

常圧環境下における高濃度酸素暴露が I 型糖尿病ラットの筋線維 Type の特性に与える影響

斎藤拓弥^{1)2)*}、杉本一生¹⁾³⁾、舘花春佳¹⁾⁴⁾、板垣篤典⁵⁾、李相潤¹⁾⁴⁾

1) 青森県立保健大学大学院、2) 医療法人松田会松田病院、3)、青森県立中央病院

4) 青森県立保健大学、5) 東京都立大学

Key Words ①高濃度酸素暴露、② I 型糖尿病、③筋線維 Type、④筋横断面積

I. はじめに

高圧環境下における高濃度酸素暴露は糖尿病 (DM) の高血糖やインスリン抵抗性を改善するだけでなく、Type I・IIa 線維の増加や酸化的代謝活動の増加に寄与することが示唆されている¹⁾。特に、Type I 線維はミオグロビンを豊富に含んでいるため酸素との関連性が高い。また、筋横断面積 (CSAs) は筋線維の酸化的代謝の活動との間に負の相関があることが報告されている²⁾。つまり、筋線維 Type の特性と酸素との関連性について検討することは、高濃度酸素暴露は糖尿病の治療・予防の発展に寄与する可能性がある。

II. 目的

本研究では常圧環境下における高濃度酸素暴露が I 型糖尿病 (T1DM) ラットの筋線維 Type の特性に与える影響を検討した。

III. 研究方法

実験動物は生後 7 週齢 Wistar 系雄性ラット 21 匹を用いて、無作為に対照群 (CON, n=7)、DM 群 (DM, n=7)、DM40%酸素濃度暴露群 (DM40, n=7) に分類した。DM ラットの作成には Streptozotocin (富士フィルム和光純薬社製) 溶液を腹腔内に投与し、血糖値が 250 mg/dl 以上のものを DM モデルラットとした。高濃度酸素暴露は同時刻に 1 時間/日を 4 週間実施した。

組織学的分析として、ATPase 染色 (ph4.6) によりヒラメ筋 (Sol) 及び長趾伸筋 (EDL) を Type I / IIa / IIb 線維に分染した。ATPase 染色後の筋組織は顕微鏡用デジタルカメラ装置を用いて撮影し、CSAs、筋線維 Type の割合を算出した。また、実験終了後に対象動物から静脈血を採取し、ミオグロビン (Mb) を測定した。解析には R コマンダーを用いて Scheffe's の検定を実施し、有意水準は 5%未満とした。

IV. 結果

Mb については CON 群より DM 群で 0.9%有意に高く、DM+40%群で 56.5%有意に低かった (何れも $p<0.01$)。

Sol の Type I 線維の割合では、CON 群より DM 群で 5.8% ($p<0.001$)、DM40 群で 6.6%それぞれ有意な低値を示した ($p<0.01$)。Type IIa 線維では、CON 群より DM 群で 51.4% ($p<0.001$)、DM40 群で 61.1% ($p<0.05$) 有意な高値を示した。

Sol の Type I 線維 CSAs では、CON 群より DM40 群で 10.7%有意な低値を示し、DM 群に対する DM40 群では 6.3%有意な低値を示した (何れも $p<0.001$)。Type IIa 線維では、CON 群より DM 群で 33.2%、

DM40 群で 24.1%それぞれ有意な低値を示した (何れも $p<0.001$)。一方、DM 群に対する DM40 群では 13.6%有意な高値を示した ($p<0.001$)。Type IIb 線維では、CON 群に対する DM40 群では 48.3%有意な高値を示した ($p<0.001$)。

EDL の Type I 線維では、CON 群より DM 群で 23.8%有意な低値を示し、DM 群に対する DM40 群では 17.8%有意な高値を示した (何れも $p<0.001$)。Type IIa 線維では、CON 群より DM 群で 30.8%、DM40 群で 37.4%それぞれ有意な低値を示した (何れも $p<0.001$)。一方、DM 群に対する DM40 群では 37.4%有意な低値を示した ($p<0.001$)。Type IIb 線維では、CON 群より DM 群で 25.3%有意な低値を示し、DM 群に対する DM40 群では 28.6%有意な高値を示した (何れも $p<0.001$)。

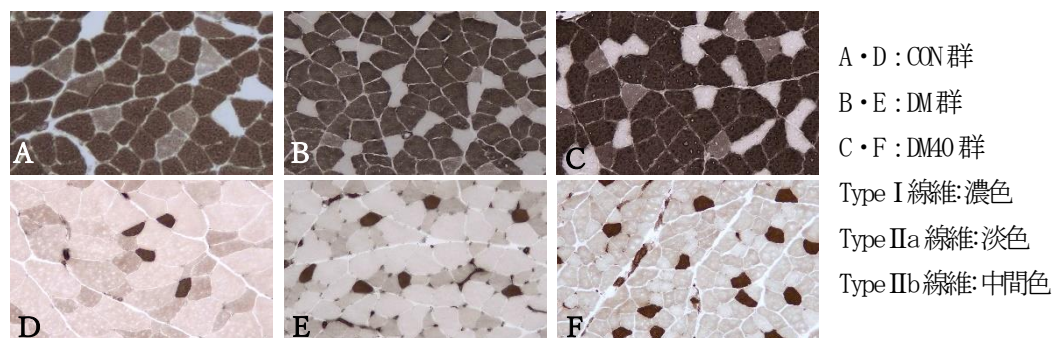


Fig. 1. ATP 染色像

V. 考察

本研究で用いた 1 時間の高濃度酸素暴露からは、T1DM による Type IIb 線維の萎縮を抑制した可能性がある。一方、DM+40%群のミオグロビンや Type I・IIa 線維の CSAs が DM 群に対して低値を示したことは、筋組織への酸素供給が亢進されている可能性が考えられた。即ち、高濃度酸素暴露による T1DM ラットにおける体内の酸素分圧の上昇は、筋線維 Type の特性に応じた筋組織における適応反応を生じさせている可能性が示唆された。

VI. 文献

- 1) A. Matsumoto, F. Nagatomo, K. Yasuda, et al. Hyperbaric exposure with high oxygen concentration improves altered fiber types in the plantaris muscle of diabetic Goto-Kakizaki rats. The journal of physiological sciences 2007; 57(2):133-6.
- 2) Toshiaki Nakatani, Toshikatsu Nakashima, Taizo kita, et al. Cell size and oxidative enzyme activity of type-identified fibers in rat hindlimb muscles: a review. ACTA HISTOCHEMICA ET CYTOCHEMICA 2003; 36 (2): 105-114.

VII. 発表 (誌上発表、学会発表)

第 67 回日本糖尿病学会年次学術集会 (2024, 東京) 発表予定

* 連絡先: 〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1 Email: 2381006@ms.auhw.ac.jp