

助成研究発表

〈1〉磁気的手法を用いた生体硬組織の恒常性維持に関する研究

岩坂 正和

千葉大学工学部メディカルシステム工学科

高齢社会の到来に備えた医療技術、例えば、人体外から遠隔制御でもって生体内の硬組織に力を作用させて組織恒常性を制御可能な技術の開発が望まれている。

本研究では、地球重力と平行/垂直な磁気力を数テスラ～10テスラ級の強磁場下で重力と重畳させることの骨形成に与える影響を探索するため、骨芽細胞・破骨細胞系における磁場効果観測を行った。5テスラおよび14テスラの超伝導磁場空間を利用し、重力と磁気力の重畳効果および磁力線による反磁性磁気トルク作用が破骨細胞パターンおよびサイズに与える影響を観測した。

用いた細胞培養系は骨芽細胞 (OB) および破骨細胞 (OC) 前駆細胞集団であり、約6日間の細胞培養 (うち前半3日間は超伝導磁石内部および同一形状ダミー容器の培養系) における細胞融合の過程を調べた。その結果、前半3日間に磁場曝露を行わなかった場合に比較し磁場曝露を行った場合は、多核性巨細胞の形態サイズの縮小が認められた。また、最大直径が50～100 μ m、および100～500 μ mの間の4つの最大直径領域におけるOCの細胞数の分布を解析した結果、勾配磁場空間の効果として、破骨前駆細胞の分化・融合の抑制効果が示唆された。一方、骨形成のモデル実験系として魚類 (キンギョ) のウロコ内部の骨芽細胞および破骨細胞の動的挙動に対する5テスラ磁場の効果を、磁場中でのリアルタイム顕微観察および微弱分光計測手法の開発により検証した。620～690nmでの光透過強度は、ウロコ面に平行/垂直に磁力線を侵入させた際それぞれ減少/増加したが、面が磁力線に平行な時に比べ、垂直な場合は時定数が5000secの比較的速い透過光変化がみられた。細胞成分に対する反磁性磁気トルクの作用が、骨芽細胞および破骨細胞に対し力学的な刺激を与えたことが明らかとなった。

以上の結果は、直流磁場による骨組織内の細胞の状態制御法への発展可能性を示唆した。

参考文献

1. 岩坂正和ほか. 骨形成に関わる細胞系パターンニングにおける反磁性的な磁気作用. 日本生体磁気学会誌、20 (1) : 306-307、2007.
2. Iwasaka M, et al. Observations of Cellular Responses to Diamagnetic Forces Acting on Cell Components. Science and Technology of Advanced Materials (in press)
3. Kakikawa M, et al. EFFECTS OF EXTREMELY LOW FREQUENCY MAGNETIC FIELDS ON OSTEOCLASTS AND OSTEOBLASTS: DEVELOPMENT OF A NEW MODEL SYSTEM USING FISH SCALE. The Bioelectromagnetics Society 29th Annual Meeting Abstract Collection, pp. 386-387, 2007.
4. 小多雄太ほか. 骨形成におよぼす交流磁界効果. 日本応用磁気学会、13aF-10, 2007.
5. Nakafutami S, Iwasaka M. Strong magnetic field effects on optical properties of a gold fish scale with bone reforming model system. Proceedings of The 52nd Magnetism and Magnetic Materials Conference, EP-06, 2007.