

ค่าการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ได้จากการตรวจด้วยเอ็มอาร์ไอ และการตรวจด้วยคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจผ่านผนังทรวงอก

อุเทน บุญมี¹ สุวิภาภรณ์ ศิริพรพิทักษ์² มาริน ศตวริยะ¹

¹ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

²ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

Received: November 24, 2021

Revised: December 27, 2022

Accepted: January 19, 2022

บทคัดย่อ

ค่าการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (LVEF) มีความสำคัญและใช้กันแพร่หลายในการอธิบายการทำงานของหัวใจชนิด Systolic function โดยคนปกติจะมีค่าการบีบตัวของหัวใจมากกว่าร้อยละ 55 ค่า LVEF นี้ได้จากการตรวจหลายวิธี ทั้งเอ็มอาร์ไอ (MRI) และคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจผ่านผนังทรวงอก (TTE) ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบว่า LVEF ที่ได้จากทั้งสองวิธีจะให้ค่าเหมือนหรือแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร โดยใช้สถิติเปรียบเทียบด้วย pair t-Test และค่าสหสัมพันธ์ในตัวอย่างผลตรวจผู้ป่วย 54 ราย ที่มีอาการคงที่ อายุ 4-37 ปี เพศชาย ร้อยละ 54 เพศหญิง ร้อยละ 46 มีผลตรวจ MRI และ TTE ห่างกัน 10.7 ± 8.2 เดือน ผลการศึกษาพบว่า ค่า LVEF ที่ได้จากการตรวจ TTE (M-Mode) ให้ค่ามากกว่า MRI คือ ร้อยละ 66.7 ± 7.1 และร้อยละ 60.3 ± 8.8 (ความเชื่อมั่นร้อยละ 95=9.14-3.70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกในระดับต่ำมาก ($r = 0.23$, $p\text{-value} < 0.05$) แม้ว่า MRI จะถือเป็นวิธีมาตรฐานในการวัด LVEF ตามคำแนะนำของสากล แต่ในสถานพยาบาลหลายแห่งที่ขาดแคลนเครื่องตรวจหรือในแง่ของความสะดวกรวดเร็วและความประหยัด TTE ยังเป็นตัวเลือกสำคัญในการวัด LVEF ซึ่งผู้นำไปใช้จำเป็นต้องรู้ถึงความแตกต่างและคุณสมบัติของค่าที่ได้จากการตรวจทั้งสองวิธีด้วย

คำสำคัญ: ค่าการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย การตรวจคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจผ่านผนังทรวงอก เอ็มอาร์ไอ

ผู้สนับสนุนประสานงาน:

อุเทน บุญมี

ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

270 ถ.พระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

อีเมล: utan_bunmee@hotmail.com

Left ventricular ejection fraction from magnetic resonance imaging and transthoracic echocardiography

Uthen Bunmee¹, Suvipaporn Siripornpitak², Marin Satawiriya¹

¹Department of Pediatric, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University

²Department of Radiology, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University

Abstract

The left ventricular ejection fraction (LVEF) is an important and influenced parameter to describe systolic function. The normal value of LVEF in a healthy population is above 55%, and based on magnetic resonance imaging (MRI) and transthoracic echocardiography (TTE). This study aimed to compare the different LVEF from both methods by a paired t-test and correlation. In 54 clinical stable patients, aged between 4 to 37 years of age, 54% were male, and 46% were female who underwent MRI and TTE for a duration of 10.7 ± 8.2 months. The results showed that the LVEF from TTE (M-Mode) was greater at a statistically significant than the MRI, at $66.7 \pm 7.1\%$ vs. $60.3 \pm 8.8\%$ [95% CI=9.14 - 3.70] and showed weak positive correlation ($r = 0.23$, p -value < 0.05). Although the MRI is the gold standard to measure left ventricular ejection fraction, but the TTE is important in deprived areas because of the simplified method and the economic aspect of lower costs. TTE is one choice to measure LVEF, which users should know about, particularly the differences and the properties of both tools.

Keywords: left ventricular ejection fraction, LVEF, transthoracic echocardiography, magnetic resonance imaging

Corresponding Author:

Uthen Bunmee

Department of Pediatric, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University
270 Rama-6 Road, Ratchathewi, Bangkok 10400, Thailand.

E-mail: utan_bunmee@hotmail.com

บทนำ

ค่าการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (Left ventricular ejection fraction, LVEF) เป็นพารามิเตอร์สำคัญสำหรับประเมินการทำงานของหัวใจ (systolic function) โดยการวัดร้อยละของการบีบไล่เลือดออกจากหัวใจ (ejection volume) ซึ่งวัดจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลือดขณะหดและคลายตัว (end-systolic and end-diastolic) ทั้งจากวิธีตรวจด้วยเอ็มอาร์ไอ หรือ Magnetic resonance imaging (MRI) ซึ่งเป็น advance imaging และจากการตรวจพื้นฐานด้วยคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจผ่านผนังทรวงอก หรือ Transthoracic echocardiography (TTE) โดยคนปกติจะมีค่าร้อยละ 50-70^{1,2} ในรายที่ค่าการบีบตัวน้อยกว่าปกติ มักสัมพันธ์กับโรคและอาการทางหัวใจ เช่น กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด (ischemic heart disease) ภาวะหัวใจวาย (heart failure) ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขยายตัวและอ่อนแรง (dilated cardiomyopathy) เป็นต้น ซึ่งในรายงานผลตรวจจากทั้ง MRI และ TTE มักแสดงค่านี้เสมอ จึงเกิดคำถามว่าค่า LVEF ที่ได้จากทั้งสองวิธีให้ค่าแตกต่างกันหรือไม่และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร จึงนำมาสู่การศึกษาวิจัยในครั้งนี้

วัตถุประสงค์

เปรียบเทียบความแตกต่างและศึกษาความสัมพันธ์ของค่า LVEF ที่ได้จากการตรวจ MRI และ TTE

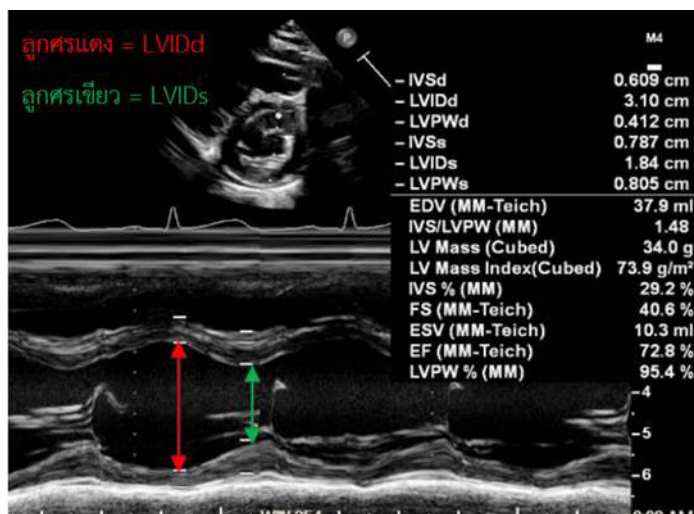
วิธีการศึกษา

ศึกษาผลตรวจย้อนหลัง (retrospective study) จากฐานข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2555-2563 งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เลขที่ COA. MURA2021/840

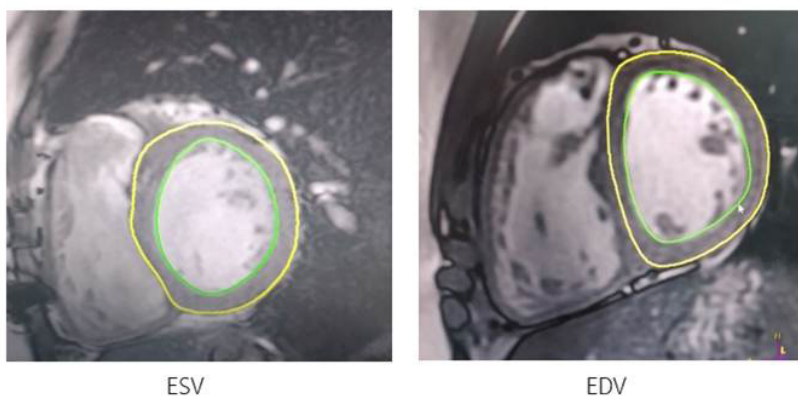
ประชากร

ผู้ป่วยโรคหัวใจชนิดต่างๆ 54 ราย ที่ได้รับการตรวจ MRI และ TTE โดยคัดผู้ป่วยที่มีผลต่างกันเกิน 2 ปีออกจากงานวิจัย และคัดผู้ป่วยที่มีอาการแย่งขณะรอตรวจออกจากงานวิจัย เพื่อลดปัจจัยที่จะส่งผลให้เกิดความแตกต่างของทั้งสองวิธี

สำหรับ TTE การวัด LVEF จะใช้ motion mode (M-mode) ในมุม parasternal short axis at mid LV วัด inner diameter ยกกำลังสองเพื่อให้ได้เป็น volume ทั้งในช่วง systolic phase เทียบกับช่วง diastolic phase แล้วคำนวณ Fraction¹ จากสูตร $EF = (EDV-ESV)/EDV \times 100$ (รูปที่ 1) คล้ายการวัดด้วย MRI แต่ MRI จะ detect endocardial line และใช้ electrocardiogram (ECG) เป็นตัวบอกช่วง systolic หรือ diastolic phase (รูปที่ 2) เรียกว่า Intrinsic trigger R wave โดย MRI ใช้เทคนิค Cine fast imaging employing steady-state acquisition (Cine FIESTA) ใน sagittal and short axis plane



รูปที่ 1 การวัด LVEF ด้วย M-Mode TTE ในมุม Parasternal short axis view



รูปที่ 2 การวัด LVEF ด้วย MRI ในมุม Short axis view

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ด้วย PASW statistic version 18 แสดงข้อมูลกลุ่มตัวอย่างด้วยสถิติเชิงพรรณนา ความถี่ (ร้อยละ) เปรียบเทียบ LVEF ของกลุ่มตัวอย่างที่รับการตรวจ 2 วิธี ซึ่งกระจายตัวปกติด้วยสถิติ Pair T-test ยอมรับความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p -value < 0.05 และวัดระดับความสัมพันธ์ด้วยสถิติ Pearson correlation ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ที่เข้าใกล้ 1 ถึง -1 และมีระดับนัยสำคัญ p -value < 0.05

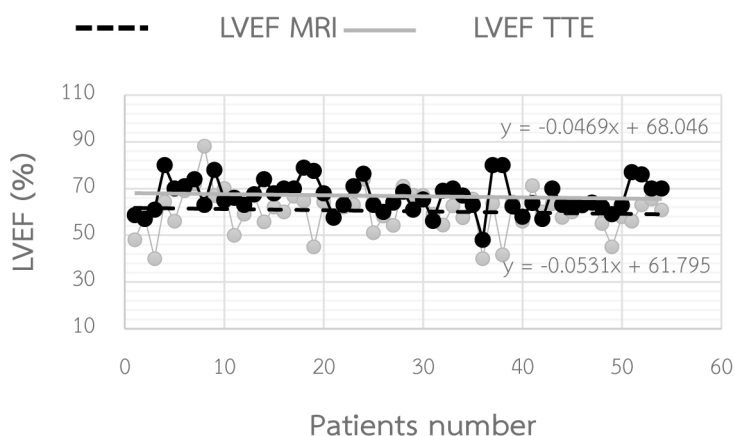
ผลการศึกษา

จาก 54 imaging studies ที่ใช้ในการศึกษา อายุ 4-37 ปี น้อยกว่า 15 ปี ร้อยละ 24 ($n=13$) ตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ร้อยละ 76 ($n=41$) เพศชาย ร้อยละ 54 ($n=29$) เพศหญิง ร้อยละ 46 ($n=25$) มีผลตรวจ cardiac MRI และ echocardiography ห่างกัน 10.7 ± 8.2 เดือน ประกอบด้วยโรค TOF s/p correction 49 ราย ร้อยละ 90.7 โรคอื่นๆ เช่น โรค TGA โรค Truncus arteriosus Type I s/p Rastelli operation โรค Cardiac fibroma โรค VSD with PS s/p left modified Blalock-Taussig shunt อย่างละ 1 ราย ร้อยละ 9.3

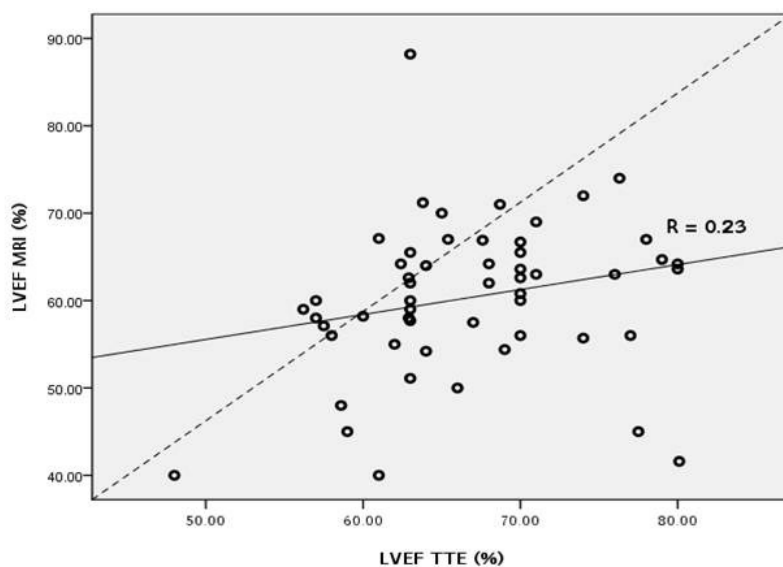
ตารางที่ 1 ค่าการเปรียบเทียบความแตกต่างและความสัมพันธ์ของ LVEF ที่ได้จากการตรวจ MRI และ TTE

N = 54	MRI	TTE	Difference		Correlation	
			95% CI of difference	p-value	r*	p-value
LVEF (%)	60.3 ± 8.8	66.7 ± 7.1	9.14 - 3.70	< 0.001	0.23	< 0.05

หมายเหตุ: Left ventricular ejection fraction, LVEF; Transthoracic echocardiography, TTE; Magnetic resonance imaging, MRI; Confidence interval, CI; *ระดับความสัมพันธ์ (coefficient level) โดยหาก r มีค่า 1 = perfect, 0.8-0.99 = very strong, 0.6-0.79 = moderate, 0.3-0.49 = fair, 0.3-0.49 = low, <0.3 = weak



รูปที่ 3 เส้นแนวโน้มของข้อมูล LVEF ที่ได้จากการตรวจทั้งสองวิธี



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ของ LVEF ที่ได้จากการตรวจทั้งสองวิธีกับเส้นอ้างอิง (เส้นประ)

อภิปรายผล

การบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ได้จากการตรวจ transthoracic echocardiography มีความแตกต่างจากการวัดด้วย MRI เพราะใช้หลักการ motion mode (M-mode) แต่ MRI ใช้หลักการ detect ขอบด้านในของ LV endocardial จากมุม short axis window และใช้ automatic intrinsic R wave ECG trigger เป็นตัวกำหนดช่วง systole หรือ diastole phase โดยอัตโนมัติ³ เพื่อให้เครื่องวัดค่าและนำไปคำนวณ ejection volume แล้วคำนวณต่อเป็น percent of fraction เรียกว่า ejection fraction, EF

ส่วน motion mode (M-mode) ใน Transthoracic echocardiography แม้จะมีการติด ECG monitor สำหรับ guide physiology timing เช่นกัน แต่การเลือกช่วง systole หรือ diastole phase ยังคงขึ้นกับผู้วัดเป็นสำคัญ (depend on operator) เรียกว่า extrinsic R wave ECG trigger ซึ่งการที่ผู้วัดเลือก phase เองก็มีโอกาสที่จะเป็นคนละจุดกับที่เครื่องเลือกโดยอัตโนมัติ แต่จะได้ค่า LVIDs และ LVIDd ที่สอดคล้องกับ motion มากกว่าการวัดโดยมี ECG guide โดยเป็นช่วงหัวใจบีบตัวเข้าลึกสุดและขยายออกมากที่สุด กรณีมี paradoxical movement จะเลือกใช้วิธี Simpson method แทน

เนื่องจาก MRI จะมีการใช้ intrinsic R wave ECG trigger ระบบจะไม่สนใจภาพ motion mode ตรงข้ามกับ TTE (M-mode) ที่มี operator เป็นผู้เลือก (Trigger) ส่งผลให้ค่า LVEF จาก MRI ที่ได้มีค่าน้อยกว่า TTE และการตรวจ LVEF ด้วย MRI ในรายที่ abnormal rhythm on ECG จะทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนและถือเป็นข้อจำกัดอย่างหนึ่ง แม้ว่า MRI จะเป็นเครื่องมือที่มี Reproducibility สูงและเป็น golden standard สำหรับวัด LVEF ก็ตาม^{4,5} เช่นเดียวกับการศึกษาของ Buddhé S และคณะที่พบว่า LVEF จาก MRI และ TTE มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ⁶ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tak T และคณะที่พบว่า การตรวจทั้งสองวิธีให้ค่าที่ต่างกัน⁷ คล้ายกับการ

ศึกษาของ Macron L และคณะที่พบว่าระหว่าง echocardiography 2 มิติ 3 มิติ และ MRI แต่ละวิธีจะให้ค่า LVEF ที่แตกต่างกันออกไป โดย 3D echocardiography มักมีค่า good agreement กับการตรวจด้วย MRI สูงกว่า⁸ แม้แต่ในงานวิจัยของ Bellenger NG และคณะที่ศึกษาในผู้ป่วย Heart failure ก็พบความแตกต่างของผลการวัด LVEF จาก TTE (M-mode) และ MRI เช่นกัน โดยเขาได้ทบทวนงานวิจัยหลายชิ้นที่ศึกษาในลักษณะเดียวกันด้วยพบว่าค่า LVEF จาก TTE (M-mode) ส่วนใหญ่ล้วนให้ค่าที่มากกว่า MRI แต่ด้วยลักษณะการใช้ 3D approach ผลที่ได้จาก MRI จึงเป็นผลจากการบีบของผนังหัวใจทุกด้าน ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติที่เหนือกว่า imaging อื่นๆ อย่างไรก็ตาม หากมองในแง่คุณสมบัติด้าน noninvasive method ด้านค่าใช้จ่าย ด้านความสะดวกในการตรวจ Bedside ในพื้นที่แคบ และเคลื่อนย้าย (portable) หรือในสถานการณ์ฉุกเฉิน TTE ก็ยังมีความน่าสนใจและได้รับความนิยมตลอดมา^{7,9} ซึ่งจากงานวิจัยพบว่าโดยทั่วไป LVEF จากทั้งสองวิธีมักให้ค่าไม่เท่ากัน ดังนั้น ค่า LVEF จาก TTE ที่ให้ค่าไม่เท่ากับ MRI ที่เป็นวิธีมาตรฐาน จึงไม่ได้หมายถึงผู้ตรวจ TTE มีความผิดพลาดเสมอไป หากแต่เกิดจากลักษณะการวัดของทั้งสองวิธีที่ส่งผลให้ค่าที่ได้ต่างกันด้วย

สรุปผล

ค่าการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (left ventricular ejection fraction, LVEF) ที่ได้จากการตรวจ MRI และ TTE (M-mode) มีความต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย TTE มีแนวโน้มให้ค่าที่สูงกว่า และค่าที่ได้จากทั้งสองวิธีมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในระดับต่ำมาก

เอกสารอ้างอิง

1. Foley TA, Mankad SV, Anavekar NS, et al. Measuring left ventricular ejection fraction-techniques and potential pitfalls. *Eur Cardiol* 2012;8:108-14.
2. Kosaraju A, Goyal A, Grigorova Y, et al. Left ventricular ejection fraction. 2017.
3. Stab D, Roessler J, O'Brien K, Hamilton-Craig C, Barth M. ECG triggering in ultra-high field cardiovascular MRI. *Tomography* 2016;2:167-74.
4. Pennell DJ. Cardiovascular magnetic resonance: twenty-first century solutions in cardiology. *Clin Med* 2003;3:273-8.
5. Zamorano JL, Bax J, Knuuti J, et al. The ESC textbook of cardiovascular imaging: Esc Textbook of Preventive Car; 2015.
6. Buddhe S, Lewin M, Olson A, et al. Comparison of left ventricular function assessment between echocardiography and MRI in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Radiol* 2016;46:1399-408.
7. Tak T, Jaekel CM, Gharacholou SM, et al. Measurement of ejection fraction by cardiac magnetic resonance imaging and echocardiography to monitor doxorubicin-induced cardiotoxicity. *Int J Angiol* 2020;29:45-51.
8. Macron L, Lim P, Bensaid A, et al. Single-beat versus multibeat real-time 3D echocardiography for assessing left ventricular volumes and ejection fraction: a comparison study with cardiac magnetic resonance. *Circ Cardiovasc Imaging* 2010;3:450-5.
9. Bellenger NG, Burgess MI, Ray SG, et al. Comparison of left ventricular ejection fraction and volumes in heart failure by echocardiography, radionuclide ventriculography and cardiovascular magnetic resonance; are they interchangeable? *Eur Heart J* 2000;21: 1387-96.