237465

บทคัดย่อ

ภูมิหลัง: ภาวะหัวใจล้มเหลวเป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตในผู้ป่วยธาลัสซีเมียที่มีภาวะเหล็กเกินในกล้ามเนื้อหัวใจ การวัดค่า T2* ด้วยเครื่องเอ็มอาร์ไอเพื่อประเมินเหล็กในกล้ามเนื้อหัวใจเป็นวิธีการตรวจที่ไม่รุกล้ำ แต่ค่า T2* ที่ถูกต้องและเที่ยงตรงขึ้นอยู่กับคุณภาพของภาพเอ็มอาร์ที่นำมาใช้วิเคราะห์ ดังนั้นเราจึงนำเสนอเทคนิคเกรเดียนท์แบบกดสัญญาณเลือดและไม่ต้องกลั้นหายใจซึ่งเทคนิคนี้ให้ภาพเอ็มอาร์ที่มี SNR และ ความคมชัดสูง

วัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพและความเที่ยงตรงของการวัดค่า T2* ในกล้ามเนื้อหัวใจ จากข้อมูลภาพที่ได้โดยเทคนิคเกรเดียนท์แบบกดสัญญาณเลือด ระหว่างแบบกลั้นหายใจ และไม่ต้องกลั้นหายใจ

วิธีการศึกษา เทคนิคที่ใช้ได้ทดสอบความถูกต้องในหุ่นจำลองที่มีแปดความเข้มข้นของเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3 6H_2O$) ที่มีช่วงของค่า T2* อยู่ระหว่าง 3 ถึง 40 มิลลิวินาที อาสาสมัครสุขภาพดี 15 คน และผู้ป่วยธาลัสซีเมีย 5 คน ทำการสร้างภาพบริเวณกึ่งกลางหัวใจห้องล่างซ้ายในแนวขวาง (short axis) ใช้ 10 เวลาเอคโค่ (1.70 – 26.10 มิลลิวินาที เวลาระหว่างแต่ละเอคโค่เท่ากับ 2.7 มิลลิวินาที) สร้างภาพร่วมกับเทคนิคกดสัญญาณเลือด พารามิเตอร์ที่ใช้ในเทคนิคแบบกลั้นหายใจดังนี้ ใช้ลำดับพัลส์สปอยล์เกรเดียนท์ มุมในการกระตุ้นแมกเนไทเซชั่นเท่ากับ 25 องศา ความละเอียดภาพเท่ากับ164 x 154 พิกเซล พื้นที่การมองเห็นเท่ากับ 36 เซนติเมตร เวลาในการกระตุ้นซ้ำเท่ากับ 28 มิลลิวินาที เก็บสัญญาณเพื่อนำมาเฉลี่ยหนึ่งครั้ง สำหรับเทคนิคแบบไม่ต้องกลั้น

237465

หายใจ ใช้พารามิเตอร์เหมือนกันยกเว้นความละเอียดภาพเท่ากับ 240 x 232 พิกเซล เก็บสัญญาณเพื่อนำมาเฉลี่ยหกครั้ง และใช้ลำดับพัลส์ก่อนการกระตุ้นด้วย Navigator เพื่อจับจังหวะการขยับของกระบังลมก่อนการสร้างภาพหัวใจ บริเวณผนังหัวใจห้องล่างซ้ายเป็นบริเวณที่ใช้ในการประเมินเพื่อหาค่า T2* โดยมีการฟิตกราฟแบบ mono-exponential, truncation และ offset การวิเคราะห์ข้อมูลทำโดยใช้โปรแกรม MATLAB (Mathworks, Natick, MA, USA) และ Excel

ผลการศึกษา: ความเข้มข้นของเฟอร์ริกคลอไรด์และค่า R2* (1000/T2*) มีความสัมพันธ์กันสูง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันเท่ากับ 0.996 (P<0.001) ในอาสาสมัครสุขภาพดี เทคนิคแบบไม่ต้องกลั้นหายใจให้ภาพที่มี SNR สูงกว่าเทคนิคกลั้นหายใจโดยมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ SNR ประมาณ 40% ในภาพทุกเวลาเอคโค่ ค่า T2* เฉลี่ยจากเทคนิคไม่ต้องกลั้นหายใจฟิตกราฟแบบ truncation และ offset เท่ากับ 36.59 ± 3.18 และ 36.31 ± 2.72 มิลลิวินาที ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.799) อย่างไรก็ตามค่า T2* เฉลี่ยจากเทคนิคกลั้นหายใจด้วยการฟิตกราฟทั้งสองแบบมีค่าเท่ากับ 29.70 ± 8.02 และ 31.12 ± 7.92 มิลลิวินาที ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (P=0.036) ค่า T2* เฉลี่ยจากเทคนิคไม่ต้องกลั้นหายใจไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญจากเทคนิคกลั้นหายใจเมื่อฟิตกราฟแบบ truncation (P=0.080) แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญเมื่อฟิตกราฟแบบ offset (P=0.0002) ในการศึกษาความสามารถในการให้ค่าที่เหมือนเดิมจากเทคนิคไม่ต้องกลั้นหายใจโดยใช้ Bland-Altman พบว่าค่าเฉลี่ยความแตกต่างของค่า T2* เท่ากับ -0.10 มิลลิวินาที และ ค่าสัมประสิทธ์ความแปรปรวนจากเทคนิคไม่ต้องกลั้นหายใจจากผู้วิเคราะห์ข้อมูลสองคนเท่ากับ 6.34% ซึ่งน้อยกว่าเทคนิคกลั้นหายใจ คือ 8.41% ในอาสาสมัครธาลัสซีเมียค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า T2* จากการศึกษาสองครั้งจากการฟิตกราฟแบบ mono-exponential, truncation และ offset เท่ากับ 2.79, 1.88 และ 6.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในการศึกษาการให้ค่าที่เหมือนเดิมพบว่าการฟิตกราฟแบบ truncation ให้ค่า T2* ที่มีช่วงความแตกต่างเท่ากับ 2.49 มิลลิวินาที ซึ่งน้อยกว่าการฟิตกราฟแบบ offset คือ 6.90 มิลลิวินาที

สรุปผลการศึกษา: การสร้างภาพด้วยเทคนิคไม่ต้องกลั้นหายใจเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการวัดค่า T2* เพราะสามารถให้ค่า T2* ที่เหมือนเดิม และสามารถใช้สร้างภาพในผู้ป่วยที่ไม่สามารถกลั้นหายใจได้ สำหรับข้อมูลภาพที่ได้จากเทคนิคกลั้นหายใจเพื่อให้ได้ค่า T2* ที่มีความเที่ยงตรงสูง การฟิตกราฟแบบ truncation อาจจะมีความเหมาะสม

237465

Background: Heart failure remains a major cause of death in beta-thalassemia major patients. T2* myocardial on Magnetic Resonance Imaging (MRI) for tissue iron level assessment is a non invasive technique. However accuracy and reproducibility of the T2* measurement depend on quality of MR images. We proposed a Free breathing Gradient Echo (GRE) black blood multi-echoes technique. This technique provided high SNR and resolution images.

Objectives: To compare the effectiveness and reproducibility of breath-hold technique versus free-breathing technique with GRE black blood multi-echoes pulse sequence for myocardial T2* measurement.

Methods: Techniques used in this study were validated in phantom study. The phantom incorporated 8 different concentrations of Ferric Chloride ($FeCl_3.6H_2O$) which corresponds to the T2* ranging from 3 to 40 msec. The in vivo data were collected from 15 healthy volunteers and 5 beta-thalassemia major patients. A single short-axis view of the mid left ventricle was acquired at ten echo times (1.70 – 26.10 msec. an increment of 2.70 msec.). A double inversion recovery was

used to acquire black blood images. For the single breath-hold technique, a spoil GRE sequence was used with the flip angle of 25°, matrix size 164 x 154, Field of View (FOV) 36 cm., TR 28 msec., 1 NSA, and for the free-breathing technique, most parameters were kept the same except matrix and NSA increased to 240 x 232, and, 6 NSA respectively. A navigator pre-pulse was used to detect the movements of diaphragm for free-breathing technique. Regions of interest were drew in the left ventricular septum. The mono-exponential, truncation and offset models were used to evaluate T2* value. The data analysis was performed on a PC using MATLAB (Mathworks, Natick, MA, USA) and Excel software.

Results: The correlation between phantom iron concentration (mg Fe^{3+}/g wet weight) and R2*(1000/T2*) using Pearson's test showed strongly correlation with a correlation coefficient of 0.996 ($P<0.001$). In healthy volunteers, a free-breathing provided higher SNR than that of the breath-hold approximately 40% in all TE images. The mean T2* values from Free breathing of 2 fitting models, mono-exponential and offset models, were 36.59 ± 3.18 ms., and 36.31 ± 2.72 ms., which were no significant different ($P = 0.799$). However, the mean T2* values from the breath-hold technique of the 2 fitting models were 29.70 ± 8.02 and 31.12 ± 7.92, which were significant different ($P=0.036$). The T2* values from free-breathing and breath-hold were no significantly different ($P=0.080$) when truncation model was applied for curve fitting, but they were significant different ($P=0.0002$) when offset model was used. Bland-Altman plots show inter-study reproducibility of myocardial T2* values from free-breathing technique. The mean different for inter-study were -0.10 ms. The inter-observer coefficients of variation (%CV) from free-breathing and breath hold data were 6.34% and 8.41%, respectively. In thalassemia volunteers, a mean of percentage different of T2* values in first study and second study from mono-exponential, truncation and offset were 2.79%, 1.88% and 6.79%, respectively. The study was found that the reproducibility from truncation model showed less difference of the T2*, 2.49 msec., compared to that of the offset models, 6.90 msec.

Conclusion: The free-breathing T2* technique is promisingly an alternative technique for T2* mapping because it provided greater reproducibility of T2* and should be more appropriate for patients who have difficulty in breath holding during scan. We believe the truncation model should be used with the breath hold technique in order to obtain more reproducible T2* measurements.