

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา อธิบายถึงปัญหาที่กำลังศึกษาวิจัย วัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมุติฐานของการศึกษา ทฤษฎี แนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย และรูปแบบของการรักษาโรคมะเร็งด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

โรคมะเร็งส่งผลให้เกิดการตายของคนทั่วโลกมากกว่า 1 ล้านคนต่อปี โดยเฉพาะมะเร็งที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อตับ การรักษามะเร็งในเนื้อเยื่อตับมีหลายวิธีอย่างเช่น

1. *Alcohol Ablation* เป็นการฉีดแอลกอฮอล์ รวมกับความร้อนเข้าไปทำลายเซลล์มะเร็ง ซึ่งจะทำให้แอลกอฮอล์รวมกับเลือดเกิดเป็นลิ่มเลือด ส่งผลทำให้การแพทย์ไม่สามารถทราบตำแหน่งเซลล์มะเร็งที่แน่นอนขณะทำการรักษา

2. *Chemo therapy* เป็นเพียงการยับยั้งเซลล์มะเร็งเท่านั้น ไม่สามารถทำลายเซลล์มะเร็งได้

3. *LiTT (Laser – induced thermo therapy)* วิธีนี้แพทย์ต้องมีความเชี่ยวชาญเป็นอย่างยิ่ง และใช้ต้นทุนในการรักษาสูง

4. *Cryo Surgery* เป็นการใช้ความเย็นในการรักษา และต้องมีการผ่าตัดรวมด้วย ทำให้เกิดอัตราการติดเชื้อสูง

5. *RFA (Radio Frequency Ablation)* ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโดยนำคลื่นวิทยุความถี่สูง (Radio Frequency) ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งใช้รักษามะเร็งในเนื้อเยื่อตับ โดยเรียกวิธีนี้ว่า HiTT – High frequency induced thermo therapy [1] ซึ่งเป็นการเหนี่ยวนำไฟฟ้ากระแสสลับทำให้เกิดคลื่นความถี่สูงถึง 375 kHz – 500 kHz และให้กำลังสูงสุด 60 วัตต์ โดยการรักษากระทำผ่านทางผิวหนัง และใช้เข็มเป็นตัวเจาะเข้าไปยังเซลล์มะเร็ง ส่วนของปลายเข็ม (active zone) จะเกิดความร้อน[2][3] โดยจะมีน้ำเกลือเป็นตัวนำความร้อนจากปลายเข็มแพร่กระจายทำลายเซลล์ได้ดียิ่งขึ้นส่วนพลังงานที่ใช้จะต้องขึ้นกับขนาดเซลล์มะเร็ง และคุณสมบัติของแพทย์ผู้ทำการรักษา จะรักษามะเร็งได้ในระยะที่ 1 จนถึงระยะที่ 3 ซึ่งถือได้ว่าเป็นระยะที่ค่อนข้างรุนแรงแล้ว

การรักษาด้วยวิธีการดังกล่าวต้องใช้ อัลตราซาวด์สแกนเนอร์ในการดูตำแหน่งของเซลล์มะเร็งตลอดเวลาในการรักษา การใช้คลื่นความถี่วิทยุถึงแม้ดูเหมือนจะประสบความสำเร็จในการรักษาโรคมะเร็งในเนื้อเยื่อตับ แต่ก็มีข้อจำกัดในด้านของขนาดเซลล์มะเร็งที่ถูกทำลาย นั่นคือ ก้อนมะเร็งที่มีขนาดใหญ่จะไม่สามารถรักษาด้วยวิธีนี้ได้ เนื่องจากเมื่อเนื้อเยื่อตับมีอุณหภูมิสูงกว่า 90 องศาเซลเซียส จะส่งผลให้เนื้อเยื่อตับมีความต้านทานสูงมาก ๆ จนสนามไฟฟ้าไม่สามารถแพร่ออกไปในเนื้อเยื่อตับได้อีก ขนาดของเซลล์มะเร็งที่ถูกทำลายจึงมีขนาดค่อนข้างเล็ก นอกจากนี้เมื่อก้อนมะเร็งมีลักษณะที่ต่างไปอย่างเช่น ในผู้ป่วยบางรายจะตรวจพบก้อนมะเร็งที่มีลักษณะก้อนยาว บางรายก้อนมะเร็งอาจมีลักษณะค่อนข้างกลม การรักษาด้วยการใช้คลื่นความถี่วิทยุยังไม่สามารถกำหนดรูปแบบการกระจายความร้อนในก้อนมะเร็งที่จะทำลายได้

6. *MCT (Microwave Coagulation Therapy)* การรักษาด้วยคลื่นไมโครเวฟ เป็นการแผ่รังสีความร้อนเป็นระบบการทำลายเซลล์มะเร็งรูปแบบใหม่ การทำลายเซลล์มะเร็งด้วยคลื่นไมโครเวฟนั้นทำได้โดยการส่งคลื่นไมโครเวฟผ่านสายอากาศที่แทงอยู่ในเซลล์เนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง ซึ่งเมื่อส่งคลื่นไมโครเวฟผ่านสายอากาศเข้าไปจะทำให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีการกระจายออกไปยังเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง ดังนั้นเมื่อคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีการกระจายออกไปยังเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง ก็จะทำให้เนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งมีการดูดซับพลังงาน ซึ่งทำให้เกิดความร้อนขึ้นในเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งอย่างรวดเร็ว เมื่อความร้อนที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งสูง 50 องศาเซลเซียสขึ้นไป ก็จะทำให้เนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งนั้นตายหรือฝ่อไป [4]

1.2 อธิบายถึงปัญหาที่กำลังศึกษาวิจัย

ในการรักษามะเร็งโดยใช้หลักการทางด้าน MCT (Microwave coagulation Therapy) เป็นแนวทางอีกวิธีหนึ่ง ที่ใช้ในการรักษามะเร็ง ซึ่งนำมาใช้ในการรักษาเซลล์มะเร็งควบคู่กับการรักษาด้วยเคมีบำบัด ในการรักษาแบบ MCT นี้จะเป็นการรักษาเฉพาะจุด โดยการใช้คลื่นไมโครเวฟส่งผ่านตัวนำแล้วเกิดความร้อนด้านปลายของตัวนำ หรือสายอากาศ ซึ่งที่อุณหภูมิที่เกินกว่า 50 องศาเซลเซียส โดยให้ความร้อนประมาณ 10 นาที หรือมากกว่า เซลล์มะเร็งจะถูกทำลาย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้นำเสนอโดยการนำเอาสายอากาศโคแอคเซียล แบบบางที่มีขนาดเล็ก โดยมีโครงสร้างรูปแบบง่าย ๆ ซึ่งเป็นสายอากาศแบบสล็อตโคแอคเซียล สร้างรูปแบบการจัดวาง

สายอากาศ 3 รูปแบบ โดยใช้สายอากาศ 3 ต้น เพื่อให้ขนาดการทำลายเซลล์มะเร็งมีขนาดที่ใหญ่ขึ้น และมีรูปร่างที่แตกต่างกัน 6 รูปแบบ คือ แบบอาร์เรย์แบบที่มีสายอากาศ 3 ต้นแบบเดียวกัน, แบบที่สายอากาศทั้ง 3 ต้นต่างกัน, แบบวางทำมุมสามเหลี่ยม ที่มีสายอากาศ 3 ต้นแบบเดียวกัน, แบบที่สายอากาศต่างกัน และสุดท้ายแบบวางสายอากาศ 3 ต้น รูป “T” โดยใช้สายอากาศทั้ง 3 ต้นเหมือนกัน และต่างกัน

รูปแบบงานวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหากระบวนการรักษามะเร็งด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟ มีรายละเอียดดังนี้

ปัญหาที่ 1 ในปัจจุบันการศึกษาขอบเขตของเซลล์มะเร็งในระดับที่ถูกทำลาย ด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อนด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟ จะเป็นลักษณะงานวิจัยที่ทดลองกับเนื้อเยื่อจริง ผลการทดลองที่ได้ จึงไม่สามารถเห็นลักษณะบางประการ ที่เกิดขึ้นภายในเนื้อเยื่อตลอดการทดลอง แต่จะเห็นลักษณะของขอบเขตที่ถูกทำลายไปหลังจากการทดลอง ซึ่งลักษณะบางประการที่ไม่สามารถมองเห็นได้เช่น คุณสมบัติการกระจายตัวของสนามไฟฟ้าในเนื้อเยื่อ รูปแบบของการกระจายตัวของอุณหภูมิ ลักษณะของการเกิดรอยแผล อุณหภูมิที่จุดต่างๆ ในเนื้อเยื่อ คุณสมบัติที่สำคัญต่างๆ นี้สามารถแสดงได้ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และในการสร้างแบบจำลองด้วยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ จะเป็นวิธีการที่สามารถใช้มองปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างครบถ้วนก่อนการทดลองจริง ทำให้ประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก การนำวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ ช่วยในการวิเคราะห์แบบจำลอง ทำให้เราสามารถออกแบบ และพัฒนา สายอากาศนำคลื่นย่านความถี่ไมโครเวฟในรูปแบบต่างๆ ที่มีการสร้างการทำลายที่แตกต่างกัน หรือจะสร้างเทคนิคใหม่ๆ ในการจัดวางสายอากาศเพื่อให้ได้รูปแบบในการทำลายที่หลากหลาย ในลักษณะต่างๆ ที่ยุ่งยากได้

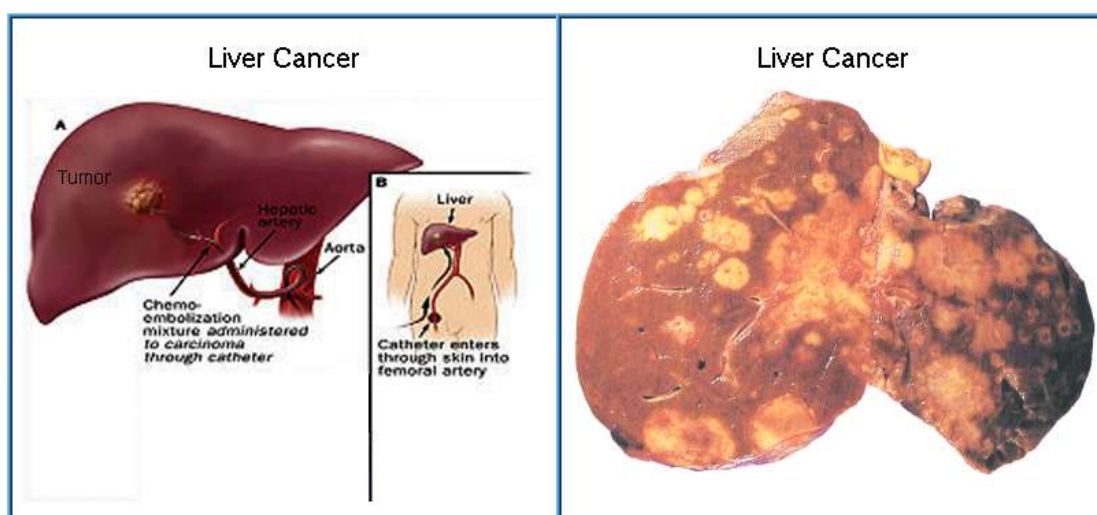
ปัญหาที่ 2 เป็นการปรับเปลี่ยนการจัดวางสายอากาศ 3 ต้น จัดวางในรูปแบบอาร์เรย์ แบบรูปสามเหลี่ยม และวางแบบรูป “T” เพื่อดูลักษณะของการทำลายเซลล์มะเร็ง ขนาดการทำลายเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง

ปัญหาที่ 3 นำสายอากาศ 3 ต้น แบบสายอากาศปลายเปิด สายอากาศแบบสล็อต และสายอากาศแบบสล็อตที่มีฉนวนหุ้ม มาใช้งานร่วมกัน จัดวางในรูปแบบเดียวกับปัญหาที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบกับรูปร่าง และขนาดกับปัญหาที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการวางแผนรักษาของแพทย์

1.3 เพราะเหตุใดปัญหานี้ถึงน่าสนใจ

ปัจจุบันมะเร็งตับเป็นโรคที่จะรักษาให้หายได้ยาก ส่วนมากผู้ป่วยจะเสียชีวิต ในเวลาอันรวดเร็ว อุบัติการณ์ของโรคมะเร็งตับจากสถิติของกระทรวงสาธารณสุข และสถาบันมะเร็งแห่งชาติ พบว่า มะเร็งตับเป็นมะเร็งที่พบมากที่สุดในประเทศไทย พบเป็นอันดับหนึ่งในเพศชาย อัตราเฉลี่ย 40.5 คนต่อประชากร 100,000 คน ในเพศหญิงเป็นอันดับ 3 หรือ 4 รองจากมะเร็งเต้านม และปากมดลูก อัตราเฉลี่ยน้อยกว่าเพศชายเกือบ 3 เท่า รูปแบบของมะเร็ง มีรายละเอียดดังนี้

มะเร็งตับประเทศไทยที่พบบ่อยที่สุดมีอยู่สองชนิด คือ มะเร็งเซลล์ตับ (Hepatocellular carcinoma) และมะเร็งของท่อน้ำดี (Cholangio carcinoma) ส่วนใหญ่มะเร็งตับ ร้อยละ 95 เป็นชนิด มะเร็งเซลล์ตับ โรคมะเร็งท่อน้ำดีพบในภาคอีสานมีอัตราสูงที่สุด เพราะเกิดจากพยาธิใบไม้ในตับ เช่น ที่จังหวัดขอนแก่นพบอุบัติการณ์ของโรคนี้สูงที่สุดในโลก คือ ประมาณ 112.5 คนต่อประชากร 100,000 คน ในเพศชาย และ 39.4 ต่อประชากร 100,000 คน ในเพศหญิง ในรูปที่ 1.1 แสดงรูปของ มะเร็งที่เกิดขึ้นกับตับ[13] ซึ่งประกอบด้วยมะเร็งที่เกิดขึ้นกับตับโดยตรง และมะเร็งที่เกิดขึ้นกับตับ ที่ลุกลามมาจากอวัยวะอื่น



(ก)

(ข)

รูปที่ 1.1 แสดง (ก) มะเร็งที่เกิดขึ้นในตับ โดยตรง (ข) มะเร็งที่เกิดขึ้นในตับ โดยการลุกลามจากอวัยวะอื่น

ถ้าแยกตามชนิดของมะเร็งระดับปฐมภูมิ มะเร็งเซลล์ตับพบได้ทุกภาคของประเทศ และพบมากที่สุด ในภาคกลาง มะเร็งชนิดนี้มีความสัมพันธ์กับสถานะตับอักเสบเรื้อรัง, ตับแข็ง และการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบนชนิดบีและซี [14]

ส่วนมะเร็งตับชนิดมะเร็งของท่อน้ำดี มีความสัมพันธ์โดยตรงกับพยาธิใบไม้ตับ และอุปนิสัยการบริโภคอาหารสุกๆ ดิบๆ ซึ่งพบมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ผู้ป่วยส่วนใหญ่จะมีอายุระหว่าง 35-60 ปี [15]

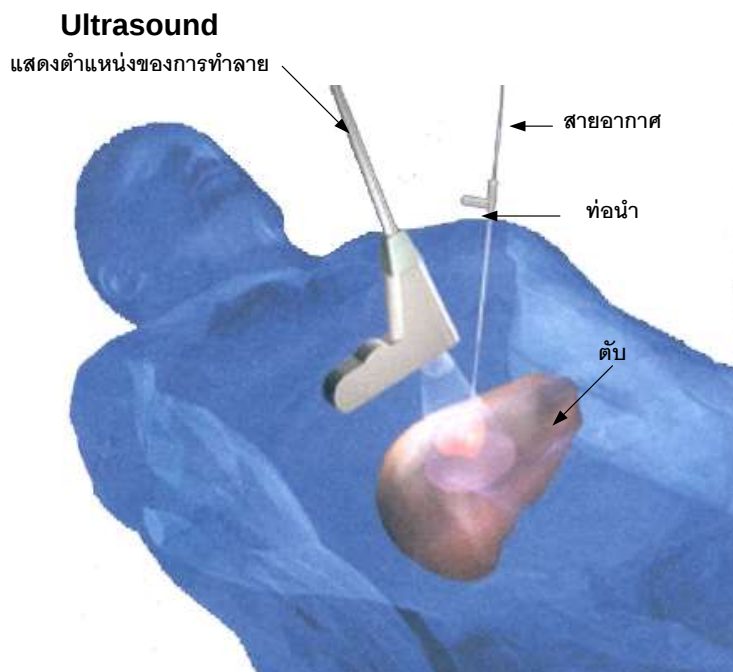
จะเห็นได้ว่ามะเร็งตับเป็นมะเร็งที่อันตรายอย่างมาก เนื่องจากผู้ป่วยส่วนใหญ่จะเสียชีวิตในเวลาอันรวดเร็ว หลังจากตรวจพบ ทางผู้วิจัยมีความสนใจที่จะวิเคราะห์ และออกแบบสร้างรูปแบบของการทำลายโดยใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยไฟไนต์เอลิเมนต์ และทำการทดลองเพื่อยืนยันความถูกต้องของผลที่ได้จากการจำลองการทำงาน โดยผู้วิจัยสนใจการทำลายเซลล์มะเร็งที่เกิดขึ้นกับตับ โดยใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟ รายละเอียดจะกล่าวถึงในส่วนต่อไป

1.4 มีการนำเสนอหลักการใหม่อย่างไร

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอหลักการในการรักษาโรคมะเร็งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ ซึ่งเป็นวิธีการรักษาโรคมะเร็งอีกแนวทางหนึ่ง นอกเหนือจากการรักษาโรคมะเร็งแบบเดิม คือ การฉายรังสี การบำบัดทางเคมี และการผ่าตัด ในการรักษาโรคมะเร็งโดยใช้คลื่นไมโครเวฟจะส่งคลื่นความถี่ 2.45 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่ได้ถูกกำหนดจาก FDA (Federal Communications Commission) ให้เป็นความถี่ที่ใช้งานในด้านการอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ เรียกความถี่ในย่านนี้ว่า ISM Band (Industrial Scientific and Medical)

โดยรูปแบบของสายอากาศที่ทำการออกแบบจะให้ความร้อนที่ออกมาเฉพาะบริเวณที่ต้องการ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เราได้ทำการออกแบบสายอากาศที่สามารถกำหนดรูปแบบของการกระจายความร้อนได้ โดยตัวแปรที่เราสนใจ คือปริมาณ SAR และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อ

ทำการจัดวางสายอากาศ 3 รูปแบบ คืออาร์เรย์ วางแบบทำมุมสามเหลี่ยม และวางแบบรูป “T” เพื่อเพิ่มขนาดของการทำลายมะเร็งให้มีขนาดการทำลายที่ใหญ่ขึ้น และ รูปแบบของการทำลายที่มีรูปทรงที่หลากหลาย เพื่อเป็นแนวทางในการจัดวางสายอากาศในการใช้งานจริง



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะการทำลายเซลล์มะเร็งในตับด้วย คลื่นความถี่ RF และ MW

ในรูปที่ 1.2 แสดงการทำลายเซลล์มะเร็งที่ตับด้วยคลื่น RF และ MW จะเห็นได้ว่าจะมีรูปแบบการรักษาที่เหมือนกัน การรักษาด้วยวิธีการดังกล่าวต้องใช้ อัลตราซาวด์สแกนเนอร์ในการดูตำแหน่งของเซลล์มะเร็งตลอดเวลาในการรักษาเพื่อระบุตำแหน่งของเซลล์มะเร็ง และสายอากาศที่สอดผ่านท่อน้ำ ที่ทำหน้าที่ป้องกันสายอากาศสัมผัสกับเนื้อเยื่อ ในการรักษาในรูปแบบนี้จะมีขนาดบาดแผลที่เล็ก และระยะเวลาในการพักฟื้นหลังการผ่าตัดน้อยมาก เมื่อเทียบกับการรักษาด้วยการผ่าตัด

1.5 การเปรียบเทียบกับหลักการที่มีอยู่เดิม

จากเดิมการรักษาโรคมะเร็ง จะมีการรักษาหลากหลายรูปแบบ เช่น

การรักษาด้วยวิธีการฉายรังสี ซึ่งมีข้อเสียในเรื่องของการตกค้างของรังสีในการรักษา จะมีการสะสม ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยเอง เนื่องจากการตกค้างของรังสีในการรักษา

การรักษาด้วยการให้เคมีบำบัด ซึ่งในการรักษาแบบการให้เคมี เราสามารถสังเกตจากผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยเคมีบำบัดว่า จะมีผลข้างเคียง สูง เช่น หลังได้รับเคมีบำบัดแล้ว ผมร่วง ระบบต่างๆ ภายในร่างกายทำงานไม่ปกติ

การผ่าตัด เป็นวิธีการที่มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยที่ไม่สามารถเสียเลือดได้ เช่น ผู้ป่วยที่เป็นโรคเบาหวาน หรือมีปัญหาในการห้ามเลือด

การรักษาโรคมะเร็งด้วยคลื่นไมโครเวฟ เป็นแนวทางในการรักษาที่เริ่มนำมาใช้ในการรักษาโรคมะเร็ง ประมาณสิบปี โดยวิธีการรักษาโรคมะเร็งด้วยวิธีการแบบนี้ มีความเหมาะสมกับขนาดของแผลที่มีขนาดเล็ก ข้อดีของการรักษาในรูปแบบนี้คือ ระยะเวลาในการรักษาจะใช้ระยะเวลาที่สั้น (ประมาณ 1 ชั่วโมง) ขนาดของแผลหลังจากการรักษา มีขนาดของแผลที่เล็ก

1.6 ความมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- สามารถทำให้เราคาดเดา และวางแผนรูปแบบของการทำลายมะเร็งได้ ก่อนการออกแบบทดลองจริงโดยใช้ไฟไนต์เอลิเมนต์

- ลักษณะของบริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็งมีขนาด และรูปร่างที่ต่างกัน ต้องเลือกสายอากาศและการจัดวางสายอากาศให้เหมาะสม ตามขนาดและรูปร่างเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง

1.7 สมมติฐานของการศึกษา

ในการทำลายเซลล์มะเร็ง ด้วยความร้อนที่เกิดขึ้นจากการใช้คลื่นความถี่ไมโครเวฟ จำเป็นจะต้องอาศัยความรู้ในเรื่องของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และการส่งผ่านคลื่น โดยจำเป็นต้องใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์มาทำการวิเคราะห์ความร้อนที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อ โดยใช้สายอากาศย่านความถี่ไมโครเวฟ แสดงการกระจายของปริมาณ SAR ซึ่งเป็นผลที่มาจากคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และรูปแบบของการกระจายความร้อนที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อตับ

1.8 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

- วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ สมการความร้อนทางชีวภาพ (Bioheat Equation) นำมาออกแบบสร้างสายอากาศ ที่นำมาใช้ในการทำลายเซลล์มะเร็ง

- ใช้เทคนิคโดยใช้สายอากาศ 3 ดัน จัดวางสายอากาศ 3 รูปแบบ คือวางแบบอาร์เรย์ วางแบบสามเหลี่ยม และวางแบบรูป “T” เพื่อเพิ่มขนาดการทำลายเซลล์มะเร็ง

- ใช้ไฟฟ้านำโพลีเมอร์แสดงการกระจายอนุภาคนาโน และการกระจายของปริมาณ SAR ในเนื้อเยื่อตับ คำนวณปริมาตร พร้อมทั้งแสดงรูปทรงการทำลายเซลล์มะเร็งในรูปแบบ 3 มิติ

1.9 ขอบเขตการวิจัย

- การใช้วิธีการ ไฟฟ้านำโพลีเมอร์ สำหรับการสร้าง และทดสอบแบบจำลอง
- ทราบรูปแบบของการกระจายของอัตราการดูดซับจำเพาะ SAR ของสายอากาศที่ทำการวิจัย
- ทราบรูปแบบการกระจายของอนุภาคนาโนในสายอากาศที่ได้ทำการวิจัย
- ปรับเปลี่ยนรูปแบบของการจัดวางสายอากาศ 3 รูปแบบ เพื่อทราบการกระจายของ SAR และอนุภาคนาโนที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อตับ
- ทดลองกับเนื้อเยื่อชนิด *In Vitro* เพื่อเปรียบเทียบกับผลการจำลองการทำงาน