

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอัตราของผู้ป่วยมะเร็งที่เกิดขึ้นภายในตับชนิดปลูมภูมิ (Hepatocellular carcinoma) มีจำนวนนับล้านคนต่อปีทั่วโลกโดยเฉพาะในแถบเอเชียและแอฟริกา วิธีการรักษามะเร็งสามารถกระทำได้หลายแบบ เช่น การฉายรังสี การใช้เคมีบำบัด การรักษาด้วยความเย็น การผ่าตัด เป็นต้น ซึ่งวิธีการรักษาดังที่กล่าวมานี้อย่างเช่น การผ่าตัดเอาก้อนมะเร็งออกอาจให้ผลการรักษาที่ดี แต่ในบางกรณีก็อาจไม่สามารถผ่าตัดออกได้เนื่องจากผู้ป่วยมีสภาพร่างกายที่ไม่สมบูรณ์หรือมีภาวะโรคแทรกซ้อนอื่นๆรวมอยู่ด้วย และเสี่ยงต่อการเสียเลือดมาก การรักษาโดยใช้เคมีบำบัดอาจทำให้เกิดผลข้างเคียงด้านลบ การรักษาด้วยความร้อนจึงเป็นอีกวิธีการรักษาหนึ่งที่สามารถนำมาใช้กับผู้ป่วยที่มีลักษณะดังที่ได้กล่าวในข้างต้น ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้จะทำให้ก้อนเซลล์มะเร็งที่ได้รับความร้อนตายหรือมีการเสื่อมสภาพลง และสามารถยับยั้งมิให้โรคดำเนินไปเร็วขึ้น อาการก็จะทุเลาลง แต่อาจไม่หายขาดซึ่งวิธีการรักษาด้วยวิธีนี้ได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายโดยลักษณะบาดแผลที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็ก ผู้ป่วยใช้เวลาพักฟื้นสั้นและมีอัตราการรอดสูง อีกทั้งค่าใช้จ่ายในการรักษาค่า การรักษาในรูปแบบใช้คลื่นความถี่วิทยุ (Radiofrequency Ablation) เป็นวิธีการรักษาโดยการสร้างความร้อนจากไฟฟ้าในย่านความถี่ช่วง 350-500 kHz การใช้ไฟฟ้าคลื่นความถี่สูงส่งผ่านอิเล็กโทรดจะทำให้มีการแพร่กระจายของสนามไฟฟ้าเข้าสู่เนื้อเยื่อส่งผลให้เกิดความร้อนขึ้นในเนื้อเยื่อรวมถึงก้อนเซลล์มะเร็งซึ่งในกรณีเป็นแบบอิเล็กโทรดเดี่ยว (Single electrode) ก็จะกำหนดให้ร่างกายเปรียบเสมือนกรวดซึ่งความร้อนที่เกิดขึ้นจะสามารถแพร่ออกมารอบๆส่วนปลายอิเล็กโทรด และเมื่อนำไปใช้ในการรักษาก็พบว่าการรักษาจะได้ผลสมบูรณ์หรือไม่ขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์หลายๆอย่าง เช่น ลักษณะก้อนเซลล์มะเร็ง ตำแหน่งของก้อนเซลล์มะเร็ง และพารามิเตอร์หนึ่งที่มีผลต่อการรักษาที่ส่งผลทำให้การรักษาไม่สมบูรณ์ก็คือ เมื่อทำการรักษามะเร็งตับพบว่าตับซึ่งเป็นอวัยวะที่ประกอบเส้นเลือดจำนวนมาก ดังนั้นตับจึงเป็นอวัยวะที่มีการไหลเวียนของเลือดสูง ทำให้ในการรักษามะเร็งตับในบริเวณใกล้กับเส้นเลือดขนาดใหญ่จะให้ผลการรักษาที่ไม่สมบูรณ์อันเนื่องมาจากการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากการไหลเวียนของเลือดที่เกิดขึ้น [1], [2] และในงานวิจัย [3] ก็พบว่าการเจริญเติบโตของก้อนเซลล์มะเร็งในระดับจะพบก้อนเซลล์มะเร็งได้บ่อยในบริเวณใกล้กับเส้นเลือดขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการศึกษาและวางแผนการรักษาล่วงหน้าก่อนทำการรักษาจริงเพื่อหารูปแบบการรักษาที่จะให้ผลที่สมบูรณ์ ซึ่งในปัจจุบันการศึกษาขอบเขตของเซลล์มะเร็งในระดับที่ถูกทำลายด้วยความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ จะเป็นในลักษณะงานวิจัยที่ทดลองกับเนื้อเยื่อจริง [4] ผลจากการทดลองจริงนี้ผลที่ได้จะไม่สามารถ

เห็นคุณลักษณะบางประการที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อตลอดการทดลอง แต่จะเห็นลักษณะของขอบเขตที่ถูกทำลายของเนื้อเยื่อไปแล้วหลังการทดลอง ซึ่งลักษณะบางประการที่ไม่สามารถมองเห็นเช่น คุณสมบัติการกระจายตัวของกระแสไฟฟ้า รูปแบบการกระจายตัวของอนุหุมิ ลักษณะของการเกิดรอยแผล อนุหุมิที่จุดต่างๆในเนื้อเยื่อ ซึ่งคุณลักษณะที่สำคัญต่างๆนี้ สามารถจำลองให้เห็นได้จากการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ การสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้สร้างแบบจำลองการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุ [5] วิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์จะทำให้สามารถมองเห็นปัญหาต่างๆรวมถึงคุณลักษณะต่างๆที่เกิดขึ้นได้ครบถ้วนก่อนการทดลองจริง ซึ่งวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์นี้ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายอย่างมากเมื่อเทียบกับการทดลองจริง

ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้ทำการศึกษาการทำลายเซลล์มะเร็งระดับในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่ที่เป็นผลกระทบต่อการทำลายเซลล์มะเร็งที่ทำให้การรักษามะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุให้ผลการรักษาที่ไม่สมบูรณ์ โดยในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาด้วยวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์มาทำการวิเคราะห์การกระจายของอนุหุมิ ลักษณะและขนาดของรอยแผลที่เกิดขึ้นจากการทำลายเซลล์มะเร็งระดับในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ ซึ่งแบบจำลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัยนี้จะประกอบไปด้วยแบบจำลองที่เป็นเนื้อเยื่อตับปกติและแบบจำลองก้อนเซลล์มะเร็งระดับ ผลที่ได้จากการทดลองในงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการวางแผนการรักษามะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุก่อนทำการรักษาจริง

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์มาทำการวิเคราะห์ปัญหาการกระจายของอนุหุมิของเนื้อเยื่อในการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุ
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองระหว่างแบบจำลองเนื้อเยื่อตับปกติกับแบบจำลองก้อนเซลล์มะเร็งต่อการออกแบบจำลองระบบการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุ
3. เพื่อศึกษาการกระจายของอนุหุมิในการทำลายเซลล์มะเร็งระดับในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยพิจารณาถึงผลของระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรดและเส้นเลือดขนาดใหญ่
4. เพื่อศึกษาลักษณะและขนาดของรอยแผลที่เกิดขึ้นจากการทำลายเซลล์มะเร็งระดับในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่โดยคลื่นความถี่วิทยุ

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

การศึกษาการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ผ่านมาพบว่าการทำลายเซลล์มะเร็งระดับในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่จะให้ผลการรักษาที่ไม่ค่อยสมบูรณ์อันเนื่องมาจากผลจากการระบายความร้อนของเลือดที่ไหลผ่านเส้นเลือดขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงทำการศึกษาการกระจายอุณหภูมิในการทำลายเซลล์มะเร็งระดับบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ โดยนำวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์มาใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์จะเป็นการแก้ปัญหาคำนวณโดยการสร้างแบบจำลองขึ้น และแบบจำลองจะมีคุณลักษณะที่เสมือนเนื้อเยื่อตับปกติและก้อนเซลล์มะเร็ง โดยการอาศัยการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ลงในแบบจำลอง พารามิเตอร์จะถูกนำมาใช้ในสมการคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการคำนวณ

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

การใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์ มาทำสร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อการวิเคราะห์การกระจายของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อตับ ลักษณะและขนาดของรอยแผลของเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นจากการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุในบริเวณใกล้เคียงเส้นเลือดขนาดใหญ่ จะเป็นไปตามสมการความร้อนทางชีววิทยา (Bioheat equation)

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตการศึกษาถึงผลของการใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์กับแบบจำลองที่สร้างขึ้นระหว่างแบบจำลองที่เป็นเนื้อเยื่อตับปกติและเนื้อเยื่อตับที่ประกอบไปด้วยก้อนเซลล์มะเร็ง โดยทำการศึกษาถึงลักษณะการกระจายของอุณหภูมิ ลักษณะและขนาดของรอยแผลที่เกิดขึ้นและผลกระทบที่เกิดขึ้นของระยะห่างระหว่างอิเล็กโทรดกับเส้นเลือดขนาดใหญ่ต่อการทำลายเซลล์มะเร็งระดับด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

1.6 โครงสร้างวิทยานิพนธ์

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งเนื้อหาเป็น 6 บท ในแต่ละบทจะมีเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษา สมมติฐาน แนวคิดของงานวิจัย และขอบเขตของงานวิจัย

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่เกี่ยวข้องซึ่งจะประกอบไปด้วย ลักษณะกายวิภาคเบื้องต้นของตับ การถ่ายเทความร้อน พื้นฐานการกระจายความร้อนในเนื้อเยื่อ สมการความร้อนทางชีววิทยา โรคมะเร็ง การแพร่กระจายมะเร็ง ขั้นตอนการเกิดมะเร็ง และหลักการทำลายเซลล์มะเร็งด้วยคลื่นความถี่วิทยุ

บทที่ 3 กล่าวถึงระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

บทที่ 4 แสดงถึงการทดลองวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ด้วยโปรแกรม COMSOL Multiphysics โดยอธิบายถึง การประมวลผลการทดลองวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการสร้างแบบจำลองการกำหนดเงื่อนไขในการคำนวณ การประมวลผลแบบจำลอง การแสดงลักษณะของผลการจำลอง

บทที่ 5 แสดงถึงผลการทดลอง ในการวิเคราะห์แบบจำลองด้วยวิธีการไฟไนต์เอลิเมนต์ โดยมีลักษณะแบบจำลอง 2 รูปแบบคือ แบบจำลองที่เป็นเนื้อเยื่อตับปกติ และแบบจำลองก้อนเซลล์มะเร็ง และแสดงถึงผลกระทบระหว่างอิเล็กโทรดกับเส้นเลือดขนาดใหญ่ที่ระยะต่างๆ

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะแนวทางในการดำเนินงานวิจัยต่อไป