Original Article

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินเทคโนโลยีความเหมาะสมของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความเร็วสูงแบบถ่ายภาพต่อเนื่องในการช่วยวินิจฉัยโรคของหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ

สุทารัตน์ ตั้งสกุลวัฒนา
ชมพูนุท วิจิตรสงวน
บุญจง แซ่จึง
พงษ์ลดา สุพรรณชาติ
ทวีทอง กออนันตกูล
สุรภา ไหรัญพิจิตร
สถาบันโรคทรวงอก กรมการแพทย์

บทคัดย่อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าของการลงทุนและประสิทธิภาพของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ ที่ช่วยในการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ โดยเปรียบเทียบข้อบ่งชี้ในการใช้ ข้อเด่นและข้อจำกัด ความก้าวหน้าของเทคโนโลยี ประสิทธิภาพและประโยชน์สูงสุดในการวินิจฉัยโรคผู้ป่วย นอกจากนี้ยังคำนวณหาความคุ้มค่าของการลงทุนซึ่งรวมถึงราคาเครื่อง ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่อง ความยากง่ายและความรวดเร็วของโปรแกรมการใช้งาน ความเป็นไปได้ในการยกระดับเครื่องมือในอนาคต ดำเนินการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม 2548 ถึงกุมภาพันธ์ 2549

ในปัจจุบันเครื่อง multislice CT scan รุ่น 64 slice นับเป็นเครื่องมือที่ให้การวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจได้แม่นยำ มีความไว (sensitivity) สูงถึงร้อยละ 94-95 มีความจำเพาะเจาะจง (specificity) สูงถึงร้อยละ 93-97 และมีความถูกต้องของผลลบ (negative predictive value) สูงถึงร้อยละ 93-99 เมื่อเปรียบเทียบกับ Magnetic Resonance Imaging (MRI) เครื่องนี้มีจุดคุ้มทุนที่ 6.6 ปี และ 8.7 ปีสำหรับ MRI ดังนั้นเครื่อง multislice CT scan รุ่น 64 slice เป็นอย่างน้อย จึงเป็นเครื่องที่สมควรจัดหาให้มีในโรงพยาบาลหรือสถาบันที่จะเป็นศูนย์การตรวจวินิจฉัยรักษาทางด้านโรคหัวใจและทรวงอกอย่างยิ่ง

คำสำคัญ: **เครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ความเร็วสูง แบบถ่ายภาพต่อเนื่อง, ประสิทธิภาพ, โรคหลอดเลือดโคโรนารี**

บทนำ

ปัจจุบันอุบัติการของโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันและกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเพิ่มมากขึ้น และสูงเป็นอันดับต้น ๆ ของสาเหตุการตายของประชากรโลกรวมทั้งในประเทศไทย[1] การตรวจพบความผิดปกติรอยโรคในระยะเริ่มแรกจะสามารถช่วยลดอัตราการตายได้อย่างมากและช่วยให้ผู้ป่วยมีชีวิตที่ยืนยาวขึ้นได้ด้วยเทคโนโลยีทางการแพทย์ที่ทันสมัยมาก

ทำให้สามารถใช้เครื่องมือแพทย์สมัยใหม่ช่วยในการตรวจวินิจฉัยหาความผิดปรกติหรือรอยโรคของอวัยวะภายในต่าง ๆ ได้ตั้งแต่ในระยะเริ่มแรก แม้แต่อวัยวะที่มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา เช่น หัวใจและหลอดเลือด ซึ่งเครื่องมือทางการแพทย์เหล่านี้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่อง Echocardiography, Magnetic Resonance Imaging (MRI), Cardiac catheterization, Positron Emission Tomography (PET) หรือแม้แต่ Computed Tomography (เครื่อง CT scan) มีความเหมาะสมกับการตรวจหาความผิดปรกติของอวัยวะที่แตกต่างกัน รวมทั้งมีข้อดีหรือข้อจำกัดในด้านอื่น ๆ ที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้นการเลือกซื้อเครื่องมือครุภัณฑ์ในการวินิจฉัยโรคของหัวใจและหลอดเลือด จึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติทางเทคนิคของเครื่องมือ วัตถุประสงค์และความต้องการของผู้ใช้ ความพร้อมของบุคลากร เทคโนโลยีของเครื่องมือนั้น ๆ ตลอดจนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในอนาคต ราคาเครื่องและต้นทุนต่าง ๆ รวมทั้งค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา เพื่อให้เกิดความคุ้มทุนคุ้มค่าและเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดในการวินิจฉัยโรค

โดยทั่วไปแล้วไม่ว่าเครื่อง Echocardiography, MRI, Cardiac cath, PET หรือ CT scan ต่างมีความสำคัญและเหมาะสมกับการตรวจวินิจฉัยทางด้านหลอดเลือดและหัวใจแทบทั้งสิ้น เครื่องมือแต่ละชนิดมีความเหมาะสมในเรื่องการวินิจฉัยชนิดของรอยโรคและระยะเวลาที่เกิดรอยโรคที่แตกต่างกันไป รวมถึงความแตกต่างด้านอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของความสามารถของเครื่องมือนั้น ๆ ในการตรวจหาความผิดปรกติของผู้ป่วย รวมถึงความละเอียดแม่นยำของภาพที่ได้จากการตรวจจากเครื่องแต่ละชนิด นอกจากนี้ยังมีความแตกต่างในเรื่องของต้นทุนของเครื่อง ต้นทุนในการดำเนินการ ต้นทุนในการบำรุงรักษาเครื่อง ความยากง่ายในการใช้เครื่อง ความชำนาญของผู้ใช้เครื่องมือนั้น ๆ รวมถึงประสบการณ์ของแพทย์ผู้วินิจฉัย ซึ่งจะมีผลต่อการพิจารณาความเหมาะสมในการจัดหาเครื่องมือดังกล่าว จึงศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคุ้มค่าของการลงทุน และเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นต่าง ๆ ในการวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งเปรียบเทียบกับเครื่องมือชนิดอื่น

วิธีการศึกษา

1. สืบค้นข้อมูลจากตำรา หนังสืออ้างอิง วารสารทางการแพทย์และจากเว็บไซต์ทางการแพทย์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2548

2. ศึกษารายละเอียดของเครื่อง CT scan ของบริษัทต่าง ๆ รุ่นต่าง ๆ ที่มีจำหน่ายในปัจจุบัน วิเคราะห์และคำนวณความคุ้มค่าของการลงทุนเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง multislice CT scan 64 slice กับเครื่อง MRI โดยใช้หลักการดังนี้

2.1 คิดต้นทุนตามราคาจริงของเครื่องที่มีจำหน่ายในท้องตลาดใน พ.ศ. 2548 เครื่อง multislice CT scan 64 slice ประมาณ 55 ล้านบาท และเครื่อง MRI 1.5 tesla ประมาณ 80 ล้านบาท

2.2 คำนวณอายุการใช้งานของเครื่องทั้งสองชนิดเท่ากันคือ 10 ปี

2.3 ประมาณค่าบำรุงรักษาเครื่อง multislice CT scan ต่อปีหลังหมดระยะเวลาประกัน เท่ากับ 2.5 ล้านบาท และในปีต่อ ๆ ไปคิดเพิ่มตามอัตราเงินเฟ้อที่ร้อยละ 5 ส่วนเครื่อง MRI ได้ประมาณค่าบำรุงรักษาที่ 5 ล้านบาท และเพิ่มขึ้นในอัตราเดียวกัน

2.4 คิดค่าเสื่อมราคาแบบเส้นตรง โดยตัดค่าเสื่อมราคาเท่ากับ 10 ปี ตามประมาณอายุงานของเครื่องหรือเท่ากับร้อยละ 10 ต่อปี

2.5 การประมาณรายได้ คิดราคาค่าตรวจตามที่กรมบัญชีกลางกำหนด

2.6 การประมาณค่าใช้จ่าย ค่าใช้จ่ายในส่วนที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ ใช้ต้นทุนจริงและปรับขึ้นทุกปีตามอัตราเงินเฟ้อ ค่าใช้จ่ายที่เป็นค่าแรงประมาณโดยคำนึงถึงจำนวนเจ้าหน้าที่ที่ใช้ในการดำเนินการจริง ยกเว้น

ในส่วนของรังสีแพทย์ซึ่งต้นทุนจริงควรจะต่ำกว่าที่นำมาคำนวณเนื่องจากไม่ได้นำเวลาร่วมซึ่งรังสีแพทย์ใช้ในการทำงานวินิจฉัยอื่น ๆ ทางรังสีไปพร้อม ๆ กันมาคำนวณด้วย

2.7 ความคุ้มค่าของการลงทุนเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง multislice CT scan 64 slice กับเครื่อง MRI ใช้สมการดังต่อไปนี้

$$NPV = \sum_{t=0-n} [\ CF_t / (1+IRR)^t\ ] = 0$$

NPV = Net Present Value

CF_t = Net Cash Flow at period t

IRR = Internal Rate of Return หรือค่า discount rate ที่ทำให้ ค่า present value ของ expected cash inflow ของโครงการเท่ากับต้นทุนของโครงการ (expected cost)

ดำเนินการศึกษาตั้งแต่สิงหาคม 2548 ถึงกุมภาพันธ์ 2549 ทั้งนี้คณะผู้วิจัยมิได้มีส่วนได้ส่วนเสียหรือผลประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมกับบริษัทผู้ผลิตจำหน่ายใดทั้งสิ้น

ผลการศึกษา

เครื่องมือครุภัณฑ์ทางการแพทย์ที่สามารถใช้ในการตรวจวินิจฉัยรอยโรคในช่องทรวงอก โดยเฉพาะโรคหัวใจและหลอดเลือดได้ มีหลายชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติข้อดี และข้อจำกัดต่าง ๆ กัน (ตารางที่ 1)

ปัจจุบันการตรวจวินิจฉัยโดยใช้ Cardiac angiography (cardiac cath) สามารถตรวจวินิจฉัยได้ทั้งโรคของลิ้นหัวใจ การทำงานของหัวใจ โรคของหลอดเลือดหัวใจ โดยถือเป็น gold standard ในการวินิจฉัยโรคของหลอดเลือดหัวใจ (coronary artery) แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือ สามารถเห็นได้เฉพาะรอยโรคภายในหลอดเลือด ไม่สามารถวินิจฉัยรอยโรคบางชนิดที่ผนังหลอดเลือดได้ รวมทั้งเป็นวิธีการที่ยุ่งยากเนื่องจากผู้ป่วยต้องนอนโรงพยาบาล และสอดใส่สายสวนหัวใจรวมทั้งฉีดสารทึบรังสีโดยตรงที่หลอดเลือดหัวใจ ซึ่งอาจมีผลข้างเคียง เช่น หลอดเลือดหดตัว (spasm) สาย catheter ขาด หลอดเลือดเกิดการฉีกขาดหรือเลือดไหลเซาะระหว่างชั้นผนังหลอดเลือด (dissection)

การพัฒนาเครื่องมือทางรังสีวิทยาที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก โดยเฉพาะเครื่อง CT scan และ MRI ซึ่งมีประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคของอวัยวะต่าง ๆ ไม่เฉพาะโรคของหัวใจและหลอดเลือด รวมทั้งเป็นวิธีการที่ยุ่งยากน้อยกว่า Cardiac catheterization coronary angiography และ Intravascular ultrasound (IVUS) เนื่องจากไม่ต้องสอดใส่สายเข้าไปในหลอดเลือดโดยตรง แต่ใช้วิธีฉีดสารทึบรังสี (contrast media) ทางหลอดเลือดที่แขนหรือขา (peripheral vein) การพัฒนาเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างรวดเร็วมากทั้งทางด้าน hardware และ software ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมามีการพัฒนาตัวรับภาพ (detector) จากหลายอันใน 1 แถวมาเป็น 4 แถว 16 แถว 32 แถว จนปัจจุบันไปถึง 64 แถวแล้ว และกำลังทดลอง 128 หรือ 256 แถวอยู่ รวมทั้งมีการพัฒนาหลอดเอกซเรย์รูปแบบใหม่ ให้มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ทนทาน มีการระบายความร้อนสูงมาก ทำให้ฉีกแนวเทคโนโลยี และมีการพัฒนา hardware และ software ให้เหมาะสมกับการตรวจหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งเคยมีข้อจำกัดมากเนื่องจากเป็นอวัยวะที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ดังนั้น เครื่อง CT scan จะต้องสามารถ scan ได้ในเวลารวดเร็วมาก ใช้เวลาเพียงประมาณครึ่งวินาที และใช้เวลาในการตรวจโดยรวมสั้นมาก (เสร็จภายในไม่เกิน 10 วินาที) จึงจะได้ภาพที่คมชัดและให้การวินิจฉัยโรคได้อย่างแม่นยำขึ้น

ถ้าเปรียบเทียบความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) ในการวินิจฉัยโรคของหลอดเลือดหัวใจ จากการศึกษาของหลาย ๆ แห่งจะพบว่าความไวและความจำเพาะของ Multislice CT 64 slice สูงมากถึงร้อยละ 94-95 และร้อยละ 90-97 ตามลำดับ และอยู่ในระดับใกล้เคียงหรือมีแนวโน้มจะสูงกว่า MRI และ electron beam CT โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผลการ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบข้อดี และข้อจำกัดของเครื่องมือแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ[2]

เครื่องมือ	ข้อดี	ข้อจำกัด
Exercise Stress test	- ราคาถูก การใช้งานสะดวกและรวดเร็ว - สามารถวิเคราะห์หาความเพียงพอของเลือดที่เลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจโดยรวมและในระหว่างออกกำลัง รวมทั้งความผิดปรกติจากการเต้นของหัวใจในเบื้องต้นได้ดี - วินิจฉัยการตีบของหลอดเลือด Coronary 3 เส้น หรือเป็นที่ Left main coronary	- เป็นการวัดทางอ้อม ไม่สามารถบอกตำแหน่งรอยโรคที่แน่ชัดได้ มีความแม่นยำน้อยเมื่อเทียบกับเครื่องมือชนิดอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีมีรอยโรคไม่มาก เช่น หลอดเลือดตีบเพียงเส้นเดียว - ไม่สามารถทำในผู้ป่วยที่เหนื่อยง่าย เดินได้ไม่ดี มีปัญหาเรื่องข้อเข่า
Exercise or Pharmacological Stress Echocardiography	- การใช้งานสะดวกและรวดเร็ว - สามารถดูการทำงานการบีบตัวของหัวใจและสภาพลิ้นหัวใจได้ดี - ราคาค่าตรวจไม่แพง - ผู้ป่วยไม่ได้รับรังสี - ใช้เวลาในการตรวจไม่นาน	- อาจพบปัญหาอันเนื่องมาจากการบังของซี่โครงหรือในผู้ป่วยโรคถุงลมโป่งพอง ซึ่งทำให้เกิด acoustic shadow โดยอาจแก้ไขโดยใช้หัวตรวจชนิดพิเศษที่ใส่เข้าไปในหลอดอาหาร อย่างไรก็ตามการตรวจโดยวิธีดังกล่าวต้องการการเตรียมผู้ป่วยและจัดเป็นการตรวจที่มีความเสี่ยงปานกลาง (semi-invasive) - ภาพจากเครื่อง echo ยังมีความคมชัดต่ำเมื่อเทียบกับ CT หรือ MRI รวมทั้งภาพที่ได้ขึ้นกับความชำนาญของผู้ตรวจ
IVUS (Intravascular ultrasonography)	- สามารถแสดงและแยกชนิดของ plaque ได้ดีว่าเป็น stable หรือ unstable plaque และเห็นผนังของหลอดเลือดหัวใจชัดเจน ใช้เป็น gold standard ในการวินิจฉัย plaque และชนิดของ plaque	- เป็นการตรวจที่มีความเสี่ยงสูง (invasive) และผู้ป่วยได้รับรังสี - อาจเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการตรวจ เช่น ขณะทำการตรวจอาจเกิด plaque หลุดมาอุดหลอดเลือด หรือหลอดเลือดอาจหดตัวขณะตรวจ
Multislice CT angiography	- การใช้งานสะดวกและรวดเร็ว เป็นการตรวจแบบ non-invasive เมื่อเทียบกับ Cardiac angiography และใช้เวลาในการตรวจสั้นมาก - ให้ภาพที่มีความคมชัดสูง - สามารถดูและวิเคราะห์ความผิดปรกติของหลอดเลือดหัวใจได้ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถเห็นและแยกลักษณะของ plaque ได้ดี - สามารถบอกพยาธิสภาพของหลอดเลือดหลังใส่ stent รวมทั้งบอกการอุดตันของ stent ได้ด้วย - สามารถเห็นรอยโรคในปอดและอวัยวะอื่นได้ชัดเจน	- การวินิจฉัยการทำงานของหัวใจยังมีข้อจำกัดบางประการที่บางครั้งยังต้องการการยืนยันผลการตรวจจากเครื่องมือชนิดอื่น - ในบริเวณที่มีแคลเซียมเกาะหลอดเลือดหนามากอาจบดบังรอยตีบแคบของหลอดเลือด - ผู้ป่วยได้รับรังสีเอกซเรย์และสารทึบรังสี - ในผู้ป่วยที่มีหัวใจเต้นผิดจังหวะ (arrhythmia) มาก ภาพจะไม่ชัดและไม่สามารถแปลผลได้ - เครื่องมือมีราคาแพง

ตารางที่ 1 (ต่อ) เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเครื่องมือแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ

เครื่องมือ	ข้อดี	ข้อจำกัด
MRI	- สามารถวินิจฉัยกายวิภาคของกล้ามเนื้อหัวใจที่ผิดปรกติ รวมทั้งการทำงานของหัวใจและเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้ดี และให้ภาพที่มีความคมชัดสูง - ผู้ป่วยไม่ได้รับรังสี	- ใช้เวลาในการตรวจนานกว่าเครื่องมืออื่น ๆ - เครื่องมือมีราคาแพงมาก และยังมีข้อจำกัดไม่สามารถตรวจผู้ป่วยที่ใส่อุปกรณ์เทียมที่มีโลหะ ferromagnetic เป็นส่วนประกอบ เช่น pace maker, ลิ้นหัวใจบางชนิด - ไม่สามารถแสดงแคลเซียมที่เกาะที่หลอดเลือดหัวใจ และยังมีข้อจำกัดในเรื่องความคมชัดของหลอดเลือดหัวใจ - ไม่สามารถตรวจผู้ป่วยที่กลัวที่แคบ, อุโมงค์แคบ
Cardiac angiography (Cardiac catheterization)	- สามารถตรวจพบความผิดปรกติของหลอดเลือดหัวใจ และสามารถทำการรักษาไปพร้อมกันได้ (intervention radiology) เช่น การใส่ stent - ภาพที่ได้มีความคมชัดสูงมาก และถือเป็น Gold standard ในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบ (coronary artery stenosis) และดู coronary blood flow	- เป็นการตรวจที่ราคาแพง - ใช้เวลาในการตรวจนาน - เป็นวิธีการตรวจที่มีความเสี่ยงสูง (invasive) เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจวิธีอื่น เนื่องจากต้องใส่สายสวนเข้าหลอดเลือดโดยตรง มีผลข้างเคียงค่อนข้างสูง - เห็นเฉพาะภายใน (lumen) หลอดเลือดไม่เห็น plaque ที่ผนัง - อาจวินิจฉัยโรคของหลอดเลือดตีบแบบกระจาย (diffuse narrowing) ไม่ได้ - ผู้ป่วยได้รับรังสีเอกซเรย์และสารทึบรังสี
PET perfusion imaging (positron emission tomography)	- สามารถตรวจวินิจฉัยทางด้านเลือดเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจได้ดีมากและยังถือเป็น gold standard ในการวินิจฉัย cardiac muscle viability	- ยังไม่แพร่หลายในประเทศไทย มีเฉพาะศูนย์การแพทย์บางแห่ง - ต้องใช้สารกัมมันตรังสีกับผู้ป่วย - การตรวจใช้เวลานาน และราคาแพงมาก
Exercise or pharmacological SPECT perfusion imaging (Single Photon Emission Computed Tomography)	- สามารถวินิจฉัยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด กล้ามเนื้อหัวใจตายและบอกการพยากรณ์โรคได้ดี - สามารถดูการทำงานของหัวใจและการเคลื่อนไหวของผนังหัวใจได้ดีพอ ๆ กับ MRI และ echo และสามารถดูการทำงานในขณะผู้ป่วยออกกำลังได้	- เครื่องมือมีราคาแพง - ใช้เวลาตรวจนาน ประมาณ 1 ชั่วโมงต่อราย - ใช้สารกัมมันตรังสี - ภาพที่ได้ไม่คมชัด ไม่สามารถวินิจฉัยรอยโรคในหลอดเลือด coronary ได้ - สามารถบอกความผิดปรกติได้เฉพาะที่ Left Ventricle ไม่สามารถบอกความผิดปรกติของ Right Ventricle ได้

ตรวจด้วย multislice CT 64 slice ไม่พบความผิดปรกติของหลอดเลือดหัวใจแล้ว จะมีความมั่นใจว่าผู้ป่วยไม่มีโรคนี้มากถึงร้อยละ 93-99 (high negative predictive value) (ตารางที่ 2)

จากการพิจารณาตารางการเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ (ตารางที่ 1) และการเปรียบเทียบ ความไวและความจำเพาะ (ตารางที่ 2) จะเห็นว่าในปัจจุบันเครื่อง multislice CT scan เป็น

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความไวและความจำเพาะของเครื่องมือต่าง ๆ ในการวินิจฉัยโรคของ coronary artery โดยใช้ coronary angiography เป็น gold standard[3-11]

เครื่องมือ	ความไว (ร้อยละ)	ความจำเพาะ (ร้อยละ)
. Exercise stress test	68	77
. Exercise or stress echocardiography	76 (74-97)	62-88
. SPECT (single photon emission computed tomography)	87 (71-97)	73
. PET (positron emission tomography)	88 (87-97)	82-100
. MRI (magnetic resonance imaging)	75-90	76-99
. Multislice CT (16 Slice)	82-95	82-98
. Multislice CT (64 Slice)	94-95	90-97
. Electron beam CT	74-92	78-94

เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการตรวจวินิจฉัยโรคหลอดเลือดหัวใจ เนื่องจากสามารถแสดงภาพรอยโรคในเนื้อปอดและหลอดเลือดได้ชัดเจน รวมทั้งสามารถดูการทำงานของหัวใจได้ด้วย แม้ในด้านการทำงานของหัวใจจะยังให้การวินิจฉัยได้ไม่สมบูรณ์เท่า MRI ก็ตาม

การเลือกใช้เครื่อง multislice CT รุ่นต่าง ๆ

แม้จะมีเครื่อง CT ในท้องตลาดหลายรุ่น เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้งานง่าย วินิจฉัยรอยโรคได้เกือบทุกอวัยวะ แต่ก็ยังจัดเป็นเครื่องที่มีราคาแพงและเครื่องรุ่นต่าง ๆ ก็มีราคาต่างกันมาก ตั้งแต่ประมาณ 10 ล้านถึง 55 ล้านบาท ตามขีดความสามารถของเครื่อง ดังนั้น การเลือกเครื่อง CT ที่เหมาะสมกับการใช้งานและให้ประโยชน์สูงสุด รวมทั้งคุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับการวินิจฉัยโรคของอวัยวะทั่วไป เช่น ปอด ช่องท้อง สมอง การใช้ CT 4 slice หรือ 16 slice ก็น่าจะเพียงพอและคุ้มค่า แต่หากเป็นโรงพยาบาลที่มีผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดปริมาณมาก การใช้ CT 64 slice น่าจะคุ้มค่าทั้งในด้านความแม่นยำในการวินิจฉัยโรค รวมทั้งการใช้เป็นเครื่องมือวินิจฉัยเบื้องต้น (screening tool) ในผู้ป่วยที่สงสัยโรคของหลอดเลือดหัวใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยง (clinical risk) และผู้ป่วยซึ่งอาการไม่ชัดเจนและผลการตรวจเบื้องต้นวิธีอื่น เช่น EKG, Exercise stress test ให้ผลลบ เนื่องจาก CT 64 slice ให้ผลความไวและความจำเพาะสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง negative predictive value สูงมากถึง ร้อยละ 93-99 ดังนั้นถ้าผล CT ปรกติ จึงค่อนข้างมั่นใจว่าผู้ป่วยไม่มีโรคหลอดเลือดหัวใจชัดเจน โดยผู้ป่วยไม่จำเป็นต้องได้รับการทำ cardiac cath และฉีดสี แต่หากผล CT พบรอยตีบแคบ หรือสงสัยรอยโรคของหัวใจ จึงจะส่งผู้ป่วยทำ cardiac cath และฉีดสีดูให้แน่ชัด สำหรับ Multislice CT 4 slice ยังไม่เหมาะกับการวินิจฉัยผู้ป่วยโรคหัวใจเนื่องจากมีความไวในการวินิจฉัยโรคหลอดเลือดหัวใจ โดยรวมเพียงร้อยละ 68[12] และจะเห็นได้ดีเฉพาะหลอดเลือดหัวใจส่วนต้น (proximal) รวมทั้งผู้ป่วยต้องมีอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) ไม่เกิน 70 ครั้งต่อนาที และมีแคลเซียมเกาะที่หลอดเลือดไม่มากโดย calcium score ไม่เกิน 400[12,13] จึงจะเห็นภาพที่ชัดเจน วินิจฉัยได้ มิฉะนั้นจะมองเห็นหลอดเลือดไม่ชัดและแคลเซียมอาจบังหลอดเลือดทำให้เห็นรอยตีบแคบไม่ชัด สำหรับ multislice CT 16 slice มีการเพิ่มอัตราความเร็วการหมุนของหลอดเอกซเรย์ทำให้เห็นภาพได้ชัดขึ้น ทั้ง plague ที่มีแคลเซียมเกาะ

และไม่มีแคลเซียมเกาะมีความไวโดยรวมประมาณร้อยละ 82 เมื่อเทียบกับ angiography แต่ยังมีปัญหาในการประเมิน plague volume ต่ำไป (underestimate) และความไวในการวินิจฉัยรอยโรคในหลอดเลือดส่วนปลายยังไม่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง plague ที่ไม่มีแคลเซียมเกาะ ซึ่งเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ของผู้ป่วยที่มีอาการ สามารถให้ความไวเพียงร้อยละ 53[14] และหลอดเลือดที่วินิจฉัยได้มักต้องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 1.5 มม. ขึ้นไป

สำหรับ multislice CT 16 slice เมื่อเทียบกับ IVUS การตรวจหา soft และ fibrous plaque มีความไวประมาณร้อยละ 69-82 แต่ถ้าเป็น plaque ที่มีแคลเซียมเกาะจะเพิ่มเป็นร้อยละ 90-98[15] ซึ่งนับว่าสูงมาก แต่ multislice CT 16 slice ยังคงมีข้อจำกัดในเรื่องคุณภาพของภาพซึ่งจะลดลงในผู้ป่วยที่มีอัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) เกิน 70 ครั้ง/นาที และในผู้ป่วยที่มีปริมาณแคลเซียมเกาะที่ผนังหลอดเลือดมากทำให้อาจไม่เห็น plague ในหลอดเลือด

ในปัจจุบันวิวัฒนาการทางด้าน multislice CT ดำเนินไปรวดเร็วมาก ทั้งด้าน hardware และ software ภายในระยะเวลาเพียง 2-3 ปี มีวิวัฒนาการจาก 4 slice มาเป็น 16 slice และ 64 slice โดย multislice CT 64 slice ออกมาใช้งานได้เพียงประมาณ 1-2 ปี ผลการวิจัยที่ตีพิมพ์ออกมา พบว่า multislice CT 64 slice มีความคมชัด (resolution) ทั้ง spatial และ temporal resolution ดีกว่าเดิมมากโดย spatial resolution อยู่ที่ประมาณ 0.4 มม. rotation time สั้นลงอยู่ที่ประมาณ 330-400 millisecond/รอบ[4] ซึ่งจะเห็นหลอดเลือดหัวใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น พบว่าให้ภาพหลอดเลือดหัวใจที่มีคุณภาพดีกว่าเมื่อเทียบกับเครื่อง MRI ดังตารางที่ 3 ถึงแม้ผู้ป่วยจะมีอัตราการเต้นของหัวใจสูง 70-90 ครั้ง/นาที ก็สามารถให้ภาพที่วินิจฉัยได้ รวมทั้งสามารถวินิจฉัยหลอดเลือดที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเล็กกว่า 1.5 มม. ได้ สามารถเห็นหลอดเลือดตีบแคบในบริเวณที่มีแคลเซียมเกาะได้ แม้ calcium score จะสูงกว่า 400 (ตารางที่ 4)

นอกจากนี้ multislice CT 64 slice ยังสามารถคำนวณปริมาตรของเลือดใน Left ventricle (LV volume) ได้แม่นยำขึ้นกว่า 16 slice ซึ่งมักประเมินสูงเกิน (overestimate) นอกจากนี้ยังสามารถดูการตีบแคบภายในหลอดเลือดที่ใส่ stent และหลอดเลือด bypass graft ได้ดี แม้กระนั้นก็ตามยังมีศูนย์การแพทย์หลายแห่งต้องการให้ภาพสวย คมชัดขึ้น จึงยังให้ยา beta blocker อยู่ เพื่อลดอัตราการเต้นของหัวใจในผู้ป่วยบางราย

สำหรับในคนไทยซึ่งโรคหัวใจเป็นสาเหตุการตายใน 3 อันดับแรกและรัฐบาลกำลังให้ความสำคัญ โดยกำลังดำเนินการให้มีศูนย์เฉพาะทางด้านโรคหัวใจซึ่งมีเครื่องมืออุปกรณ์ในการตรวจวินิจฉัยรักษาโรคหัวใจและหลอดเลือดที่ซับซ้อนได้จำนวน 12 แห่งทั่วประเทศ[16] การเลือกเครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมใช้งานอย่างคุ้มค่า จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ตารางที่ 3 ความไว, ความจำเพาะ, positive predictive value (PPV) และ negative predictive value (NPV) ของเครื่อง Multislice CT 64 slice เปรียบเทียบกับเครื่อง MRI ในการวินิจฉัยรอยโรคของหลอดเลือดหัวใจ โดยใช้ coronary angiography เป็น gold standard[8,10]

เครื่อง	ความไว (ร้อยละ)	ความจำเพาะ (ร้อยละ)	PPV (ร้อยละ)	NPV (ร้อยละ)
Multislice CT 64 slice	94-95	90-97	87-93	93-99
MRI	88-93	42-58	70-75	77-81

ตารางที่ 4 ผลของตัวแปรที่มีต่อ ความไว, ความจำเพาะ, positive predictive value (PPV) และ negative predictive value (NPV) ของเครื่อง multislice CT 64 slice ในการวินิจฉัยรอยโรคของหลอดเลือดหัวใจ โดยใช้ coronary angiography เป็น gold standard[8]

ตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อภาพของ CT scan		ความไว (ร้อยละ)	ความจำเพาะ (ร้อยละ)	PPV (ร้อยละ)	NPV (ร้อยละ)
1) Calcium score	< 100	94	95	94	95
	> 400	94	67	94	67
2) Heart rate	< 70/min	97	95	97	95
	> 70/min	88	71	78	83

เครื่อง CT scan กับ MRI และความเหมาะสมในการตรวจวินิจฉัยทางด้านหลอดเลือดและหัวใจ

เป็นที่ทราบกันดีว่าเครื่อง MRI ใช้เทคโนโลยีที่แตกต่างจาก CT scan โดยมีข้อดีที่เหนือกว่า หลายประการโดยเฉพาะในการตรวจด้านการทำงานของอวัยวะ (functional examination) และมีความปลอดภัยกว่าเนื่องจากไม่มีอันตรายจากรังสีเอกซเรย์ การตรวจหาปริมาณ และการประเมินการทำงาน (function assessment) เช่น ejection fraction ในหัวใจ MRI ทำได้ดีกว่า รวมถึงการประเมินความอยู่รอด (viability assessment) ของกล้ามเนื้อหัวใจด้วย เพื่อใช้ในการประเมินความสำเร็จในการรักษาบริเวณกล้ามเนื้อหัวใจที่ตายเพราะขาดเลือด นอกจากนี้ การวินิจฉัย thrombus และ cardiomyopathy ก็สามารถทำได้ดีกว่า CT scan อย่างไรก็ตามสำหรับการตรวจทางด้านหลอดเลือด โดยเฉพาะหลอดเลือดหัวใจแล้ว การตรวจด้วยวิธี MRI ในปัจจุบัน ยังนับว่าต้องใช้เวลาในการพัฒนาเทคโนโลยีอีกระยะหนึ่ง ซึ่งการตรวจด้วย CT ชนิดความเร็วสูง ตั้งแต่ 16 เกลียว (multislice CT 16 slice) ขึ้นไปก็สามารถให้ภาพที่มีคุณภาพสูงกว่าการตรวจด้วย MRI เป็นอย่างมาก และด้วยเทคโนโลยีล่าสุดของ CT ความเร็วสูงขึ้นแบบ 64 เกลียว (multislice CT 64 slice) นั้น ทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพดีขึ้นและยังลดปัญหาอันเนื่องมาจาก stepping artifact ในผู้ป่วยบางรายที่มีปัญหาอัตราการเต้นของหัวใจสูงและไม่สามารถให้ยา beta blocker เพื่อช่วยลดอัตราการเต้นของหัวใจได้ และนับเป็นครั้งแรกที่สามารถใช้ CT ชนิดความเร็วสูงแบบ 64 เกลียวในการตรวจการทำงานของหัวใจได้ผลใกล้เคียงกับ MRI ไม่ว่าจะเป็นปริมาณ หรือ ejection fraction เพียงแต่ยังมีข้อจำกัดบางประการในเรื่องของเทคโนโลยีที่ทำให้คุณภาพของภาพ CT ยังไม่สามารถทำได้ดีเท่ากับ MRI ในการตรวจวินิจฉัยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หรือความผิดปรกติในกล้ามเนื้อหัวใจ นอกจากนี้ CT ชนิดความเร็วสูงยังมีจุดเด่นที่เหนือกว่า MRI ในเรื่องของการวินิจฉัยเพื่อดูการอุดตันภายในหลอดเลือด การดูตำแหน่งของ stent ในผู้ป่วยที่ทำการติดตามการรักษาการอุดตันของหลอดเลือด การติดตาม bypass graft ของหลอดเลือดหัวใจในผู้ป่วยที่สงสัยมีการอุดตันภายใน graft หรือแม้แต่การดูแคลเซียมที่เกาะภายในหลอดเลือด

ทั้ง CT scan และ MRI เป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นสำหรับการตรวจทางด้านโรคหัวใจเช่นเดียวกับ echocardiography และ cardiac catheterization การมีเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดภายในโรงพยาบาลจะสามารถช่วยส่งเสริมซึ่งกันและกัน โดยสามารถช่วยแพทย์ทางด้านโรคหัวใจได้มากยิ่งขึ้นในการวินิจฉัย

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบข้อเด่นและข้อจำกัด ระหว่างเครื่อง multislice CT 64 slice และ MRI

	CT	MRI
ข้อเด่น	- วินิจฉัยรอยโรคที่มีแคลเซียม และเลือดที่ออกใหม่ ๆ ได้อย่างชัดเจน	- ในรอยโรคที่มีแคลเซียม และเลือดที่ออกใหม่ ๆ ไม่มีสัญญาณ ทำให้อาจวินิจฉัยโรคไม่ได้
	- ไม่มีปัญหาในส่วนที่เป็นโลหะ ถ้าไม่บังส่วนที่ตรวจ	- ส่วนที่เป็นโลหะ (ferromagnetic) นำเข้าห้องตรวจไม่ได้ ไม่สามารถตรวจผู้ป่วยที่ใส่ pace maker หรือ defibrillator
	- ใช้เวลาตรวจรวดเร็ว (7-14 นาที / เฉลี่ย 10 นาทีต่อรายตั้งแต่นำผู้ป่วยเข้าห้องตรวจจนเสร็จกระบวนการ)	- ใช้เวลาตรวจนานกว่า (33-145 นาที / เฉลี่ย 70 นาทีต่อรายตั้งแต่นำผู้ป่วยเข้าห้องตรวจจนเสร็จกระบวนการ)[17]
	- เครื่องมีเสียงดังน้อยไม่ค่อยรบกวนผู้ป่วย	- เสียงดังของเครื่องรบกวนผู้ป่วย
	- ห้องตรวจออกแบบให้ป้องกันรังสีเหมือนห้องเอกซเรย์ทั่ว ๆ ไป	- ห้องตรวจต้องออกแบบพิเศษป้องกันสัญญาณรบกวน
	- ไม่มีผลกระทบต่ออุปกรณ์เครื่องมือทั่วๆ ไป	- มีผลกระทบกับอุปกรณ์ และเครื่องมือจากสนามแม่เหล็กของเครื่อง เช่น นาฬิกา บัตร ATM
	- ราคาเครื่องมือและค่าบำรุงรักษาถูกกว่า	- ราคาเครื่องมือและค่าบำรุงรักษาแพงกว่าเกือบเท่าตัว
	- ใช้งานง่าย	- ใช้งานยากกว่า ต้องใช้ เจ้าหน้าที่ที่ชำนาญและฝึกมาเป็นพิเศษ
	- เห็นภาพหลังจาก scan ทันที	- ต้องรอให้ scan เสร็จหมดทั้งชุด จึงจะเห็นภาพที่ scan
	- เห็นรอยโรคในปอดชัดเจน	- เห็นเนื้อปอดและรอยโรคในปอดไม่ชัด
	- สามารถตรวจ cardiac CT ครบทุก function ได้สูงสุด 30-40 รายต่อวัน	- ตรวจ cardiac MRI ครบทุก functionได้สูงสุด 8-10 รายต่อวัน
ข้อด้อย	- ตรวจได้ 2 ระนาบ axial และ coronal แต่สามารถสร้างภาพ (reconstruction) ได้หลายระนาบตามต้องการ	- ตรวจได้ทุกระนาบของร่างกาย
	- บริเวณที่มีกระดูกล้อมรอบเห็นรายละเอียดไม่ชัดเจน	- ไม่มีปัญหาในบริเวณที่มีกระดูกล้อมรอบ - ดูพยาธิสภาพของกระดูก กล้ามเนื้อและเนื้อสมองได้ดี
	- เห็นพยาธิสภาพเมื่อจุดนั้นมีการดูดกลืนรังสีมากขึ้น หรือน้อยลง ทำให้ตรวจพบรอยโรคได้ช้า	- เห็นพยาธิสภาพเมื่อมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความเข้มของสัญญาณ ซึ่งตรวจพบได้เร็ว
	- contrast media ที่ใช้มีไอโอดีนเป็นส่วนประกอบจึงมีโอกาสแพ้สูงกว่า	- contrast media ที่ใช้ไม่ค่อยปรากฏอาการแพ้
	- อาจมีอันตรายจากรังสีหากได้รับรังสีมากเกินไป	- ไม่มีอันตรายจากรังสี

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนของสถาบันโรคทรวงอกระหว่างเครื่อง multislice CT 64 slice กับ MRI[17]

ความคุ้มค่า	Multislice CT 64 slice	MRI
ราคาเครื่อง	ประมาณ 55 ล้านบาท	ประมาณ 80 ล้านบาท
จำนวนผู้ป่วย (ควรจะมีอย่างน้อยใน 1 วัน จึงจะใช้งานอย่างคุ้มค่า)	15-16 ราย	9-10 ราย
จุดคุ้มทุน	6.6 ปี	8.7 ปี
ผลกำไรของโครงการ	ร้อยละ 11	ร้อยละ 4
Unit cost	2,433 บาท	6,179 บาท

รอยโรค อย่างไรก็ตามโรงพยาบาลที่มีขีดจำกัดในเรื่องของบุคลากรและงบประมาณและมีความจำเป็นที่ต้องเลือกระหว่างเครื่องมือทั้ง 2 ชนิดนี้ จำเป็นต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องนอกเหนือจากการพิจารณาความเหมาะสมในทางคลินิก ทั้งนี้ความแตกต่างของเทคโนโลยีของเครื่อง CT scan และ MRI นำมาซึ่งความแตกต่างในการใช้งาน ซึ่งจำเป็นต้องมีบุคลากรที่มีความชำนาญแตกต่างกัน ความแตกต่างในเรื่องของราคาอุปกรณ์ ซึ่งเครื่อง MRI รุ่นที่มีความสามารถตรวจหัวใจและหลอดเลือดได้ดี จะมีราคาสูงกว่าค่อนข้างมาก ต้นทุนในการดูแลรักษาเครื่องมือสูงกว่าเช่นเดียวกัน เนื่องจากต้องใช้ฮีเลียม หรือไนโตรเจนเหลว ซึ่งมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นสารหล่อเย็นของแม่เหล็กเหนี่ยวนำภายในเครื่องอยู่ตลอดเวลา

นอกจากนี้หากคำนึงถึงความสามารถของเครื่องในการรองรับการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยแล้ว เครื่อง CT ชนิดความเร็วสูงจะสามารถรองรับจำนวนผู้ป่วยได้มากกว่า MRI หลายเท่าในแต่ละวัน เนื่องจากข้อได้เปรียบในเรื่องของระยะเวลาในการตรวจที่รวดเร็ว ในขณะที่ MRI ยังคงใช้เวลานานในการตรวจแต่ละครั้ง (ตารางที่ 5) และสำหรับสถาบันโรคทรวงอกเองได้มองภาพรวมของการลงทุนโดยใช้การวิเคราะห์การลงทุนคำนวณความคุ้มค่าของการลงทุนเปรียบเทียบระหว่างเครื่อง multislice CT 64 Slice กับ MRI พบว่าการลงทุนในส่วนของ CT scan จะให้ผลตอบแทนสูงกว่า และระยะเวลาคืนทุนสั้นกว่า MRI[17] โดย multislice CT 64 slice ให้ผลกำไรร้อยละ 11 และระยะเวลาคืนทุน 6.6 ปี ในขณะที่ MRI ให้ผลกำไรร้อยละ 4 และระยะเวลาคืนทุน 8.7 ปี (ตารางที่ 6)

วิจารณ์และสรุป

โดยสรุปแล้ว ทั้งเครื่อง Multislice CT และ MRI จะมีจุดดี จุดด้อยต่างกัน ขึ้นกับวัตถุประสงค์หลักของการใช้งาน สำหรับสถาบันโรคทรวงอก เมื่อพิจารณาแล้ว multislice CT มีประโยชน์มากกว่า MRI เพราะใช้วินิจฉัยโรคได้ดีทั้งรอยโรคที่หัวใจ หลอดเลือดและปอด

โดยสำหรับรอยโรคที่หัวใจ ในเรื่องของหลอดเลือดหัวใจทั้งเครื่อง multislice CT scan และ MRI มีความไวและความจำเพาะสูงทั้งคู่ โดยเครื่องแรกดีกว่าเครื่องหลังเล็กน้อย สำหรับการทำงานของหัวใจ MRI อาจดีกว่าเล็กน้อย แต่สำหรับรอยโรคที่ปอด multislice CT scan ดีกว่า MRI มาก ที่สำคัญคือ การลงทุนราคาเครื่อง ค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการ ค่าบำรุงรักษา ซึ่งจากการประเมินการใช้งานของสถาบันโรคทรวงอกแล้ว พบว่า ถ้าเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนทางเศรษฐศาสตร์แล้วเครื่อง multislice CT scan คุ้มค่ากว่า MRI

ในปัจจุบันเครื่อง CT Scan ที่สถาบันโรคทรวงอกใช้อยู่ เป็นแบบ single slice ซึ่งใช้เวลาในการตรวจ

นานกว่าเครื่อง multislice CT 64 slice มากและไม่สามารถใช้ในการวินิจฉัยรอยโรคของหัวใจและหลอดเลือดหัวใจได้ ใน พ.ศ. 2548 สถาบันโรคทรวงอกจึงสามารถให้บริการตรวจ CT (single slice) แก่ผู้ป่วยได้เพียงประมาณ 8-10 รายต่อวัน โดยมีระยะเวลารอคิวตรวจประมาณ 2-3 สัปดาห์ ในกรณีไม่เร่งด่วน และส่วนใหญ่เป็นการให้บริการตรวจ CT ปอดถึงร้อยละ 84 รองลงมาคือ CT Brain ร้อยละ 13 มีการตรวจ Cardio vascular CT เพียงร้อยละ 1.5 CT ระบบอื่นร้อยละ 1.5 ในส่วนของผู้ป่วยโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจใน พ.ศ. 2548 สถาบันโรคทรวงอกสามารถให้บริการวินิจฉัยผู้ป่วยด้วย Cardiac cath ได้เต็มที่ประมาณ 10-12 รายต่อวัน ซึ่งไม่เพียงพอต่อการให้บริการผู้ป่วยและมีคิวรอนาน 3 เดือน ในจำนวนนี้เป็นผู้ป่วยตรวจหลอดเลือดหัวใจเฉลี่ย 8 รายต่อวัน (ร้อยละ 66-80 ของผู้ป่วยที่ทำ cardiac cath ทั้งหมด) และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับในประเทศเยอรมันซึ่งมีรายงานว่าผู้ป่วยที่มารับการฉีดสีหลอดเลือด coronary เพิ่มมากขึ้นจาก พ.ศ. 2538 ถึง 2543 เพิ่มถึงร้อยละ 45 และพบว่ามากกว่าร้อยละ 40 ทำเพื่อตัดข้อสงสัยโรคหลอดเลือดหัวใจ[18,19] โดยไม่ได้รับการผ่าตัด หรือการรักษา อื่นนอกเหนือจากการรักษาทางยา

สำหรับสถาบันโรคทรวงอก ซึ่งเชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านโรคหัวใจและหลอดเลือดหัวใจในระดับชาติ ใน พ.ศ. 2548 สามารถรองรับและให้บริการผู้ป่วยโดยการทำ coronary artery angiography ได้เพียงประมาณ 1,800 ราย ซึ่งผู้ป่วยที่มารับบริการมีระยะเวลารอคอยคิวประมาณ 3 เดือนในกรณีไม่เร่งด่วน ผลการตรวจพบว่า หลอดเลือดหัวใจปรกติหรือมีรอยโรคเพียงเล็กน้อยไม่ต้องรักษาถึงร้อยละ 23 แบ่งตามข้อบ่งชี้และผลการตรวจดังนี้ เป็นผู้ป่วยที่ตรวจเพื่อดูรอยโรคของหลอดเลือดหัวใจก่อนทำผ่าตัดใหญ่ร้อยละ 10.3 เป็นผู้ป่วยที่มีอาการแต่ผลการตรวจหลอดเลือดหัวใจปรกติร้อยละ 11.5 และมีรอยโรคที่หลอดเลือดหัวใจเพียงเล็กน้อยไม่ต้องรักษาร้อยละ 1.1 ดังนั้นถ้ามีเครื่อง Multislice CT ซึ่งสามารถวินิจฉัยรอยโรคของหลอดเลือดหัวใจได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่สามารถบอก negative predictive value ได้สูงแล้ว อาจใช้การตรวจด้วยเครื่อง multislice CT ทดแทนการทำ coronary artery angiography ในผู้ป่วยทั้ง 3 กลุ่มได้ ซึ่งมีถึงประมาณร้อยละ 23 ของผู้ป่วยที่ทำ coronary artery angiography ทั้งหมด ดังนั้นหากสถาบันโรคทรวงอกมีเครื่อง multislice CT 64 slice แล้ว คาดว่าจะสามารถให้บริการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยได้สูงสุดถึงวันละ 30 ราย ซึ่งจะสามารถให้บริการตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยโรคปอด และผู้ป่วยโรคหัวใจของสถาบันโรคทรวงอกแทนการตรวจ coronary artery angiography ได้เพิ่มขึ้นถึงประมาณวันละ 15-20 ราย รวมทั้งอาจเป็นศูนย์รับการตรวจผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยง (high risk) ต่อโรคหลอดเลือดหัวใจที่ส่งมาจากสถานพยาบาลอื่นด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์กับทั้งผู้ป่วยและอายุรแพทย์โรคหัวใจ ดังนี้

ประโยชน์ต่อผู้ป่วย

- คิวรอคอยลดลง ผู้ป่วยที่สมควรได้ทำ cardiac cath ได้ทำเร็วขึ้น รวมทั้งผู้ป่วยที่จำเป็นต้องได้รับการผ่าตัด เสียเวลารอคิว cardiac cath ลดลง
- ค่าใช้จ่ายลดลง ไม่ต้องนอนโรงพยาบาล
- ความเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนจากการใส่สายสวนหัวใจเพื่อวินิจฉัยโรคลดลง
- ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่ยังไม่มีอาการหรือผู้ป่วยกลุ่มเสี่ยง (high risk) ได้รับการวินิจฉัยโรคและดูแลรักษาเร็วขึ้นเป็นการป้องกันและรักษาแต่เนิ่นๆ

ประโยชน์ต่ออายุรแพทย์โรคหัวใจ

- อายุรแพทย์โรคหัวใจได้รับรังสีลดลง เนื่องจากลดการทำ cardiac cath ที่ไม่จำเป็น
- อายุรแพทย์โรคหัวใจมีเวลารักษาผู้ป่วยเพิ่มขึ้นเนื่องจากการทำ cardiac cath ลดลง

สำหรับรังสีที่ผู้ป่วยได้รับเมื่อเทียบระหว่าง multislice CT 64 slice กับ cardiac cath ผู้ป่วยที่ทำ multislice CT 64 slice อาจได้รับรังสีสูงกว่า cardiac cath เล็กน้อย ปริมาณรังสีที่ผู้ป่วยได้รับจากการทำ

multislice CT 16 slice = 8-10 mSV[20] ซึ่งปริมาณใกล้เคียงกับการทำ cardiac angiography ส่วน multislice CT 64 slice = 13-18 Msv[8] ซึ่งสูงกว่าเล็กน้อย

จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สถาบันโรคทรวงอกจึงเลือกลงทุนโดยจัดหาเครื่อง multislice CT 64 slice ในปีงบประมาณ 2549 ซึ่งคาดว่าจะใช้งานได้คุ้มค่า ผู้ป่วยได้รับประโยชน์สูงสุด ที่สำคัญอย่างยิ่งคือ การเลือกผู้ป่วยที่มีข้อบ่งชี้เหมาะสมต่อการตรวจด้วยเครื่อง multislice CT 64 slice[21,22] ดังนี้

1. ผู้ป่วยที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจ แต่ยังไม่มีอาการ เช่น ผู้ป่วยที่มีไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง สูบบุหรี่ เป็นเบาหวาน อ้วน (BMI >30 kg/m^3) มีประวัติคนในครอบครัวเป็น premature myocardial infarction

2. เพื่อตัดผู้ป่วยที่สงสัยเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจก่อนจะทำ major non-cardiac surgery

3. ผู้ป่วยที่ปวดบริเวณหน้าอกแบบ atypical

4. ผู้ป่วยที่ non-conclusive exercise stress test หรือไม่สามารถตรวจ exercise stress test ได้

5. ต้องการข้อมูลเพิ่มเติมจากการทำ coronary angiography เรื่องลักษณะ plague

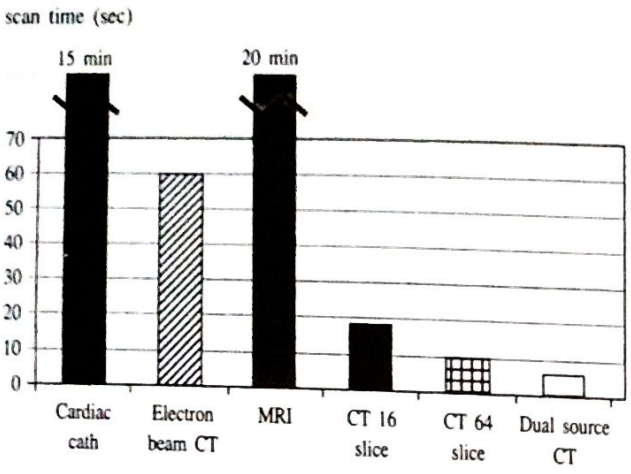
6. เพื่อติดตามผู้ป่วยหลังใส่ coronary stent หรือหลังผ่าตัด bypass graft เพื่อดูว่า stent หรือ graft มีการอุดตันหรือไม่[23,24]

แนวโน้มของเทคโนโลยีในอนาคต กับการตรวจวินิจฉัยโรคทางด้านหลอดเลือดและหัวใจ

ปัจจุบัน multislice CT scan เป็นเครื่องที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการตรวจผู้ป่วยที่สงสัยโรคหลอดเลือดหัวใจ เพราะมีความสามารถที่ดีเยี่ยมสำหรับการตรวจคัดกรองในผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงหรือผู้ป่วยที่อาการและผลการตรวจอื่นไม่ชัดเจน เนื่องจากคุณสมบัติด้านความเร็วในการตรวจที่เหนือกว่าเครื่องมืออื่น ๆ มาก มีการนำเทคโนโลยีของ CT เข้าไปผนวกกับเครื่องมืออื่น ๆ ทางด้านเวชศาสตร์นิวเคลียร์ เช่น เครื่อง PET/CT หรือ เครื่อง SPECT/CT เพื่อใช้ความแม่นยำของเครื่อง CT ในการระบุตำแหน่งของรอยโรคร่วมกับความสามารถของเครื่อง PET หรือ SPECT ซึ่งสามารถตรวจพบได้จากการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลจาก molecular imaging ในอวัยวะที่ถูกจับด้วยไอโซโทป (isotope) โดยการ fused images ซึ่งได้จากการตรวจในตำแหน่งเดียวกันและช่วงเวลาเดียวกันของเครื่อง CT และ PET หรือ SPECT

การตรวจ cardiac PET หรือ cardiac PET/CT มีจุดเด่นในเรื่องของการทำ myocardial perfusion ซึ่งให้ความไวได้ถึงร้อยละ 87-97 และความจำเพาะได้ถึงร้อยละ 80-100 ซึ่งถือว่ามีความแม่นยำสูงสุดในการตรวจหา myocardial viability ในขณะนี้

สำหรับแนวโน้มของเทคโนโลยี multislice CT scan เอง ในอนาคตมีความเป็นไปได้สูงที่จะเน้นการพัฒนาไปในทิศทางเดียวกันในเกือบทุกบริษัท คือเน้นพัฒนา hardware และ software สำหรับ cardiac CT โดยจะเน้นการพัฒนาในเรื่องของ software ที่เหมาะสมมากขึ้น หรือช่วยให้การวินิจฉัยง่ายขึ้น รวมทั้งแก้ข้อจำกัดที่ยังคงมีอยู่ในขณะนี้ให้น้อยลงหรือหมดไป โดยนอกจากการพัฒนาในเรื่องของความเร็วที่เป็นอยู่ในปัจจุบันซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับขนาดของหลอดเอกซเรย์ (x-ray tube) ซึ่งจำเป็นต้องมีขนาดเล็กแต่ยังคงไว้ซึ่งประสิทธิภาพในระดับสูง หลายบริษัทที่ยังมีข้อจำกัดเนื่องจากยังพัฒนาขนาดของหลอดให้เล็กลงไม่ได้ ได้มุ่งเน้นการพัฒนาในส่วนของ detector เพื่อให้ได้ coverage มากขึ้น โดยไม่ว่าจะเป็นขนาดของหลอดที่เล็กลงหรือจำนวนของ detector ที่มากขึ้น ตลอดจนถึงการวิจัยในเรื่องของการใช้ flat-panel detectors เพื่อให้ได้ภาพ 3 มิติที่ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด หรือการใช้เทคนิคมีหลอดเอกซเรย์และ detector มากกว่า 1 ชุด ทำงานไปพร้อมกัน (dual source CT: DSCT) ซึ่งนอกจากจะใช้เวลาในการตรวจสั้นมากใช้เวลา scan เพียงไม่ถึง 10 วินาที ดังรูปที่ 1 แล้วยังให้ภาพหัวใจ



รูปที่ 1 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการตรวจด้วยเครื่องมือแต่ละชนิด

และหลอดเลือดหัวใจที่คมชัดมากใกล้เคียงกับ cardiac catheterization และในอนาคตอันใกล้นี้จะสามารถพัฒนาเป็น volume CT ที่คาดว่าน่าจะมีประสิทธิภาพดีขึ้นไปอีก โดยเฉพาะในส่วนของ contrast imaging และจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการวินิจฉัยโรคของหัวใจและหลอดเลือดหัวใจ ซึ่งเป็นอวัยวะที่เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงสาธารณสุข. สถานสุขภาพและปัญหาสุขภาพของคนไทย. ใน: สุวิทย์ วิบูลผลประเสริฐ, บรรณาธิการ. การสาธารณสุขไทย พ.ศ. 2544-2547. กรุงเทพมหานคร: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์; 2548. หน้า 175-8.
2. Beller GA. Relative merits of cardiac diagnostic techniques. In: Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, editors. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 381-7.
3. Chaitman BR. Exercise stress test. In: Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, editors. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p.164.
4. Armstrong WF. Echocardiography. In: Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, editors. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p.248.
5. Udelson JE. Dilsizian V. Bonow RO. Nuclear cardiology. In: Zipes DP, Libby P, Bonow RO, Braunwald E, editors. Braunwald's heart disease: a textbook of cardiovascular medicine. 7th ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. p. 316.
6. Schelbert HR. Positron Emission Tomography. In: Schlant RC, Alexander RW, editors. Hurst's the heart: arteries and veins. 8th ed. New York: McGraw-Hill; 1994. p. 2366.
7. Huber A. CT vs Magnetic resonance for imaging of the coronary arteries. In: Schoepf UJ, editor. CT of the heart: principles and applications. Totowa, New Jersy: Humana Press; 2005. p. 345.
8. Raff GL, Gallagher MJ, O'Neill WW, Goldstein JA. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary angiography using 64-slice spiral computed tomography. JACC 2005; 46:552-7.
9. Armstrong WF, Zoghbi WA. Stress echo cardiography. JACC 2005; 45:1739-47.
10. Youngkim W. Coronary magnetic resonance angiography for the detection of coronary stenosis. N Eng J Med 2001; 345: 1863-9.
11. Kuettner A, Beck T, Drosch T, Kettering K, Heuschmid M, Burgstahler C, et al. Diagnostic accuracy of noninvasive coronary imaging using 16-detector slice spiral computed tomography with 188 ms temporal resolution. JACC 2005; 45:123-7.
12. Kuettner A, Kopp AF, Schroeder S, Rieger T, Brunn J, Meisner C, et al. Diagnostic accuracy of multidetector computed tomography coronary angiography in patients with angiographically proven coronary artery disease. JACC 2004; 43:831-9.
13. Kopp AF, Schroeder S, Kuettner A, Baumbach A, George C, Kuzo R, et al. Non-invasive coronary angiography with high resolution multidetector-row computed tomography. Eur Heart J 2002; 23:1714-25.
14. Achenbach S, Moselewski F, Ropers D, Ferencik M, Hoffmann U, Neill BM, et al. Detection of calcified and noncalcified coronary atherosclerotic plaque by contrast-enhanced, submillimeter multidetector spiral computed tomography: a segment-based comparison with intravascular ultrasound. Circulation 2004; 109:14-7.
15. Leber AW, Knez A, Becker A, Becker C, Ziegler FV, Nikolaoer K, et al. Accuracy of multidetector spiral computed tomography in identifying and differentiating the composition of coronary atherosclerotic plaques: a comparative study with intracoronary ultrasound. JACC 2004; 43:1241-7.
16. กระทรวงสาธารณสุข. แผนแม่บทการดูแลรักษาโรคหัวใจแห่งชาติปี 2548-2552. (ไม่ได้ตีพิมพ์)
17. กลุ่มงานรังสีวิทยาสถาบันโรคทรวงอก. รายงานการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการลงทุนเปรียบเทียบระหว่างเครื่องMultislice

CT 64 slice กับ MRI ในปีพ.ศ. 2549. (ไม่ได้ตีพิมพ์)

18. Hoffman MK, Shi H, Schmid FT, Gelman H, Brambs HJ, Aschoff AJ. Noninvasive coronary imaging with MDCT in comparison to invasive conventional coronary angiography: a fast-developing technology. AJR 2004; 182:601-8.
19. Gosalia A, Haramati LB, Sheth MP, Spindola-Franco H. CT detection of acute myocardial infarction. AJR 2004; 182:1563-6.
20. Desjardins B, Kazerooni EA. ECG-gated cardiac CT. AJR 2004; 182:993-1010.
21. Fischbach R, Maintz D. Coronary calcium scoring with multidetector-row CT. In: Schoepf UJ, editor. CT of the heart: principles and applications. Totowa, New Jersy: Humana Press; 2005. p. 122.
22. Nieman K, Cademartiri F. CT angiography for the detection of coronary artery stenosis. In: Schoepf UJ, editor. CT of the heart: principles and applications. Totowa, New Jersy: Humana Press; 2005. p. 330-1.
23. Gaspar T, Halon DA, Lewis BS, Adawi S, Schliamser JE, Rubinshtein R, et al. Diagnosis of coronary in-stent restenosis with multidetector row spiral computed tomography. JACC 2005; 46:1573-9.
24. Choi HS, Chai BW, Choe KO, Choi D, Yoo KF, Kim MI, et al. Pitfalls, artifacts, and remedies in multidetector row CT coronary angiography. Radio Graphics 2004; 24:787-800.

Abstract **Technology Assessment in Efficiency and Cost-effectiveness of Multislice CT Scan in Diagnosis of Cardiac and Coronary Artery Diseases**

Sutarat Tungsagunwattana, Ponglada Subhannachart, Chomphunut Vijitsanguan, Tawetong Koanantakool, Boonjong Saejueng, Surapa Hairunpijit

Chest Disease Institute, Nonthaburi, Thailand

Journal of Health Science **2006; 15:800-13.**

This is a comparative study concerning the efficiency and cost of medical equipment used for the diagnosis of cardiac and coronary artery diseases. Due to the high costs and rapid changes in technology, factors such as unit price, maintenance, user-friendly operation, speed of reconstructive image and upgradeability must be assessed. Cost comparison between Magnetic Resonance Imaging (MRI) and 64-slice CT scanner was conducted. Recently developed, the 64 slice multidetector CT scan, can be seen as one of the most sensitive and specific tool in the diagnosis of coronary artery diseases. With the ability to produce high sensitivity of 94-95 percent, high specificity of 93-97 percent and high negative predictive value of 93-99 percent in diagnosis of cardiac especially coronary artery diseases, all cardiac centers must take notice of such an effective apparatus. Its break point even was 6.6 years while that of the MRI was 8.7 years.

Key words: **multislice CT scan, efficiency, coronary artery diseases**