Kobe University Repository : Kernel

PDF issue: 2025-12-04

Effect of duration of muscle relaxation during intermittent isometric exercises on deoxygenation and Lactate accumulation in active muscles

宅間, 豊

(Degree)
博士（保健学）
(Date of Degree)
2011-09-25
(Resource Type)
doctoral thesis
(Report Number)
甲5392
(URL)
https://hdl.handle.net/20.500.14094/D1005392

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。

（様式３）

論文内容の要旨

専攻領域　理学・作業療法学

専攻分野　臨床理学・作業療法学

氏　　名　宅間　豊

論文題目（外国語の場合は，その和訳を（　）を付して併記すること。）

Effect of Duration of Muscle Relaxation during Intermittent Isometric Exercises on Deoxygenation and Lactate Accumulation in Active Muscles

（間欠的等尺性運動時の筋弛緩時間が活動筋の脱酸素化と乳酸蓄積に及ぼす影響）

論文内容の要旨（1,000字～2,000字でまとめること。）

【目的】この研究の目的は間欠的等尺性運動（intermittent isometric exercise：IIE）時の筋弛緩時間が活動筋の脱酸素化と乳酸蓄積に及ぼす影響を調べることであった。

【対象】被験者は定期的な運動習慣を持たない健常成人男性 12 名（年齢：21.9±2.0 歳，身長：170.9±7.0 cm，体重 64.6±9.0 Kg，body mass index：22.1±2.1 Kg/m^2）であった。

【方法】被験者はトルクマシンのシートに座り，IIE として右膝関節 60 度屈曲位で間欠的等尺性膝伸展を 10 サイクル行った。この IIE の 1 サイクルは筋収縮期とそれに続く筋弛緩期で構成された。筋収縮期の負荷強度とその強度を維持する時間は，Hettinger が提唱したそれらの関係を参考に 60%最大随意収縮力（maximum voluntary contraction：MVC）と 8 秒にした。一方，筋弛緩期の時間には参考となる報告が見当たらないので，この時間を設定するために，IIE と同じ負荷強度・筋収縮時間・膝関節屈曲角度にて等尺性膝伸展を実施し，近赤外空間分解分光法を用いて被験肢の大腿外側広筋（VL）の酸素化ヘモグロビン指標（oxygenation hemoglobin index：OHI）の軌跡を記録した。この OHI の軌跡が等尺性膝伸展の停止時点から停止後の最高点まで上昇する時間（$T_{R1.0}$）と，その変動幅の 1/2 の時点まで上昇する時間（$T_{R0.5}$）を測定し，これらを IIE の筋弛緩期の時間とした。なお，$T_{R1.0}$ は 30.6±6.8 秒，$T_{R0.5}$ は 15.4±4.8 秒であり，両者間で有意差を認めた。したがい，間欠的等尺性膝伸展には筋弛緩時間だけが異なる 2 タイプを設け，各々を IIE-$T_{R1.0}$，IIE-$T_{R0.5}$ とした。活動筋である VL の酸素化レベルの指標には近赤外空間分解分光法による組織酸素化指標（tissue oxygenation index：TOI）を用いた。また，この筋への乳酸蓄積の指標として表面筋電図周波数分析により求められる中間パワー周波数（MdPF）の低下を調べた。

【結果】VL の脱酸素化を表す TOI の安静値からの低下は，IIE-$T_{R1.0}$ と IIE-$T_{R0.5}$ において筋収縮と筋弛緩の両期で有意であった。ただし，筋脱酸素化の程度は筋収縮期と筋弛緩期の双方で IIE-$T_{R1.0}$ に比べ IIE-$T_{R0.5}$ で有意に強かった。一方，VL への乳酸蓄積を示唆する MdPF の低下は IIE-$T_{R1.0}$ と IIE-$T_{R0.5}$ において有意であった。ただし，VL における乳酸蓄積の程度についても IIE-$T_{R1.0}$ に比べ IIE-$T_{R0.5}$ で有意に強かった。

【考察】VL では約 50%MVC の負荷強度によって有酸素系と解糖系の代謝が共に活性化すると言われている。よって，この活動筋では IIE により酸素消費の増加と乳酸の産生が同時に生じる。しかし，筋内圧上昇により筋血流の停止する平均強度は VL で 64%MVC と報告されており，IIE の筋収縮期には動脈流入による酸素供給と静脈還流による乳酸除去が同時に妨げられると思われる。一方，等尺性筋収縮の間に設けられた筋弛緩期には運動後充血による筋血流増加の作用も加わり，動脈流入による活動筋への酸素供給と，静脈還流による活動筋からの乳酸除去が期待できる。このように VL の脱酸素化と乳酸蓄積は IIE の筋収縮期と筋弛緩期の相互関係によって決定されるが，負荷強度とその維持時間および反復回数が同等であれば，筋弛緩時間の違いが活動筋のそれらの程度に影響を及ぼす。IIE-$T_{R0.5}$ における筋弛緩期の平均時間は IIE-$T_{R1.0}$ のその時間の約 1/2 であった。ゆえに，IIE-$T_{R0.5}$ では酸素の消費と供給，乳酸の産生と除去の各バランスが IIE-$T_{R1.0}$ 以上に不均衡な状態によって等尺性運動を反復したものと思われる。このような結果，活動筋の脱酸素化と乳酸蓄積は IIE-$T_{R0.5}$ において有意に強くなった。

【結論】中等強度の IIE において，等尺性筋収縮の間に設定するインターバルとしての筋弛緩時間は活動筋の脱酸素化や乳酸蓄積に影響を及ぼす重要な因子になることが示唆された。ゆえに，筋力トレーニングとして間欠的等尺性運動を実施する場合，その強度が適用する負荷強度とその維持時間および反復回数だけでなく，インターバルとなる筋弛緩時間によっても調節されることを考慮する必要がある。

指導教員氏名：藤野英己

（別紙１）

論文審査の結果の要旨

氏　名	宅間　豊		
論文題目	Effect of Duration of Muscle Relaxation during Intermittent Isometric Exercises on Deoxygenation and Lactate Accumulation in Active Muscles （間欠的等尺性運動時の筋弛緩時間が活動筋の脱酸素化と乳酸蓄積に及ぼす影響） （外国語の場合は，その和訳を併記すること。）		
審査委員	区　分	職　名	氏　名
	主　査	教授	藤野英己
	副　査	教授	安藤啓司
	副　査		
	副　査		

要　旨

間欠的等尺性運動で筋弛緩時間により活動筋の脱酸素化と乳酸蓄積がどのような影響を及ぼすかについて検証された．運動習慣を持たない健常成人男性12名を対象として，中等強度の間欠的等尺性膝伸展運動をトルクマシンで行い，弛緩時間を15秒及び30秒とし，大腿外側広筋の酸素化ヘモグロビン，酸蓄積の指標として表面筋電図周波数分析により求められる中間パワー周波数を計測した．筋収縮後は運動性の反射性充血が認められ，その程度は，30秒弛緩に比較し15秒弛緩で有意に強かった．組織酸素化指標は筋収縮期のみならず筋弛緩期でも安静値に比べ有意に低下し，30秒弛緩に比較し15秒弛緩で有意に強かった．また，筋への乳酸蓄積を示唆する中間パワー周波数の低下も30秒弛緩に比較し15秒弛緩で有意に強かった．これらの結果から中等強度の間欠的等尺性運動において，等尺性筋収縮の間に設けるインターバルとしての筋弛緩時間は活動筋の脱酸素化や乳酸蓄積に影響を及ぼす重要な因子であることが示唆された。ゆえに，筋力トレーニングとして間欠的等尺性運動を実施する場合，その運動の強度が適用する負荷強度とその維持時間および反復回数だけでなく，筋弛緩時間によっても調節されることを考慮する必要があることを示した重要な研究である．よって，学位申請者の宅間豊は，博士（保健学）の学位を得る資格があると認める．

掲載論文名・著者名・掲載（予定）誌名・巻（号），頁，発行（予定）年を記入してください。
Effect of Duration of Muscle Relaxation during Intermittent Isometric Exercises on Deoxygenation and Lactate Accumulation in Active Muscle. Takuma Y, Shimada T, Journal of Physical Therapy Science, 23, 495-501, 2011.