

บทที่ 6

สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลงานวิจัย

งานวิทยานิพนธ์นี้แสดงให้เห็นถึงการกระจายของอุณหภูมิและ SAR รวมไปถึงขนาดรอยแผลที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อปอดที่เกิดจากคลื่นไมโครเวฟความถี่ 2.45 GHz เคลื่อนที่ผ่านสายอากาศแบบโคแอกเซียลไปยังปอด โดยงานวิจัยนี้ใช้สายอากาศโคแอกเซียลทั้งหมดสามชนิดด้วยกันนั่นคือ ชนิดปลายเปิด หนึ่งสล็อต และสองสล็อต โดยเราจะทำการจำลองและดูผลทางความร้อนของคลื่นไมโครเวฟที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อปอดหมูจากสายอากาศทั้งสามแบบและหลังจากนั้นจะทำการทดลองเนื้อเยื่อปอดหมูแบบนอกร่างกาย (*in vitro, deflated lung*) เพื่อดูความสอดคล้องกันของขนาดรอยแผลที่ได้จากการจำลองและที่ได้จากการทดลอง โดยการทดลองจะใช้เครื่องกำเนิดไมโครเวฟ 2.45 GHz ร่วมกับสายอากาศโคแอกเซียลแบบ ปลายเปิด หนึ่งสล็อต และสองสล็อต หลังจากนั้นจะทำการเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายอุณหภูมิและเพิ่มขนาดรอยแผลโดยหาสายอากาศที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาทำเป็นสายอากาศแบบสามเส้นแทางเข้าไปในเนื้อเยื่อปอดหมูพร้อมกันเพื่อเพิ่มขนาดรอยแผลโดยใช้วิธีจำลอง การวิเคราะห์ที่ใช้โปรแกรมคอมโซล มัลติฟิสิกส์ ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้วิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์ปัญหา โดยปัญหาที่ใช้วิเคราะห์ในงานวิจัยฉบับนี้ เป็นปัญหาทางคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและปัญหาทางความร้อนที่เกิดขึ้นในเนื้อเยื่อโดยสามารถสรุปผลการวิจัยที่ดังนี้

สายอากาศแบบปลายเปิดเป็นสายอากาศที่ต้องการกำลังของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามากที่สุดในสายอากาศทั้งสามแบบเพื่อให้ได้อุณหภูมิประสิทธิผล และให้อุณหภูมิสูงสุดในขณะปอดหดตัวมากกว่าในขณะปอดขยายตัว แต่มีข้อดีคือจะให้ปริมาณหรือขนาดบาดแผลที่ใหญ่ที่สุดของทั้งสายอากาศทั้งสามแบบ แต่ข้อเสียคือมีความแตกต่างในปริมาณของรอยแผลในขณะปอดหดตัวกับขยายตัวค่อนข้างมากทำให้เกิดความยุ่งยากในกรณีที่จะนำไปใช้จริงเนื่องจากทำให้ต้องการเครื่องควบคุมกำลังคลื่นไมโครเวฟที่รวดเร็วและแม่นยำเพื่อควบคุมปริมาณรอยแผลไม่ให้ต่างกันมากนัก

สายอากาศแบบหนึ่งสล็อตเป็นสายอากาศที่ต้องการกำลังของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าน้อยที่สุดในสายอากาศทั้งสามแบบเพื่อให้ได้อุณหภูมิประสิทธิผล และให้อุณหภูมิสูงสุดในขณะปอดหดตัวน้อยกว่าในขณะปอดขยายตัว แต่จะให้ปริมาณบาดแผลน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับสายอากาศทั้งสามแบบแต่จะให้ความแตกต่างในปริมาณบาดแผลน้อยกว่าแบบปลายเปิด ข้อดีอีกอย่างคือกรณีนำไปใช้จริงอาจไม่ต้องการความแม่นยำในการควบคุมอุณหภูมิเท่าสายอากาศแบบปลายเปิด

เนื่องจากมีความแตกต่างของขนาดรอยแผล ณ ขณะปอดหดรัดตัวกับขณะปอดขยายตัวไม่มากเท่าสายอากาศแบบปลายเปิด

สายอากาศแบบสองสล็อตต้องการกำลังวัตต์ค่อนข้างน้อยเพื่อให้ได้อุณหภูมิประสิทธิผลคือใกล้เคียงกับแบบหนึ่งสล็อตและ ให้อุณหภูมิสูงสุดขณะปอดหดรัดตัวน้อยกว่าในขณะปอดขยายตัว และมีข้อดีหลักคือจะให้ปริมาตรของรอยแผลในขณะปอดหดรัดตัวและขยายตัวต่างกันน้อยที่สุดในสายอากาศทั้งสามแบบทั้งยังให้รัศมีของขนาดรอยแผลที่แทบไม่ต่างกันเลยระหว่างปอดหดรัดและขยายตัว และยังให้ขนาดรอยแผลที่ค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับแบบหนึ่งสล็อตด้วยเหตุนี้สายอากาศแบบนี้จึงเหมาะที่จะนำไปใช้ในแบบสายอากาศสามสายพร้อมกันในปอด

สายอากาศแบบสองสล็อตสามเส้นพร้อมกันมีความต้องการกำลังวัตต์น้อยที่สุดถ้าเทียบกับสายอากาศแบบเส้นเดียวเพื่อให้ได้อุณหภูมิประสิทธิผล และให้อุณหภูมิสูงสุดขณะปอดหดรัดตัวมากกว่าในขณะปอดขยายตัวแต่แตกต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับแบบอื่นและยังให้ปริมาตรรอยแผลที่ใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับการทดลองในสายอากาศแบบอื่นๆ(ขนาดเล็กในขณะปอดหดรัดและขยายตัวมากกว่า2 เท่าของสายอากาศเดี่ยวทั้งสามแบบ) และยังให้รัศมีรอยแผลเฉลี่ยที่ใหญ่กว่าสองเท่าของสายอากาศแบบเดี่ยวๆของทั้งสามการทดลองที่ผ่านมา แต่จะมีข้อเสียคือยังคงให้ความแตกต่างที่ค่อนข้างมากในขณะปอดหดรัดและขยายตัว

การทดลองโดยใช้ปอดหมูแบบนอกร่างกาย (*in vitro*) ผลที่ได้มีความสอดคล้องกันทั้งในการกระจายอุณหภูมิและขนาดของรอยแผลเมื่อใช้เงื่อนไขเดียวกันกับการจำลองแต่อาจมีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างเนื่องจากความแตกต่างของสภาพแวดล้อมของเนื้อเยื่อปอดแบบนอกร่างกายแตกต่างกันอยู่บ้างกับที่ใช้ในการจำลองเช่นสภาพแวดล้อมของอุณหภูมิอัตราการไหลของเลือดในเส้นเลือด แต่โดยรวมไม่ว่าจะรูปร่าง ลักษณะการกระจายอุณหภูมิและขนาดรอยแผลมีความสอดคล้องกันระหว่างผลการจำลองและผลการทดลอง

6.2 ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต

จากการจำลองที่กล่าวมาข้างต้นอาจมีบางตัวแปรที่ยังไม่เที่ยงตรงและต้องการการปรับปรุงและยังมีบางตัวแปรที่ไม่ได้ถูกใส่เข้ามาในการทดลองเนื่องจากยังไม่มีข้อมูลในส่วนนั้นหรือยังไม่สามารถทำได้ อย่างเช่นการตัวแปรบางตัวอาจไม่คงที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และเนื้อเยื่อปอดอาจมีเส้นเลือดซึ่งอาจก่อให้เกิดผลที่แตกต่างไปเล็กน้อยในการคำนวณ บางส่วนที่กล่าวมานี้จึงเป็นงานที่ต้องพัฒนาและปรับปรุงต่อไปในอนาคต