

Project Code : TRG5680075

Project Title : Regional pulse wave propagation in aneurysmal aorta:
A three-dimensional finite element model

Investigator : Tipapon Khamdaeng, Maejo University

E-mail Address : tipapon@mju.ac.th

Project Period : 3 years

Abstract

The pulse wave velocity (PWV) has been shown to be associated with the properties of blood vessel and a cardiovascular risk factor such as aneurysm. The global PWV estimation is applied in conventional clinical diagnosis. However, the geometry of blood vessel changes along the wave traveling path and the global PWV estimation may not always detect regional wall changes resulting from cardiovascular diseases. In this study, a fluid structure interaction (FSI) analysis was applied on arch-shaped aortas with and without aneurysm aimed at determining the effects of the number of aneurysm, aneurysm size and the modulus ratio (aneurysm to wall modulus) on the pulse wave propagation and velocity. The characterization for each stage of aneurysmal aorta was simulated by progressively increasing aortic stiffness and aneurysm size. The pulse wave propagations and velocities were estimated from the two-dimensional spatial-temporal plot of the normalized wall displacement based on elastic deformation. The descending forward and arch reflected PWVs of aneurysmal aortic arch models were found up to 9.7% and 122.8%, respectively, deviate from the PWV of non-aneurysmal aortic arch model. The PWV patterns and magnitudes can be used to distinguish the characterization of the normal and aneurysmal aortic walls and shown to be relevant regional markers utilized in clinical diagnosis.

Keywords : Aneurysm; Heterogeneous aortic wall; Pressure wave; Stiffness

รหัสโครงการ : TRG5680075

ชื่อโครงการ : การกระจายคลื่นชีพจรเฉพาะตำแหน่งที่เกิดการโป่งพองออกของหลอดเลือดแดงเออร์ตา: กรณีแบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์แบบสามมิติ

ชื่อนักวิจัย : ทิพาพร คำแดง มหาวิทยาลัยแม่โจ้

E-mail Address : tipapon@mju.ac.th

ระยะเวลาโครงการ : 3 ปี

บทคัดย่อ

ความเร็วคลื่นชีพจรเป็นวิธีการประมาณค่าความแข็งของหลอดเลือดแดง มีความสัมพันธ์กับสมบัติเชิงกลของหลอดเลือดและการเกิดโรคทางหลอดเลือดต่าง ๆ เช่น โรคหลอดเลือดแดงโป่งพอง เป็นต้น ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการวินิจฉัยโรคทางหลอดเลือดในปัจจุบัน แต่อย่างไรก็ตาม จากวิธีการวัดค่าความเร็วคลื่นชีพจรโดยทั่วไป ค่าความแข็งของหลอดเลือดแดงที่ได้เป็นเพียงค่าความแข็งโดยรวมของหลอดเลือด ซึ่งไม่สามารถระบุตำแหน่งของการเกิดโรคได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงนำวิธีการวิเคราะห์หอนตรกิริยาระหว่างโครงสร้างและของไหลมาประยุกต์ใช้กับหลอดเลือดแดงใหญ่ที่มีรูปทรงโค้ง เพื่อศึกษาผลของจำนวนของการโป่งพอง ขนาดของการโป่งพอง และอัตราส่วนค่าโมดูลัสของผนังที่เกิดการโป่งพองและผนังหลอดเลือดปกติ ที่มีต่อรูปแบบการกระจายตัวและความเร็วของคลื่นชีพจร ทำการจำลองสภาพหลอดเลือดแบบสามมิติที่มีระดับความรุนแรงของโรคแตกต่างกัน โดยการเพิ่มค่าความแข็งและขนาดของการโป่งพองเป็นลำดับ หารูปแบบการกระจายตัวและความเร็วของคลื่นชีพจรจากความชันของกราฟแบบสองมิติ ที่พล็อตระหว่างระยะทางและเวลาที่ยอดคลื่นชีพจรเคลื่อนที่ไป จากการวิเคราะห์การเสียรูปแบบอีลาสติก พบว่าความเร็วคลื่นชีพจรแบบไปข้างหน้าและสะท้อนกลับของหลอดเลือดแดงเออร์ตาที่โป่งพองออกมีค่าความเบี่ยงเบนจากของหลอดเลือดแดงเออร์ตาปกติ เท่ากับร้อยละ 9.7 และร้อยละ 122.8 ตามลำดับ ความเร็วคลื่นชีพจรและรูปแบบการกระจายคลื่นชีพจร สามารถนำมาแบ่งแยกลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันของหลอดเลือดแดงเออร์ตาปกติและหลอดเลือดแดงเออร์ตาที่โป่งพองออกได้ และเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่สามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยโรคได้

คำสำคัญ : หลอดเลือดแดงโป่งพอง; ผนังหลอดเลือดแบบไม่เป็นเนื้อเดียวกัน; คลื่นความดัน; ความแข็งผนังหลอดเลือด