

氏名・（本籍） 王 国棟（中華人民共和国）

学位の種類 博士（体育学）

報告番号 甲 第132号

学位授与年月日 2017（平成29）年3月19日

学位授与の要件 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）

第4条第1項該当

論文題目 高リン食条件におけるラットのジャンプトレーニングが骨代謝に及ぼす影響

審査委員（主査） 梅 村 義 久

松 本 孝 朗

光 山 浩 人

## 論文審査および審査結果

### 1. 論文審査経過

- 2016年10月12日（水） 博士学位請求論文の受理、学位審査委員会の設置
- 2016年10月13日（木） 第1回学位審査委員会〈稟議〉（審査日程および本委員会運営方針の確認）
- 2016年11月16日（水） 第2回学位審査委員会（論文の評価、問題点の整理）
- 2016年12月21日（水） 第3回学位審査委員会（問題点についての質疑応答、口述試験）
- 2017年1月13日（金） 第4回学位審査委員会〈稟議〉（論文の最終確認、学位審査報告書の確認）
- 2017年1月18日（水） 博士課程委員会において審査結果の報告

### 2. 論文審査の結果

#### 1) 提出論文の構成

提出された論文の構成は次の通りである。

第1章 序論

第2章 高リン食条件における8週間のジャンプトレーニングがラットの骨代謝及びリン・カルシウム代謝に及ぼす影響

第3章 高リン食条件における2週間のジャンプトレーニングがラットの骨代謝及びリン・カルシウム代謝に及ぼす影響

第4章 総括

## 2) 提出論文の概要および評価

身体的トレーニングは骨にメカニカルストレスを与えることで骨塩量および骨強度を増加させることがよく知られている。骨粗鬆症の予防対策の一つとして、若齢期にメカニカルストレスを受ける運動をすることにより骨径を太くして骨塩量を増加させることが重要であると言われている。一方、現代の食生活における栄養摂取の現状は、食品添加物などの影響で一日のリン摂取量が増加傾向にあることに対して、カルシウム摂取量が減少傾向にある。カルシウムおよびリンの摂取量は骨代謝に影響を与える因子として知られている。本研究ではこのような現代の栄養摂取条件においても、運動が骨塩量および骨強度増加に有効であるかについて、ラットを用いる動物実験において検討を加えることを目的としている。本研究で用いているトレーニング様式は1日の繰り返し回数の少ないジャンプであり、運動の持つ複合的な要素のうち特にメカニカルストレスに焦点を当てていることにオリジナリティがあり評価される。また、骨代謝だけでなく全身のリン・カルシウム代謝の変動に注目した点、骨細胞から分泌されるリン・カルシウム代謝を調節する線維芽細胞増殖因子23 (Fibroblast Growth Factor 23: FGF23) に着目した点、ジャンプトレーニングの適応初期と適応後期に分けて研究した点において本研究の特徴がある。

第2章の研究1においてはメカニカルストレスに対する適応後期の骨代謝およびリン・カルシウム代謝を検討することを目的としている。実験には9週齢のウィスター系雄ラットを用いて、デキストリンやリン酸ナトリウム等で調整したリン：カルシウム比 (P/Ca) が1.0である通常食と2.0である高リン食摂取群を設け、さらにそれぞれに8週間のジャンプトレーニングをさせる群とコントロール群を設けた。なお、P/Ca比が2.0の高リン食条件とは、骨の成長を妨げない程度の高強度ではないリンの付加である。その結果、ジャンプトレーニングは高リン食条件においても脛骨の骨塩量および骨幹部の骨強度などを増加させることを明らかとした。一部の指標においては、通常食よりもむしろ高リン食においてよりジャンプトレーニングの効果が高かった。この結果からリン摂取が増している現代の食生活においてもメカニカルストレスを与える運動は骨粗鬆症の予防として有効であることを示唆した点において本研究は評価される。また、血清のデータからはジャンプトレーニングによって血清総カルシウムと活性型ビタミンDが増加することを明らかとした。メカニカルストレスが骨に与える影響は局所的であることが知られているが、全身性のカルシウム・リン代謝にも影響を及ぼしていることを指摘している点についても評価される。しかし、骨細胞から分泌される FGF23の血清濃度にはメカニカルストレスの影響が認められなかった点において新知見を見出すことはできなかった。一方、高リン食によって血清無機リン、活性型ビタミンD濃度および FGF23が上昇することを明らかとしたが、この結果は先行研究を支持するものであった。

第3章の研究2においてはメカニカルストレスに対する適応初期の骨代謝およびリン・カルシウム代謝を検討することを目的としている。実験方法についてはトレーニング期間が2週間であること以外はほぼ研究1に準じている。その結果、トレーニング期間が2週間であってもジャンプトレーニングは高リン食条件において脛骨の骨塩量を有意に増加させた。一方、研究1とは異なりジャンプトレーニングによって血清総カルシウムと血清無機リン濃度が低下することを明らかとした。この結果は、適応初期においては血清のリンおよびカルシウムの骨への沈着が亢進するからであると考察している。また、ジャンプトレーニングによって FGF23の血清濃度が低下することについても明らかとしており、この結果はオリジナリティが高いと評価される。しかし、メカニカルストレスが直接骨細胞に作用したのではなく、血清無機リン濃度が調節因子となり血清 FGF23の低下を引き起こしたものと考察している。また、2週間の高リン食によって、すでに血清無機リン、活性型ビタミンD濃度および FGF23が上昇することを明らかとしている。

以上のように本論文にはいくつかの評価される点があるが、同時に論文審査の過程で明らかになった問

題点が指摘される。第一に、本研究で用いたラットにおける高リン食条件と人間の現代の食生活における栄養摂取状況との相違についてである。現代の食生活では P/Ca 比が2.0以上であると考えられる点、本研究で用いられたラットの食事条件では成分調整のためナトリウムが多く含まれている点、などが指摘され、結果に影響を及ぼした可能性を排除できない。第二に、適応初期と適応後期という定義が明確でなく、トレーニング期間の設定が適切であるか判断できない点である。第三に、メカニカルストレスがリン・カルシウム代謝へ与える影響について、いくつかの指標の相互関係を考慮に入れた考察が十分になされていない点である。しかしながら、これらの問題点は本論文の価値を否定するものではなく、今後の研究の発展に委ねられるところであると考えられる。

### 3) 提出論文と既刊論文との関係

本論文を構成する各章は、以下の学術雑誌に掲載された既刊論文に基づいて書かれている。

〈第2章〉

王 国棟、本田 亜紀子、水野 貴正、原田 健次、十河 直太、梅村 義久

発育期雄ラットにおけるジャンプトレーニングと高リン食摂取が骨に及ぼす影響

体力科学、16 (3) : 295-303, 2015.

〈第3章〉

G Wang, A Honda, Y Umemura

Effects of Jump Training on Bone and Calcium and Phosphorus Metabolism in Rats Fed a Phosphorus Enriched Diet.

Journal of Exercise Physiology online, 19 (5): 123-135, 2016.

## 3. 最終試験の結果

本論文の内容に関して、2016年12月21日に口頭にて最終試験を実施した。その内容は、実験に関する方法論、実験結果の解釈、体育・スポーツへの寄与等についてその学識と研究能力を確認しようとするものであった。その結果、論文提出者は専門領域についての十分な学識および研究能力を有していると判定した。

## 4. 学力の確認

本論文の提出者は、中京大学大学院体育学研究科博士課程において所定の単位を修得し、且つ本論文の一部を構成している原著論文を内外の学術誌に発表し、その内の1編は英文にて掲載されていること等を勘案し、博士の学位を授与されるに値する学力のあることを確認した。

## 5. 結論

本学位審査委員会は、提出された博士学位請求論文が博士の学位を授与されるに値するものであり、かつ論文提出者はその専門分野における十分な学識と研究能力とを有するものであることを確認したので、博士（体育学）の学位を授与するのに適格であると判定した。

以上