NONINVASIVE BRAIN PATHOLOGY MONITORING USING CONDUCTIVITY MEASUREMENT: A SIMULATION STUDY

PRACHA YAMBANGYANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
(BIOMEDICAL ENGINEERING)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2005

ISBN 974-04-5966-8

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

การเฝ้าระวังสภาวะความเป็นโรคสมองแบบไม่รุกล้ำโดยใช้ความนำทางไฟฟ้า: การศึกษาโดยใช้แบบจำลอง (NONINVASIVE BRAIN PATHOLOGY MONITORING USING CONDUCTIVITY MEASUREMENT: A SIMULATION STUDY)

ประชา แย้มบางยาง 4336837 EGBE/M

วศ.ม.(วิศวกรรมชีวการแพทย์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : ฉัตรชัย เนตรพิศาลวนิช Ph.D.(Electrical Engineering), นันทศักดิ์ ทิศาวิภาต MD. Grad Dip in Clin Sc (Surg)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาการกระจายของศักย์ไฟฟ้าของแบบจำลองของศีรษะที่ สมองบวมน้ำ สภาวะการบวมน้ำของสมองเป็นปัญหาทางการแพทย์ที่มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของสารน้ำในสมอง การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารน้ำจะส่งผลต่อค่าความนำไฟฟ้าของเนื้อเยื่อโดยตรง และสามารถวัดค่าได้โดยวิธีวัดค่าอิมพีแดนซ์ ในการศึกษานี้ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์สำหรับหาการกระจายของศักย์ไฟฟ้าบนศีรษะที่มีสภาวะการบวมน้ำ เมื่อทำการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านทางคู่อิเล็กโทรด ในการศึกษายังทำการหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการวางอิเล็กโทรดคู่ที่ใช้สำหรับวัดการกระจายของศักย์ไฟฟ้า นอกจากนั้นได้ทำการออกแบบเครื่องวัดอิมพีแดนซ์ เนื้อเยื่อจำลอง และ ศีรษะจำลอง เพื่อใช้ในการตรวจสอบผลที่ได้จากการวิเคราะห์จากระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

จากผลที่ได้รับพบว่าค่าศักย์ไฟฟ้ามากกว่า 85% จะถูกลดทอนโดยกะโหลกศีรษะ นอกจากนั้นยังพบว่าการกระจายของศักย์ไฟฟ้าบนสมองเกิดความไม่สมมาตรเนื่องมาจากสภาวะการบวมน้ำ และการวางอิเล็กโทรดสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าใกล้กับตำแหน่งมีการบวมน้ำจะมีความเหมาะสมสำหรับการวัด นอกจากนี้ผลการตรวจสอบจากแบบจำลองยังช่วยยืนยันว่าก้อนน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้การกระจายของศักย์ไฟฟ้าลดลง

68 หน้า ISBN 974-04-5966-8

NONINVASIVE BRAIN PATHOLOGY MONITORING USING CONDUCTIVITY MEASUREMENT: A SIMULATION STUDY

PRACHA YAMBANGYANG 4336837 EGBE/M

M.Eng. (BIOMEDICAL ENGINEERING)

THESIS ADVISORS: CHATCHAI NEATPISARNVANIT, Ph. D. (ELECTRICAL ENGINEERING), NANTHASAK TISAVIPA MD, Grad Dip in Clin Sc (Surg)

ABSTRACT

The purpose of this study was to predict a potential distribution of edema on a human head model with an edema condition. Brain edema is a clinical problem associated with the fluid accumulation in the brain tissue. The fluid's volume variation has an immediate effect on the conductivity of tissue, which can be measured by an electric impedance technique. This work aimed to apply finite element methods (FEM) to predict the current density distribution and electric potential distribution in the swelling brain when applying electric current through the brain via a pair of surface electrodes. Suitable locations of surface electrodes (used for picking up the measured electric potential from and applying current to the scalp) were studied extensively in this work. Electrical impedance measurement equipment, tissue-equivalent material and phantom were designed to validate the result obtained from the FEM simulation.

The obtained results indicate that more than 85 % of electric potential is attenuated through the skull. Furthermore, electric potential distribution in brain edema is found to be asymmetric and depends on locations of the swelling region. Simulation results show that the current applying electrodes should be placed nearby the swelling region. The validation results confirm that the edema lump causes reduction in the electric potentials.

KEY WORDS: BRAIN EDEMA/ CONDUCTIVITY/ FINITE ELEMENT METHOD

68 P. ISBN 974-04-5966-8