DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEMPERATURE CONTROL DEVICE FOR A CARDIOPLEGIA SOLUTION SET

PREECHA KOTPHOOTORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE (BIOMEDICAL INSTRUMENTATION)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2010

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Copyright by Mahidol University

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEMPERATURE CONTROL DEVICE FOR A CARDIOPLEGIA SOLUTION SET

PREECHA KOTPHOOTORN 4936181 MBBM/M

M.Sc.(BIOMEDICAL INSTRUMENTATION)

THESIS ADVISORY COMMITTEE : SUMETHEE THANUNGKUL, M.Sc. SOMBAT THANAWAN, Ph.D. KULNASAN SAIKHUN, Ph.D. SUTEE YOKSAN, M.D., Ph.D.

ABSTRACT

Cardiopulmonary bypass is procedure used during a heart operation. The procedure requires the use of the Heart-Lung Machine to maintain hemodynamics while both the heart and lung are still arrested. Lack of blood flow while the heart stops acting as a pump will cause myocardial ischemia. At present, cardioplegia solution is the chemical for myocardium preservation while there is a lack of blood flow. Practically, cardioplegia solution has to be kept constantly cold. It is found that those devices being used currently could not accurately control the temperature required. The main research objective of this research is to find an improved, new device which can constantly control temperature of cardioplegia solution. In this system, a thermoelectric module (TE module) was used as a prototype to control water temperature. The heat exchanger system used thermoelectric modules mounted on the wall of an aluminium plot to absorb heat from ambient water transferring through the heat sink. This study uses 6 thermoelectric modules, type TEC1-12705, to operate the system. The software LabVIEW was applied and used to turn on and shut off the operation of thermoelectrics automatically by CPU processing. The digital output has been sent through the DAQ card to control the opto-relay in order to control thermoelectrics in different condition settings. The result reveals that water temperature in the water chamber can be reduced from 25°C to 2°C. This optimizes protection of the myocardium, which has a desired temperature of during 4-10°C. The cooling power at 4-10°C is 252 - 352.8 watts and the coefficient of performance (COP) is 0.954 -1.336. In addition, the measured data is indicated and shown as trend graphs for user interface. Further, the electrical current leakage test was acceptable in respect to the International Electrotechnical Commission (IEC60601-1) standard. However, the prototype needs to be improved for clinical conditions. Further and deeper study on heat sink is required for more efficient dissipation of heat from the hot junction that will thus enhance performance of the thermoelectric module.

KEY WORDS : THERMOELECTRIC MODULE/ MYOCARDIUM PROTECTION/ LabVIEW

153 pages

Copyright by Mahidol University

การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิของชุดให้สารละลายปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ
DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TEMPERATURE CONTROL DEVICE FOR A CARDIOPLEGIA SOLUTION SET

ปรีชา โคตรภูธร 4936181 MBBM/M

วท.ม. (อุปกรณ์ชีวการแพทย์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : สุเมธี ธนังกุล, M.Sc. สมบัติ ธนะวันต์, Ph.D. กุลณสรรค์ สายขุน, Ph.D. สุธี ยกส้าน, M.D., Ph.D.

บทคัดย่อ

การผ่าตัดหัวใจซึ่งต้องมีการใช้เครื่องหัวใจและปอดเทียมเพื่อประคับประคองระบบสมดุลของร่างกายซึ่งขณะนั้นหัวใจและปอดหยุดทำงาน จึงเป็นสาเหตุการขาดเลือดของกล้ามเนื้อหัวใจ สารละลาย Cardioplegia จึงถูกนำมาใช้เพื่อปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งสารละลายจะต้องมีอุณหภูมิเย็น ในขณะที่ชุดควบคุมอุณหภูมิสารละลายปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจที่ใช้งานอยู่ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้เที่ยงตรง ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมเพื่อการออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นใช้เทอร์โมอิเลกตริกเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิเย็นของน้ำในอ่างสำหรับแช่ชุดให้สารละลายปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจ ระบบแลกเปลี่ยนความร้อนจะใช้เทอร์โมอิเลกทริกโมดูล รุ่น TEC1-12705 ดึงความร้อนออกจากน้ำในอ่างชุดควบคุมอุณหภูมิแบบอลูมิเนียม ซอร์ฟแวร์โปรแกรม LabVIEW ใช้ออกแบบการควบคุม เปิด-ปิด เทอร์โมอิเลกตริกแบบอัตโนมัติ จากการประมวลผลของซอร์ฟแวร์ แล้วสั่งการผ่าน DAQ card ส่งออกไปเพื่อทำการควบคุมให้รีเลย์มีการ เปิด-ปิด เทอร์โมอิเลกทริกตามเงื่อนไข ผลการทดลองอุณหภูมิของน้ำเย็นที่ชุดควบคุมอุณหภูมิสารละลายสามารถลดลงจาก 25 องศาเซลเซียส ลงไปถึง 2 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่ในช่วงที่มีความเหมาะสมสำหรับปกป้องกล้ามเนื้อหัวใจคือ 4 ถึง 10 องศาเซลเซียส โดยมีค่าปริมาณความร้อนที่เทอร์โมอิเลกทริกดึงออกจากน้ำที่อุณหภูมิ 4 ถึง 10 องศาเซลเซียส อยู่ในช่วง 252-352.8 วัตต์ และค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของเทอร์โมอิเลกทริกอยู่ในช่วง 0.954-1.336 นอกจากนี้ผลการวัดอุณหภูมิยังสามารถแสดงตัวเลขและรูปกราฟแสดงผลให้ผู้ใช้งานได้รับทราบข้อมูลการตรวจวัด การทดสอบกระแสไฟฟ้ารั่วไหลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ IEC 60601-1 ซึ่งมีความปลอดภัยจากกระแสรั่วไหลของเครื่อง อย่างไรก็ตามเครื่องต้นแบบที่สร้างยังต้องมีการปรับปรุงหากต้องนำไปใช้งานจริงในทางคลินิค และต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับแผงระบายความร้อนแบบครีบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการระบายความร้อนให้กับเทอร์โมอิเลคตริก

153 หน้า

Copyright by Mahidol University