実験 A は運動前 68 ± 1.4 拍/分で、運動中に最大で 120.6 ± 3.8 拍/分まで上昇した。それに対して、実験 B では 72.7 ± 3 拍/分(運動前)から 106.1 ± 2.3 拍/分(運動中最大)まで上昇した。また、RPE と HR の上昇の仕方は、血流制限をした場合としない場合で同じように変化した。

【考察】

本研究により血流制限は主観的運動強度を増加させることが示された。また、RPE の値は HR の 1/10 と等しく、相関性があることが知られている。前述のような関係が実験 B でみられるのに対して、血流制限下ではみられなかった。実験 A では、すべての被験者が HR の 1/10 以上のスケールを示した。これには、血流制限による HR の増加に加え、筋活動量の増加や筋活動量の増加に伴う筋力の増加など様々な要因が考えられる。

HR の上昇。圧迫帯による血流制限は静脈還流量を低下させ、動脈の血流量を減少させる。それにより筋内が低酸素状態になり、乳酸の蓄積を誘発し、筋内を酸化させる。代謝物の蓄積は、筋代謝受容器への影響を強め、グループ III、IV 求心性神経を介して交感神経を興奮させる。刺激された交感神経は、心拍数を上げる作用のあるノルアドレナリン(NA)の多量に分泌する。さらに、動脈血内の圧受容器への伸展刺激の減少は、交感神経を刺激し HR の上昇を導く。上述のようないくつかの要因は、実験 B より実験 A の方が HR を高くすると考えられている。

また、血流制限をした場合の筋運動は、追加的な運動単位の動員させることが報告されている(Takarada et al 2005)。

以上のような要因から血流制限は主観的運動強度を増加させると考えられる。