

一般演題8-3

ラット後肢圧挫損傷後の腫脹に対する高気圧酸素の有効性

小柳津卓哉^{1), 2)} 榎本光裕^{2), 3)} 堀江正樹^{3), 4)}大川 淳¹⁾ 柳下和慶^{2), 3)}

1) 東京医科歯科大学大学院 歯医学総合研究科 整形外科科学分野

2) 東京医科歯科大学附属病院 高気圧治療部

3) 東京医科歯科大学 スポーツ歯医学センター

4) 日本学術振興会特別研究員 (筑波大学)

【目的】1980年代より骨軟部組織等のスポーツ外傷に対して、HBOの有効性が報告されており、臨床現場でも適応されている。しかしながら、骨格筋損傷を伴うスポーツ外傷に対するHBOの有効性を裏付ける動物実験は少ない。我々は薬剤誘発性骨格筋損傷モデルを用いて、HBOが骨格筋再生を促すことを報告した¹⁾。本研究ではスポーツ外傷のシミュレーションとなりうるラット後肢圧挫損傷モデルを作製し、動物用CTを用いて後肢腫脹の経時的变化を定量的に評価しHBOの有効性を検討した。

【方法】10週齢Wisterラット20匹を用い、右後肢腓腹部に重錘 (直径10mm, 重さ640g) を25cmから落下させ圧挫損傷モデル²⁾を作製した。麻酔下にCTを用いて後肢の体積を測定した。測定範囲は脛骨軸に沿って踵骨より近位5から22mmまでの損傷部位を含む下腿15mmとした。HBOは、動物用チャンバーを用いて酸素加圧2.5ATA, 2時間のHBOを損傷30分後から1日1回, 連日5回行った。

対照 (HBOなし) 群20肢とHBO群20肢を損傷後6時間, 24時間, 3日, 5日, 7日において経時的に計測し比較した。

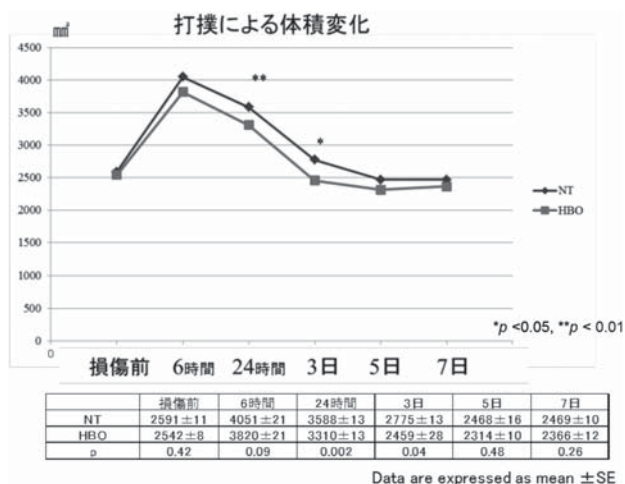
【結果】損傷前の下腿体積は対照群 2591 ± 11 (平均 \pm SE) mm^3 , HBO群 $2542 \pm 8 \text{mm}^3$ で有意差はなかった。損傷6時間後において $4051 \pm 21 \text{mm}^3 \cdot 3820 \pm 21 \text{mm}^3$ (対照群 \cdot HBO群)であり2群間に有意差は認められなかった。

24時間後にはそれぞれ $3588 \pm 13 \text{mm}^3 \cdot 3310 \pm 13 \text{mm}^3$ と体積低下を認め、対照群よりもHBO群で有意な低下を認めた ($p=0.002$)。損傷後3日では、 $2775 \pm 13 \text{mm}^3 \cdot 2459 \pm 28 \text{mm}^3$ であり、3日目でもHBO群で有意な低下を認めた ($p=0.04$)。損傷後5日には $2468 \pm 16 \text{mm}^3 \cdot 2314 \pm 10 \text{mm}^3$, 7日では $2469 \pm 10 \text{mm}^3 \cdot 2366$

$\pm 12 \text{mm}^3$ であり2群間に有意差は認められなかった。

ラット後肢筋圧挫損傷モデルでは、

HBOに関わらず損傷後6時間で腫脹のpeakを認めた。Peak時の体積では2群間に有意差は認めなかったが、損傷後の腫脹からの回復は対照群では損傷後5日を要したのに対しHBO群では損傷後3日であった。



【考察】骨格筋圧挫損傷の急性期における変化^{3), 4)}として①筋細胞損傷に伴う炎症性サイトカインの放出が起こり、②血管透過性は亢進し炎症性細胞の浸潤と、細胞外液の増加に伴う腫脹と循環障害を引き起こす。また、③直接外力による毛細血管の破綻も重なり、損傷組織は低酸素環境となる。低酸素環境は細胞にとってストレスとなりさらなる組織障害を惹起すると考えられる。HBOによる圧倒的な組織酸素濃度の上昇は、低酸素環境を物理的に改善する。そのためHBOは筋損傷急性期に保護的に働くと考えられる。

【結語】動物モデルを用いて、骨格筋圧挫損傷後の早期HBO介入が腫脹改善に有効であることが示された。

【参考文献】

- 1) Masaki Horie et al, Enhancement of satellite cell differentiation and functional recovery in injured skeletal muscle by hyperbaric oxygen treatment. *Journal of Applied Physiology* 2014; 116:149-155
- 2) Kami K et al, Changes of vinculin and extracellular matrix components following blunt trauma to rat skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 832-840
- 3) Nicolas J. Pillon et al, Cross-talk between skeletal muscle and immune cells: muscle-derived mediators and metabolic implications. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2013; 304: 453-465
- 4) James G. Tidball, Inflammatory processes in muscle injury and repair. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005; 288: 345-353