| | |
|---|---|
| **ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์** | การหาพารามิเตอร์ของการควบคุมคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอเพื่อประเมินผลของความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลักต่อการวัดค่า $T_2$* mapping ในหุ่นจำลอง |
| **ผู้เขียน** | นางสาวศิริพรรณ รักษาคำ |
| **ปริญญา** | วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์รังสีการแพทย์) |
| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์** | อาจารย์ ดร. สุวิทย์ แซ่โค้ว |


**บทคัดย่อ**

**ภูมิหลัง:** การวัดค่า $T_2$* ด้วยเครื่องเอ็มอาร์ไอเพื่อประเมินภาวะเหล็กสะสมในอวัยวะต่างๆ เป็นวิธีการตรวจที่ไม่รุกล้ำ สามารถวัดปริมาณเหล็กสะสมได้รวดเร็ว แต่ยังขาดวิธีการวัดค่าที่เป็นมาตรฐาน และยังมีข้อสงสัยเกี่ยวกับความถูกต้องของค่า $T_2$* ปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดพารามิเตอร์ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอเพื่อการวัดค่า $T_2$* ดังนั้นการศึกษานี้จึงเสนอพารามิเตอร์การควบคุมคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอ เพื่อใช้ตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่อาจเกิดขึ้นต่อค่า $T_2$* เมื่อสนามแม่เหล็กหลักถูกรบกวนจากภายนอกตัววัตถุ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อหากลุ่มของพารามิเตอร์ในการควบคุมคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอที่มีศักยภาพในการตรวจหาความผิดพลาดของการวัดค่า $T_2$* ที่มีสาเหตุจากสนามแม่เหล็กหลักถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอกได้อย่างรวดเร็ว และหาจุดที่ใช้ตัดสินของแต่ละพารามิเตอร์ ที่บอกระดับผลกระทบต่อการวัดค่า $T_2$*

**วิธีการศึกษา:** ทำการควบคุมคุณภาพเครื่องเอ็มอาร์ไอ 1.5 เทสลา ด้วยสามพารามิเตอร์ซึ่งประกอบด้วย การตรวจสอบความสม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (Magnetic Field Homogeneity) การตรวจสอบความสม่ำเสมอบนภาพ (Image Uniformity) และการตรวจสอบสัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-noise ratio) ภายใต้ภาวะปกติและภาวะที่มีการ


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รบกวนสนามแม่เหล็กหลักใน 7 ระดับพร้อมกับศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่า $T_2$* ในหุ่นจำลองเจลที่มีเฟอร์ริกไอออน ($Fe^{3+}$) แตกต่างกัน 8 ความเข้มข้น และทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทั้งสามว่ามีผลหรือมีความเกี่ยวข้องกับค่า $T_2$* ที่วัดได้จากภาพเอ็มอาร์อย่างไรด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two-way ANOVA) และหาระดับค่าของพารามิเตอร์ที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อค่า $T_2$* ที่วัดได้สำหรับงานวิจัยนี้ โดยใช้วิธีฟิชเชอร์ (Fisher's least significant different) โดยทดสอบที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ค่า $T_2$* ได้จากการฟิตกราฟแบบ Simple mono-exponential ด้วยโปรแกรม MATLAB 7.0.1 (Mathworks, Natick, MA, USA)

**ผลการศึกษา:** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางพบว่า ความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลัก (ppm) และเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพ (PIU) มีผลต่อค่า $T_2$* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P$=0.000) แต่สัญญาณภาพต่อสัญญาณรบกวน (SNR) ไม่มีผลต่อค่า $T_2$* ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P$=0.656) ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีฟิชเชอร์พบว่า ค่าความไม่สม่ำเสมอของสนามแม่เหล็กหลักในช่วง 0.37 - 0.90 ppm และ 1.00 - 1.30 ppm มีผลทำให้การวัดค่า $T_2$* เฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P$=0.100) และในทำนองเดียวกันค่า PIU ในช่วง 55.31% - 89.05% กับ 96.42% - 97.40% ก็มีผลทำให้การวัดค่า $T_2$* เฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($P$=0.100) เช่นกัน นอกจากนั้นยังพบว่าผลกระทบต่อค่า $T_2$* จากการรบกวนสนามแม่เหล็กที่ความเข้มข้นของเฟอร์ริกไอออนต่ำมีมากกว่าที่ความเข้มข้นสูง

**สรุปผลการศึกษา:** ในสภาพที่สนามแม่เหล็กหลักถูกรบกวนจากปัจจัยภายนอก พารามิเตอร์การตรวจสอบสนามแม่เหล็กหลัก และการตรวจสอบความสม่ำเสมอบนภาพ มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้บอกผลกระทบต่อค่า $T_2$* ที่วัดได้ โดยถ้าสนามแม่เหล็กหลักถูกรบกวนจากภายนอกต่ำกว่า 0.90 ppm หรือเปอร์เซ็นต์ความสม่ำเสมอบนภาพสูงกว่า 89.05% มีแนวโน้มว่าจะไม่มีผลกระทบต่อค่า $T_2$* นอกจากนั้นระดับความเข้มข้นของเฟอร์ริกไอออน ในช่วง 1.0 ถึง 2.0 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักเปียกหรือค่า $T_2$* ที่สูงกว่า 20 มิลลิวินาที ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของการวัดค่า $T_2$* เนื่องจากการรบกวนสนามจากภายนอกมีแนวโน้มลดลง สำหรับการวัดค่า $T_2$* ในช่วง 10.2 ถึง 50.7 มิลลิวินาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Exploration of Quality Control Parameters in Magnetic Resonance Imaging for Evaluating Effects of Main Magnetic Field Inhomogeneity on $T_2$* Mapping in Phantom |
| **Author** | Miss Siriphan Luxsakhum |
| **Degree** | Master of Science (Medical Radiation Science) |
| **Thesis Advisor** | Lect. Dr. Suwit Saekho |


## ABSTRACT

**Background:** $T_2$* mapping on Magnetic Resonance Imaging (MRI) for tissue iron level assessment is a non invasive technique and rapidly assesses iron content. However, lack of a universal standardized protocol and arguable accuracy of $T_2$* method are still problem. To date, no particular Quality Control (QC) protocol is suggested for the T2* measurements. This study propose QC parameters for evaluating the possible error of the measured $T_2$* when the main magnetic field is perturbed by an extrinsic factor.

**Objectives:** To find a group of parameters in QC MRI that potentially be a rapid check for possible errors of the $T_2$* measurement caused by extrinsic factors perturbation to the main magnetic field and to find the cut-off point in each parameter that probably determines degree of impact to the $T_2$* measurement.

**Methods:** Three parameters including magnetic field homogeneity, image uniformity and signal to noise ratio were tested on a MRI system 1.5 Tesla Achieva, Philips, Netherland under normal condition and 7 different levels of perturbations on the main magnetic field. The change of $T_2$* of a gel phantom, which incorporated 8 different concentrations of Ferric iron, was monitored along with the 3 parameters testing. The correlation between the 3 parameters and the


ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

measured $T_2$* was evaluated by the 2 way analysis of variance (2 way ANOVA). The Fisher's least significant different (LSD) was used to determine the impact level of the parameters to the $T_2$* at 95% confident interval. The fitting model used to evaluate for the $T_2$* values was the simple mono-exponential model running on MATLAB 7.0.1 (Mathworks, Natick, MA, USA)

**Results:** The two-way ANOVA demonstrated that the magnetic field inhomogeneity (ppm) and percent image uniformity (PIU) significantly affected to the $T_2$* values with 95% confident interval ($P$=0.000). However, Signal-to-Noise Ratio (SNR) was no significantly affect to the $T_2$* values with 95% confident interval ($P$=0.656). The results from Fisher's least significant different analysis showed that magnetic field inhomogeneity of 0.37-0.90 ppm and 1.00-1.30 ppm result in significant differences (95% confident interval with $p$=0.100) of the mean $T_2$*. Likewise, the PIU of 55.31%-89.05% and 96.42%-97.40% provide significant different (95% confident interval with $p$=0.100) of the mean $T_2$* at the range of $T_2$*10.2-50.7 milliseconds. In addition, magnetic field perturbations showed greater impact to the $T_2$* at a lower ferric iron concentration than that of at a higher ferric ion concentration.

**Conclusion:** Magnetic field homogeneity and Image uniformity potentially indicate the impact to the $T_2$* measurement under the condition that the main magnetic field was perturbed by an extrinsic factor. If the perturbation of the main magnetic field is below 0.90 ppm or percent image uniformity is greater than 89.05%, the measured $T_2$* tends to have no effect. In addition, at ferric iron concentrations of 1.0-2.0 mg/g wet weight or the $T_2$* values greater than 20 milliseconds, the impact to the $T_2$* values due to magnetic field perturbation tends to be reduced for $T_2$* values of 10.2-50.7 milliseconds.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved