

# 論文の和文概要

氏名 小林 哲郎

## (博士論文の題目)

女性アスリートにおける低骨密度のリスクファクターと予防法に関する研究

## (博士論文の概要)

本研究では、女性アスリートにおいて低骨密度や低骨密度のリスクファクターの骨応答に対する感受性の違いを骨代謝関連遺伝子多型によって説明できるのではないかと仮説を立て、低骨密度リスクファクター及び遺伝子多型と骨密度との関連性の横断的検討(研究課題1)及び縦断的検討(研究課題2)を行った。さらに、骨疾患リスクの高いアスリートに対する骨密度増加を目指したトレーニング効果の検証(研究課題3)を実施した。本研究で得られた主な知見は以下の通りである。

### 研究課題1-1

低骨密度リスクファクター及びエストロゲン受容体 $\alpha$  (*ESR1*) 遺伝子多型が骨密度に及ぼす影響を重回帰分析によって検討したところ、持久型、審美型、水中型の競技参加、低BMI、初経の遅延及び*ESR1* 遺伝子 XbaI 多型 xx 型が低骨密度と関連の深い項目として示された。さらに、XbaI 多型内で低骨密度リスクファクターと骨密度との関連を検討した場合、XX+Xx 型は競技型及びBMIが骨密度と関連の深い項目として抽出され、xx 型は競技型、BMI 及び初経年齢が骨密度と関連の深い項目として抽出された。以上の結果より、日本人女性アスリートにおいては、持久型、審美型、水中型の競技参加や低いBMIが低い骨密度と関連するだけでなく、XbaI 多型 xx 型の発現を有する場合、初経の遅延によってより骨密度に負の影響を及ぼす可能性が示唆された。

### 研究課題1-2

骨密度及び最大無酸素パワーと $\alpha$ -actinin-3 (*ACTN3*) R577X 遺伝子多型の関係を競技タイプ別に検討したところ、*ACTN3* R577X 遺伝子多型の RR 型を持つ多方向負荷型スポーツ(テニス、ソフトテニス、バドミントン、ハンドボール)に参加するアスリートは、RX 型やRX+XX 型に比べ、有意に高い骨密度を示した。さらに、RR 型はRX+XX 型よりも高い最大無酸素パワーと関連してい

## 様式 3 号

た。このことから、RR 型は多方向負荷型スポーツに参加する大学女子アスリートにおいて、骨密度と筋パワーに高いトレーナビリティを付与する可能性があることが示唆された。しかしながら、低負荷型スポーツ（水球、ライフセービング、陸上競技長距離）や高負荷型スポーツ（陸上競技跳躍/投擲、柔道、ウェイトリフティング）に参加するアスリートには、これらの関連は認められなかった。

### 研究課題 2

環境及び遺伝及びその交互作用による青年期の骨密度への経時的影響を明らかにすることを目的として、大学女子アスリートにおける 1 年間の骨密度変化率が低骨密度のリスクファクターやビタミン D 受容体 (*VDR*) 及び *ESR1* 遺伝子多型にどの程度影響を受けるのかを調査したところ、モニタリング期間を通して無月経状態であったアスリートの腰椎骨密度がそれ以外のアスリートと比較して有意に低下したこと及び、持久、水中、審美系の競技に参加するアスリートの大腿骨頸部骨密度がそれ以外の競技に参加するアスリートと比較して有意に低下した。一方で、骨密度の 1 年間変化率に対する *VDR* 及び *ESR1* 遺伝子多型の影響及び競技タイプと遺伝子多型との交互作用は認められなかった。これらの結果は、大学女子アスリートの 1 年間の骨密度変化において、無月経及び持久、水中、審美系の競技特性が負の影響を及ぼす一方で、遺伝因子による影響は小さい可能性を示唆している。

### 研究課題 3

16 週間のレジスタンストレーニング (RT) 介入実験によって大学女子長距離ランナーと一般女子学生における骨密度及びでヒドロエピアンドロステロンやエストラジオールを含む安静時血中ホルモンの変化を調査した。結果は、ランナートレーニング群と一般女子学生トレーニング群の全身骨密度が有意に増加し、その増加率はいずれも一般女子学生対照群よりも高かった。さらに、ランナートレーニング群における P1NP は RT 後に有意に増加し、その増加率はランナー対照群よりも有意に高かった。その一方で、RT 介入における血中ホルモン濃度には変化が認められなかった。これらの知見は、大学女子長距離ランナーにおける 16 週間の RT によって全身骨密度が増加することを示唆している。

以上より、女性アスリートの骨密度は低骨密度のリスクファクターや遺伝子多型と関連すること及び大学女子陸上長距離ランナーにおけるレジスタンストレーニングの骨密度への有効性が明らかになった。