

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: TRG5780208

ชื่อโครงการ: การวิเคราะห์เชิงตัวเลขของการกระจายตัวของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และการถ่ายเทความร้อนในเนื้อเยื่อผิวหนังวัสดุพูนหลายชั้น (บนพื้นฐานของแบบจำลองที่ไม่สมดุลทางความร้อน)

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: ดร. พรทิพย์ แก่งอินทร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล: pornthip.kea@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 4 ปี

บทคัดย่อ:

ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาสังคมได้ใช้รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในการใช้งานด้านต่างๆ เช่น การใช้งานในด้านอุตสาหกรรมและในครัวเรือน อย่างไรก็ตามอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับร่างกายมนุษย์อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อเยื่อชีวภาพ (Biological Tissues) การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อชีวภาพอาจส่งผลกระทบต่อการตอบสนองทางสรีรวิทยาทางความร้อน (Thermal Physiologic Response) เช่น การเกิดอาการคัน การขับเหงื่อ และการเปลี่ยนแปลงขนาดหลอดเลือด อย่างไรก็ตามผลการตอบสนองทางสรีรวิทยาของเนื้อเยื่อชีวภาพเมื่อได้รับอิทธิพลจากการรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ายังไม่เป็นที่เข้าใจกันดี เนื่องจากความซับซ้อนของโครงสร้างภายในเนื้อเยื่อชีวภาพ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาการตอบสนองทางสรีรวิทยาทางความร้อนบนเนื้อเยื่อชีวภาพเมื่อได้รับรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีเนื้อเยื่อชีวภาพตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือเนื้อเยื่อผิวหนังแบบหลายชั้น (Multi-Layered Skin Tissue) ในรูปทรงแบบต่าง ๆ และประยุกต์ใช้งานต่อยอดในการศึกษาอิทธิพลจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในระหว่างการรักษาโรคมะเร็งโดยใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในเนื้อเยื่อชีวภาพ ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าภายในเนื้อเยื่อผิวหนังแบบหลายชั้น และการประยุกต์ใช้รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น การรักษาโรคมะเร็งผิวหนังหรือโรคมะเร็งในอวัยวะส่วนต่าง ๆ จะถูกศึกษา อิทธิพลของกำลังของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ความเร็วของเลือด ค่าความพูน ระยะเวลาในการให้ความร้อน และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อกระจายตัวของสนามไฟฟ้าและการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในแต่ละส่วนของเนื้อเยื่อผิวหนังแบบหลายชั้นจะถูกศึกษาอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้อิทธิพลของแบบจำลองการถ่ายเทความร้อนซึ่งประกอบด้วยแบบจำลองไบโอฮีท (Bioheat Model) แบบจำลองของ Klinger (Klinger Model) แบบจำลองวัสดุพูนแบบสมดุลทางความร้อน (Local Thermal Equilibrium (LTE) Porous Media Model) และแบบจำลองวัสดุพูนแบบ

ไม่สมดุลทางความร้อน (Local Thermal Non-Equilibrium (LTNE) Porous Media Model) จะถูกพิจารณาเพื่อหาแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุด ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ทั้งหมดที่ทำการศึกษามีผลต่อการกระจายตัวของสนามไฟฟ้าและการกระจายตัวของอุณหภูมิภายในเนื้อเยื่อผิวหนัง การศึกษานี้มีส่วนสำคัญในการทำความเข้าใจพื้นฐานของการตอบสนองทางสรีรวิทยาของร่างกายในเนื้อเยื่อผิวหนังประเภทต่าง ๆ เมื่อได้รับอิทธิพลจากรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ใช้งาน เช่น การใช้งานที่เกี่ยวข้องกับการทำลายเซลล์มะเร็งผิวหนังส่วนต่าง ๆ ด้วยความร้อน

คำหลัก : คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า, การถ่ายเทความร้อน, เนื้อเยื่อผิวหนังแบบหลายชั้น, วัสดุพูน

Abstract

Project Code: TRG5780208

Project Code : Numerical Analysis of Electromagnetic Field Distribution and Heat Transport in Multi-Layered Porous Skin Tissue (Based on Local Thermal Non-Equilibrium Model)

Investigator: Dr. Pornthip Keangin, Faculty of Engineering, Mahidol University

E-mail Address: pornthip.kea@mahidol.ac.th

Project Period: 2 years

Abstract:

In recent years, society has increased utilization of electromagnetic radiation in various applications such as industrial and household applications. This radiation interacts with the human body and may lead to detrimental effects on human health, especially on biological tissues. The temperature increases in biological tissues maybe significantly influences the thermal physiologic response such as shivering, regulatory sweating and vasomotion. However, the resulting thermo-physiologic response of the biological tissues subjected to an electromagnetic radiation is not well understood due to the complexity of the configurations in biological tissues. Therefore, the aim of this research is to learn more about thermal physiologic response on the biological tissues exposed to electromagnetic radiation. In this work, biological tissues are studied including multi-layered skin tissue in various shapes. Applications of electromagnetic radiation such as therapeutic skin cancer or cancer in the organs are analyzed. The effects of electromagnetic wave power, electromagnetic wave frequency, blood velocity, porosity, heating time and ambient temperature on distributions of electromagnetic field and temperature within each part of the multi-layered skin tissue are systematically investigated. In addition, the effects of heat transfer model includes bioheat model, Klinger model, local thermal equilibrium (LTE) porous media model and local thermal non-equilibrium (LTNE) porous media model are considered to find a model that is most appropriate. The obtained results showed that all parameters have a significant effect on

the electromagnetic field and temperature distributions within skin tissue. This investigation provides the essential aspects for a fundamental understanding of thermophysiological response within several types of biological tissues subjected to an electromagnetic radiation while experiencing an applied electromagnetic radiation such as applications related to the skin cancer thermal ablation.

Keywords: Electromagnetic Wave, Heat transfer, Multi-layered Skin tissue, Porous media