

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		骨の圧電性に基づく力学応答ダイナミクスと骨代謝調節機構の解明			
研究テーマ (欧文) AZ		Study of the mechanism of bone metabolism against mechanical stress based on bone piezoelectricity			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)ナカムラ	名)ミホ	研究期間 B	2015 ~ 2016 年
	漢字 CB	中村	美穂	報告年度 YR	2016 年
	ローマ字 CZ	Nakamura	Miho	研究機関名	東京医科歯科大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東京医科歯科大学・准教授			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>従来、宇宙空間滞在や長期臥床により骨密度が低下する現象が報告されてきたが、その機構は明らかにされていない。我々の研究グループは、「重力と骨密度の関連性」に着目し、骨の力学応答ダイナミクスと骨代謝調節機構の解明に取り組んだ。骨は力学的負荷を受けると、その力学的エネルギーを電気的エネルギーに変換する圧電性を示し、そのピエゾ電気を骨内ミネラル分に貯蔵する性質を有する。このピエゾ電気貯蔵量と骨代謝の関連性について研究を行った。本研究は、医学・工学・生物学専門家らの異分野国際共同研究(日本、フィンランド)である。フィンランドボーンバンクより、年齢・性別以外の個人情報削除しナンバリングされた骨試料の提供を受けた。骨試料を用いて材料学的解析、病理組織形態学的解析、破骨細胞(骨基質破壊細胞)評価を行った。材料学的解析より骨質、ピエゾ電気量は年齢・性別には依存せず、解剖学的部位依存的に変化することが見出された。病理組織形態学的解析より、骨単位パラメーターで表される骨代謝活性には一部変化がみられた。ヒト骨髄および末梢血由来モノサイトを前駆細胞として用いた破骨細胞評価(in vitro)より、骨質、ピエゾ電気量は破骨細胞分化・吸収機能に影響を及ぼした。以上の結果より、力学的負荷はピエゾ電気として骨組織内に貯蔵され、破骨細胞活性等の骨代謝活性に影響を及ぼすことが見出された。電気的エネルギーは、市販の bone graft やバイオマテリアルにも付与することが可能である。これらの研究成果より、基礎医学研究への貢献、新規高機能材料デザインへの応用展開が期待される。</p>					
キーワード FA	力学的負荷	骨代謝	ピエゾ電気	バイオマテリアル	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Surface Free Energy Predominates in Cell Adhesion to Hydroxyapatite through Wettability							
	著者名 <sup>GA</sup>	Nakamura M, et al	雑誌名 <sup>GC</sup>	Mater Sci Eng C					
	ページ <sup>GF</sup>	283~292	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	6	巻号 <sup>GD</sup>	62
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Hydroxyapatite with High Carbonate Substitutions Promotes Osteoclast Resorption through Osteocyte-like Cells							
	著者名 <sup>GA</sup>	Nakamura M, et al	雑誌名 <sup>GC</sup>	ACS Biomater Sci Eng					
	ページ <sup>GF</sup>	259~267	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	6	巻号 <sup>GD</sup>	2(2)
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	Osteoclasts and Remodeling Based Bone Formation							
	著者名 <sup>GA</sup>	Kylmäoja E, et al	雑誌名 <sup>GC</sup>	Curr Stem Cell Res Ther					
	ページ <sup>GF</sup>	626~633	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	6	巻号 <sup>GD</sup>	11(8)
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

Reduction of mechanical loading, such as prolonged bed rest and long term exposure to microgravity, has shown that bone resorption markers increased, leading to cortical and cancellous bone loss. However, the mechanism is not completely clear yet. We focused on the mechanism of bone metabolism against mechanical stress. Bone has piezoelectricity which is energy transduction from mechanical into electrical energy. The piezoelectricity is generated in collagen fibrils and stored in bone apatite minerals. We studied the effects of the piezoelectricity on bone metabolism. Our research is international and multidisciplinary collaboration with different scientific fields such as medicine, engineering and cell biology. The bone samples were provided from Finnish bone bank without any personal information except for age, gender. We performed material, histomorphometric and cell biological evaluations. Material analysis of bone samples revealed that the amount of piezoelectricity and bone quality depends on the anatomical locations not on age and gender. The histomorphometric analysis showed that there are some differences in bone turnover. The amount of piezoelectricity had effects on osteoclast differentiation and resorption in vitro. These results suggest that the piezoelectricity stored in bone tissue has effects on bone metabolism through osteoclast activity. The electrical energy can be stored also in commercial bone grafts and biomaterials. We believe that the results of this study could provide valuable insight into the design of preventive and therapeutic strategies in the future.