



เลขที่สิทธิบัตร 85490

สป/200 - ข

สิทธิบัตรการประดิษฐ์

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522
อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยมหิดล

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถ้อยสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) ดังที่ปรากฏในสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ	0901004239
วันขอรับสิทธิบัตร	21 กันยายน 2552
ผู้ประดิษฐ์	ศาสตราจารย์เบญจวรรณ วิวัฒนปฐพี และคณะ
ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์	ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส

85490

ให้ผู้ทรงสิทธิบัตรนี้มีสิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ



ออกให้ ณ วันที่	18 เดือน	พฤศจิกายน	พ.ศ. 2564
หมดอายุ ณ วันที่	20 เดือน	กันยายน	พ.ศ. 2572



พนักงานเจ้าหน้าที่

- หมายเหตุ
- ผู้ทรงสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น สิทธิบัตรนี้จะสิ้นสุดอายุ
 - ผู้ทรงสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวได้
 - การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามสิทธิบัตรและการโอนสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่



Ref.256401028835211

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

5 วิศวกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส

ได้แก่ คณิตศาสตร์ประยุกต์ และวิศวกรรมศาสตร์การแพทย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

- การประดิษฐ์ประเภทเดียวกันที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีลักษณะที่ประกอบด้วยระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาเส้นเดียวและหลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายเส้นเดียว ซึ่งสร้างมาจากการถ่ายภาพ
- 10 รังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ (Computed Tomography: CT Scan) ของมนุษย์แต่ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจที่ได้เคยนำเสนอมาก่อนหน้านี้ มีลักษณะเป็นท่อโค้ง ที่ไม่มีแขนงหลอดเลือดปรากฏอยู่เลย ซึ่งไม่ใช่ลักษณะของหลอดเลือดหัวใจ Giannoglou และคณะ (2003) ได้นำเสนอระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายที่มีประกอบด้วย left anterior descending artery (LAD) และ left circumflex artery (LCx)ที่มีความยาว 3.7 และ 3.4 มม. เพื่อศึกษาความหนืดของเลือดในบริเวณ
- 15 หลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย Lorenzและคณะ (2004) ได้จำลองระบบแขนงของหลอดเลือดหัวใจ และนำไปใช้กับคนไข้ 33 คน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการนำระบบจำลองหลอดเลือดนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาการเกิดโรคของคนไข้ แต่ระบบจำลองที่นักวิจัยข้างต้นนี้นำเสนอ มีลักษณะเป็นท่อแข็งโค้ง ลักษณะไม่เหมือนหลอดเลือดหัวใจของมนุษย์ Verhey และ Bara (2008) ศึกษาอิทธิพลที่มีต่อการไหลของเลือดเมื่อมุมที่หลอดเลือดหัวใจแตกออกมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่แตกต่างกัน โดยใช้
- 20 ระบบจำลองหลอดเลือดจำลองที่เป็นท่อแข็งตรง และมีกระเปาะที่ฐาน Goubergrits และคณะ (2008) ได้นำเสนอระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายส่วนต้น ที่แยกแขนงออกไปเป็น LAD และ LCxA ซึ่ง


นายสุวัจชัย บุญอารี

ไม่สมบูรณ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาด้วยระบบจำลองหลอดเลือดเหล่านี้ไม่สามารถอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในหลอดเลือดหัวใจ ทำให้ไม่สามารถนำไปใช้ในทางคลินิกได้

- ดังนั้นทางคณะผู้ประดิษฐ์จึงได้พัฒนาระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสที่สมบูรณ์ที่สุด เพื่อประโยชน์ในการศึกษาปัญหาการไหลของเลือดในหลอดเลือดหัวใจ และ
- 5 สำหรับใช้ในการวางแผนการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจบายพาส ซึ่งต้องมีการนำเทคนิคทางคณิตศาสตร์มาใช้ ทำให้สามารถเห็นได้ชัดเจน ทำให้ง่ายต่อการวิเคราะห์และรักษาของแพทย์ต่อไป

ลักษณะและความมุ่งหมายการประดิษฐ์

- ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสนี้ เป็นระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจของมนุษย์ที่มีแขนงหลอดเลือดตามแนวแกนของหลอดเลือดที่สร้างจากการถ่ายภาพรังสี ส่วนตัด
- 10 อาศัยคอมพิวเตอร์ โดยระบบจำลองหลอดเลือดนี้มีทั้งหมด 6 ระบบที่แตกต่างกัน คือ ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา, ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย, ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา
- อุดต้นบายพาส, ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้ายที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่, ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาอุดต้นที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่และระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวabayพาสที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่

- 15 โดยระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสนี้ เป็นการพัฒนาระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจที่สมบูรณ์เหมือนของมนุษย์มากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการศึกษาปัญหาการไหลของเลือดในหลอดเลือดหัวใจ รวมถึงการวางแผนการผ่าตัดหลอดเลือดหัวใจบายพาส ซึ่งต้องนำไปใช้ประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้จริง มีการตกแต่งหลอดเลือดโดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์จนทำให้สามารถวางแผนการรักษาของแพทย์ได้

20

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ


นายสุวัจชัย บุญอารี

รูปที่ 1 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา ที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัด
อาศัยคอมพิวเตอร์ของคนปกติที่ไม่เป็นโรคหลอดเลือด

รูปที่ 2 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัด
อาศัยคอมพิวเตอร์ของคนปกติที่ไม่เป็นโรคหลอดเลือด

5 รูปที่ 3 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา ที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัด
อาศัยคอมพิวเตอร์ของคนไข้ที่เป็นโรคหลอดเลือดตีบตันและมีการต่อบายพาสหลอดเลือด

รูปที่ 4 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้ายที่ต่อมาจากฐานของเส้น
เลือดแดงใหญ่ ที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ของคนปกติที่ไม่เป็นโรคหลอดเลือด

10 รูปที่ 5 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่ต่อมาจากฐานของเส้นเลือดแดงใหญ่
ที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดตีบตัน

รูปที่ 6 แสดงภาพการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่ต่อมาจากฐานของเส้นเลือดแดงใหญ่
ที่สร้างมาจากการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดตีบตันและมีการต่อ
บายพาสหลอดเลือด

15 รูปที่ 7 (7A, 7B) แสดงค่าแรงดันสูงสุด (systolic pressure) และเวกเตอร์ความเร็ว (vector
field) ของเลือดในหลอดเลือดหัวใจข้างขวาของคนปกติ

รูปที่ 8 (8A, 8B, 8C) แสดงค่าแรงดันสูงสุด (systolic pressure) และเวกเตอร์ความเร็ว
(vector field) ของเลือดในหลอดเลือดหัวใจข้างขวายบายพาสของคนไข้โรคหลอดเลือดหัวใจตีบตันที่ทำการ
ผ่าตัดบายพาสหลอดเลือดหัวใจแล้ว

รูปที่ 9 (9A, 9B, 9C, 9D) แสดงค่าแรงดันเลือดสูงสุดและต่ำสุด (systolic and diastolic pressures) และเวกเตอร์ความเร็ว (vector field) ที่สอดคล้องกับค่าแรงดันข้างต้น ในหลอดเลือดหัวใจ ทั้งข้างขวาและซ้ายที่ปกติ ที่ต่อมาจากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่

รูปที่ 10 (10A, 10B, 10C, 10D) แสดงค่าแรงดันเลือดสูงสุดและต่ำสุด (systolic and diastolic pressures) และเวกเตอร์ความเร็ว (vector field) ที่สอดคล้องกับค่าแรงดันข้างต้น ในหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาสที่ต่อมาจากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่ของคนไข้โรคหลอดเลือดหัวใจตีบ ที่ทำการผ่าตัดบายพาสหลอดเลือดหัวใจแล้ว

รูปที่ 11 แสดงลักษณะเส้นขอบของรูปหน้าตัดขวางของหลอดเลือดและแขนงหลอดเลือด

การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

10 ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสนี้ มีขั้นตอนการประดิษฐ์ คือ

1. การจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำ

ภาพเอกซเรย์ของผู้ป่วยจำนวนมากมาผ่านการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์แล้วทำการตกแต่งโดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ทำให้มีระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจที่สมบูรณ์เหมือนของมนุษย์มากที่สุดและสามารถนำไปใช้ในการประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้

15 2. ทำการเพื่อศึกษาปัญหาการไหลของเลือดในหลอดเลือดหัวใจที่แสดงว่าหลอดเลือดหัวใจที่สร้างได้นี้ สามารถนำไปใช้ประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้จริงและทำให้ง่ายต่อการรักษาของแพทย์ได้

3. ได้ทำการจำลองหลอดเลือดได้ ทั้งหมด 6 ระบบ คือ

- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา รูปที่ 1

- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย รูปที่ 2

20 - การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาอุดต้นบายพาส รูปที่ 3

- การจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้ายที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ รูปที่ 4


นายสุวัจชัย บุญอารี

- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาอุดตันที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ รูปที่ 5
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาสที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ รูปที่ 6

โดยแต่ละระบบจำลองหลอดเลือดมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

- 1) ดังแสดงในรูปที่ 1 การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา ที่มีความยาวตามแนวแกนหลอดเลือด 12.665 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น (1) 0.115 ตารางเซนติเมตรและมีความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัดนั้น 1.205 เซนติเมตร แขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง ประกอบด้วย แขนงที่หนึ่ง (2) แขนงที่สอง (3) และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อย (4a, 4b) ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดอยู่ระหว่าง 0.004 ถึง 0.009 ตารางเซนติเมตรและมีความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัดนั้นระหว่าง 0.238 ถึง 0.342 เซนติเมตร แขนงที่สี่ (5) และแขนงที่ห้า (6)
- 2) ดังแสดงในรูปที่ 2 การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย มีพื้นที่หน้าตัดส่วนต้น 0.252 ตารางเซนติเมตร และมีเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัด 1.8 เซนติเมตร หลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายนี้ ประกอบด้วย แขนงหลอดเลือดขนาดใหญ่สองแขนง คือ หลอดเลือด left anterior descending (LAD) (7) ที่มีความยาว 20.792 เซนติเมตร และ left circumflex (LCX) (8) ที่มีความยาว 12.881 เซนติเมตร และแขนงหลอดเลือด LAD และ LCX มีแขนงย่อย 3 แขนงและ 4 แขนง ตามลำดับ
- 3) ดังแสดงในรูปที่ 3 การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาส ที่ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ หลอดเลือดหัวใจข้างขวาตีบตัน (3a) และ หลอดเลือดบายพาส (3b) โดยคุณลักษณะของหลอดเลือดข้างขวาตีบตันจะเหมือนกับระบบจำลองตามรูปที่ 1 นอกจากนี้ยังมีการตีบตันที่ระยะ 4.25 เซนติเมตร จากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจและมีการต่อบายพาสที่ระยะห่างประมาณ 2 เซนติเมตรจากด้านใต้ของคอบริเวณที่อุดตัน โดยเส้นเลือดบายพาสมีพื้นที่หน้าตัดส่วนต้น 0.096 ตารางเซนติเมตรและมีเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัด 1.106 เซนติเมตร และมีความยาวจากส่วนต้นถึงบริเวณที่ต่อบายพาสกับเส้นเลือดหัวใจ 10.879 เซนติเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3


นายสุวัจชัย บุญอารี

4) ดังแสดงในรูปที่ 4 การจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้าย ที่ประกอบด้วย หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น (4a) หลอดเลือดหัวใจข้างขวาและหลอดเลือดหัวใจซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 27.879 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 97.731 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น (4b) และส่วนปลายของฐานหลอดเลือดแดงใหญ่ (4c) เป็น 6.064 ตารางเซนติเมตร และ 6.713 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.952 เซนติเมตร และ 9.2 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4

5) ดังแสดงในรูปที่ 5 การจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาตีบตัน ที่ประกอบด้วย หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น (5a) หลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่สมบูรณ์และส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 25.314 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 65.929 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ที่มีพื้นที่หน้าตัดส่วนต้นและส่วนปลายของฐานหลอดเลือดแดงใหญ่เป็น 6.066 ตารางเซนติเมตร และ 6.716 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.953 เซนติเมตร และ 9.201 เซนติเมตร ตามลำดับ หลอดเลือดหัวใจข้างขวาประกอบด้วยแขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อยหลอดเลือดหัวใจนี้ตีบตันที่ระยะประมาณ 4.25 เซนติเมตรจากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจ ดังแสดงในรูปที่ 5

6) ดังแสดงในรูปที่ 6 การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวabayพาส ที่ประกอบด้วย หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น หลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่สมบูรณ์และส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 26.180 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 76.054 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดส่วนต้นและส่วนปลายของฐานหลอดเลือดแดงใหญ่เป็น 6.067 ตารางเซนติเมตร และ 6.716 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.954 เซนติเมตร และ 9.201 เซนติเมตร ตามลำดับ หลอดเลือดหัวใจข้างขวabayพาส ประกอบด้วย แขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อยหลอดเลือดหัวใจนี้ตีบตันที่


นายสุวัจชัย บุญอารี

ระยะ ประมาณ 4.25 เซนติเมตรจากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจและมีการต่อบายพาสที่ระยะห่าง
ประมาณ 2 เซนติเมตรจากด้านใต้ของคอของบริเวณที่อุดตัน ดังแสดงในรูปที่ 6

โดยระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสสามารถดูแรงดันและเวกเตอร์
ความเร็วของเลือดได้ดังแสดงรายละเอียดดังนี้

5 1) ค่าแรงดันสูงสุด (systolic pressure) และเวกเตอร์ความเร็ว (vector field) ของเลือดใน
หลอดเลือดหัวใจข้างขวาของคนปกติดังแสดงในรูปที่ 7 (7A, 7B)

2) ค่าแรงดันสูงสุด (systolic pressure) และเวกเตอร์ความเร็ว (vector field) ของเลือดใน
หลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาสของคนไข้โรคหลอดเลือดหัวใจตีบตันที่ทำการผ่าตัดบายพาสหลอดเลือด
หัวใจแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 8 (8A , 8B ,8C)

10 3) ค่าแรงดันเลือดสูงสุดและต่ำสุด (systolic and diastolic pressures) และเวกเตอร์
ความเร็ว (vector field) ที่สอดคล้องกับค่าแรงดันข้างต้น ในหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้ายที่ปกติ
ที่ต่อมาจากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 9 (9A , 9B , 9C ,9D)

4) ค่าแรงดันเลือดสูงสุดและต่ำสุด (systolic and diastolic pressures) และเวกเตอร์
ความเร็ว (vector field) ที่สอดคล้องกับค่าแรงดันข้างต้น ในหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาสที่ต่อมา
15 จากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่ของคนไข้โรคหลอดเลือดหัวใจตีบที่ทำการผ่าตัดบายพาสหลอดเลือด
หัวใจแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 10

โดยแรงดันเลือดและเวกเตอร์ความเร็วของเลือดทำให้สามารถวิเคราะห์ลักษณะของคนไข้และ
ทำให้แพทย์สามารถวางแผนการรักษาคนไข้ได้

ขั้นตอนในการสร้างใช้ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส

20 ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

1. การแปลงภาพถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ ของหลอดเลือดหัวใจและการ
ปรับแต่งผิวหลอดเลือด การแปลงภาพถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ สกุล DICOM ของหลอดเลือด
หัวใจ ไปเป็นภาพหลอดเลือดหัวใจสามมิติสกุล STL โดยใช้ซอฟต์แวร์ Mimics นั้นเพื่อให้ได้ภาพ
หลอดเลือดที่สมบูรณ์ จึงมีความจำเป็นต้องใช้ภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์จำนวนมาก อย่างไรก็ตาม
5 ระบบจำลองที่ได้มาในขั้นนี้ยังไม่สามารถนำไปใช้ในการประมวลผลคอมพิวเตอร์ได้ เนื่องจากผิวของ
หลอดเลือดมีลักษณะขรุขระมากจึงจำเป็นต้องนำไปปรับแต่งผิว

2. การปรับแต่งผิวหลอดเลือดหัวใจนั้น เริ่มจากการสร้างรูปหน้าตัดขวางจำนวนมากในแนวแกน
ของหลอดเลือดแดงใหญ่ หลอดเลือดหัวใจและแขนงหลอดเลือด ตามด้วยการเลือกจุดบนขอบของรูปหน้า
ตัดขวางนี้จำนวน 5 จุด (หรือ 13 จุด) ในกรณีของการสร้างผิวที่ฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่และใช้
10 เทคนิคทางคณิตศาสตร์คิวบิกสไปไลน์อินเตอร์โพลเลชัน (cubic spline interpolation) สำหรับปรับรูปร่าง
ของขอบให้เรียบ ไม่ขรุขระ จากนั้นเลือกกำหนดจุดหนึ่งจุดในแต่ละรูปหน้าตัดขวางของหลอดเลือด (หรือ
ของแขนงหลอดเลือด) ให้เป็นจุดเริ่มต้นของเวกเตอร์ที่บอกทิศทางของการสร้างผิวหลอดเลือด โดย
พยายามกำหนดให้เวกเตอร์เหล่านี้มีทิศทางไปในแนวทางเดียวกันสุดท้ายคือการใช้เทคนิคคณิตศาสตร์พีช
วิสคิวบิกสไปไลน์อินเตอร์โพลเลชัน (piecewise cubic spline interpolation) ก็จะได้การจำลองหลอดเลือด
15 เลือดแดงใหญ่ หลอดเลือดหัวใจ และแขนงหลอดเลือดต่างๆ แยกส่วนกัน และเมื่อนำระบบจำลองเหล่านี้
มาต่อกัน ก็จะได้การจำลองหลอดเลือดหัวใจที่ต่อมาจากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่ที่มีคล้ายของจริง
มากที่สุด ซึ่งแสดงลักษณะเส้นขอบของรูปหน้าตัดขวางของหลอดเลือดและแขนงหลอดเลือด ดังแสดง
ในรูปที่ 11

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

20 เหมือนกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถกเถียง

1. ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส ประกอบด้วยขั้นตอน
 - 1) การจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาสด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการนำภาพเอกซเรย์ของผู้ป่วยมาผ่านการถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์แล้วทำการตกแต่งโดยใช้เทคนิคทางคณิตศาสตร์ และ
 - 2) การจำลองหลอดเลือดทำให้เห็นลักษณะของการไหลของเลือดในหลอดเลือดหัวใจเมื่อนำไปประมวลผลคอมพิวเตอร์
- ซึ่งมีลักษณะเฉพาะคือ ระบบจะทำการจำลองหลอดเลือดทั้ง 6 ระบบ
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา ซึ่งมีความยาวตามแนวแกนหลอดเลือด 12.665 เซนติเมตร พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น (1) 0.115 ตารางเซนติเมตรและมีความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัดนั้น 1.205 เซนติเมตร แขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง ประกอบด้วยแขนงที่หนึ่ง (2) แขนงที่สอง (3) และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อย (4a, 4b) ซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดอยู่ระหว่าง 0.004 ถึง 0.009 ตารางเซนติเมตรและมีความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัดนั้นระหว่าง 0.238 ถึง 0.342 เซนติเมตร แขนงที่สี่ (5) และแขนงที่ห้า (6)
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น 0.252 ตารางเซนติเมตร และมีเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัด 1.8 เซนติเมตร หลอดเลือดหัวใจข้างซ้ายนี้ ประกอบด้วย แขนงหลอดเลือดขนาดใหญ่สองแขนง คือ หลอดเลือด left anterior descending (LAD) (7) ที่มีความยาว 20.792 เซนติเมตร และ left circumflex (LCX) (8) ที่มีความยาว 12.881 เซนติเมตร และแขนงหลอดเลือด LAD และ LCX มีแขนงย่อย 3 แขนง และ 4 แขนง
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาอุดตันบายพาส ประกอบด้วย 2 ด้าน คือ


นายสุวัจชัย บุญอารี

- หลอดเลือดหัวใจข้างขวาตีบตัน (3a) และ หลอดเลือดบายพาส (3b) โดยคุณลักษณะของ หลอดเลือดข้างขวาตีบตันจะเหมือนกับระบบจำลองตามรูปที่ 1 นอกจากนี้ยังมีการตีบตันที่ ระยะ 4.25 เซนติเมตร จากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจและมีการต่อบายพาสที่ระยะห่าง ประมาณ 2 เซนติเมตรจากด้านใต้ของคอบริเวณที่อุดตัน โดยเส้นเลือดบายพาสมี พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น 0.096 ตารางเซนติเมตรและมีเส้นรอบรูปพื้นที่หน้าตัด 1.106 เซนติเมตร และมีความยาวจากส่วนต้นถึงบริเวณที่ต่อบายพาสกับเส้นเลือดหัวใจ 10.879 เซนติเมตร
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจทั้งข้างขวาและซ้ายที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ ประกอบด้วย หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น (4a) หลอดเลือดหัวใจข้างขวาและหลอดเลือด หัวใจข้างซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 27.879 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 97.731 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดส่วนต้น (4b) และส่วนปลายของฐาน หลอดเลือดแดงใหญ่ (4c) เป็น 6.064 ตารางเซนติเมตร และ 6.713 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.952 เซนติเมตร และ 9.2 เซนติเมตร
- การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาอุดตันที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ ประกอบด้วย หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น (5a) หลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่สมบูรณ์และส่วนต้นของ หลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 25.314 ลูกบาศก์ เซนติเมตรและ 65.929 ตารางเซนติเมตรตามลำดับ ที่มีพื้นที่หน้าตัดส่วนต้นและส่วน ปลายของฐานหลอดเลือดแดงใหญ่เป็น 6.066 ตารางเซนติเมตร และ 6.716 ตาราง เซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.953 เซนติเมตร และ 9.201 เซนติเมตร ตามลำดับ หลอดเลือดหัวใจข้างขวาประกอบด้วย

แขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อยหลอดเลือดหัวใจนี้ตีบตันที่ระยะประมาณ 4.25 เซนติเมตรจากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจ

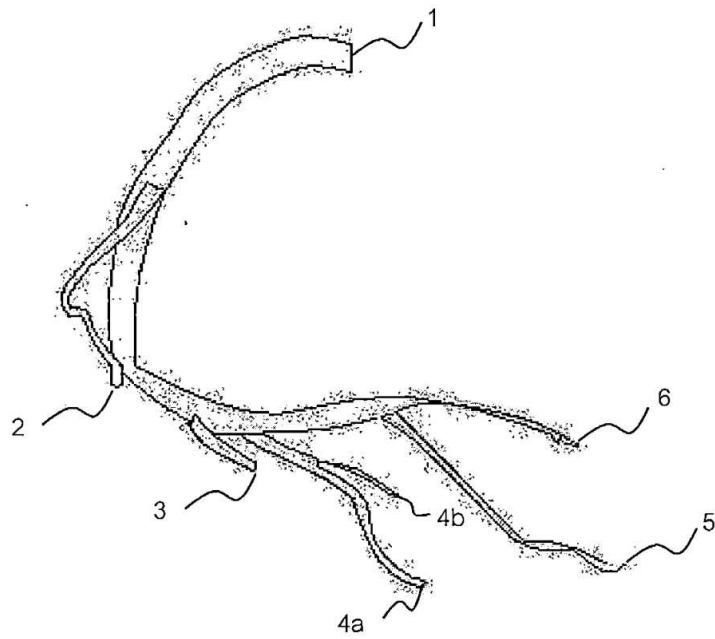
- 5 - การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาสที่ต่อมาจากหลอดเลือดแดงใหญ่ หลอดเลือดแดงใหญ่ส่วนต้น หลอดเลือดหัวใจข้างขวาที่สมบูรณ์และส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย ที่มีปริมาตรและพื้นที่ผิวทั้งหมดเป็น 26.180 ลูกบาศก์เซนติเมตรและ 76.054 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดส่วนต้นและส่วนปลายของฐานหลอดเลือดแดงใหญ่เป็น 6.067 ตารางเซนติเมตร และ 6.716 ตารางเซนติเมตร ตามลำดับ และมีความยาวของเส้นรอบรูปของพื้นที่หน้าตัดทั้งสองเป็น 8.954 เซนติเมตร และ 9.201 เซนติเมตรตามลำดับ หลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาส ประกอบด้วย แขนงหลอดเลือดจำนวน 5
- 10 แขนง และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อยหลอดเลือดหัวใจนี้ตีบตันที่ระยะประมาณ 4.25 เซนติเมตรจากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจ และมีการต่อบายพาสที่ระยะห่างประมาณ 2 เซนติเมตรจากด้านใต้ของคอของบริเวณที่อุดตัน

2. ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่ง

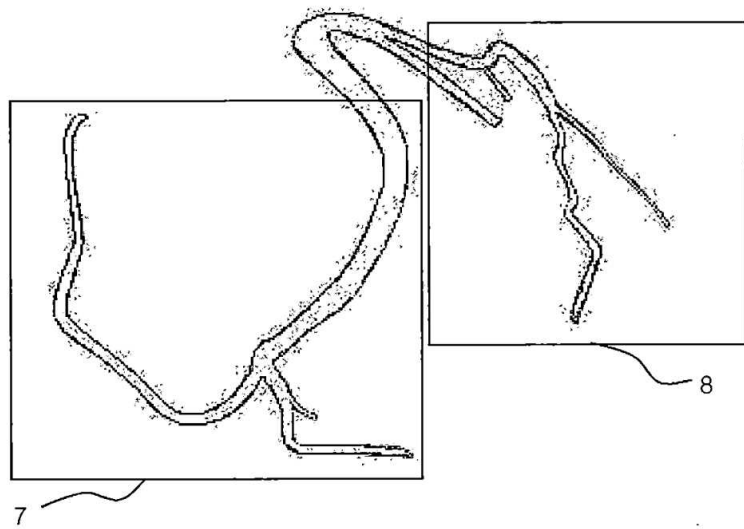
การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวา (3) โดยมีลักษณะหลอดเลือดข้างขวาตีบตัน

15 3. ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส ตามข้อถือสิทธิที่ 1 ที่ซึ่ง

การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาและซ้าย (4) , การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาตีบตัน (5) และ การจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาบายพาส (6) มีลักษณะเป็นหลอดเลือดหัวใจที่สามารถแสดงถึงแรงดันและเวกเตอร์ความเร็วเลือด ทำให้ระบุตำแหน่งการผ่าตัดของแพทย์ได้ง่าย

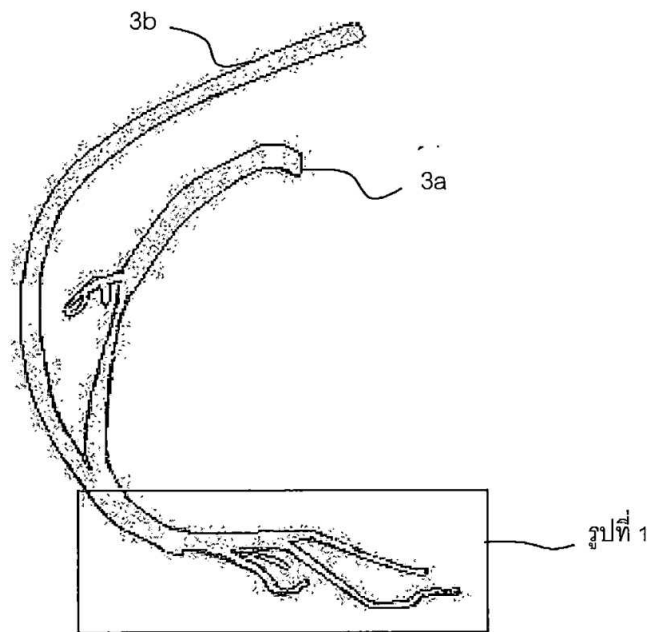


รูปที่ 1

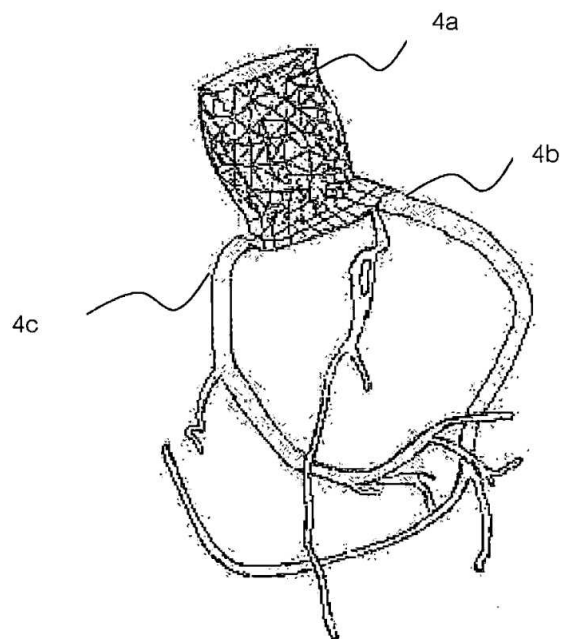


รูปที่ 2

85490

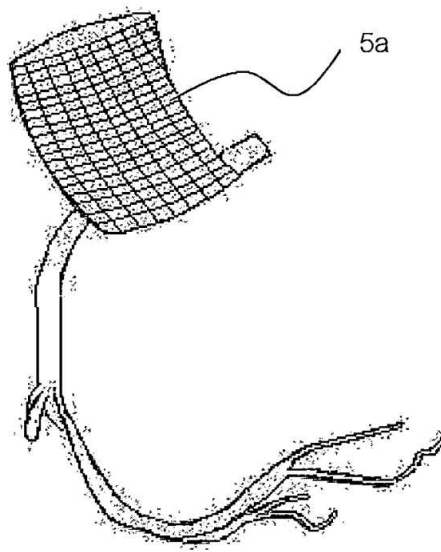


รูปที่ 3

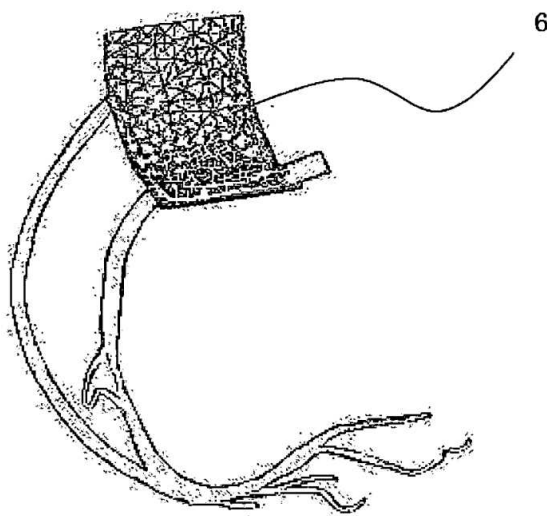


รูปที่ 4

85490

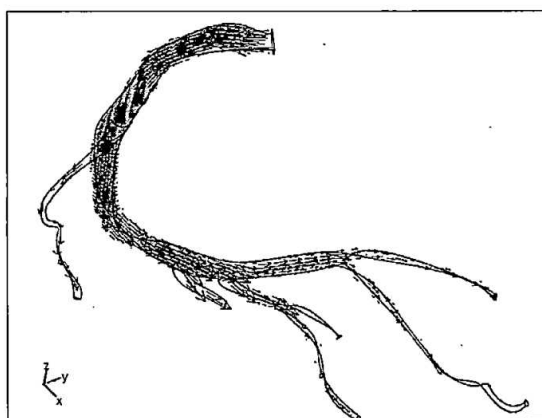
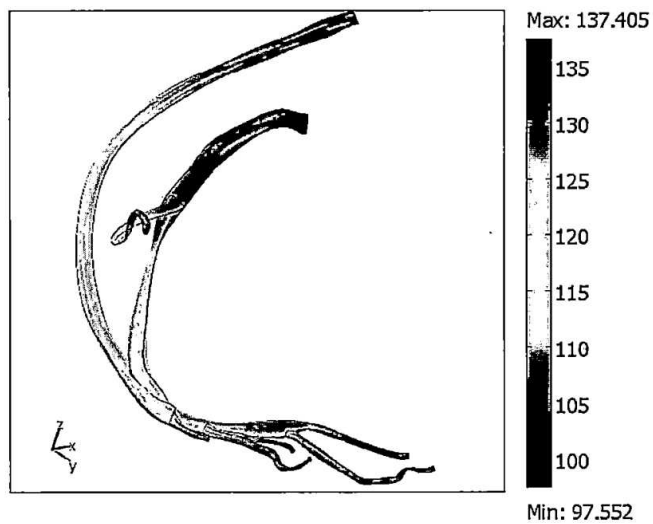


รูปที่ 5



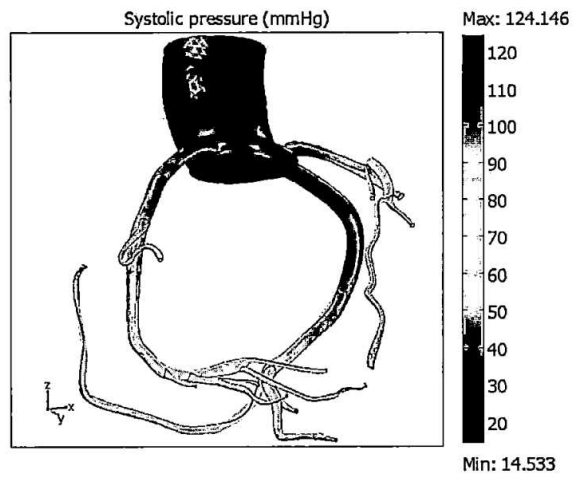
รูปที่ 6

85490

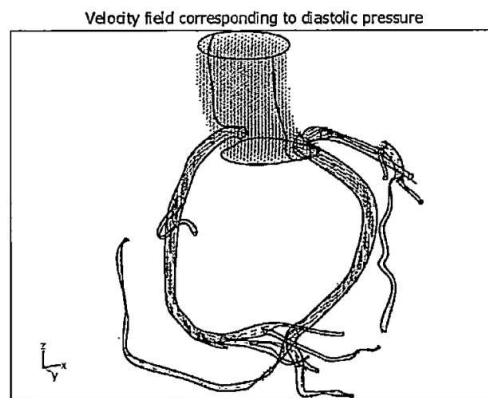


รูปที่ 7 (7A, 7B)

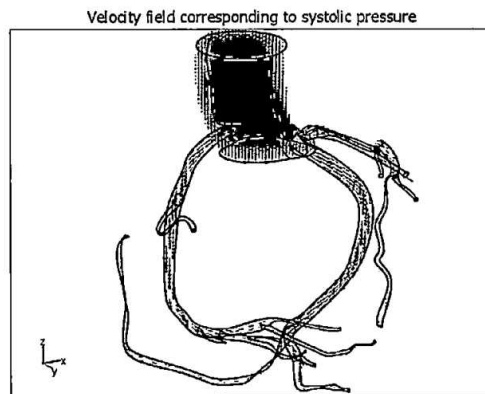
85490



รูปที่ 8A



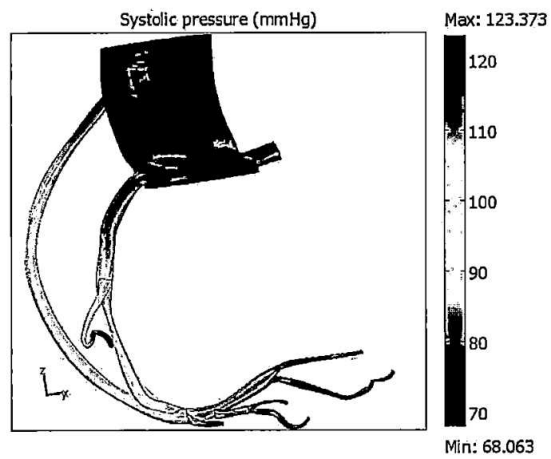
รูปที่ 8B



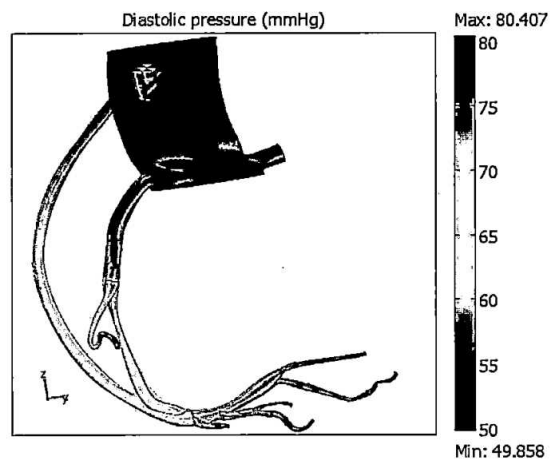
รูปที่ 8C

รูปที่ 8 (8A , 8B , 8C)

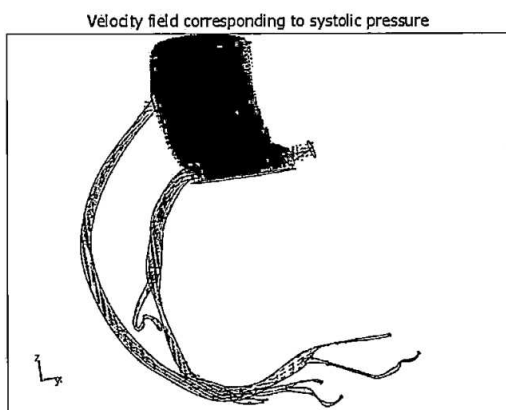
85490



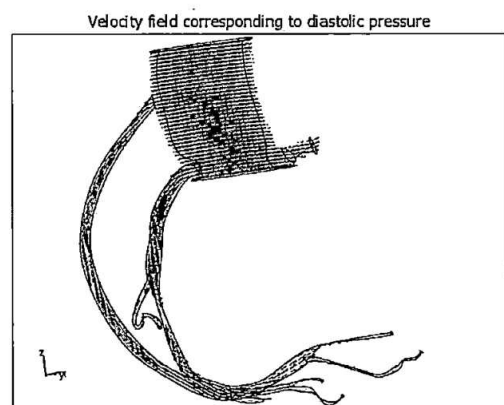
รูปที่ 9A



รูปที่ 9B



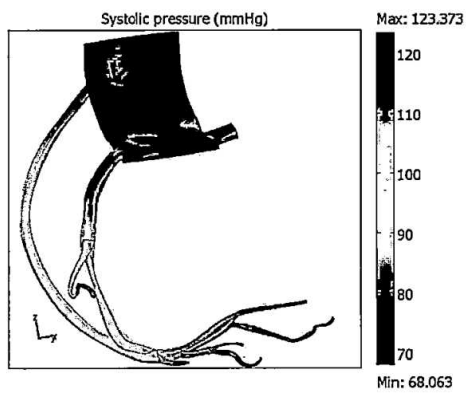
รูปที่ 9C



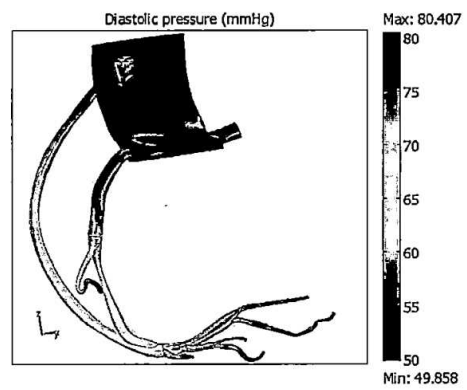
รูปที่ 9D

รูปที่ 9 (9A , 9B , 9C ,9D)

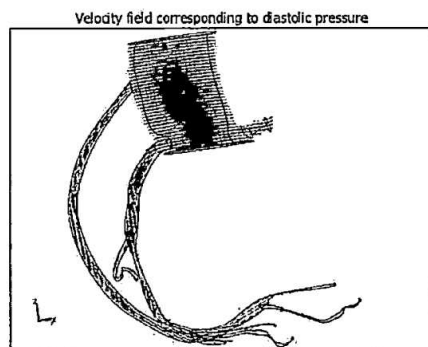
85490



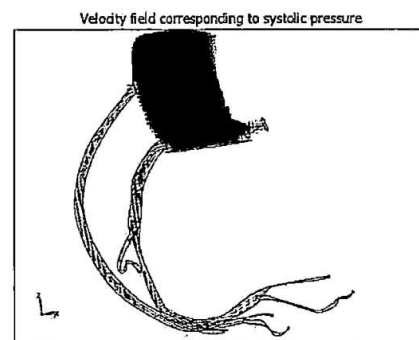
รูปที่ 10A



รูปที่ 10B



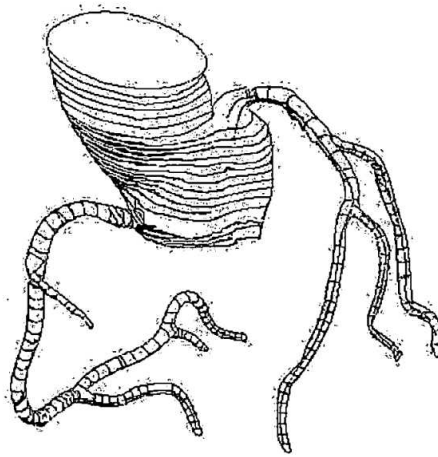
รูปที่ 10C



รูปที่ 10D

รูปที่ 10

85490



รูปที่ 11

85490

บทสรุปการประดิษฐ์

ระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจและหลอดเลือดหัวใจบายพาส ตามการประดิษฐ์นี้ ประกอบไป
ด้วยการจำลองหลอดเลือดหัวใจข้างขวาปกติหลอดเลือดหัวใจตีบตันและหลอดเลือดหัวใจบายพาส
ซึ่งสร้างมาจากถ่ายภาพรังสีส่วนตัดอาศัยคอมพิวเตอร์ของมนุษย์ทั้งที่เป็นและไม่เป็นโรคหลอดเลือดตีบตัน

- 5 และทั้งที่ต่อและไม่ต่อบายพาสหลอดเลือด โดยระบบจำลองหลอดเลือดหัวใจนี้ ประกอบด้วย
ส่วนประกอบสำคัญที่บ่งบอกลักษณะเด่นของหลอดเลือดหัวใจของมนุษย์ นั่นคือ หลอดเลือดหัวใจข้างขวา
และหลอดเลือดหัวใจข้างซ้าย ที่ต่อมาจากฐานของหลอดเลือดแดงใหญ่และหลอดเลือดหัวใจข้างขวา
ประกอบด้วย แขนงหลอดเลือดจำนวน 5 แขนง และในแขนงที่สามยังแบ่งเป็นสองแขนงย่อยในหลอดเลือด
หัวใจข้างขวาจะปรากฏการตีบตันที่ระยะประมาณ 4.25 เซนติเมตรจากส่วนต้นของหลอดเลือดหัวใจ
10 และสำหรับหลอดเลือดหัวใจบายพาส จะมีการต่อหลอดเลือดบายพาสที่ระยะห่างประมาณ 2 เซนติเมตร
จากด้านใต้ของคอของบริเวณที่อุดตัน

85490