

低酸素環境下レジスタンストレーニング後の常酸素環境
曝露がホルモン応答及び酸化ストレスに与える影響

身体運動科学研究領域

5014A031-2 藤井亮輔

研究指導教員：村岡 功 教授

【緒言】

筋肥大と筋力の向上のメカニズムには、機械的、代謝、内分泌および神経要因を含む多くの要因が関与する。内分泌要因の観点からは、骨格筋の筋肥大において同化作用を促進する成長ホルモン

(GH) やテストステロン (TE)、異化作用を促進するコルチゾールとの分泌のバランスが部分的に関連していると考えられている。

近年、通常環境下と比べて、低酸素刺激 (阻血) や低酸素環境下でのレジスタンストレーニングで、GH の応答が促進されることや筋の肥大および筋力の増大が促進されることが報告されている。低酸素環境下でのレジスタンストレーニングによる筋の適応には、乳酸などの代謝産物の蓄積ならびに「低酸素 - 再酸素化」刺激の増大による活性酸素種 (ROS) の産生が関わりとされている。また、低酸素環境下ではコルチゾール分泌が促進されることが知られている。

現在まで、低酸素環境下でのレジスタンストレーニングについて様々な研究が行われてきたが、回復過程の環境の違いを検討した研究は見られない。本研究では、低酸素環境下レジスタンストレーニング後の酸素環境の違いが、ホルモン応答および酸化ストレスに与える影響を検討することを目的とした。

【方法】

被験者は、喫煙習慣のない健康な男子大学生 8 名とした。常酸素環境下レジスタンストレーニング (スクワット、ベンチプレス、デットリフト、75%1RM、各種目 10 回 3 セット、セット間および種目間 rest 1 min) + 常酸素回復 (NN) 試行、

低酸素環境下レジスタンストレーニング + 低酸素回復 (HH) 試行および低酸素環境下レジスタンストレーニング + 常酸素回復 (HN) 試行の 3 つの異なる条件をクロスオーバー法で実施した。

被験者を 12 時間以上の絶食状態で実験室に入室させ、常酸素環境下で椅坐位にて 15 分間の安静を保った後、NN 試行では常酸素環境下で、HH 試行および HN 試行では低酸素環境下で、椅坐位にて 15 分間の安静を保った。その後、すべての試行においてレジスタンストレーニング (約 15 分間) を行った。運動終了後、HH 試行では低酸素環境下、NN 試行および HN 試行では常酸素環境下で、椅坐位にて 30 分間の安静回復を行った。

運動 15 分前 (pre1)、運動直前 (pre2)、運動後 0 min、15 min、30 min 地点で動脈血酸素飽和度 (SpO₂) の測定を行った。pre1、運動後 0 min、15 min、30 min 地点で採血を行い、得られた血液から乳酸、GH、TE、コルチゾール、マロンジアルデヒド (MDA)、カルボニル化タンパク (PC)、総抗酸化能 (TAC) の測定を行った。

【結果】

1. 総仕事量

3 試行の間で総仕事量に有意な差は見られなかった

2. SpO₂

pre 2 および 0min 地点で、NN と比較して HH および HN で有意に低い値を示した。15 min および 30 min 地点で NN および HN と比較して HH で有意に低い値を示した。

3. 血中乳酸およびホルモンの変動

血中乳酸濃度は、すべての群で pre1 と比較して

運動後で有意に高い値を示した。しかし、試行間に差は認められなかった。

GH は、すべての群で pre1 と比較して運動後で有意に高い値を示した。しかし、試行間に差は認められなかった。

TE は、すべての群で pre1 と比較して 0 min で有意に高い値を示した。しかし、試行間に差は認められなかった。

コルチゾールは、すべての群で pre1 と比較して 15 min および 30 min で有意に高い値を示した。また、NN と比較して HH および HN で有意に高い値を示した。

4. 酸化ストレスの変動

MDA はすべての群で pre1 と比較して 30 min で有意に低い値を示した。しかし、試行間に差は認められなかった。

PC および TAC では変化がみられなかった。

【考察】

本研究により、低酸素環境レジスタンストレーニング終了後の常酸素環境曝露は、ホルモン応答および酸化ストレスに影響を与えない可能性が示唆された。

先行研究では、3,000 m 相当の低酸素環境での安静時 SpO₂ の平均値が約 90 %であったことを報告している。本実験の低酸素環境下での SpO₂ の平均値は HH で 88.8 %、HN で 88.0 %であったことから 低酸素環境への曝露が正常に制御されていたことが考えられる。

総仕事量は 3 試行間で有意な差を示さなかった。本研究で用いた低酸素環境は、中強度レジスタンストレーニングを実施する際に相対的な負荷強度を増加させない可能性がある。また絶対的な負荷強度に差がなかったことから、運動後の血中乳酸濃度および TE にも差が生じなかった可能性が考えられる。

血中乳酸濃度は、成長ホルモン応答に大きくか

かわっている。本研究において、3 試行間で血中乳酸濃度の差がみられなかったことが、3 試行間での GH 応答に差を生み出さなかった 1 つの要因であると考えられる。

コルチゾールの急性応答には総運動量と代謝要求に依存することが報告されているが、本研究においては総仕事量に試行間の差は見られなかった。このことから低酸素環境下での代謝要求の増加が、NN 試行と比較して HH 試行および HN 試行で血清コルチゾールの増加を引き起こした可能性が考えられる。また HH と HN との間でコルチゾール応答の差は見られなかった。回復期におけるコルチゾール分泌には、回復期の環境よりもレジスタンス運動中の体内の低酸素化が大きく影響を及ぼした可能性が考えられる。

MDA において、pre1 と比較し 30 min 地点で有意な低下を示した。MDA はクリアランス速度が速く、血漿中からの除去が早いいため低下が引き起こされた可能性が示唆されている。また PC および TAC では変化が見られなかった。本実験での酸化ストレス指標の上昇が引き起こされなかった原因として、乳酸イオンによる抗酸化作用が関係している可能性がある。先行研究においては、エキセントリック運動により筋内の低酸素化が引き起こされ、低酸素環境によってより増加し、体内が再酸素化する際に ROS の発生を引き起こすとされるキサンチンオキシダーゼの上昇は確認されたものの、酸化ストレスの上昇が観察されなかったことを報告している。本研究においても運動後に血中乳酸濃度の有意な上昇が確認されているため、酸化ストレスに対する乳酸イオンの保護機能が働いた可能性が考えられる。

低酸素環境下でのレジスタンストレーニング終了後の環境変化が、ホルモンおよび酸化ストレスに与える影響に関して不明な点が多く、今後さらなる検討が必要であると思われる。