



Original Article

การศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนการบีบเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายด้วยวิธีการทำสแกนแบบภาพตัดขวางสามมิติและแบบมูกา

The comparative study of left ventricular ejection fraction (LVEF) between gated blood pool tomography and multiple gated acquisition (MUGA) scan

นนทชา ศิริทรานนท์^{1*} • แสงจันทร์ เกษนาว่า¹ • ภัคกร พุทธนิยม¹ • ฉัตรชัย นาวิกชีวิน¹ • สุภัทรพร เทพมงคล²

¹สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

²สาขาเวชศาสตร์นิวเคลียร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร 10330 ประเทศไทย

Nonthacha Siritranont^{1*} • Saengchan Ketnawa¹ • Pakaporn Puthniyom¹ • Chatchai Navikhacheevin¹

Supatporn Tepmongkol¹

¹Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, King Chulalongkorn Memorial Hospital, Thai Red Cross Society, Bangkok 10330, Thailand

²Division of Nuclear Medicine, Department of Radiology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand

*ผู้รับผิดชอบบทความ: นนทชา ศิริทรานนท์ | Corresponding author: Nonthacha Siritranont (s.nontacha@gmail.com)

Received: 24 September 2022 | Revised: 28 March 2023 | Accepted: 3 April 2023

Thai J Rad Tech 2023;48(1):71-78

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การตรวจประเมินการทำงานของหัวใจด้วยเทคนิคทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยวิธี MUGA เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะมีความน่าเชื่อถือสูงในการตรวจแต่ละครั้ง ในกรณีที่การตรวจแบบ MUGA ล้มเหลวหรือให้ผลไม่ถูกต้องเนื่องจากมีก้อนเนื้องอก (Tumor) มาบังหัวใจ การตรวจแบบ GBPS จึงเป็นทางเลือก สำหรับการตรวจแบบ GBPS ไม่ได้ใช้ในการตรวจประจำ เนื่องจากการตรวจแบบใหม่ที่ขึ้นกับคุณสมบัติความสามารถของเครื่องด้วย ปัจจุบันโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย มีเครื่องสแกนที่สามารถทำการตรวจแบบ GBPS ได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้ว่าน่าเชื่อถือเพียงใด การประมวลผล (Processing) ต้องอาศัยทักษะความชำนาญที่ต่างไปจากการตรวจแบบปกติที่ใช้อยู่ การศึกษานี้จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและความชำนาญแก่นักรังสีการแพทย์ในการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูล และรังสีแพทย์ในการแปลผล **วิธีการศึกษา:** ศึกษาในอาสาสมัครที่ยังไม่ได้รับยาเคมีบำบัด หรือทานยาที่มีผลต่อการติดฉลาก (label) ของเม็ดเลือดแดงกับเทคนิคเชียมเปอร์เทคนีเตท (technetium pertechnetate) จากนั้นทำการตรวจ MUGA ในท่า LAO โดยใช้มุมที่เห็นหัวใจห้องล่างซ้ายแยกกับหัวใจห้องล่างขวาได้ชัดเจนที่สุด ใช้เครื่อง Siemens รุ่น Symbia T คอลลิเมเตอร์แบบ LEUR (low energy ultra-high resolution) ตั้งค่าการถ่ายภาพนานเท่ากับการเดินของหัวใจ 1000 ครั้ง โดยใช้เมตริกซ์ (Matrix) ขนาด 64x64 ขยาย 1.45 เท่า หลังจากนั้นทำการตรวจแบบ GBPS ใช้เมตริกซ์ 64x64 ขยาย 1.45 เท่า ใช้เวลาเก็บรูปละ 50 วินาที ทั้งหมด 64 รูป ต่อการหมุน 180 องศา โดยหัววัดทำมุมฉากกัน เริ่มเก็บภาพที่มุม RAO 45 องศา ทำการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้ **ผลการศึกษา:** มีผู้เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 55 ราย (ชาย 17 ราย หญิง 38 ราย) อายุเฉลี่ย 44.38±10.54 ปี ความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจแบบ MUGA กับ GBPS พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีมากได้ค่า R = 0.84 มีผู้ที่มีค่า %LVEF ผิดปกติ 1 ราย จากจำนวน 54 รายที่รังสีแพทย์แปลผลว่าปกติ พบว่าค่า %LVEF ของการเก็บแบบ MUGA มีค่าเฉลี่ย 65.67±4.43 และ

การเก็บแบบ GBPS มีค่าเฉลี่ย 77.33 ± 7.0 **สรุปผลการศึกษา:** ผู้ป่วยที่ล้มเหลวจากการตรวจแบบ MUGA สามารถให้การตรวจแบบ GBPS ในการประเมินค่า %LVEF ได้ การตรวจแบบ GBPS สามารถทำได้สำหรับการประมวลผลแบบอัตโนมัติ ผลที่ได้มีความสอดคล้องกับการตรวจแบบ MUGA มีความสัมพันธ์ที่ดีด้วยค่า $R=0.84$ ค่า %LVEF ที่ได้จากวิธี GBPS จะมีค่าสูงกว่าวิธี MUGA เนื่องจากวิธี MUGA จะมีการรวมค่านับวัดของหัวใจห้องบนซ้ายเข้าไปด้วยในการคำนวณ

คำสำคัญ: สัดส่วนการบีบเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย, การสแกนหัวใจแบบภาพตัดขวางสามมิติ, การตรวจมูกา

Abstract

Background: MUGA scan is the nuclear medicine technique used to evaluate left ventricular ejection fraction of the heart. It had high reproducibility in each examination. In cases which MUGA is failed or incorrect result due to tumor obscured the heart, GBPS (gated blood-pool SPECT) is an alternative method. GBPS is not routine practiced at King Chulalongkorn Memorial Hospital (KCMH) service. It is according to capability of scanner and software package for processing. Now, KCMH has the scanner that has this capability but no experience to perform processing and the reliability of results. This study will help technologist to make confidence in processing and nuclear medicine physician to interpret result. **Methods:** Patients with request for pre- chemotherapy %LVEF base line and volunteer, who did not on drug which affect red blood cell labeling with technetium pertechnetate, were included in this study. The method of RBC (red blood cell) labeling was modified in vivo technique. Perform MUGA acquisition in LAO (left anterior oblique) view with best septal seen. Preset 1000 heart beats with 64×64 matrix, zoom 1.45 with LEUR (low energy ultra-high resolution) collimator on Siemens Symbia T camera and followed by GBPS acquisition with 64×64 matrix, zoom 1.45, 64 views over 180 degree rotation arc, duration 50 sec/view, perpendicular configuration detector and start from RAO (right anterior oblique) 45 degree. Perform reconstruction and processing for nuclear medicine physician interpretation. **Results:** Total study was 55 cases (17 males and 38 females) with the age (mean $\pm$ SD) was 44.38 ± 10.54 years. The relationship between MUGA and GBPS was good correlation with $R = 0.84$. Nuclear medicine physician interpreted 54 cases were within normal limits and one case was abnormal %LVEF. The mean normal value of %LVEF by MUGA was 65.67 ± 4.43 and GBPS was 77.33 ± 7.0 . **Conclusion:** The Patient whom fail to perform MUGA processing can used GBPS for %LVEF evaluation. %LVEF by GBPS was reproducible for automated processing and correlated well with MUGA with $R = 0.84$. %LVEF by GBPS was higher than MUGA due to left atrium counts was included in MUGA calculation.

Keywords: Left ventricular ejection fraction, Gated blood pool tomography, Multiple gated acquisition

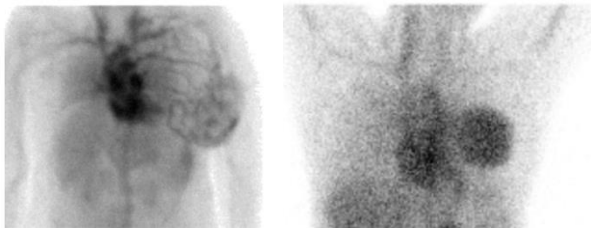
บทนำ

LVEF (left ventricular ejection fraction) คือสัดส่วนการบีบเลือด^[1] (stroke volume; SV) ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย โดยคำนวณจากปริมาตรเลือดก่อนและหลังการบีบตัว %LVEF มีบทบาทสำคัญในการวินิจฉัยและการจัดการโรคหัวใจและหลอดเลือด %LVEF สามารถหาได้หลายวิธี การตรวจประเมินการบีบเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายด้วยเทคนิคทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์โดยวิธี MUGA (multiple gated acquisition) เป็นวิธีที่นิยมใช้เพราะเป็นการตรวจที่ไม่คุกคาม (Non-invasive) ขั้นตอนการตรวจไม่ยุ่งยากมีข้อจำกัดทางเทคนิคน้อย ค่าใช้จ่ายไม่สูง ใช้เวลาไม่นาน มีความถูกต้องและทำได้^[2] (accuracy and reproducibility) มีความแปรปรวนของผู้สังเกตระหว่างกันต่ำ^[3] (Inter-observer variability) และไม่ขึ้นกับทักษะความชำนาญของผู้ทำการตรวจ^[4] (Operator dependence)

ผลข้างเคียงของการได้รับยาเคมีบำบัดในการรักษาโรคมะเร็งคือเป็นพิษต่อหัวใจ (Cardiotoxicity) อาจทำให้ผู้ป่วยเสียชีวิตจากภาวะหัวใจล้มเหลว เป็นที่ยอมรับกันว่าค่า %LVEF ลดลงเกินร้อยละ 10^[5] แสดงว่ามีผลต่อหัวใจต้องเปลี่ยนแผนการรักษา ทั้งสมาคมโรคหัวใจและมะเร็งวิทยาสมาคมของสหรัฐอเมริกา (American Heart Association and American Society of Clinical Oncology) ต่างก็แนะนำให้มีการประเมินความเป็นพิษต่อหัวใจระหว่างการให้ยาเคมีบำบัดแต่ไม่ได้กำหนดวิธีการถ่ายภาพ (Imaging modality) เป็นการเฉพาะ^[6] ปัจจุบันนี้การประเมินความเป็นพิษต่อหัวใจด้วยวิธี MUGA มีการใช้อย่างกว้างขวาง^[7] นอกจากนี้ยังมีการใช้สำหรับวินิจฉัยและพยากรณ์โรคของผู้ป่วยโรคหัวใจอื่นๆด้วย^[8]

ปกติแล้วผู้ป่วยที่มาใช้บริการการตรวจประเมินการบีบเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายด้วยเทคนิคทางเวชศาสตร์นิวเคลียร์ตามคำร้องขอของแพทย์นั้นจะให้วิธี MUGA แต่กรณีนี้

สงสัยว่าหัวใจห้องล่างซ้ายอาจถูกบังจากก้อนเนื้ออก (Tumor) ขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 1 (ซ้าย) ทำให้ได้ผลการตรวจไม่ถูกต้อง หรือในรายที่ผู้ป่วยเป็นมะเร็งในเซลล์ผนังหลอดเลือดแดง (Angiosarcoma) ที่หน้าอกการเก็บข้อมูลในมุม LAO (Left anterior oblique) ไม่สามารถแยกให้เห็นหัวใจห้องล่างซ้ายได้ เนื่องจากก้อนเนื้ออกจาก angiosarcoma มาบังทำให้ไม่สามารถประมวลผลหาค่า %LVEF ได้ ดังรูปที่ 1 (ขวา) การตรวจด้วยวิธี GBPS (Gated blood pool SPECT) จึงเป็นทางเลือกในการหาค่า %LVEF



รูปที่ 1 หลังจากติดฉลากเม็ดเลือดแดงกับเทคนิค

เปอร์เทคนิคเต แสดงภาพด้านหน้าแบบคงที่ (Static anterior) ตัวอย่าง (ซ้าย) ภาพของผู้ป่วยที่มีก้อนเนื้ออกขนาดใหญ่บริเวณผนังหน้าอกด้านซ้าย (ขวา) ภาพของผู้ป่วยเป็นมะเร็งในเซลล์ผนังหลอดเลือดแดงบริเวณหน้าอก

การตรวจแบบ GBPS ไม่ได้ใช้ในการตรวจประจำเนื่องจากเป็นการตรวจแบบใหม่ที่ต้องขึ้นกับคุณสมบัติความสามารถของเครื่องด้วย เช่น โปรแกรมในการวิเคราะห์ข้อมูล (Software Package) ปัจจุบันโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย มีเครื่องสแกนที่สามารถทำการตรวจแบบโทโมกราฟีนี้ได้ แต่ยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบค่าผลลัพธ์ที่ได้ว่าถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด การประมวลผล (Processing) ต้องอาศัยทักษะความชำนาญที่ต่างไปจากการตรวจแบบปกติที่ใช้อยู่ ดังนั้นการศึกษาเปรียบเทียบนี้จะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและความชำนาญให้แก่ นักรังสีการแพทย์ในการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูล และรังสีแพทย์ในการแปลผลค่า %LVEF ในการตรวจแบบ GBPS

วิธีดำเนินการศึกษา

เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนาแบบไปข้างหน้าและผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการเก็บข้อมูลจากคนไข้ที่แพทย์ส่งมาทำ MUGA Scan ก่อนให้เคมีบำบัดและ

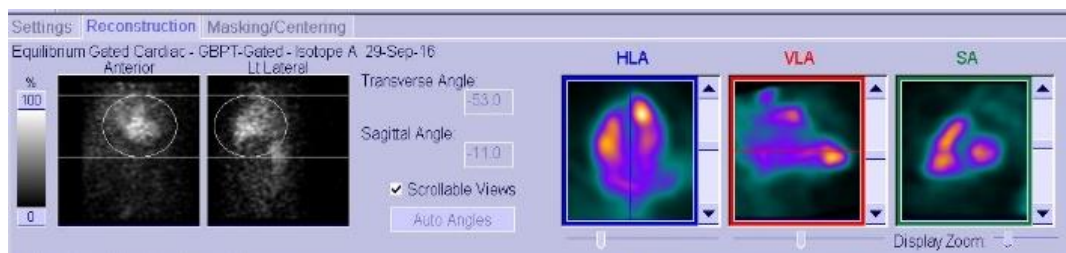
อาสาสมัครในคนปกติที่ไม่ได้เป็นโรคเกี่ยวกับโรคเลือด โรคหัวใจ หรือไม่ได้รับยาเคมีบำบัดภายใน 6 เดือน และมีจำนวนการปฏิเสธการนับวัดค่าการเต้นของหัวใจผิดปกติ (Reject beats) ไม่เกินร้อยละ 10 โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. การติดฉลากเม็ดเลือดแดงกับเทคนิคเชียม-99เอ็ม (technetium-99m; ^{99m}Tc) โดยการฉีดสแตนนัส(II)คลอไรด์ (stannous chloride; SnCl_2) 2 มิลลิกรัม (จัดจำหน่ายโดยสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ) เข้าทางหลอดเลือดดำ จากนั้นรอเวลาประมาณ 20 นาที จึงดูดเลือดออกมา 10 มิลลิลิตรโดยใช้หลอดฉีดยาที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (ใช้เฮพาริน (heparin) ที่ติดอยู่ในหลอดฉีดยา) แล้วเติมเทคนิคเชียมเปอร์เทคนิคเต (technetium pertechnetate; $^{99m}\text{TcO}_4^-$) 740 เมกะเบคเคอเรล (megabecquerels; MBq) ใช้เวลาผสมโดยการเขย่าเบาๆให้เข้ากันนาน 10 นาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นจึงฉีดเลือดที่ติดฉลากแล้วนี้กลับเข้าสู่ร่างกาย

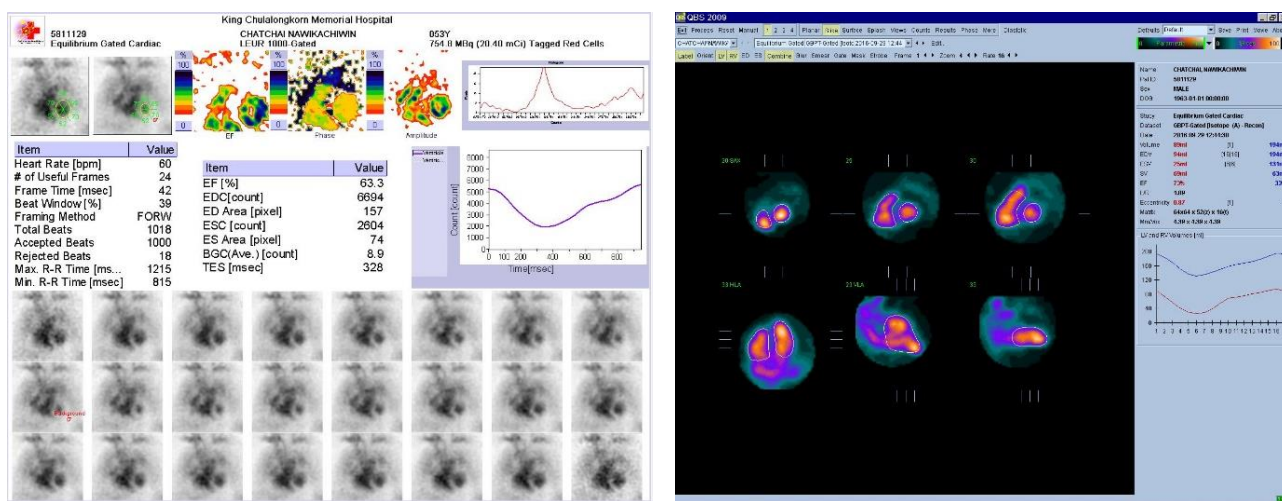
2. ใช้เครื่องถ่ายภาพรังสีแกมมาของบริษัท Siemens รุ่น Symbia T ใช้คอลลิเมเตอร์แบบ LEUR เก็บข้อมูลการถ่ายภาพแบบ MUGA ในท่า LAO พิจารณาตำแหน่งที่สามารถแยกหัวใจห้องล่างซ้ายและขวาได้ดีที่สุดใช้เมตริกซ์ 64x64, ขยาย 1.45 เท่า, 24 Frame/Cycle โดยการถ่ายภาพตั้งเวลาเท่ากับการเต้นของหัวใจ 1000 ครั้ง

3. ทำการเก็บข้อมูลแบบ GBPS โดยจัดลักษณะหัวใจให้ท่ามุมจาก ใช้ เมตริกซ์ขนาด 64x64, ขยาย 1.45 เท่า, 16 bin, เก็บภาพทั้งหมด 64 ภาพต่อการหมุน 180 องศา เริ่มที่ RAO 45 องศา แต่ละภาพใช้เวลา 50 วินาที เสร็จแล้วทำการสร้างภาพตัดขวางสามมิติ (3D Reconstruction) ตามแนวการวางตัวของหัวใจ ดังรูปที่ 2 โดยใช้วิธี Flash3D, Iteration 8, Subset 8 และ Gaussian filter 8.4

4. ข้อมูลที่ได้จากเครื่องถ่ายภาพจะถูกส่งไปประมวลผลที่ Syngo Workstation ของบริษัท Siemens การคำนวณหาค่า %LVEF จากการเก็บข้อมูลแบบ MUGA จะใช้วิธีประมวลผลแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic) ภาพตัดขวางที่ได้จากการเก็บข้อมูลแบบ GBPS นำไปประมวลผลหาค่า %LVEF ด้วยโปรแกรม QBS ของ Cedars Cardiac Quantification version 8.5.10.7 แบบอัตโนมัติ ตัวอย่างผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3 การประมวลผลหาค่า %LVEF ทั้ง 2 วิธีกระทำโดยนักรังสีการแพทย์คนเดียวกันตลอดทั้งโครงการ



รูปที่ 2 แสดงการวางตำแหน่งของ ROI และการปรับภาพตามแนวการวางตัวของหัวใจ ในขั้นตอนการสร้างภาพตัดขวาง



รูปที่ 3 แสดงตัวอย่างค่า %LVEF ที่ได้ (ซ้าย) แบบ MUGA (ขวา) แบบ GBPS ของผู้เข้าร่วมโครงการคนเดียวกัน

ผลการศึกษา

ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมด 55 ราย มาจากผู้ป่วยที่แพทย์ส่งมาตรวจก่อนให้เคมีบำบัด และอาสาสมัครที่ไม่ได้รับยาที่มีผลต่อการติดฉลากเม็ดเลือดแดงกับเทคนิคเข็ม เป็นชาย 17 ราย เป็น

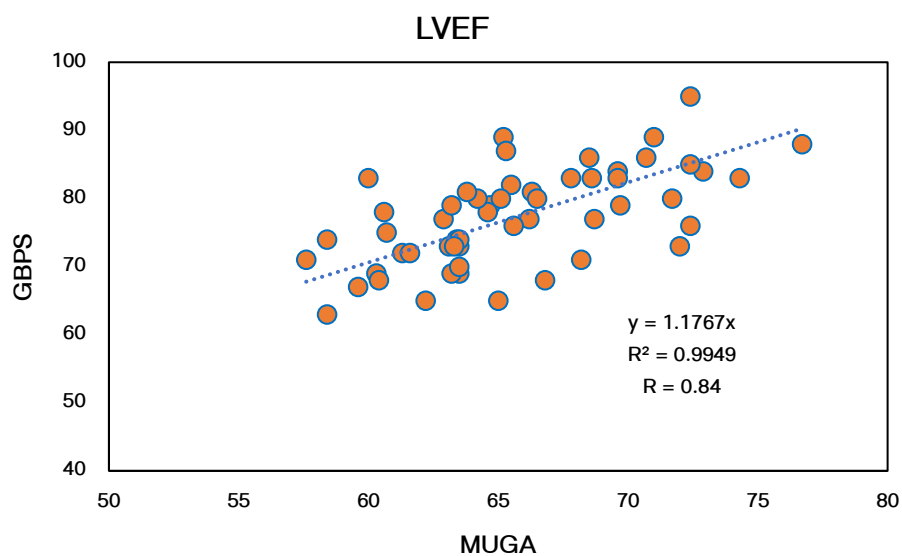
หญิง 38 ราย อายุเฉลี่ย 44.38 ± 10.54 ปี ดังแสดงในตารางที่ 1 ค่า %LVEF ที่ได้จากวิธี GBPS และ MUGA แสดงในตารางที่ 2 และกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4

ตารางที่ 1 แสดงรายละเอียดของผู้เข้าร่วมโครงการ

เพศ	จำนวน	อายุเฉลี่ย (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กก.)	อัตราการเต้นเฉลี่ยของหัวใจ
ชาย	17 (31%)	46.06±8.52	75.94±14.48	66.65±11.50
หญิง	38 (69%)	43.63±11.24	61.48±12.37	67.92±8.24
รวม	55	44.38±10.54	65.95±14.67	67.53±9.39

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผล %LVEF ที่ได้โดยวิธี GBPS และ MUGA ของผู้เข้าร่วมโครงการแต่ละราย รวมถึงข้อมูลสำคัญที่ได้จากการตรวจ

No.	GBPS		MUGA			No.	GBPS		MUGA		
	LVEF (%)	SV (ml)	LVEF (%)	HR (BPM)	Rejected		LVEF (%)	SV (ml)	LVEF (%)	HR (BPM)	Rejected
1	73	57	63.1	63	22	29	68	107	66.8	46	100
2	69	55	60.3	63	6	30	80	48	64.2	70	0
3	23	35	19.6	78	33	31	67	51	59.6	67	36
4	84	73	72.9	71	43	32	69	48	63.2	62	33
5	82	50	65.5	77	22	33	73	91	63.5	71	12
6	76	65	72.4	65	3	34	83	62	60	69	27
7	80	69	71.7	63	8	35	77	68	66.2	60	49
8	86	88	70.7	63	100	36	83	58	69.6	73	39
9	95	87	72.4	86	0	37	85	52	72.4	53	4
10	79	58	64.7	74	45	38	74	65	63.4	66	8
11	71	43	68.2	54	20	39	70	52	63.5	74	29
12	73	99	72	78	9	40	83	57	74.3	67	4
13	75	45	60.7	82	0	41	65	52	65	60	32
14	81	50	66.3	73	38	42	72	62	61.6	46	17
15	77	81	62.9	58	64	43	74	60	63.5	85	0
16	88	57	76.7	66	12	44	79	63	69.7	52	0
17	65	51	62.2	55	18	45	78	63	60.6	67	8
18	89	75	65.2	87	1	46	79	71	63.2	65	39
19	84	53	69.6	65	14	47	71	76	57.6	64	55
20	68	47	60.4	85	10	48	80	69	66.5	80	0
21	89	47	71	75	4	49	76	51	65.6	70	3
22	69	51	63.5	79	21	50	63	45	58.4	65	49
23	77	54	68.7	61	38	51	86	51	68.5	63	46
24	80	63	65.1	66	2	52	81	60	63.8	53	16
25	87	66	65.3	66	30	53	83	57	67.8	69	28
26	72	51	61.3	69	6	54	74	47	58.4	73	0
27	78	60	64.6	72	28	55	73	69	63.3	60	18
28	83	72	68.6	70	57						

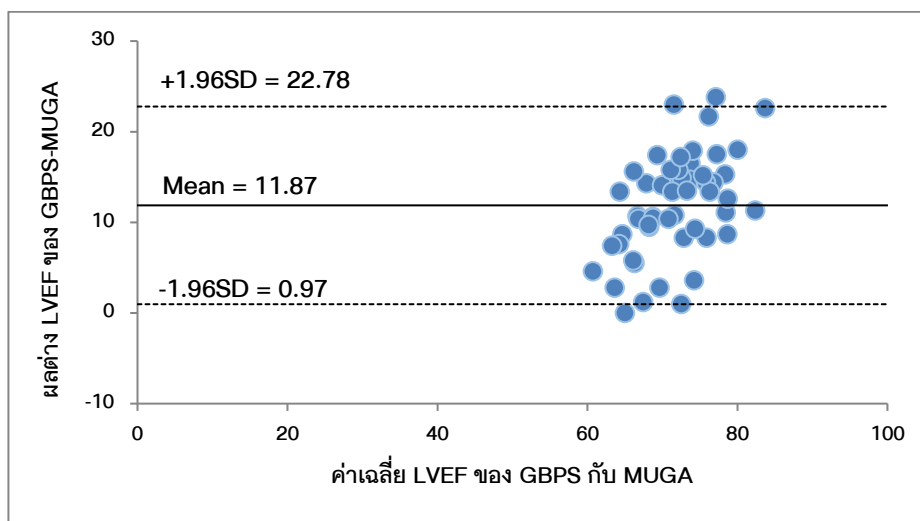


รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า %LVEF ที่ได้จากวิธี GBPS และ MUGA

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากตารางที่ 2 พบว่ามี 1 รายที่รังสีแพทย์แปลผลว่าค่า %LVEF ผิดปกติ เมื่อนำ 54 รายที่รังสีแพทย์แปลผลว่าปกติมาหาค่าเฉลี่ย พบว่าค่า %LVEF ของการตรวจแบบ MUGA มีค่าเฉลี่ย 65.67 ± 4.43 และการตรวจแบบ GBPS มีค่าเฉลี่ย 77.33 ± 7.0 พบว่าค่า %LVEF ของ GBPS สูงกว่า %LVEF ที่ได้จาก MUGA จากการทดสอบค่าเฉลี่ยด้วย Paired t-test พบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากการตรวจแบบ MUGA จะมีการรวมค่านับวัดของหัวใจห้องบนซ้าย [9,10] (Atrium overlap) เข้าไปด้วย เมื่อหัวใจห้องล่างซ้ายบีบตัว ค่านับวัดจากหัวใจห้องบนซ้ายจะมีผลกระทบมาก เพราะค่านับวัดจากหัวใจห้องล่างซ้ายขณะบีบตัวจะมีค่าน้อยโดยเฉพาะพวกที่มีประสิทธิภาพการบีบตัวของหัวใจดี

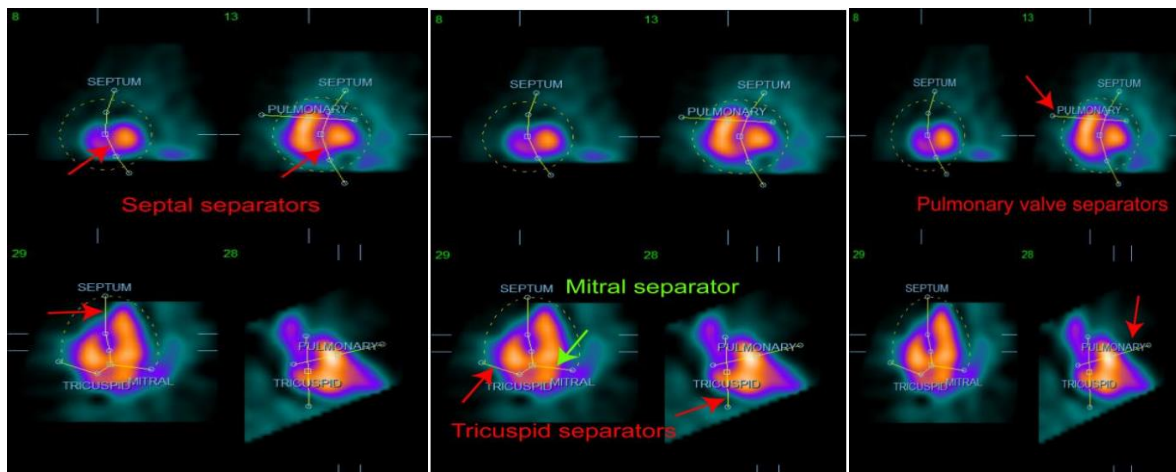
ในการศึกษาเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่า %LVEF โดยวิธี MUGA และวิธี GBPS โดยเครื่อง Symbia T ใช้คอลลิเมเตอร์แบบ LEUR พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ดีมาก ได้ค่าสหสัมพันธ์ (R) ที่ 0.84 และค่า $R^2 = 0.99$ (เมื่อตัดค่า outlier 1 ราย) ดังแสดงในรูปที่ 4 และการทดสอบขอบเขตการยอมรับความแตกต่างระหว่างการตรวจ 2 วิธีนี้โดยใช้ Bland-Altman plot ใช้ค่า limits of agreement ที่ร้อยละ 95 ดังแสดงในรูปที่ 5 โดยมีความแตกต่างเฉลี่ยที่ 11.87 ± 5.56 ทั้ง 2 วิธีนี้สามารถใช้ทดแทนกันได้ ในการศึกษาครั้งนี้ทำในคนปกติเป็นส่วนใหญ่ มีหนึ่งรายที่ %LVEF ผิดปกติก่อนทำการรักษาด้วยการทำบอลลูนหลอดเลือดหัวใจ ทำให้ขาดข้อมูลในกลุ่ม LVEF มีค่าต่ำและปานกลาง ซึ่งเป็นกลุ่มที่เป็นโรคหัวใจ



รูปที่ 5 Bland-Altman plot แสดงค่าเฉลี่ยของความแตกต่างการหา %LVEF ด้วยวิธี GBPS กับ MUGA และขอบเขตของการยอมรับที่ Mean $\pm 1.96SD$

ข้อดีของการตรวจแบบ GBPS คือเป็นการตรวจที่ครอบคลุมซึ่งสามารถให้ค่า %LVEF %RVEF (right ventricular ejection fraction) และ SV (Stroke volume) รวมถึงดูการเคลื่อนไหวของผนังหัวใจ (wall motion) ได้ ใช้เวลาในการตรวจน้อยกว่า MUGA เนื่องจากการตรวจ MUGA ต้องใช้การถ่ายภาพ 3 ตำแหน่ง คือ Anterior LAO และ Lt. Lateral นอกจากนี้การตรวจในท่า LAO จะต้องเลือกมุมที่หัวใจห้องล่างซ้ายและหัวใจห้องล่างขวาแยกกันดีที่สุด ต้องใช้เวลาและความเชี่ยวชาญในการดูภาพ บางครั้งอาจเป็นเรื่องยากที่จะดูภาพที่แสดงบนหน้าจอเมื่อค่าการนับวัดมีค่าน้อย เป็นเรื่องยากสำหรับนักรังสีวิทยาที่จะตัดสินใจว่ามุมใดจะให้ภาพดีที่สุด บางครั้งจำเป็น

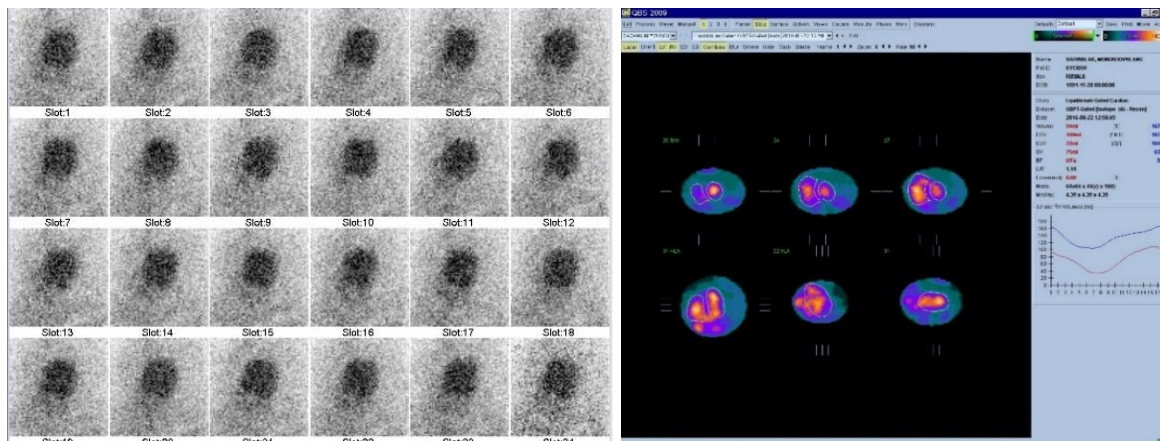
ต้องมีการถ่ายภาพใหม่ตามที่รังสีแพทย์ร้องขอ หรือต้องรอให้รังสีแพทย์ตัดสินใจว่าอยู่ในมุมที่ถูกต้องหรือไม่ ทำให้ต้องเสียเวลารอรังสีแพทย์ แต่ปัญหานี้จะไม่เกิดขึ้นในการตรวจแบบ GBPS แต่ข้อจำกัดของ GBPS คือในกรณีที่การติดฉากไม่ดี การประมวลผลอัตโนมัติอาจไม่สำเร็จ จะต้องมีการแก้ไขโดยการวางตำแหน่งของ septum, mitral valve, tricuspid valve และ pulmonary valve ด้วยมือ ดังแสดงในรูปที่ 6 นักรังสีวิทยาจะต้องมีทักษะที่สูงมากในการวางตำแหน่งเหล่านี้ เพราะจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนอย่างมากในการประมวลผลแต่ละครั้ง จึงเป็นเหตุผลที่การศึกษาเปรียบเทียบนี้ใช้การประมวลผล QBS แบบอัตโนมัติ



รูปที่ 6 แสดงการประมวลผล QBS ด้วยมือ^[11] จะต้องมีการวางตำแหน่งของ Septum, Mitral valve, Tricuspid valve และ Pulmonary valve

เราสามารถใช้การตรวจแบบ GBPS แทนการตรวจแบบ MUGA ได้ในกรณีที่การตรวจแบบ MUGA ล้มเหลวหรือมีก้อนเนื้องอกมาบังทำให้ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อน ดังเช่นคนไข้ที่เป็นมะเร็งในเซลล์มะเร็งหลอดเลือดแดงบริเวณหน้าอกเมื่อทำการถ่ายภาพแบบ MUGA ไม่สามารถประมวลผลได้ แต่เมื่อทำการ

ถ่ายภาพแบบ GBPS สามารถประมวลผลออกมาได้ดังแสดงในรูปที่ 7 ดังนั้นการศึกษาเทคนิคการตรวจแบบ GBPS ในครั้งนี้ทำให้เรามีความคุ้นเคย (Familiar) ในกระบวนการนี้ ค่าเฉลี่ย GBPS ในคนปกตินี้จะช่วยให้รังสีแพทย์มีความมั่นใจมากขึ้นในการแปลผล



รูปที่ 7 ผู้ป่วยเป็นมะเร็งในเซลล์มะเร็งหลอดเลือดแดงบริเวณหน้าอก (ซ้าย) ภาพการเก็บข้อมูลแบบ MUGA 24 Frame/Cycle ในท่า LAO 45 องศา ไม่สามารถแยกให้เห็นหัวใจห้องล่างซ้ายได้ ทำให้ประมวลผลหาค่า %LVEF ไม่ได้ (ขวา) การเก็บข้อมูลแบบ GBPS สามารถประมวลผลได้

สำหรับค่า SV (จากตารางที่ 2) สามารถนำไปใช้คำนวณหาปริมาณของเลือดที่สูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายเพื่อไปหล่อเลี้ยงทั่วร่างกาย (cardiac output) โดยการคูณด้วยอัตราการเต้นของหัวใจ จะมีหน่วยเป็นลิตรต่อนาที ค่านี้จะมีความสำคัญทางคลินิก ในการประเมินสุขภาพและความแข็งแรงของหัวใจ

ใช้ในการวินิจฉัยหรือติดตามผลการรักษา การหาค่า cardiac output ก็มีหลายวิธี GBPS ก็เป็นอีกหนึ่งวิธีในการหาค่า cardiac output แบบไม่รุกราน ผลลัพธ์ที่ได้จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้อง (Validation) ต่อไป เช่นเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากหุ่นจำลอง (Phantom) เป็นต้น

สรุปผลการศึกษา

ผู้ป่วยที่ล้มเหลวจากการตรวจแบบ MUGA สามารถใช้การตรวจแบบ GBPS ในการประเมินค่า %LVEF ได้ การตรวจแบบ GBPS ที่ใช้การประมวลผลอัตโนมัติ พบว่ามีความสอดคล้องกับการตรวจแบบ MUGA มีความสัมพันธ์ที่ดีด้วยค่า $R = 0.84$ ค่า %LVEF ที่ได้จากวิธี GBPS จะมีค่าสูงกว่าวิธี MUGA เกิดจากการรวมค่านับวัดของหัวใจห้องบนซ้ายเข้าไปด้วยในการคำนวณแบบ MUGA

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนโดยทุนวิจัยเพื่อการปรับปรุงคุณภาพ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ผู้วิจัยขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่เข้าร่วมโครงการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Dutta T, Spevack DM, Aronow WS. The left ventricular ejection fraction: new insights into an old parameter. *Hospital practice*. 2019;47(5):221-230.
- [2] Pelletier-Galarneau M, Finnerty V, Tan S, Authier A, Eng B, Gregoirw J, et al. Assessment of left ventricular ejection fraction with cardiofocal collimators: Comparison between IQ-SPECT, planar equilibrium radionuclide angiography, and cardiac magnetic resonance. *J Nucl Cardiol*. 2019;26:1857-1864.
- [3] Royen NV, Jaffe CC, Krumholz HM, Johnson KM, Lynch PJ, Atkinson P, et al. Comparison and reproducibility of visual echocardiographic and quantitative radionuclide left ventricular ejection fractions. *Am J Cardiol*. 1996;77:843-850.
- [4] Mitra D, Basu S. Equilibrium radionuclide angiography: Its usefulness in current practice and potential future applications. *World J Radiol*. 2012;4(10):421-430.
- [5] Perez IE, Alam ST, Hernandez GA, Sancassani R. Cancer Therapy Related Cardiac Dysfunction: An Overview for the Clinician. *Clin Med Insights Cardiol*. 2019;13:1-11.
- [6] Kolla BC, Roy SS, Duval S, Weisdorf D, Valeti U, Blaes A. Cardiac Imaging Methods for Chemotherapy-related Cardiotoxicity Screening and Related Radiation Exposure: Current Practice and Trends. *Anticancer Res*. 2017;37:2445-2449.
- [7] Yang SN, Sun SS, Zhang G, Chou KT, Lo SW, Chiou YR, et al. Left ventricular ejection fraction estimation using mutual information on technetium-99m multiple-gated SPECT scans. *Biomed Eng Online*. 2015;14:119:1-10.
- [8] Eeckhoudt SV, Ziekenhuis B, Schelfhout RV, Rijnstate, Arnhem. Equilibrium Radionuclide Angiography/Multigated acquisition. [Internet] Available from: https://richtlijnendatabase.nl/gerelateerde_documenten/f/17261/Equilibrium%20Radionuclide%20Angiography.pdf
- [9] Groch MW, Depuey EG, Belzberg AC, Erwin WD, Kamran M, Barnett CA, et al. Planar imaging versus gated blood-pool SPECT for the assessment of ventricular performance. A multicenter study. *J Nucl Med*. 2001;42:1773-1779.
- [10] Bartlett ML, Srinivassan G, Baker WC, Kitsiou AN, Dilsizian V, Bacharach SL. Left ventricular ejection fraction: comparison of results from planar and SPECT gated blood pool studies. *J Nucl Med*. 1996;37:1795-1799.
- [11] Cedars-Sinai Medical Center. QBS quantitative blood pool SPECT reference manual version 2012.1: October 2011, 8700 Beverly Blvd., CA, USA.