



## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไต  
โดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์  
ก่อนการผ่าตัดบริจาคไต  
ในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ (ลิมาหนท์)  
และคณะ

โครงการสำเร็จสมบูรณ์เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2551

## รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ การตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไต  
โดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์  
ก่อนการผ่าตัดบริจาคไต  
ในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

### คณะผู้วิจัย

1. ผศ.พญ.ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ (ลิมานนท์)
2. พญ.วรปารี สุวรรณฤกษ์
3. อ.พญ.กอบกุล เมืองสมบูรณ์
4. ผศ.นพ.ธวัชชัย ทวีมันคงทรัพย์
5. ศ.คลินิกเกียรติคุณ พญ.นฤมล ศรีสุชาพรรณ ฮาร์โกรฟ

### สังกัด

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา  
สาขาวิชาศัลยศาสตร์ยูโรวิทยา  
ภาควิชาศัลยศาสตร์  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา  
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

สนับสนุนโดยสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกอ. และ สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

## Abstract (บทคัดย่อ)

---

**Project Code : MRG5080026**

(รหัสโครงการ)

**Project Title : Preoperative CT Angiography in Living Related Renal Donors**

(ชื่อโครงการ) การตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไตโดยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ก่อนการผ่าตัด  
บริจาคไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

**Investigator : ชื่อนักวิจัย และสถาบัน**

### Investigators (ชื่อนักวิจัย)

1. Piyaporn Apisarntharak (Limanond), M.D.  
ผศ.พญ.ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ (ลิมานนท์)
2. Voraparee Suvannarerg, M.D.  
พญ.วราปารี สุวรรณฤกษ์
3. Kobkun Muangsomboon, M.D.  
อ.พญ.กอบกุล เมืองสมบูรณ์
4. Tawatchai Taweemonkongsap, M.D.  
ผศ.นพ.ทวัชชัย ทวีมันคงทรัพย์
5. Narumol Srisuthapan Hargrove, M.D.  
ศ.คลินิกเกียรติคุณ พญ.นฤมล ศรีสุชาพรรณ ฮาร์โกรฟ

### Institution (สถาบัน)

Department of Radiology  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

Department of Radiology  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

Department of Radiology  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

Department of Surgery  
สาขาวิชาศัลยศาสตร์ยูโรวิทยา  
ภาควิชาศัลยศาสตร์

Department of Radiology  
สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

Faculty of Medicine Siriraj Hospital  
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

**E-mail Address : punpae@yahoo.com**

**Project Period : 2 years**

(ระยะเวลาโครงการ) 2 ปี

**The accuracy of preoperative CT angiography in living related renal donors:  
Evaluation with 16- and 64-Detector CT scanners**

\*Apisarnthanarak, P.<sup>1</sup>, Suvannarerg, V.<sup>1</sup>,  
Muangsomboon, K.<sup>1</sup>, Taweemonkongsap, T.<sup>2</sup>, Hargrove, N.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Radiology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Bangkok, Thailand.*

<sup>2</sup>*Department of Surgery, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Bangkok, Thailand.*

---

**Purpose:** To study the accuracy of CT angiography using 16- and 64-detector CT scanners for preoperative evaluation in living related renal donors

**Materials and Methods:** 63 consecutive living related renal donors underwent preoperative evaluation by multi-detector CT angiography (29 and 34 donors for 16- and 64-detector CT, respectively). Their CT images were retrospectively reviewed in consensus by two abdominal imagers on a 3-D workstation. The number and branching patterns of renal arteries and veins were described. The accuracy of preoperative CT angiography in living related renal donors was analyzed by using the operative findings as gold standard.

**Results:** Supernumerary renal arteries and veins were present in 14.3% and 6.3% of donating kidneys, respectively. Early branching renal arteries were present in 20.6%. When compare to the operative findings, CT angiography showed 100% accuracy in describing the number and branching patterns of renal arteries and veins in donating kidneys.

**Conclusion:** CT angiography provided by 16- and 64-detector CT was an ideal imaging tool for preoperative evaluation in potential living related renal donor.

---

**Keywords:** CT angiography, Multidetector CT, Living related renal donors

---

\* Corresponding author

E-mail: punpae@yahoo.com

การตรวจลักษณะเส้นเลือดไตโดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์  
ก่อนการผ่าตัดบริจาคไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์, วรปารี สุวรรณฤกษ์, กอบกุล เมืองสมบุญ,  
ธวัชชัย ทวีมันคงทรัพย์, นฤมล ศรีสุธาพรรณ ฮาร์โกรฟ

**วัตถุประสงค์ :** เพื่อประเมินความถูกต้องแม่นยำของการตรวจลักษณะเส้นเลือดไตโดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ก่อนการผ่าตัดบริจาคไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

**วัสดุและวิธีการ :** ผู้บริจาคไตจำนวน 63 คนได้รับการตรวจลักษณะเส้นเลือดไตก่อนการผ่าตัดบริจาคไต โดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ที่โรงพยาบาลศิริราช ภาพเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ดังกล่าวถูกประเมินโดยรังสีแพทย์ 2 ท่าน ทั้งในด้านจำนวน, แขนง, ลักษณะเบี่ยงเบน, และลักษณะที่ผิดปกติ ของเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำของไต โดยเปรียบเทียบกับลักษณะที่พบขณะผ่าตัด

**ผลการศึกษา :** พบว่าไตมีเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำมากกว่า 1 เส้น คิดเป็น 14.3% และ 6.3% ตามลำดับ พบมีเส้นเลือดแดงแตกแขนงภายใน 2 เซนติเมตรจากจุดเริ่มต้นคิดเป็น 20.6% เมื่อเปรียบเทียบกับผลผ่าตัด พบว่าการตรวจเส้นเลือดไตโดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์มีความแม่นยำถึง 100% ทั้งในการประเมินจำนวน, แขนง, ลักษณะเบี่ยงเบน, และลักษณะที่ผิดปกติ ของเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำของไต

**สรุป :** การตรวจเส้นเลือดไตโดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่มีความถูกต้องแม่นยำสูง เหมาะที่จะนำมาทดแทนการตรวจแบบเก่าที่รุกรานได้

**คำหลัก** การตรวจเส้นเลือดไตโดยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์  
เครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่  
ผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

**หน้าสรุปโครงการ (Executive Summary)**  
**ทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่**  
**สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาและสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย**

**1. ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)** การตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไตโดยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ก่อน  
การผ่าตัดบริจาคไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่

**(ภาษาอังกฤษ)** Preoperative CT Angiography in Living Related Renal Donors

**สัญญาเลขที่ MRG5080026**

**2. ชื่อหัวหน้าโครงการ หน่วยงานที่สังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และ E-mail**

ผศ. พญ. ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ (ลิมานนท์)

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

เลขที่ 2 ถนนพราณนิก แขวงบางกอกน้อย เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ 0-2419-7086 โทรสาร 0-2412-7785

โทรศัพท์มือถือ 081-924-0038 E-mail address: punpae@yahoo.com

ที่อยู่(ที่บ้าน) 73/348 ซอยเอกบูรพา 5 หมู่บ้านเมืองเอก ตำบลหลักหก

อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

โทรศัพท์ 0-2997-2172-3 โทรสาร -

**3. ชื่อนักวิจัยที่ปรึกษา หน่วยงานที่สังกัด ที่อยู่ หมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร**

ศ.คลินิกเกียรติคุณ พญ. นฤมล ศรีสุธาพรรณ ฮาร์โกรฟ

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

เลขที่ 2 ถนนพราณนิก แขวงบางกอกน้อย เขตบางกอกน้อย กรุงเทพฯ 10700

โทรศัพท์ 0-2419-7086 โทรสาร 0-2412-7785

**4. คณะผู้วิจัย และ สังกัด**

4.1 ผศ.พญ.ปิยาภรณ์ อภิสารธนรักษ์ (ลิมานนท์)

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

4.2 พญ.วรปารี สุวรรณฤกษ์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

4.3 อ.พญ.กอบกุล เมืองสมบูรณ์

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

4.4 ผศ.นพ.รัชชัย ทวีมันคงทรัพย์

สาขาวิชาศัลยศาสตร์ยูโรวิทยา

ภาควิชาศัลยศาสตร์

4.5 ศ.คลินิกเกียรติคุณ พญ.นฤมล ศรีสุธาพรรณ ฮาร์โกรฟ

สาขารังสีวินิจฉัย ภาควิชารังสีวิทยา

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล

## 5. สาขาวิชาที่ทำการวิจัย      รั้งสิ่วินิจฉัยเกี่ยวกับการตรวจด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์

## 6. ระยะเวลาดำเนินงาน 2 ปี

## 7. ปัญหาที่ทำการวิจัย และความสำคัญของปัญหา

เป็นที่ทราบกันดีว่าโรคไตวายเป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์ที่นอกจากจะคร่าชีวิตผู้ป่วยไปเป็นจำนวนมากแล้ว ยังมีผลทำให้คุณภาพชีวิตของผู้ป่วยที่ยังมีชีวิตอยู่ด้อยลง การรักษาผู้ป่วยโรคไตวายที่ได้ผลดีที่สุดในขณะนี้คือการผ่าตัดเปลี่ยนไต แต่เดิมแพทย์ได้ทำการเปลี่ยนไตโดยใช้ไตที่ได้มาจากผู้ป่วยที่เพิ่งเสียชีวิตหรือ ผู้ป่วยสมองตาย แต่ปริมาณไตดังกล่าวมีจำกัดและไม่เพียงพอต่อความต้องการ ปัจจุบันด้วยความเจริญก้าวหน้าทางด้านทางการแพทย์ เราสามารถทำการผ่าตัดเปลี่ยนไตให้ผู้ป่วยไตวายโดยใช้ไตที่ได้รับบริจาคจากผู้บริจาคที่ยังมีชีวิตอยู่ (living related renal donors) โดยผู้บริจาคตกลงว่าต้องเต็มใจบริจาคไตข้างหนึ่งให้กับผู้รับบริจาค ซึ่งต้องเป็นญาติพี่น้องหรือเพื่อนสนิทที่ป่วยเป็นโรคไตวาย

ก่อนการผ่าตัดบริจาคไตดังกล่าว แพทย์จะต้องทำการตรวจไตทั้งสองข้างของผู้บริจาคด้วยวิธีต่าง ๆ เพื่อประเมินลักษณะทางกายวิภาค (ได้แก่ลักษณะปกติ, ลักษณะเบี่ยงเบนที่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ (normal variation) และลักษณะที่ผิดปกติของหลอดเลือดไต ท่อไต และเนื้อไต) ตลอดจนการทำงานของไตทั้งสองข้าง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นตัวบ่งชี้ความสำเร็จของการผ่าตัดเปลี่ยนไต ตลอดจนความปลอดภัยของผู้บริจาคไต ซึ่งแต่เดิมการประเมินดังกล่าวประกอบด้วย การฉีดสีดูหลอดเลือดไตโดยใช้สายสวนหลอดเลือด (catheterized renal angiography) ร่วมกับการตรวจการทำงานของไตโดยการฉีดสีที่หลอดเลือดดำส่วนปลาย (intravenous pyelography) ซึ่งการฉีดสีดูหลอดเลือดไตโดยใช้สายสวนหลอดเลือด (catheterized renal angiography) นั้นถือเป็นการตรวจที่ค่อนข้างรุกราน (invasive study) เพราะจะต้องมีการแทงหลอดเลือดแดงใหญ่ที่บริเวณขาหนีบ (femoral artery) เพื่อใส่สายสวนขึ้นไปตรวจที่หลอดเลือดไตทั้งสองข้าง

ในปัจจุบันเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ (multidetector CT scanner) มีความก้าวหน้าขึ้นกว่าแต่เดิมมาก การตรวจวิธีนี้สามารถตรวจดูลักษณะทางกายวิภาคและการทำงานของไตได้ในขั้นตอนเดียวโดยไม่ต้องใช้สายสวนหลอดเลือด ซึ่งทำให้สะดวกมากขึ้น ทั้งยังเป็น การตรวจที่ไม่รุกราน (noninvasive study) อย่างไรก็ตามการตรวจหลอดเลือดไตด้วยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ (renal CT angiography) นี้ ยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมในด้านความถูกต้อง แม่นยำ และความน่าเชื่อถือของการตรวจ หากการตรวจดังกล่าวมีความแม่นยำสูง จะสามารถมาแทนที่การตรวจแบบเก่าๆที่ยุ่งยาก และค่อนข้างรุกรานได้

## 8. วัตถุประสงค์

- เพื่อตรวจหาความแม่นยำ (accuracy) ของการตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่ด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่

- เพื่อตรวจหาความชุก (prevalence) ของลักษณะเบี่ยงเบนที่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ (normal variation) ของหลอดเลือดไต (accessory renal artery) และท่อไต (double collecting system) ในผู้บริจาคไตชาวไทย

## 9. ระเบียบวิธีวิจัย

โครงการวิจัยนี้ได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล ม.มหิดล

รายละเอียดโครงการวิจัยแบ่งตามหัวข้อย่อยต่างๆ ดังนี้

### กลุ่มผู้บริจาคไตที่ได้รับการศึกษา

ผู้บริจาคไตทุกรายที่อยู่ในกลุ่มศึกษาจะต้องได้รับการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ และต้องได้รับการผ่าตัดบริจาคไตภายหลังการตรวจไตดังกล่าว โดยจะทำการเก็บข้อมูลผู้ป่วยทั้งในด้านอายุ เพศ โรคประจำตัว ผลเลือดที่บ่งชี้การทำงานของไต (serum creatinine) รวมถึงระยะห่างระหว่างการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์และการผ่าตัดบริจาคไต

### การตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์

ผู้บริจาคไตทุกรายที่อยู่ในกลุ่มศึกษาจะได้รับการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ (multidetector CT scanner) ซึ่งอาจเป็นเครื่อง 16-detector CT scanner หรือ เครื่อง 64-detector CT scanner ก็ได้ โดยจะมีการฉีดสารทึบรังสี (contrast media) ซึ่งสามารถทำได้ในผู้บริจาคไตที่มีผลเลือดที่บ่งชี้การทำงานของไต (serum creatinine) อยู่ในเกณฑ์ปกติเท่านั้น การตรวจไตจะทำในหลายช่วงระยะเวลาทั้งก่อนฉีดสารทึบรังสี (precontrast phase) หลังฉีดสารทึบรังสีช่วงแรก (arterial phase) และหลังฉีดสารทึบรังสีช่วงหลัง (delayed phase) นอกจากการตรวจตามปกติด้วยภาพสองมิติในแนวตัดขวาง (2-D axial view) แล้ว ยังมีการสร้างภาพโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ (CT workstation) เพื่อให้ได้ภาพสองมิติในแนวอื่นๆ (2-D multiplanar reformation) และภาพสามมิติ (3-D reconstruction) ด้วย เทคนิคทั้งหมดนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจลักษณะทางกายวิภาคของไตให้แม่นยำยิ่งขึ้น

ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของไตที่จะต้องจัดเก็บในผู้บริจาคแต่ละรายจะประกอบด้วย จำนวน หลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ การแตกแขนงของหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ลักษณะท่อไต รวมถึงพยาธิสภาพของเนื้อไตแต่ละข้าง

การตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ดังกล่าวจะได้รับการแปลผลโดยรังสีแพทย์ผู้มีประสบการณ์ 2 ท่าน โดยทั้ง 2 ท่านจะไม่ทราบผลการผ่าตัดและจะทำการแปลผลแยกกัน ในกรณีที่รังสีแพทย์ทั้ง 2 ท่านมีความเห็นแตกต่างกัน จะต้องทำการแปลผลร่วมกันอีกครั้งเพื่อให้ได้ความเห็นที่เป็นเอกฉันท์ (consensus review)

### การผ่าตัดบริจาคไต

การผ่าตัดบริจาคไตจะทำโดยศัลยแพทย์ยูโรวิทยาที่มีความชำนาญ โดยศัลยแพทย์จะทำการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคของไตในผู้บริจาคแต่ละราย อันประกอบด้วย จำนวนหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ การแตกแขนงของหลอดเลือดแดงและหลอดเลือดดำ ลักษณะท่อไต รวมถึงพยาธิสภาพของเนื้อไตทั้งสองข้าง

## การคำนวณทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลทางกายวิภาคของไตที่ได้จากการตรวจด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการผ่าตัดบริจาคไต เพื่อหาความถูกต้อง แม่นยำ (accuracy) ของการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์รุ่นใหม่

นอกจากนั้นยังทำการตรวจเพื่อหาความชุก (prevalence) ของลักษณะเบี่ยงเบนที่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ (normal variation) ของหลอดเลือดไต (accessory renal artery) และท่อไต (double collecting system) ในผู้บริจาคไตชาวไทย โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากการผ่าตัด

### 10. การดำเนินงานวิจัยตลอดโครงการในแต่ละช่วง 6 เดือน

วัตถุประสงค์	แผนการวิจัย	ระยะเวลา (เดือนที่)	ผลงานที่ได้ (Output)
1.เตรียมความพร้อมก่อนทำวิจัย	1.1 วางแผนและออกแบบการวิจัย	1-6	1.1 ได้รูปแบบงานวิจัยที่ต้องการ
	1.2 ค้นหางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง	1-6	1.2 ได้ผลงานวิจัยที่นำมาใช้เป็น references
	1.3 เขียนแบบขอการรับรองด้านจริยธรรมการวิจัยในคน	1-6	1.3 ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคน
2. การตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์	2.1 แปลผลการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์	7-18	2.1 ได้จำนวนผู้บริจาคไตที่มาทำตรวจด้วยเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ก่อนการบริจาคไตตามที่ต้องการ
	2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์	7-18	2.2 เก็บรวบรวมข้อมูลการตรวจไตด้วยเครื่องเอ็กซเรย์คอมพิวเตอร์ได้ครบถ้วน
3. การผ่าตัดบริจาคไตจากผู้บริจาคที่ยังมีชีวิตอยู่	3.1 ผ่าตัดบริจาคไต และบันทึกข้อมูลจากการผ่าตัด	7-18	3.1 ผ่าตัดบริจาคไต และบันทึกข้อมูลจากการผ่าตัดได้ตามต้องการ
	3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการผ่าตัดบริจาคไต	7-18	3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลจากการผ่าตัดบริจาคไตได้ครบถ้วน
4. วิเคราะห์ข้อมูล และคำนวณทางสถิติ	4.1 วิเคราะห์ข้อมูล	19-24	4.1 ได้ข้อมูลที่น่าสนใจและสามารถนำไปเผยแพร่และตีพิมพ์ในวารสารได้
	4.2 คำนวณทางสถิติ	19-24	4.2 ได้ค่าที่มีนัยสำคัญทางสถิติ
5. เขียนบทความเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสาร	5.1 จัดเตรียมต้นฉบับเพื่อส่งตีพิมพ์ในวารสารทาง	19-24	5.1 ขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการเขียนบทความเพื่อส่งตีพิมพ์

ทางการแพทย์นานาชาติ	การแพทย์นานาชาติ		
---------------------	------------------	--	--

**11. งบประมาณทั้งโครงการ 480,000 บาท ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้**

รายการ	งวดที่ 1 (บาท)	งวดที่ 2 (บาท)	งวดที่ 3 (บาท)	รวม (บาท)
<b>1. หมวดค่าตอบแทน</b>				240,000
- ค่าตอบแทนหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน	120,000	60,000	60,000	
<b>2. หมวดค่าวัสดุ</b>			-	30,000
- ค่าราและเอกสารทางวิชาการเฉพาะเรื่อง	5,000	5,000		
- ค่ากระดาษมันและหมึกพิมพ์สีสำหรับภาพ 3-D reconstruction	7,500	7,500		
- ค่ากระดาษและหมึกพิมพ์ขาว-ดำสำหรับงานเอกสาร	2,500	2,500		
<b>3. หมวดค่าใช้จ่ายและอื่น ๆ</b>			-	146,500
- ค่าตรวจพิเศษ 3-D reconstruction	32,500	60,000		
- ค่าธรรมเนียม ethic committee รพ.ศิริราช	4,000	-		
- ค่าทำ poster เพื่อเสนอผลงาน	-	5,000		
- ค่าจัดส่งวารสารเพื่อตีพิมพ์ในวารสารนานาชาติ ค่าตีพิมพ์ และค่า Reprint	-	35,000		
- ค่าถ่ายเอกสาร	5,000	5,000		
<b>4. หมวดค่าครุภัณฑ์</b>		-	-	63,500
- ค่า Computer และ Printer	60,000			
- ค่า Software ในการวิเคราะห์ทางสถิติ	3,500			
<b>รวมงบประมาณโครงการ</b>	<b>240,000</b>	<b>180,000</b>	<b>60,000</b>	<b>480,000</b>

**12. โครงการสำเร็จสมบูรณ์ เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2551**

ขณะนี้กำลังอยู่ระหว่างการเขียนบทความเพื่อส่งตีพิมพ์

## เนื้อหาทางวิจัย

### **Normal and Variant Renal Vascular Anatomy in Potential Renal Donors: Evaluation with 16- and 64-Detector CT Angiography**

Voraparee Suvannarerg, M.D.<sup>1</sup>, Piyaporn Apisarnthanarak, M.D.<sup>1</sup>,  
Kobkun Muangsomboon, M.D.<sup>1</sup>, Tawatchai Taweemonkongsap, M.D.<sup>2</sup>, Narumol S. Hargrove, M.D.<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Department of Radiology and <sup>2</sup>Department of Surgery  
Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Bangkok 10700 Thailand.*

**Purpose:** To study normal and variant renal vascular anatomy in potential renal donors using 16- and 64-detector CT angiography.

**Materials and Methods:** 65 consecutive potential renal donors underwent multidetector CT angiography (31 and 34 donors for 16- and 64-detector CT, respectively). Their CT images were retrospectively reviewed in consensus by two abdominal imagers on 3-D workstation. The number and branching patterns of bilateral renal arteries and veins, renal arterial variants, along with venous anomalies of left renal vein, inferior vena cava (IVC) and lumbar-gonadal axis were described.

**Results:** Supernumerary renal arteries and early branching were present in 18.5% and 12.8% respectively on the right kidneys and 27.7% and 22.4% respectively on the left kidneys. The prevalence of precaval right renal artery was 4.6%. Supernumerary renal veins were present in 35.4% and 1.5% on the right and left kidneys, respectively. Late confluences of left renal veins were identified in 1.5% of left kidneys. Other venous anomalies including 1.5% circumaortic left renal vein, 1.5% retroaortic left renal vein, 1.5% duplicated inferior vena cava (IVC), 1.5% outsized left gonadal veins drained into left renal vein, and 6.2% right gonadal vein drained into right renal vein.

**Conclusion:** CT angiography provided by 16- and 64-detector CT was an ideal imaging tool for detection and classification a variety of renal vascular anatomical variants, assisting the surgeons for preoperative planning of living related renal transplantation.

**Key words:** CT angiography

Multidetector CT

Living related renal transplantation

## INTRODUCTION

Living related renal transplantation is now replacing the cadaveric renal transplantation as it offers many major advantages over the old technique. First, it offers the better survival rates for the patients and the grafts. The United Network for Organ Sharing (UNOS) Scientific Registry reported the one-year graft and patient survival rates of 91.2% and 97.2% respectively for living related renal transplantation, compared with 80.6% and 93.3% respectively for cadaveric renal transplantation. Similarly, the three-year graft and the patient survival rates for living related renal transplantation were 83.9% and 94.3%, respectively while those for cadaveric renal transplantation were 69.0% and 87.4%. The ten-year graft survival rate of the cadaveric renal allografts was roughly one-half of that of living related renal allografts (1). Second, living related renal transplantation decreases the prolonged waiting time. Other advantages include decreasing an incidence of delayed graft function and shortening the hospital length of stay of the recipients.

At our institution, the first case of living related renal transplantation was performed in 1979. The rate of the living related renal transplantation at our institution has been increasing, so far up to 28 cases in 2006. These include either open nephrectomy or laparoscopic nephrectomy techniques.

Laparoscopic nephrectomy in living related renal donor has emerged since 1995 as the most preferred alternative to open nephrectomy as it provides many advantages over open technique including decreasing the morbidity, pain, recovery time and size of operative scar (2-4). However, laparoscopic donor nephrectomy is technically challenging due to limited surgical field of view.

Preoperative imaging for living related renal donors is critical for donor selection, kidney selection as well as surgical planning. Some renal pathologies are unacceptable for donation. These include congenital fusion anomalies, bilateral multiple (> 3) arteries or veins, bilateral aberrant arterial supply or venous drainage (e.g. iliac vessels), asymptomatic diffuse renal diseases or discovery of incidental solid masses in kidneys or other organs (3).

For normal and healthy donor, left kidney is usually preferable for donation due to its longer vascular pedicles than the right side. However, right kidney may be selected if left kidney has more complex vascular anatomy which will complicate the nephrectomy process. If the donor has pathology in one or both kidneys, the more common kidney will be kept for the donor and the less common kidney will be harvested for donation.

Conventional preoperative imaging for living related renal donors includes catheterized renal angiography and excretory urography which are nowadays replaced by CT angiography (5). CT angiography provides critical information of renal vessels (single or supernumerary renal arteries/veins, their branching patterns, arterial and venous variants), renal parenchyma and collecting systems with high accuracy (6-8). These information help surgeons planning the operation and avoiding possible injuries to renal vessels esp. in laparoscopic approach which the visualization of operative field is limited.

The information about the prevalence of renal vascular variants were mostly arrived from autopsy and surgical series. The radiological studies described renal vascular variants were limited. Most were designed to compare imaging study with operative findings. Therefore, the information of vascular variants was limited only for the harvested kidneys which were likely to have less complex vascular anatomy. Our study was designed to illustrate the type and frequency of normal and variant vascular anatomy in Thai potential living related renal donors by using 16- and 64-detector CT angiography. The knowledge from this study will be basic knowledge to remind the surgeons and the radiologists to look for these anomalies which are the critical clues for donor selection, kidney selection and surgical planning.

## **MATERIALS AND METHODS**

### **Patients:**

This study was a single-centered study approved by our hospital ethic committee. Written informed consents were not required due to its retrospective design. From June 2003 to July 2007, 65 consecutive living related renal donors (25 men, 38.5% and 40 women, 61.5%; age range 19-56 years; mean age 34.9 years) underwent preoperative renal CT angiography by using either 16- or 64-detector CT scanner prior to the planned nephrectomy.

### **MDCT Protocol:**

All 65 consecutive living renal donors were obtained with either 16- or 64-detector CT scanner (LightSpeed VCT, GE Healthcare, United Kingdom) with the same protocol consisting of images acquired in the unenhanced, arterial, and excretory phases.

After fasting for at least 6 hours, each patient ingested 3 glasses of water (250 ml per glass), each glass every 15 minutes. The last glass was ingested just before entering the CT room. Drinking water was designed for distension of the collecting system. The CT procedures and breathing instructions were explained to each patient by our CT technologists. All CT phases were performed during inspiration as parameter shown in Table 1.

Unenhanced CT scans were obtained from hepatic dome to pubic symphysis. Unenhanced images were obtained to locate the kidneys, evaluate renal stones, and obtain baseline density measurements of incidentally-found renal masses.

Dynamic enhanced CT scans were performed after intravascular injection of 100 ml of 370 mg/ml Iopromide (Ultravist 370, Schering, Berlin, Germany) into antecubital vein through an 18-G peripheral IV line using a power injector at a rate of 4.0 ml/second. The starting time of the arterial phase scans was 5 seconds after a threshold of 150 HU reached in the region of interest (ROI) within the abdominal aorta just above the kidneys. For the arterial phase, the area of coverage included from hepatic dome to iliac crest. Arterial-phase imaging was performed to evaluate the renal arterial and venous anatomy.

For the excretory phase, the scanning started after 2-minute delay, covering the areas from hepatic dome to iliac crest. This phase was designed for the evaluation of the renal parenchymal with probably urothelial variants.

### **Image Processing and Analysis:**

The volumetric imaging data were reviewed individually by two abdominal imaging radiologists on 3-D workstation. Any discrepancies were resolved in consensus, to act as a gold standard. For each CT examination, the readers reviewed the source of axial images, supplemented with 2-D multiplanar reformations (MPR), 3-D volume rendering (VR) and 3-D maximum- intensity-projections (MIP) as necessary.

Reviewers described and categorized the number and branching patterns of renal arteries and veins, as well as the presence of renal arterial variants and venous variants. Congenital and acquired pathology of renal parenchyma and collecting system were also described but not included in this study.

### **Renal Artery Evaluation:**

We retrospectively evaluated the number and branching patterns including the morphology of renal arteries, bilaterally. Supernumerary renal arteries were those that had separated origin from the aorta or iliac arteries, independent of the main renal arteries. In living renal donor transplantation, identifying the distance between the aorta and the take off of the first arterial branch from the renal artery is important because this length determines the number of arterial anastomoses to be performed in the recipient. A short neck, also known as “early branching renal artery”, exists when the first renal arterial branch takes off close to the origin of the renal artery and may need a separated anastomosis. At our institution, we define the presence of an early branching of renal artery when the first branch originates within 2.0 cm from the lateral wall of the aorta. This criteria was agreed by the surgeons in our hospital. We also evaluated renal arterial variants (eg. precaval right renal artery), and abnormal renal vascular morphology focusing on mural calcification, stenosis, and beading pattern.

## **Venous Evaluation:**

For renal vein evaluation, we retrospectively evaluated the number, and venous confluence patterns of renal veins, as well as the venous anomalies of IVC, left renal veins and lumbar-gonadal axis. With the same reasons with renal arterial anatomies, the number and venous confluence patterns of renal veins are important clues for determining the number of anastomoses in the recipients. If branches of the renal veins (esp. on the left side) coalesce near the lateral wall of the aorta, so called "late confluence", then the addition of anastomoses may be necessary. At our institution, a late venous confluence is diagnosed only on the left kidney when left renal venous branches coalescing beneath or near left lateral wall of the aorta.

Venous anomalies observed in our study included duplicated IVC, circumaortic left renal vein, retroaortic left renal vein, and oversized left lumbar or gonadal veins (>10mm) draining into left renal vein, so called lumbar-gonadal axis. We also collected the data of variant right gonadal vein draining into right renal vein.

## **RESULTS**

### **Patients:**

On consensus review, the MDCT images were evaluated as technically satisfactory in all 65 donors. These include 25 men (38.5%) and 40 women (61.5%). Their ages varied from 19 to 56 years (mean age of 34.9 years). CT angiography were performed with 16- and 64-detector CT in 31(47.7%) and 34 (52.3%) donors, respectively. For these 65 donors, there was no underlying disease and their serum creatinine were within normal limit (range 0.4-1.5 mg/dl). Twenty-eight (43.1%) of 65 donors underwent open nephrectomy while the rest (56.9%) underwent laparoscopic nephrectomy.

### **Renal Artery Evaluation:**

The number and percentage of right and left kidneys with single and multiple renal arteries were described in Table 2. Supernumerary renal arteries were illustrated in Figure 1-4. Early branching renal arteries were identified in 10 of 78 (12.8%) right renal arteries and in 19 of 85 (22.4%) left renal arteries (Figure 3-5).

Three of 65 (4.6%) donors had precaval right renal arteries. One of these cases had single right renal artery which was precaval in anatomy. Other two cases had 2 right renal arteries and precaval right renal artery in each case were the accessory one (Figure 6).

In this study, we did not find significant abnormal renal vascular morphology including mural calcification, stenosis, and beading pattern.

### **Venous Evaluation:**

The number and percentage of right and left kidneys with single and multiple renal veins were described in Table 3. Late confluence of left renal veins were present in 1 of 65 donors (1.5 %) as shown in Figure 7.

The prevalence of other venous anomalies such as duplicated IVC (Figure 8), circumaortic left renal vein (Figure 9), retroaortic left renal vein, oversized left gonadal vein drained into left renal vein (Figure 10), and right gonadal vein drained into right renal vein (Figure 11) were described in Table 4.

Additionally, abnormal low position with malrotation of right kidney was seen in one donor (Figure 9). She also had complex vascular anatomy including circumaortic left renal vein, single precaval right renal artery with early branching, and two left renal artery with early branching of the upper branch.

## DISCUSSION

Preoperative knowledge of renal vascular anatomy is critical for donor and kidney selection. This also helps surgeons planning the operation and avoiding vascular injuries. This necessary data could be obtained by CT angiography with near-isotropic data sets enabled by new multidetector CT (5-7). Raman et al. (8) reported 97% accuracy of 16-detector CT angiography for detecting single and supernumerary renal arteries and veins, comparing with operative findings as gold standard. They also reported 100% accuracy for detection of early branching of renal arteries and late venous confluence. Based on these prior reports (5-8), we claimed that CT angiography provided by 16- and 64-detector as in our study also should have high accuracy for detection of normal and variant renal vascular anatomy although our study used the radiological consensus as a gold standard, not a surgical prove. We designed the study different from prior studies because we would like to describe and quantify normal and variant renal vascular anatomy in both kidneys on a cohort of mostly young, asymptomatic potential renal donors in Thailand. The studies with surgical prove would be limited as they could evaluate only the harvested kidneys which inevitably had less complex vascular anatomy.

In our study, supernumerary renal arteries were slightly prominent on the left side (27.7% vs 18.5%). We had previous knowledge that aberrant renal arteries could arise from the common iliac vessels, therefore the arterial phase in our study had the field coverage downwards to iliac crests. However, in this study all supernumerary renal arteries arose from abdominal aorta without aberrant iliac branches.

One important observation in this study was the frequency of supernumerary veins much more common on the right side (35.4%) than the left side (1.5%). This is similar to prior study by Raman et al. (9). They reported supernumerary veins on the right and left kidneys for 24% and 8%, respectively. These emphasized the preference of left kidney donation.

Overall, the prevalence of renal vascular anatomic variants in our study were not different from the previous studies as described in Table 5. However, the different criterias of late confluence of left renal veins and outsized lumbar-gonadal axis between our study and Raman study resulted in the discrepancies in the prevalence of these 2 categories. A late confluence of left renal veins in our study was diagnosed when left renal venous branches coalescing beneath or near left lateral wall of the aorta whereas in Raman study was diagnosed when venous branches coalescing within 1.5 cm from left lateral wall of abdominal aorta. These could explained the discrepancies of the prevalence of late

confluence of left renal veins in these 2 studies (1.5% vs 17% in this study and Raman study, respectively). Raman diagnosed outsized lumbar-gonadal axis when there was/were left lumbar vein and/or left gonadal vein larger than 5mm whereas our cut point was at 10mm. Therefore the prevalence of outsized lumbar-gonadal axis was far higher in Raman study (54% vs 1.5%).

In our study, there were 61 (93.8%) cases of right gonadal vein drained into IVC and 4 (6.2%) cases drained into right renal veins. To our knowledge, there was no previous study described the variation of right gonadal vein drainage. This may be explained by relatively small-sized right gonadal veins were difficult to be visualized on conventional or old multi-detector scanner. With newer scanner and optimized CT protocol, right gonadal vein would be more identified.

Limitations of this study must be acknowledged. First, a surgical gold standard could not be used due to the study design as mentioned above, thus two readers consensus review were used as a gold standard. Second, the small total numbers of kidneys (65 left and 65 right kidneys) were included in this study. Further study with more number of kidneys included in the study will describe more vascular anatomical variants with more accurate frequencies. Third, the variants of renal collecting system and ureters were not evaluated in this study due to the 2-minute delay time of excretory phase in our study was too early for good visualization of renal collecting systems and ureters. Another study with increased delay time for excretory phase should be designed to enhance the opacification of excreted contrast in renal collecting systems and ureters.

In summary, 16- and 64-detector CT angiography provided the excellent assessment of normal and variant renal vascular anatomy, assisting the surgeons for preoperative planning of living related renal transplantation.

## REFERENCES:

1. 1995 Annual Report of the U.S. Scientific Registry of Transplant Recipients and the Organ Procurement and Transplantation Network-Transplant Data: 1988-1994. UNOS, Richmond, VA and the Division of Transplantation, Bureau of Health Resources and Services Administration, U.S. Department of Health and Human Services, Rockville, MD, 1995.
2. Ratner LE, Ciseck LJ, Moore RG, Cigarroa FG, Kaufman HS, Kavoussi LR. Laparoscopic live donor nephrectomy. *Transplantation* 1995;60:1047-9.
3. Ratner LE, Kavoussi LR, Sroka M, et al. Laparoscopic assisted live donor nephrectomy: a comparison with the open approach. *Transplantation* 1997;63:229-33.
4. Jacobs SC, Cho E, Dunkin BJ, et al. Laparoscopic live donor nephrectomy: the University of Maryland 3-year experience. *J Urol* 2000;164:1494-9.
5. Cochran ST, Krasny RM, Danovitch GM, et al. Helical CT angiography for examination of living renal donors. *AJR* 1997;168:1569-73.
6. Kawamoto S, Montgomery RA, Lawler LP, Horton KM, Fishman EK. Multidetector CT angiography for preoperative evaluation of living laparoscopic kidney donors. *AJR* 2003;180:1633-8.
7. Platt JF, Ellis JH, Korobkin M, Reige K. Helical CT evaluation of potential kidney donors: findings in 154 subjects. *AJR* 1997;169:1325-30.
8. Raman SS, Pojchamarnwiputh S, Muangsomboon K, Schulam PG, Gritsch HA, Lu DS. Utility of 16-MDCT angiography for comprehensive preoperative vascular evaluation of laparoscopic renal donor. *AJR* 2006;186:1630-8.
9. Raman SS, Pojchamarnwiputh S, Muangsomboon K, Schulam PG, Gritsch HA, Lu DS. Surgically relevant normal and variant renal parenchymal and vascular anatomy in preoperative 16-MDCT evaluation of potential laparoscopic renal donors. *AJR* 2007;188:105-14.
10. Yeh BM, Coakley FV, Meng MV, Breiman RS, Stoller ML. Precaval right renal arteries: prevalence and morphologic association at spiral CT. *Radiology* 2004;230:429-33.

**Table 1. CT Parameters for Preoperative Evaluation of Potential Renal Donors.**

Oral Contrast	Total 3 glasses of water, each glass (250 ml) every 15 min, last glass just before entering CT room
IV Contrast	100 cc, 4cc/sec (power injector)
Position	Supine
Scan Sequences	<ul style="list-style-type: none"><li>- Scannogram (scout)</li><li>- Axial, unenhanced scan (from hepatic dome to pubic symphysis)</li><li>- Axial, arterial phase (from hepatic dome to iliac crest), delay time: 5 seconds after ROI in aorta just above renal level reached a threshold of 150 HU</li><li>- Axial, excretory phase (from hepatic dome to iliac crest), delayed 2 minute after starting injection</li></ul>
Scan Direction	Superior to inferior
Respiration	Breath in and hold breath
Collimation	1.25 mm (every phase except arterial phase use 0.625 mm)
kVp	120 (use 150in big patient)
mA	300
DFOV	Cover abdomen
Post-processing	2-D MRP and 3-D reconstruction (VR and MIP techniques as necessary)

**Table 2. Number of Renal Arteries on the Left and Right Kidneys of 65 Donors.**

No. of Renal Arteries	Left Kidney		Right Kidney	
	No. of Patients	(%)	No. of Patients	(%)
1	47	72.3%	53	81.5%
2	16	24.6%	11	16.9%
3	2	3.1%	1	1.5%
Total	65	100%	65	100%

**Table 3. Number of Renal Veins on the Left and Right Kidneys of 65 Donors.**

No. of Renal Veins	Left Kidney		Right Kidney	
	No. of Patients	(%)	No. of Patients	(%)
1	64	98.5%	42	64.6%
2	1	1.5%	19	29.2%
3	0	0%	4	6.2%
Total	65	100%	65	100%

**Table 4. The Prevalences of Venous Anomalies of 65 Donors.**

Venous Anomalies	Number (%)
1. Duplicated IVC	1 (1.5%)
2. Circumaortic left renal vein	1 (1.5%)
3. Retroaortic left renal vein	1 (1.5%)
4. Prominent left gonadal vein (diameter >10mm)	1 (1.5%)
5. Prominent left lumbar vein (diameter >10mm)	0 (0%)
6. Right gonadal vein drained into right renal vein	4 (6.2%)

**Table 5. Comparison of the Prevalence of Renal Vascular Variants with Prior Studies.**

Vascular Variants	Prevalence (%)		
	Our Study	Raman et al. (9)	Yeh et al. (10)
Supernumerary Rt. renal a.	18.5	22	-
Supernumerary Lt. renal a.	27.7	16	-
Early branching of Rt. renal a.	12.8	15	-
Early branching of Lt. renal a.	22.4	21	-
Precaval Rt. renal a.	4.6	-	5
Supernumerary Rt. renal v.	35.4	24	-
Supernumerary Lt. renal v.	1.5	8	-
Late confluence of Lt. renal v.*	1.5	17	-
Circumaortic left renal veins	1.5	8	-
Retroaortic left renal veins	1.5	2	-
Duplicated IVC	1.5	0.8	-
Outsized lumbar-gonadal axis**	1.5	54	-
Rt. gonadal v. drained into Rt. renal vein	6.2	-	-

**Remarks:** Different criterias between our study and Raman study resulted in the discrepancies in the prevalence of late confluence of left renal vein\* and the outsized lumbar-gonadal axis\*\*.

## FIGURES AND LEGENDS



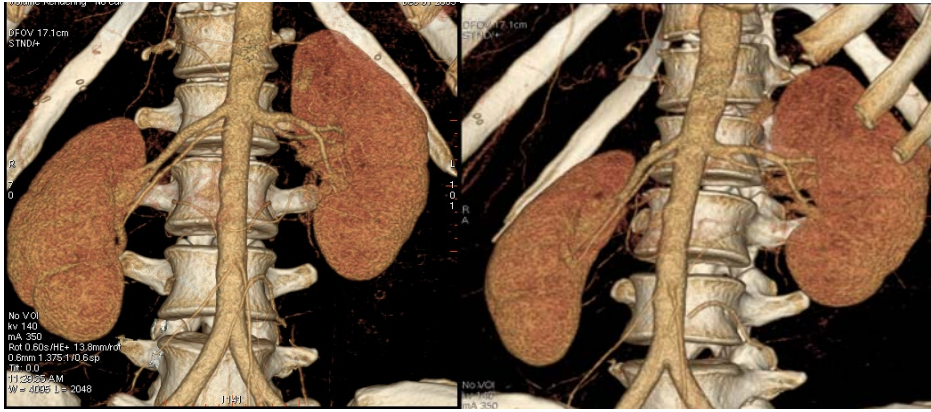
**Figure 1.** A 3-D volume-rendered (VR) image of a 52-year-old male renal donor obtained with a 64-detector CT demonstrates three left renal arteries.



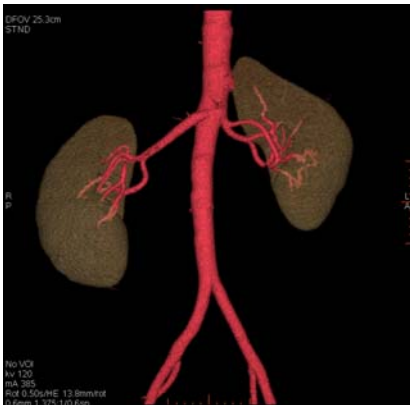
**Figure 2.** Rotating 3-D volume-rendered (VR) images of a 34-year-old female renal donor obtained with a 64-detector CT demonstrates two right renal arteries and two left renal arteries.



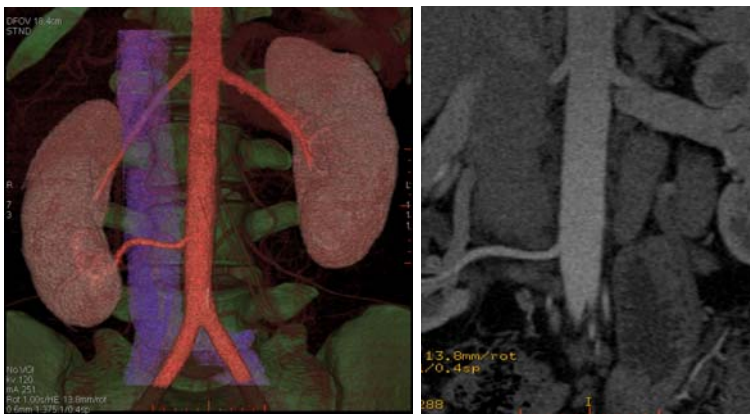
**Figure 3.** A 3-D volume-rendered (VR) image of a 30-year-old male renal donor obtained with a 64-detector CT demonstrates two right and two left renal arteries with early branching of a lower left renal artery (13 mm from aorta).



**Figure 4.** Rotating 3-D volume-rendered (VR) images of a 32-year-old female renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates two right renal arteries and early branching of single left renal artery (8.0 mm for the aorta).



**Figure 5.** A 3-D volume-rendered (VR) image of a 28-year-old male renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates single left renal artery with early branching (4.0 mm from aorta). Single right renal artery is also visualized.



(A)

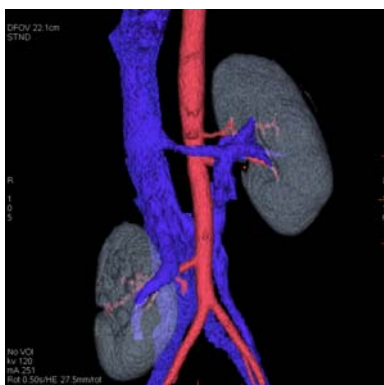
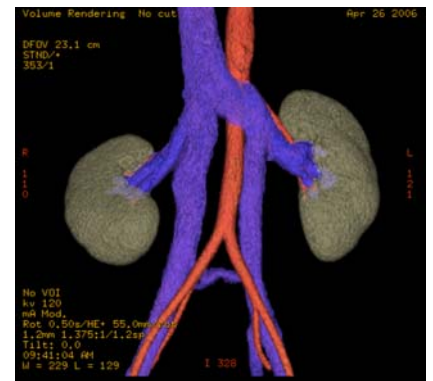
(B)

**Figure 6.** (A) A 3-D volume-rendered (VR) and (B) a 3-D maximum-intensity-projections (MIP) image of a 23-year-old female renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates two right renal arteries. Lower right renal artery is prevocal in location.



**Figure 7.** A 3-D maximum- intensity-projections (MIP) image of a 40-year-old male renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates late confluence of left renal vein (left renal venous branches coalescing beneath lateral wall of aorta).

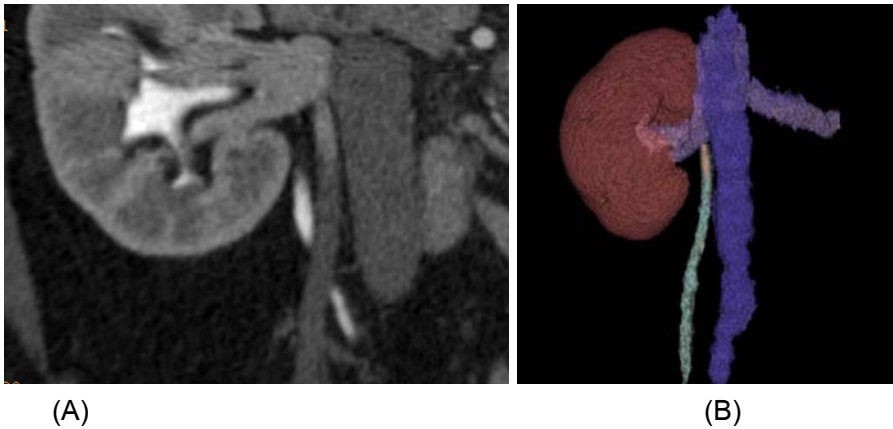
**Figure 8.** A 3-D volume-rendered (VR) image of a 27-year-old female renal donor obtained with a 64-dectector CT demonstrates the duplicated inferior vena cava (IVC).



**Figure 9.** A 3-D volume-rendered (VR) image of a 19-year-old female renal donor obtained with a 16-dectector CT demonstrates low-positioned right kidney with malrotation. Complex renal vascular anatomies are also observed including single precaval right renal artery with early branching (10.3 mm from aorta), two left renal arteries with early branching of the upper branch (14mm for aorta), and circumaortic left renal vein.



**Figure 10.** A 3-D maximum- intensity-projections (MIP) image of a 24-year-old female renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates the oversized left gonadal vein (10mm in diameter) drained into left renal vein.



**Figure 11.** (A) A 3-D maximum- intensity-projections (MIP) and (B) a 3-D volume-rendered (VR) image of a 40-year-old female renal donor obtained with a 16-detector CT demonstrates right gonadal vein drained into right renal vein.

## Output ที่ได้จากโครงการ:

1. ผลงานตีพิมพ์ เรื่อง The accuracy of preoperative CT angiography in living related renal donors: evaluation with 16- and 64-detector CT scanners. ขณะนี้กำลังอยู่ระหว่างการปรับแต่ง และเรียบเรียงบทความเพื่อส่งตีพิมพ์

## 2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในเชิงวิชาการ

เนื่องจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการตรวจไตโดยเครื่องเอกซเรย์คอมพิวเตอร์ก่อนการผ่าตัดบริจาคไตในผู้บริจาคไตที่ยังมีชีวิตอยู่นั้น มีความถูกต้อง แม่นยำสูง สามารถประเมินลักษณะทางกายวิภาค (ได้แก่ลักษณะปกติ, ลักษณะเบี่ยงเบนที่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ (normal variation) และลักษณะที่ผิดปกติของหลอดเลือดไต ท่อไต และเนื้อไต) ตลอดจนการทำงานของไตทั้งสองข้างได้ดี ปัจจุบันจึงนำมาใช้ทดแทนการตรวจแบบเก่าซึ่งถือเป็นการตรวจที่ค่อนข้างรุกราน (invasive study) แล้ว