

การศึกษาการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยใช้ทฤษฎีของแสง

The Study of noninvasive blood glucose measurements by optical technique

นายชัยรัตน์ คุภปัญญา 50053990

นางสาว จันทพร ภูรินทนาวุธ 50053719

นางสาวพนิตพิชญ์ชา ทศนรังสรรค์ 50054964

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: fengntk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

เนื่องจากโรคเบาหวานนี้สามารถก่อให้เกิดโรคภัยต่างๆมากมาย บุคคลที่เป็นโรคเบาหวานจำเป็นต้องเจาะเลือดเพื่อตรวจระดับน้ำตาลในเลือดเป็นประจำ ซึ่งก่อให้เกิดความไม่สะดวกต่อผู้ป่วยทางกลุ่มข้าพเจ้าจึงคิดหาวิธีที่สามารถตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดได้โดยไม่ต้องเจาะนั้นก็คือการใช้ทฤษฎีทางแสงเข้ามาช่วย โดยอาศัยการวัดระดับน้ำตาลในเลือดจะวัดจากการลดลงของความเข้มแสงที่ส่งผ่านนิ้วมือ ซึ่งเป็นผลมาจากการดูดซึมแสงของกลูโคสที่อยู่ในร่างกาย ซึ่งค่าที่ได้จากอุปกรณ์นี้อาจมีการคลาดเคลื่อนของผลที่ได้รับซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น สีผิวเป็นต้น ซึ่งยังคงต้องได้รับการพัฒนาด้วยอุปกรณ์ที่มีความก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

Abstract

Diabetes could increase risk for heart disease and stroke, To lower your risk you must regularly check your glucose level to see if it's close to the recommended target level. The most common way to do so is to take a sample of your blood and analyze, which is uncomfortable and cause pain for patients. So our group comes up with an alternative method to keep track with your glucose level that would not need any sample of the patient's blood. Our method is to emit near infrared lights through the patients finger. The light is partially absorbed and scattered by the glucose before being reflected back to a detector. We measure the different between the lights we send and the lights that bounce back to calculate the blood glucose level.

1. บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์ของการทำอุปกรณ์การตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดโดยไม่ต้องเจาะคือ การเพิ่มทางเลือกในการตรวจระดับน้ำตาล โดยที่ไม่จำเป็นต้อง

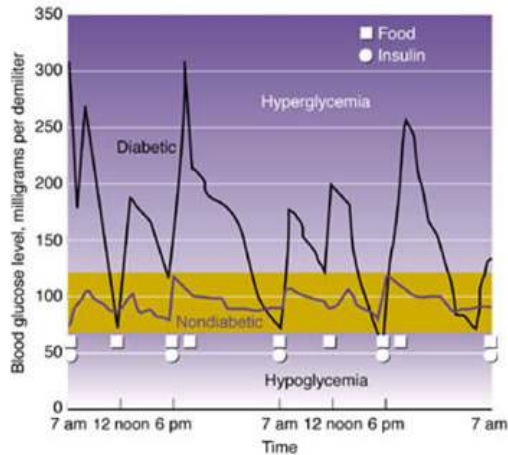
จะต้อนำตัวอย่างเลือดออกมาทดสอบ อุปกรณ์นี้พัฒนาเพื่อผู้ป่วยที่กลัวการเจาะเลือด และเป็นอุปกรณ์ที่พัฒนาเพื่อเพิ่มความสะดวก สะอาด และปลอดภัย สำหรับผู้ป่วย และเหตุผลอีกเหตุผลที่สำคัญคือ ลดปริมาณขยะที่เกิดมาจากการใช้แผ่นทดสอบ เนื่องจากแผ่นทดสอบเป็นอุปกรณ์ที่สามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณขยะ และ ลดปริมาณสวางค์ในกระเป๋ ในการใช้แต่ละครั้ง

1.2 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

โรคเบาหวาน เป็นโรคที่เกิดได้กับทุกคน และไม่มีทางที่จะรักษาให้หายขาดได้ ผู้ป่วยจำเป็นต้องตรวจวัดปริมาณน้ำตาลในเลือดเป็นประจำ ระยะเวลาตรวจจะมีความถี่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ ระดับน้ำตาลของผู้ป่วย อาจจะต้องตรวจทุกวัน สำหรับกรณีที่เป็นขั้นรุนแรง ทุก 2-3 วัน ทุกสัปดาห์ หรือทุก 1-2 เดือน ณ ปัจจุบัน วิธีตรวจระดับน้ำตาลในเลือดจะใช้การเจาะเลือดเพื่อเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลในเลือดซึ่งสร้างความเจ็บปวดแก่ผู้ใช้จึงทำให้ผู้ใช้ขาดความสม่ำเสมอในการตรวจวัดเนื่องจาก ความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นนั่นเองข้าพเจ้าและสมาชิกในกลุ่มจึงมีความเห็นว่า น่าจะมีวิธีที่เราสามารถตรวจวัดน้ำตาลในเลือดโดยไม่ต้องเจาะ เพื่อเป็นอีกทางเลือกของการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ที่ไม่ต้องการเจาะ และเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายแก่ผู้ป่วยได้มากขึ้น

1.3 การตรวจสอบปริมาณกลูโคส

การวัดปริมาณกลูโคสสามารถวัดได้ในเลือด พลาสมาและซีรัม แต่ในปัจจุบันจะวัดจากค่า ซีรัม เพราะมีส่วนประกอบของน้ำมากกว่าและมีปริมาณกลูโคสละลายอยู่มากกว่าการทำการแปลงค่าจากปริมาณกลูโคสในเลือดให้คูณด้วย 1.15 การเก็บตัวอย่างเลือดในหลอดจะยังเกิดการสันดาปของเซลล์อยู่จนกว่าจะทำการเหวี่ยงแยกตะกอนอุณหภูมิภายนอกส่งผลต่อการเหวี่ยงตะกอนการแยกพลาสมาซีรัมที่อุณหภูมิของผู้เย็น



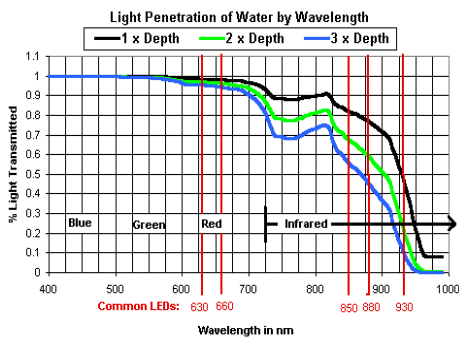
รูปที่ 1 ปริมาณกลูโคสแต่ละช่วงเวลา

(<https://www.llnl.gov/str/December01/Lane.html>)

กลูโคสจะมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงประมาณ 1-2 ชั่วโมงถ้าอยู่ในอุณหภูมิห้อง จะสูญเสียปริมาณกลูโคสไป 1-2 % ต่อชั่วโมง การสูญเสียในกรณีนี้ สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยการใช้หลอดบรรจุแบบฟลูออไรด์

1.4 ทฤษฎีการดูดซับแสงของกลูโคส

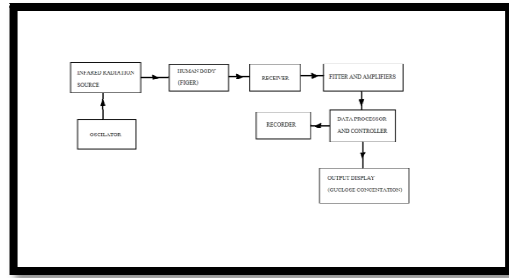
ความสามารถในการทะลุผ่านเนื้อเยื่อของแสง แสงสีแดงและแสงที่มีความยาวคลื่นเข้าใกล้อินฟราเรด สามารถทะลุผ่านเนื้อเยื่อได้เพราะไม่ถูกขัดขวางการทะลุผ่านจากเลือดและน้ำเหมือนความยาวคลื่นในช่วงอื่นๆ



รูปที่ 2 การทะลุผ่านที่ลดลงเมื่อส่งแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 900 nm

([www. http://heelspurs.com/led.html](http://heelspurs.com/led.html))

2. วงจรการทำงานของอุปกรณ์วัดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยแสง



รูปที่ 3 การทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยแสง

จากแผนภาพไดอะแกรมแสดงการทำงานของเครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดด้วยแสง จะประกอบไปด้วยวงจรถ่ายแสงอินฟราเรดโดยจะมีหลอดอินฟราเรด ตัวต้านทาน และแหล่งจ่ายไฟ การทำงานของวงจรถ่ายแสงอินฟราเรดจะถูกควบคุมการทำงานด้วยวงจรถ่ายแสงสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมด้วยความถี่ที่เหมาะสม ทำให้อินฟราเรดเปิดปิดสลับกัน แสงจากอินฟราเรดจะส่องผ่านไปที่ผิวหนัง ซึ่งผิวหนังบริเวณนั้นจะต้องบาง มีหลอดเลือดชัดเจน มีชั้นไขมันและกระดูกน้อยเพื่อให้แสงอินฟราเรด ไปกระทบโมเลกุลน้ำตาลกลูโคสมากที่สุดและไม่เกิดการรบกวน ซึ่งบริเวณนั้นอาจจะเป็นนิ้วมือหรือไบฮูก็ได้ จากนั้นแสงอินฟราเรดที่ส่องผ่านจะถูกตรวจวัดด้วยโฟโตไดโอด โฟโตไดโอดที่เลือกใช้งานมีการวัดในความยาวคลื่นที่เหมาะสมกับแสงที่สะท้อนออกมา สัญญาณที่ออกจากโฟโตไดโอดจะส่งไปยังวงจรถ่ายความถี่และวงจรถ่ายสัญญาณ วงจรถ่ายความถี่จะมีหน้าที่กรองสัญญาณที่มีความถี่ที่ไม่ต้องการ สัญญาณรบกวนต่างๆ ออกไป ทำให้ได้สัญญาณที่ต้องการวัดจริงๆ จากนั้นสัญญาณที่ผ่านกรองความถี่จะถูกนำมาขยายสัญญาณด้วยวงจรรวมแอมป์ เพื่อให้วิเคราะห์สัญญาณที่ต้องการศึกษาได้ง่าย สัญญาณที่ผ่านการขยายและกรองแล้วจะถูกส่งเข้าไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลค่าสัญญาณที่ได้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้งานจะเป็น MSP 430 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย และมีความเร็วในการประมวลผลสูง ความจำการเก็บข้อมูลมาก ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลสัญญาณตามโปรแกรมที่ได้บันทึกลงไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์และส่งไปยังจอแอลซีดี เพื่อแสดงค่าปริมาณน้ำตาลในเลือด ค่าต่างๆ เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลและนำไปวิเคราะห์ต่อไป

3. ผลการทดลอง

จากการทดลอง ผลที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่โดยเฉลี่ยแล้วมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 2% ยิ่งความยาวคลื่นมากขึ้นยิ่งส่งผลให้ความไวต่อสิ่งรบกวนต่างๆยิ่งมากขึ้นด้วย แต่ในทางกลับกันความยาวคลื่นยิ่งมากจะยิ่งส่งผลให้ค่ามีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

วันเดือนปี	เวลา	ค่าเฉลี่ย			จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง	Y	ค่าความยาวคลื่น (nm)	ค่าความถี่
		ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเฉลี่ย				
27/2/2554	7:00 น.	2.63	2.54	2.61	10.00	700.00	96.01	3.78
27/2/2554	18:00 น.	2.68	2.68	2.68	96.00	826.00	99.63	1.88
27/2/2554	18:00 น.	2.68	2.68	2.68	96.00	921.00	96.74	0.99
27/2/2554	18:00 น.	2.63	2.53	2.54	96.00	810.00	96.01	3.24
28/2/2554	7:00 น.	2.62	2.54	2.58	96.00	921.00	96.01	0.52
28/2/2554	18:00 น.	2.67	2.61	2.64	96.00	981.00	98.91	0.28
28/2/2554	18:00 น.	2.68	2.61	2.64	96.00	980.00	99.61	0.51
28/2/2554	18:00 น.	2.62	2.54	2.54	96.00	810.00	96.01	3.24
1/3/2554	7:00 น.	2.64	2.56	2.61	100.00	1000.00	96.74	1.66
1/3/2554	18:00 น.	2.67	2.61	2.64	100.00	1181.00	98.91	0.48

ตารางที่ 1 ส่วนหนึ่งของผลการทดลองที่เก็บข้อมูลในวันที่ 27 ก.พ. 28 ก.พ. และ 1 มี.ค. 2554 ในช่วงเวลาระหว่าง 7:00-18:00

4. กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้จะสำเร็จลุล่วง ไม่ได้เลยถ้าขาดความสนับสนุนของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ช่วยให้เงินทุนในการทำโครงการ รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผศ.ดร. คุณิต ชนเพทาย ที่ให้คำแนะนำและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำโครงการ และ อาจารย์กรรมการควบคุมการสอบ อ.ดร.พิศุทธิ์ รัตติกดิ์ ที่แนะนำ คิเตียน และเสนอแนวทางการปรับปรุงโครงการให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น สุดท้ายที่ขาดไม่ได้คือขอขอบคุณสมาชิกห้อง Best lab ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำเสมอมา

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] www. <http://heelspurs.com/led.html>
- [2] <https://www.llnl.gov/str/December01/Lane.html>
- [3] <http://preclinic.com/webboard/index.php?topic=125.0>
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_sugar
- [5] <http://th.wikipedia.org/wiki/กลูโคส>