^{23}Na-MRI による生体内 Sodium の腎臨床適用に向けた可視化検討

In-vivo sodium visualization toward renal clinical applications of ^{23}Na-MRI

○拝師智之[1,4]，忰田亮平[2,4]，成田一衛[2,4]，佐々木進[3,4]

(株)エム・アール・テクノロジー[1]，新潟大院医歯学内科[2]，新潟大工[3]，AMED 先端 H30 佐々木 T[4]

○Tomoyuki Haishi[1,4], Ryohei Kaseda[2,4], Ichiei Narita[2,4], Susumu Sasaki[3,4]

MRTechnology Inc.[1]; Clinical Nephrology and Rheumatology, Niigata Univ.[2];

Faculty of Engineering, Niigata Univ.[3]; AMED SENTAN Sasaki-T[4]

E-mail: haishi@mrtechnology.co.jp

＜はじめに＞ 医学用 MRI は世界に約 4 万台が，我国に 6,500 台超が普及しているが，低い検出感度のため臨床計測対象は生体内の水・脂質の ^{1}H 核のみである。我々は静磁場強度の上昇による牽引が止まった MRI の今後の展開として，量子生命科学の視点を導入し，生体内の Sodium（スピン量子数 3/2，γ=11.26MHz/T）の ^{23}Na-MRI について臨床応用を目指した研究開発を開始した。

＜目的＞ ^{1}H プロトン以外の MRI 手法の臨床応用を試みるとき，①具体的なアプリケーションの有無，②^{1}H-MRI 装置との比較明示，は最大限検討されなくてはならない。そこでヒトあるいはマウス/ラットの Sodium 動態を考え，生理食塩水の濃度を 0.9%に安定化させている腎(kidney)での内部分布を把握すること，および ^{1}H-MRI と比較した ^{23}Na-MRI の相対感度の把握を目標とした。

＜実験＞ NMR 用 9.4T 縦型標準超電導磁石，三軸勾配磁場コイル(自作，φ39-32mm)，MRI コンソール(DTRX6, S7D, iPlus)を用いた[1]。RF 送受信コイル(ヘルムホルツ型)は ^{1}H 用としてφ22mm (400MHz，分割 4)，^{23}Na 用としてφ22mm (106MHz)を作成した。生体マウスは C57BL/6 (M, 20wo)を，基準試料として NaCl 水溶液(0.2ml, 0.9~26.4%)を用いた。GRE 系の撮像シーケンスを用いた。

＜結果＞ 自由誘導減衰 FID の信号値から検出 RF コイルでの NaCl 水溶液(0.9%)の ^{1}H と ^{23}Na の感度比は約 20,000 倍(86dB)になることが分かった。これを信号体積で同等とするためには ^{1}H-MRI が成し得ている体積空間分解能を 1 辺で 27 倍≒∛(20,000)程度にする必要がある。具体的には同一静磁場強度で 1.5mm×1.5mm×10mm の空間分解能が ^{23}Na-MRI の目標値であることが分かった。Fig.1 に麻酔下マウスの片腎について ^{23}Na-MRI 撮像した結果を示す。空間分解能は 0.6mm (2D 投影)であった。

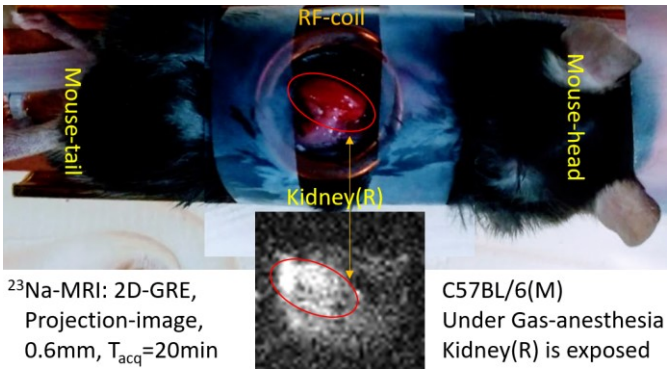


Fig.1. ^{23}Na-MRI of a live mouse kidney at 9.4T

＜謝辞＞ **AMED** 先端計測 (2018 年度)および筑波大学寺田康彦研究室よるサポートに深く感謝する。

[1] 「9.4 Tesla 標準ボア NMR 磁石による C57BL/6 生体マウス腎 MR マイクロスコープの検討」拝師智之, 佐々木進, 忰田亮平, 大塚忠司, 成田一衛: 第 45 回日本磁気共鳴医学会大会(宇都宮)2017

© 2019年 応用物理学会