

令和 7 年 5 月 27 日現在

機関番号：33703

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2024

課題番号：20K11348

研究課題名（和文）運動様式の違いが若年期アスリートのスクレロスチン分泌に及ぼす影響

研究課題名（英文）The effects of sports characteristics on sclerostin secretion in young athletes

研究代表者

本田 亜紀子（Honda, Akiko）

朝日大学・保健医療学部・教授

研究者番号：20413784

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：自転車、ラグビー、バレー、野球選を対象に、スクレロスチン（SCL）を中心とした骨応答と運動様式（メカニカルストレス）との関連を明らかにすることを目的とした。その結果、ラグビー選手は骨代謝が亢進し、SCLも高いことが明らかとなった。一方、SCL増加は、骨密度にマイナスの影響を与えることはなかった。ラグビーのような持続的な高強度のメカニカルストレスはSCLを増加させるが、骨形成を阻害するのではなく、活発なリモデリング中においては骨代謝のバランスを調節している可能性があると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

SCLは骨形成を抑制するため、SCLの増加は骨量の低下を招く。加齢やメカニカルストレスの低下（不活動等）により増加することが明らかとなっている。しかしながら、本研究の結果から、青年期のアスリートにおいては、従来報告されているSCLの作用とは異なる作用がある可能性や、運動と関連した他のメカニズムがSCLの増加に関与していることが推察された。SCL分泌に関する新たな視点を提供できたと考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to clarify the relationship between responses, with a focus on sclerostin (SCL) and mechanical stress (MS) in athletes engaged in cycling, rugby, volleyball, and baseball.

Our results showed higher bone turnover in rugby players, which might contribute to elevated SCL levels. However, increase of SCL did not negatively impact bone. It was suggested that sustained high-intensity mechanical stress, as seen in rugby, increased SCL levels, but rather than inhibiting bone formation, SCL might help regulate the balance of bone metabolism during periods of active bone remodeling.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：スクレロスチン アスリート メカニカルストレス

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

スクレロスチン (SCL) は、近年発見された新しいマーカーである。骨細胞から分泌されるタンパク質であり、強力な骨形成抑制作用を有する。加齢や閉経等により増加するため骨の脆弱性や骨粗鬆症に関与していると考えられている。また、メカニカルストレス (MS) を感知し分泌調整されており、不活動等で増加することがわかっている。

これまで、骨減少症の中年男性を対象に筋力トレーニング等を行わせた結果、骨密度は増加し SCL は減少したことが報告されている (Hinton et al, 2015, 2017)。閉経後の女性では、筋力トレーニングとウォーキングによって骨密度は増加したが、SCL には変化がなかったことが報告されている (Bergstrom et al, 2012)。一方、男性アスリートにおいては非荷重運動である自転車競技よりもラグビー等において SCL が高値を示し、女性アスリートでは競技別の差はなかったことが報告されている (Lombardi et al, 2012)。また、男性アスリートの SCL は非アスリートよりも高かったことが報告されている (Zagrodna et al, 2016)。

このように、SCL と運動との関連については不明な点が多い。したがって、SCL と運動に関する基礎的資料を作成し、SCL が運動と骨に関する有効なマーカーとなり得るかについて検討することは重要であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、運動特性が異なるアスリートを対象に、SCL と骨応答の関連を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

運動様式が異なる若年期の男性大学生アスリートを対象とし、骨に加わる MS の特徴から以下の 4 群に分けた。

非荷重スポーツ	: 自転車競技選手 (CY: n=19, 20.7 ± 0.7 歳)
ミドルインパクトスポーツ	: 野球選手 (BB: n=17, 20.9 ± 0.8 歳)
ハイインパクトスポーツ	: バレーボール選手 (VB: n=12, 19.7 ± 0.8 歳)
持続的高強度インパクトスポーツ	: ラグビー選手 (RF: n=20, 20.8 ± 0.8 歳)

なお、女性アスリートについてはフェンシング選手 (n=13, 20.4 ± 1.1 歳) のみの測定であったため、今回は男性アスリートの結果に限定して報告する。

(2) 測定項目

1) 血中骨代謝マーカーおよび骨関連マーカー

血中 SCL、オステオカルシン (OC)、骨型アルカリホスファターゼ (BAP)、酒石酸耐性酸性ホスファターゼ 5b (TRACP)、遊離テストステロン (T)、総カルシウム (Ca) を分析した。

2) 身体組成

体組成分析装置 InBody470 (インボディ社製) を用いて計測し、体重、体脂肪率、脂肪量、除脂肪体重を算出した。

3) 骨密度

超音波踵骨測定装置 A-1000EXP (GEヘルスケア・ジャパン社製) を用いて、利き手側と非利き手側に分けて測定した。踵骨のスティフネス、超音波減衰係数 (BUA)、超音波伝播速度 (SOS)、Z スコアを算出した。

4) アンケート

運動歴、生活習慣等に関する記述式アンケートを実施した。

なお、採血前夜はアルコール摂取および 22 時以降の飲食を禁止し、採血は午前 8 時 30 分 ~ 9 時 30 分の間に実施した。また測定はトレーニング期に実施し、採血前日は通常どおりのトレーニングを行った。

(3) 統計

データは、平均値 ± 標準偏差で示した。統計解析には IBM SPSS Statistics 25 (IBM 社製) を

用いた。骨密度に関しては対応のある(測定側×グループ)二元配置分散分析を、それ以外の項目に関しては一元配置分散分析を実施した。主効果ないしは交互作用が認められた場合は、Bonferroni 法による多重比較を実施した。また、血中マーカー、利き手側のスティフネス、身体組成との相関について、ピアソンの相関係数を用いて検討した。危険率5%以下を有意準とした。

4. 研究成果

(1) 身体的特徴

年齢は、VB 群が他の3群よりも有意に低かった ($p < 0.01$)。身長はVB 群がCY, BB 群よりも高い傾向を示したが有意ではなかった。RF 群の体重、脂肪量および除脂肪体重は他の3群よりも有意に高かった ($p < 0.05$ および $p < 0.01$)。

(2) 血中マーカー

血中マーカーの結果を表1および表2に示す。SCL に関しては、RF 群はCY 群よりも有意に高く ($p < 0.01$) BB 群はCY 群よりも高い傾向を示した。OC はRF 群がCY, BB 群よりも有意に高かった ($p < 0.05$)。BAP はRF 群がBB, VB 群よりも高い傾向を示した。TRACP、T、Ca には群間で有意な差は見られなかった(表1)。

表1. 骨代謝マーカー

	CY	RF	BB	VB	
SCL**	28.4 ± 11.3	55.4 ± 18.1	42.4 ± 16.9	41.0 ± 18.7	$p < 0.01$ CY<RF
OC**	29.8 ± 9.3	38.8 ± 11.2	29.2 ± 6.6	33.8 ± 6.5	$p < 0.05$ CY, BB<RF
BAP*	20.8 ± 6.2	23.4 ± 7.5	18.0 ± 4.3	17.7 ± 5.7	
TRAP	460.2 ± 127.6	558.8 ± 198.2	463.4 ± 147.6	448.3 ± 91.2	
T	18.1 ± 3.9	19.2 ± 5.9	17.6 ± 5.1	21.5 ± 4.5	
Ca	9.5 ± 0.4	9.7 ± 0.3	9.6 ± 0.3	9.6 ± 0.2	

main effect; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

(3) 骨密度

踵骨骨密度の結果を図1に示す。全ての項目において、測定側の影響はなかった。スティフネス、SOS、ZスコアはRF 群がCY 群よりも有意に高かった ($p < 0.01$)。また、VB 群のSOSはCY 群よりも有意に高かった ($p < 0.01$)

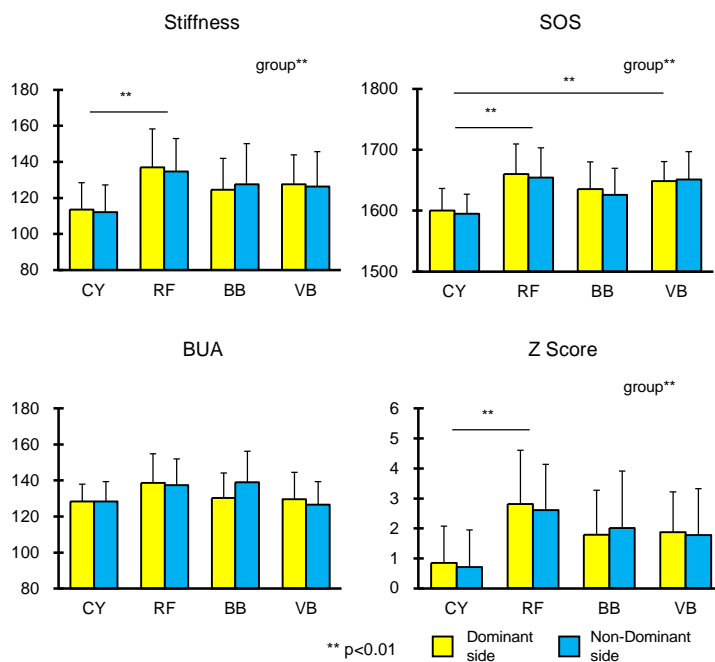


図1. 踵骨骨密度

(4) 相関

各種指標の相関係数を表 2 に示す。SCL は OC ($r=0.380$, $p<0.01$) および TRACP ($r=0.340$, $p<0.01$) と正の相関を示した。OC と BAP ($r=0.466$, $p<0.01$)、TRACP ($r=0.583$, $p<0.01$)、T ($r=0.348$, $p<0.01$) との間に正の相関がみられた。TRACP と T ($r=0.446$, $p<0.01$) および Ca ($r=0.277$, $p<0.05$) との間にも正の相関がみられた。また、SCL と体重 ($r=0.521$, $p<0.01$) および除脂肪体重 ($r=0.400$, $p<0.01$) との間に正の相関がみられた。

一方、利き手側のスティフネスと骨マーカー、体重、除脂肪体重との間には相関はなかった。

表2. 各種相関係数

	OC	BAP	TRACP	T	Ca	Stiffness	body weight	lean body weight
SCL	0.380**	0.137	0.340**	0.134	0.211	0.106	0.521**	0.400**
OC		0.466**	0.583**	0.348**	0.100	0.126	0.174	0.18
BAP			0.467**	0.099	0.143	-0.128	0.324**	0.299*
TRACP				0.466**	0.277*	0.068	0.12	0.11
T					0.235	0.074	-0.05	0.014
Ca						-0.077	0.13	0.081
Stiffness							0.05	-0.099

* $p<0.05$, ** $p<0.01$

(5) 考察

RF 群は他のアスリート群よりも骨代謝が亢進しており、SCL が高値を示したと考えられた。一方、SCL レベルは骨密度に影響を与えなかった。ラグビーのような持続的な高強度のメカニカルストレスは SCL を増加させるが、骨形成を阻害するのではなく、活発なリモデリング中においては骨代謝のバランスを調節している可能性があるかと推察された。また運動と関連した他のメカニズムが SCL の増加に関与しているのではないかと考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 本田 亜紀子、梅村 義久
2. 発表標題 大学生自転車競技選手の骨は弱いのか？
3. 学会等名 第42回日本骨代謝学会学術集会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Honda A, Kurokawa R, Hori M, Mizutani Y, Umemura Y
2. 発表標題 The Relationship Between Sclerostin and osteogenic responses in Athletes: Influence of Mechanical Stress
3. 学会等名 the 30th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2025年

1. 発表者名 本田 亜紀子、黒川 遼太、梅村 義久
2. 発表標題 アスリートにおけるスクレロスチンと骨応答の関係：メカニカルストレスの影響
3. 学会等名 第43回日本骨代謝学会学術集会
4. 発表年 2025年

1. 発表者名 Akiko HONDA, Manami WATANABE, Tsunehiko BAN, Yoshihisa. UMEMURA
2. 発表標題 Do college male cyclists have low bone mass? - comparing with volleyballers in osteogenic responses-
3. 学会等名 European College of Sports Sciences 28th (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 本田 亜紀子
2. 発表標題 身体活動とメカノバイオロジー： 体力医学における“力”の役割 ～ メカニカルストレスと骨応答 ～
3. 学会等名 第77回 日本体力医学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Honda A, Watanabe M, Ban T, Umemura Y
2. 発表標題 Do college male cyclists have low bone parameters? - comparing with volleyballers in osteogenic responses
3. 学会等名 the 28th Annual Congress of the European College of Sport Science (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Honda A, Imaizumi Y, Ito C, Nohara T, Otsuka A, Kariya S.
2. 発表標題 Side-to-side differences in osteogenic responses of the proximal femur and calcaneus in female fencing players
3. 学会等名 25th Annual Congress of the European College of Sports Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	梅村 義久 (Umemura Yoshihisa) (00193946)	中京大学・スポーツ科学部・教授 (33908)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------