บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

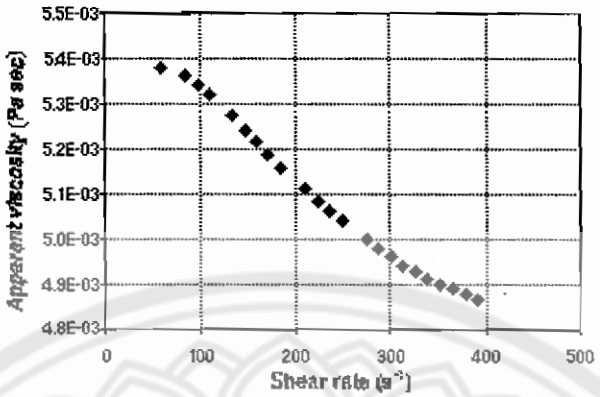
การพัฒนาทางการแพทย์ในการทดสอบระบบการไหลระดับไมโคร ต้องเข้าใจพื้นฐานของกลศาสตร์ของไหลของเลือด ที่มีสเกลตั้งแต่ สิบถึงหนึ่งร้อยไมครอน จากเอกสารบทความของ Chang และคณะ มีการทำการทดลองการไหลของเลือดที่ระหว่าง 2.5 ถึง 100 μl/min ในช่องที่มีพื้นที่หน้าตัดตามขวางขนาด 200 x 60 μm และมีช่องทางการไหลใน ท่อตรง, ข้องอ 90 องศา, และท่อลดขนาด จาก 200 μm เป็น 100 μm แล้ววัดค่าความดันและอัตราการไหลของเลือดที่ได้จากการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบกับการจำลองการไหลโดยใช้ โปรแกรม CFD

วิธีการทดลองของ Chang และคณะทำโดยการประดิษฐ์ช่องสำหรับทดสอบการไหลในซิลิคอนโดยใช้ไอออนเจาะเป็นรูลึก(deep reactivc ion etching DRIE) เป็นท่อตรง, ท่อลดขนาด, และข้องอ 90° โดยที่ท่อตรงและ ข้องอ 90° จะเจาะให้มีพื้นที่หน้าตัดขนาด 60 μm× 200 μm และความยาวทั้งหมด 12 mm ในขณะที่ข้อลดมีพื้นที่หน้าตัดขนาด 60 μm× 200 μm ยาว 6 mm และลดขนาดเป็นพื้นที่มีหน้าตัดขนาด 60 μm× 100 μm ยาว 6 mm อ่างเก็บของเหลวมีเส้นผ่านศูนย์กลาง1 mm ผ่านฐานที่เชื่อมต่อรูที่ถูกเจาะเข้าไปในซิลิคอน ร่องสำหรับติดช่องทางการไหลแต่ละแบบและอ่างเก็บเลือดถูกปิดโดยแก้วPyrex ที่ด้านบนสุดของฐาน อุปกรณ์ช่องการไหลแต่ละแบบจะถูกติดตั้งเข้าไปให้แน่น ของเหลวจะถูกส่งผ่านท่อภายนอกเข้าไปในการผ่านรูของอุปกรณ์การไหลเวียนโดยปราศจากการรั่วใดๆของของเหลว

Chang และคณะ จะนำค่า shear rate และ shear stress ที่ได้จากการทดลองแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ของ ลอการิทึม-ลอการิทึม เพื่อหาค่าคงที่ k และ n ในสมการ power law ที่ใช้ในการเปรียบกับการทดลอง จากวิธียกกำลังสองน้อยที่สุดที่เหมาะสม (least squares) Chang และคณะ ใช้สมการ power law ที่มีรูปแบบ

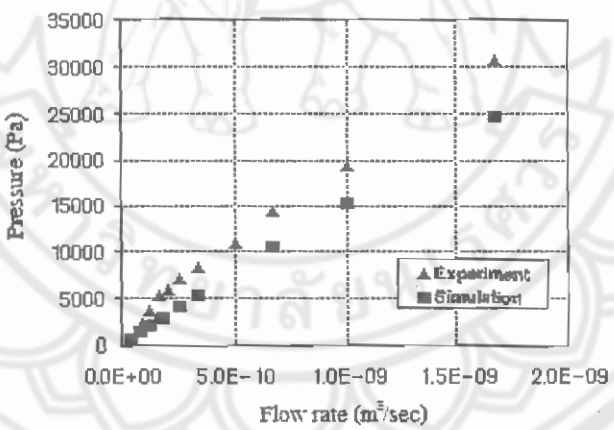
$$\tau = k(\dot{\gamma})^n$$

มีการเปรียบเทียบระหว่างโมเดลของ Chang และคณะ โดยโมเดลของ Walburn และ Schneck ที่สร้างโมเดลจากสมการ power law การจำลองของการไหลเลือดผ่านข้อตรงและ ข้องอ 90° โดยมีค่าคงที่ n = 0.785และ k = 0.0134 Pa.s^n ที่ 37 C°



กราฟที่ 1.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง apparent viscosity (Pa.s) และ shear rate (s^{-1}) ที่ได้จากการวัดในการทดลองของ Chang และคณะ

ผลลัพธ์ของ Chang และคณะ มีค่าความหนืดลดลงจาก 5.4×10^{-3} เป็น 4.9×10^{-3} Pa.s บนช่วงอัตราแรงเฉือนที่ 80-400 s^{-1} ดังรูปที่ 1 และจากการหาค่าตัวแปรที่อยู่ในรูปสมการ power law โดยวิธีการหากำลังสองที่ต่ำที่สุด (Least – Square linear fit) ทำให้ได้ค่า k = 0.00733 Pa.s^n และ n = 0.932 โดยตัวแปรที่ได้นี้ จะเป็นตัวแปรพื้นฐานที่จะใช้ใน โปรแกรม CFD



กราฟที่ 1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน (Pa) และอัตราการไหล (m^3/s) ที่ได้จากการทดลองและจากการจำลองการไหล ข้องอ 90° ของ Chang และคณะ

โดยความสัมพันธ์ระหว่างความดัน กับอัตราการไหล เมื่อมีของไหล ไหลผ่านช่องทางการไหล จะทำให้มีความต้านทานการไหลเกิดขึ้น ความต้านทานการไหลจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีอัตราการ

ไหลต่ำ และเมื่ออัตราการไหลสูงเราสามารถสมมุติให้แรงเฉือนในของไหลมีค่าน้อยมากในข้องอ 90 องศา โดยในบริเวณกึ่งกลางท่อจะเกิดการต้านการไหลประมาณ 1.8×10^{13} kg / (s.m^4)

การจำลองของการไหล ผ่านช่องทางการไหลที่เลือกใช้ Power law model ผลลัพธ์ของ การจำลองของการไหลผ่านท่องอ แนวโน้ม pressure drops จากการจำลองจะน้อยกว่า pressure drops ที่ได้จากการทดลองจริง ดังรูปที่ 2

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลผ่านข้องอ 90 องศา เพื่อใช้เปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จากการคำนวณ โดยใช้โปรแกรม COMSAL MULTIPHYSICS 3.2b และจากการทดลองของ Chang และคณะ

1.2.2 เพื่อเป็นพื้นฐานในการวิเคราะห์การไหลของเลือดขั้นสูงต่อไป

1.3 ขอบเขต

1.3.1 ทำการศึกษาการไหลของเลือดผ่านช่องการไหลระดับไมโครในข้องอ 90 องศา

1.3.2 เป็นการไหลแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ

1.3.3 ไม่คิดการถ่ายเทความร้อนระหว่างของไหลกับผนังที่ของไหลไหลผ่าน

1.3.4 ใช้โปรแกรม COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b ในการจำลองการไหล

1.4 ขั้นตอนการดำเนินการ

1.ใช้โปรแกรม COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b สร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ การไหลของเลือดผ่านข้องอ 90 องศา

2. ทำการจำลองการไหล และแก้ไขจุดบกพร่อง

3. รวบรวมข้อมูลพร้อมนำเสนอ

1.5 ระยะเวลาและแผนการปฏิบัติงาน

กิจกรรม	เดือน – ปี (2549)								
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
1. รวบรวมข้อมูล	←	→							
2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง			←	→					
3. ศึกษาวิธีการสร้างแบบจำลอง และโปรแกรม					←	→			
4. ทำการทดลองโปรแกรมและแก้ไขจุดบกพร่อง								←	→
5. รวบรวมข้อมูลพร้อมนำเสนอ									← →

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาและแผนการปฏิบัติงาน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถสร้างแบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ของการไหลผ่านข้องอ 90 องศา เพื่อใช้เปรียบเทียบระหว่างผลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรมและการทดลองจริง ของการไหลของเลือดได้

1.7 อุปกรณ์ที่ใช้

คอมพิวเตอร์

1. Pentium(R) 4, CPU 2.40 GHz, 512 MB of RAM
2. โปรแกรม COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b

1.8 งบประมาณ (2000 บาท)

1. เอกสารที่เกี่ยวกับโปรแกรม COMSOL MULTIPHYSICS 3.2b	1000 บาท
2. ค่าถ่ายเอกสาร	500 บาท
3. เบ็ดเตล็ด	500 บาท