

บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ: การออกแบบและสร้างเครื่องวัดออกซิเจนที่อิมมัลชันในระดับเลือดโดยอาศัยความแตกต่างของการดูดกลืนแสงอินฟราเรดบริเวณเยื่อบาง: กรณีศึกษาเครื่องต้นแบบในการนำร่องพัฒนาผลิตภัณฑ์ต้นแบบทางวิศวกรรมจุลอิเล็กทรอนิกส์และเครื่องกลเบาสำหรับกระบวนการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์และการแพทย์

ชื่อผู้วิจัย: สายสุนีย์ เหลี้ยวเรืองรัตน์
ศุภโชค อุปาลี
ชายชาญ จุลเสณีย์ชร

หน่วยงานที่สังกัด:

๑. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
๒. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

255761

ได้ออกแบบและสร้างเครื่องตรวจวัดระดับออกซิเจนที่อิมมัลชันในเลือดต้นแบบโดยใช้วัสดุและ/หรือ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีราคาถูก และหาได้ง่ายภายในประเทศไทย เพื่อทดแทน และ/หรือ ลดการนำเข้าเครื่องออกซิมิเตอร์ที่มีราคาแพง เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้อาศัยสมองกลประเภท สมองกลก้าวหน้าแบบคำสั่งเสมือนย่อยกระบวนการ โดยใช้แหล่งกำเนิดแสงแบบไดโอดเปล่งแสงสองชนิด ที่ให้ความยาวคลื่นในช่วงแสงสีแดงและแสงอินฟราเรด โดยกำเนิดคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น ๖๖๐ นาโนเมตร และ ๙๔๐ นาโนเมตรตามลำดับ และใช้ไดโอดไวแสงเป็นตัวตรวจวัด ซึ่งสามารถตอบสนองต่อช่วงความยาวคลื่นได้อย่างกว้างขวาง นอกจากนี้ยังพบว่า ไดโอดไวแสงยังตอบสนองต่อปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ระดับออกซิเจน เช่น ความโปร่งแสงของผิวหนัง การสะท้อนแสงของกระดูก และการกระเจิงของแสงในเนื้อเยื่อ และปริมาณเลือดในเส้นเลือด เมื่อไดโอดไวแสงได้รับสัญญาณแสง สมองกลฝังตัวจะเริ่มรายการคำนวณจากความแตกต่างของสองคลื่นแสง และเข้าสู่หุนจำลองคณิตศาสตร์ดังสมการ

$$\text{ปริมาณออกซิเจนที่อิมมัลชันในเลือด} = \frac{\text{ปริมาณฮีโมโกลบินค่าเฉลี่ยออกซิเจน}}{\text{ปริมาณฮีโมโกลบินค่าเฉลี่ยออกซิเจน} + \text{ปริมาณฮีโมโกลบินอิสระ}}$$

ปริมาณออกซิเจนในฮีโมโกลบินที่ขนถ่ายออกซิเจน หาได้จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยตรงผ่านเนื้อเยื่อ โดยเป็นอัตราส่วนกันของความยาวคลื่น ประมาณ ๖๐๐ ถึง ๑๐๐๐ นาโนเมตร

หลังจากการหาอัตราส่วนอย่างต่ำของการดูดกลืนคลื่นแสงสีแดงและคลื่นแสงอินฟราเรดที่ผ่านเนื้อเยื่อบาง จะสามารถคำนวณย้อนกลับไปหาปริมาณออกซิเจนที่อิมมัลในเลือดได้ โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นจะสามารถบอกความต่างของระดับปริมาณออกซิเจนได้ ร้อยละ ๑ และสามารถอ่านค่าอัตราการเต้นของหัวใจได้ ด้วยความผิดพลาด ร้อยละ ๐.๕ เครื่องมือที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องมือทางการแพทย์ที่ตรวจวัดได้ไม่จำเป็นต้องทำให้เกิดความเจ็บปวด

ได้ทำการศึกษาสมรรถนะของเครื่องวัดระดับออกซิเจนอิมมัลในเลือดที่ได้พัฒนาขึ้น ด้วยการวัดระดับออกซิเจนอิมมัลในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจ จากนักศึกษาในห้องปฏิบัติการวิจัยจำนวน ๑๐ คนซึ่งต่างเพศกัน (ชาย ๕ คน หญิง ๕ คน) ด้วยเครื่องต้นแบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากการใช้เครื่องวัดระดับออกซิเจนอิมมัลในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ พบว่า ผลที่วัดได้จากการใช้เครื่องมือทางการแพทย์ทั้งสองเครื่องให้ผลไม่ต่างกัน ประเมินโดยใช้ student t-test ที่ระดับความเชื่อมั่น ๙๕% ได้นำเครื่องวัดระดับออกซิเจนอิมมัลในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจที่ได้สร้างขึ้นนี้ มาประยุกต์ใช้สำหรับการวัดระดับออกซิเจนอิมมัลและวัดชีพจรพร้อม ๆ กัน ในชาวชุมชนพื้นบ้านของเมืองเชียงใหม่ที่มีอายุ เพศ และอาชีพ ต่างกัน ตลอดจนผู้ใช้วัดในคนไข้ที่มีภาวะการเจ็บป่วยต่าง ๆ กันในโรงพยาบาล และ/หรือ คลินิกต่าง ๆ ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

Abstract

Title: Design and construction of a Saturation of Peripheral Oxygen by a differentiation of infrared absorbance at transparency tissue: Case study for the development of micro-mechatronic engineering prototype supporting applied science and medicinal science: A pilot project

Researchers: Sausunee Liawruangrath
Suphachock Upalee
Chaicharn Julasenee-Chorn

Institute:

- ๑. Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University
- ๒. Science and Technology Research Institute, Chiang Mai University

245261

A Prototype has been designed and fabricated using low-cost materials and/or components which are easily available in Thailand to replace and/or reduce the expensive imported oximeter. The device is based on and advance virtual reduced instruction set computer (RISC) in which the RISC is programmed as a basic optical sensor of a noninvasive pulse oximetry input device. It consists of both red and infrared LED's with peak emission wavelengths of ๖๖๐ nm and ๙๔๐ nm respectively, and a silicon photodiode. The Photodiode used has a broad range of spectral responses that overlaps the emission spectra of both the red and infrared LED's. The light intensity detected by the photodetector depends, not only on the intensity of the incident light, but also mainly on the opacity of the skin, reflection by bones, tissue scattering, and the amount of blood in

the vascular bed. Then it calculates oxygen saturation, which is often referred to as SaO_2 or SpO_2 , is defined as the ratio of oxyhemoglobin (HbO_2) to the total concentration of hemoglobin present in the blood:

$$SaO_2 = \frac{HbO_2}{(HbO_2 + Hb)}$$

Oxyhemoglobin (HbO_2) and hemoglobin (Hb), exhibit significantly different optical spectra in the wavelength range from 700nm to 900nm.

A typical empirical calibration for *non-invasive red light absorption* versus *IR absorption* has been carried out and compared with Co-Pulse Oximeter which is a medical standardization. The accuracy of the designed RISC is $\pm 0.5\%$ Saturated Blood Oxygen and $\pm 0.5\%$ for Heart rate. The performance of the developed pulse oximeter was evaluated by measuring oxygen saturation values and pulse rates from ten students in the laboratory with different genders (5 boys and 5 girls) using the proposed pulse oximeter and the imported commercial one. It was found that results obtained from both medical devices were compared favorably verified by using the student t-test at 95% confident level. The fabricated pulse oximeter has been satisfactorily applied to measure oxygen saturation values and pulse rate simultaneously from local people in Chiang Mai Province with different ages, genders, and occupation together with various patients in the hospitals or clinics.