

## 高タンパク質食摂取が筋損傷からの再生に及ぼす影響

沼尻 紘征 (筑波大学 生物学類)

指導教員：武政 徹 (筑波大学 体育系)

### 【背景・目的】

アスリートが受ける代表的な骨格筋の損傷として、肉離れがよく知られている。肉離れからの回復期間は通常の運動やトレーニングを行うことができず、期間が長引くほど脱トレーニング期間が長期化し、パフォーマンス低下を招くため、回復期間を短くすることはアスリートに限らず重要な課題である。

筋力トレーニングに対する栄養的介入として、タンパク質の積極的な摂取が一般的に推奨されている。トレーニング後のタンパク質摂取は筋タンパク合成の促進、筋力向上、ミトコンドリアタンパク質合成の促進など、骨格筋に対してポジティブな効果が報告されている (Camera, 2022)。筋損傷時は運動を継続することが困難なため、長期の不活動により筋萎縮や筋力低下が進んでしまうことになるが、タンパク質摂取は、筋タンパク質合成の促進により筋萎縮を抑制し、筋に対しポジティブな効果をもたらすことが報告されている (Fujita, 2015)。

筋損傷において、損傷した筋組織を結合組織が修復する過剰な筋線維化は問題であり、これにより再損傷を起こしやすい癒痕組織が残存してしまう。低タンパク食を継続摂取したマウスにコラーゲンペプチドを経口摂取させた実験では、組織内コラーゲン量が増加することが報告されている (Ito et al., 2013)。筋線維化に関与する組織はコラーゲン線維が主に占めているが、タンパク質の摂取量増加によって血漿アミノ酸濃度が上昇することが分かっており (Trommelen et al., 2023)、これが筋の線維化に関与すると私は予想した。高タンパク質食 (High protein diet; 以下 HPD) によって Mechanistic Target Of Rapamycin Complex 1 (mTORC1) シグナル経路が活性化することが報告されているが (Miyatake et al., 2020)、mTOR 活性化は線維芽細胞の肥大や分化促進にも寄与すると報告されている。また mTORC1 の阻害剤であるラパマイシンによる mTOR 阻害は線維芽細胞の増殖抑制を引き起こす (Alexander et al., 2015)。以上の点から、HPD は、筋損傷回復にネガティブな効果をもたらす効果があることが予想できる。

以上のことから、私は、HPD が筋損傷時の線維化を促進し、回復を遅延させることになるかと仮説を立てた。そこで、本実験では HPD が筋損傷からの再生に及ぼす影響について検討することを目的とする。

### 【方法】

7 週齢 C57BL/6 雄マウスを用いた。本実験では筋損傷モデルとして、前脛骨筋への Cardiotoxin (CTX) 注射を用いた。CON (通常餌) 群、HPD 群、CTX+通常餌群、CTX+HPD 群に分けた (各群 n=6)。1 週間の馴化飼育後、マウス左足前脛骨筋に CTX (10 μM) を 50 μL、右足に PBS を 50 μL 注射した。HPD 群は餌を HPD (オリエンタル酵母: 表 1) に変更した。4、7、14 日後に前脛骨筋を摘出した。摘出した筋サンプルは筋湿重量測定後、OCT コンパウンドで覆い、液体窒素で冷却したイソペンタン中で凍結させ、切片作成まで -80°C で保存した。

保存したサンプルは、クリオスタットを用いて厚さ 10 μm の切片を作成した。作成後、HE 染色を行った。切片を風乾させ、ヘマトキシリン溶液で 10 分染色した後、水道水で洗浄し、エオシン溶液で 30 秒染色し、水道水で洗浄後、100% エタノールで脱水した。

### 【結果・考察】

マウスのタンパク質総摂取量は、損傷後 4、7、14 日において、HPD 群が通常餌群と比較して有意に高値を示した。

前脛骨筋の筋湿重量は損傷後 4、7 日後において、PBS 注射群と比較して CTX 群で優位に低下していたが、通常餌群と HPD 群間で有意差は確認できなかった。

現在解析中の結果と考察については発表会で報告する。

表 1 通常餌、HPD の成分組成

| 成分                  | 通常餌   | HPD   |
|---------------------|-------|-------|
| 水分 (%)              | 8.1   | 9     |
| 粗タンパク質 (%)          | 23.2  | 50    |
| 粗脂肪 (%)             | 4.9   | 7     |
| 粗繊維 (%)             | 5.9   | 5     |
| 粗灰分 (%)             | 3.3   | 3.6   |
| 代謝エネルギー (kcal/100g) | 355.7 | 364.6 |

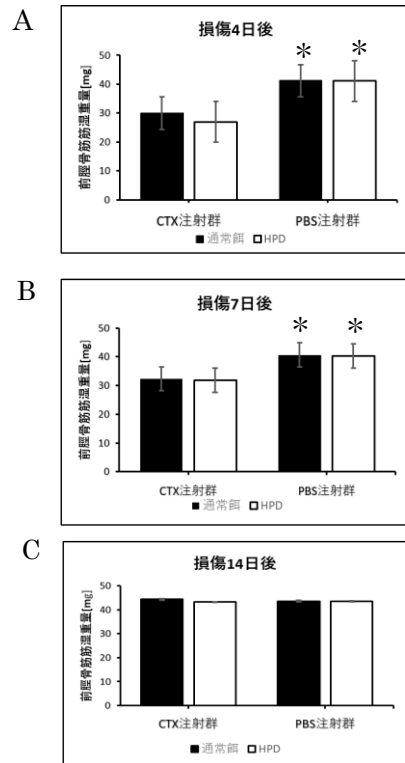


図 1 筋損傷後の筋湿重量の変化

A: 損傷 4 日後 B: 損傷 7 日後 C: 損傷 14 日後