

บทบรรณาธิการ

Editorial

ตับอ่อนประดิษฐ์กับโรคเบาหวาน Artificial Pancreas and Diabetes Mellitus

เทพ หิมะทองคำ^{*} ชิดชนก เหลือสินทรัพย์^{*} สมชัย บวรกิติ^{*}
Thep Himathongkam^{*} Chidchanok Lursinsap^{*} Somchai Bovornkitti^{*}

^{*}สำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา, กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

^{*}The Academy of Science, The Royal Institute of Thailand, Bangkok 10300

Corresponding author. E-mail address: s_bovornkitti@hotmail.com

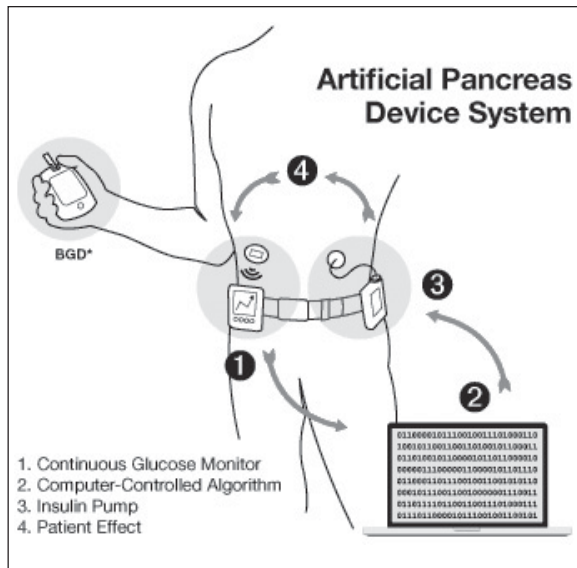
โรคเบาหวาน^(๑-๓)หมายถึงการเจ็บป่วยที่เกิดจากมีน้ำตาลกลูโคสสะสมในกระแสเลือดเกินกว่าระดับที่เหมาะสม (เกิน ๑๔๐ มิลลิกรัม/เดซิลิตร) โรคเบาหวานมี ๓ แบบ แบบที่ ๑ เกิดจากเซลล์บีต้าในตับอ่อนผลิตอินซูลินไม่เพียงพอ แบบที่ ๒ เกิดจากพฤติกรรมด้านอาหารและอื่นๆ แบบที่ ๓ เกิดขณะมีครรภ์ประมาณสัปดาห์ที่ ๒๔-๒๘ ขึ้นไป มักพบในคนอ้วนผิดปกติและมีประวัติกรรมพันธุ์ เกิดเนื่องจากรกสร้างฮอร์โมนเพิ่มน้ำตาลในเลือด ประกอบกับปัจจัยร่วมด้านพฤติกรรมสาเหตุของโรคเบาหวาน

บทความนี้จะกล่าวถึงวิธีการรักษาผู้ป่วยโรคเบาหวานแบบที่ ๑ ที่ต้องใช้อินซูลินด้วยเทคโนโลยีใหม่

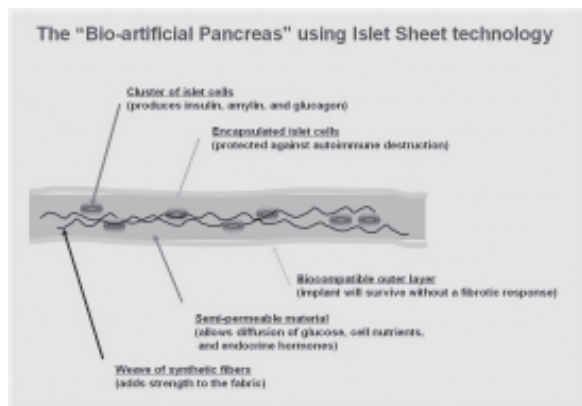
โรคเบาหวานแบบที่ ๑^(๑,๒)

มักเริ่มปรากฏอาการในวัยเด็กหรือหนุ่มสาวต้นๆ เกิดจากความผิดปกติของตับอ่อนโดยกระบวนการภูมิคุ้มกันที่ทำร้ายเซลล์บีต้าในเกาะจิวกลางเกอร์ฮานส์ (Islet of Langerhans) ซึ่งเป็นตัวรับรู้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือดที่ตับแยกจากอาหารที่ได้รับ และผลิตฮอร์โมนอินซูลินในปริมาณที่เหมาะสมไปเปลี่ยนกลูโคสเป็นพลังงานให้เซลล์ร่างกาย แต่เมื่อผู้ป่วยมีน้ำตาลกลูโคสท่วมท้นในเลือดก็จะมีผลเสียต่างๆ ตามมา ในบริบทของโรคเบาหวานแบบที่ ๑ ซึ่งต้องบำบัดรักษาด้วยอินซูลินตามแบบเวชปฏิบัติทั่วไป หรืออาศัยอุปกรณ์นอกกายที่กำหนดที่คล้ายตับอ่อน ซึ่งริเริ่มใช้ที่

มหาวิทยาลัยเคมบริดจ์สหราชอาณาจักร (รูปที่๑)^(๒,๔) หรือใช้วิธีวิศวกรรมชีวภาพฝังปลูกเซลล์ตับอ่อนในกาย (รูปที่ ๒) ที่ริเริ่มที่มหาวิทยาลัย De Montford เมือง Leicester สหราชอาณาจักร^(๔,๕) ในปัจจุบันมีความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ซิลิคอนเป็นสารกึ่งตัวนำ ทำให้สามารถพัฒนางจรรวมควบคุมการปลดปล่อยอินซูลินทำนองเดียวกันกับเซลล์บีต้าของตับอ่อนในร่างกายในบริบทของตับอ่อนประดิษฐ์ อุปกรณ์แบบล่าสุดของตับอ่อนประดิษฐ์ ก็คือ lon-sensitive field effect transistors (ISFETs)^(๖)



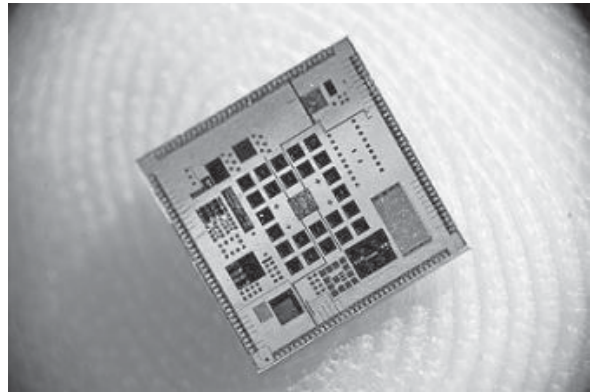
รูปที่ ๑. ภาพผังระบบอุปกรณ์ตับอ่อนประดิษฐ์แบบพกพา^(๒) ประกอบด้วย (๑) อุปกรณ์ติดตามข้อมูลแรงระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด (CGM); (๒) คอมพิวเตอร์ควบคุมคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ (Control algorithm) เป็นตัวกำหนดขนาดใช้อินซูลินรับข้อมูลจาก CGM; (๓) อุปกรณ์บริหารอินซูลินตามสั่งจากตัวควบคุม From: <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/HomeHealthandConsumer/ConsumerProducts/ArtificialPancreas/ucm259548.htm> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙



รูปที่ ๒. ภาพตัดขวางเนื้อเยื่อวิศวกรรมชีวภาพประกอบด้วยกลุ่มเซลล์เกาะจิว ซึ่งคอยส่งอินซูลินตามระดับกลูโคสที่กำหนด^(๔) From: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_pancreas#/media/File:Bio-artificial_pancreas_with_Islet_Sheet_technology.JPG

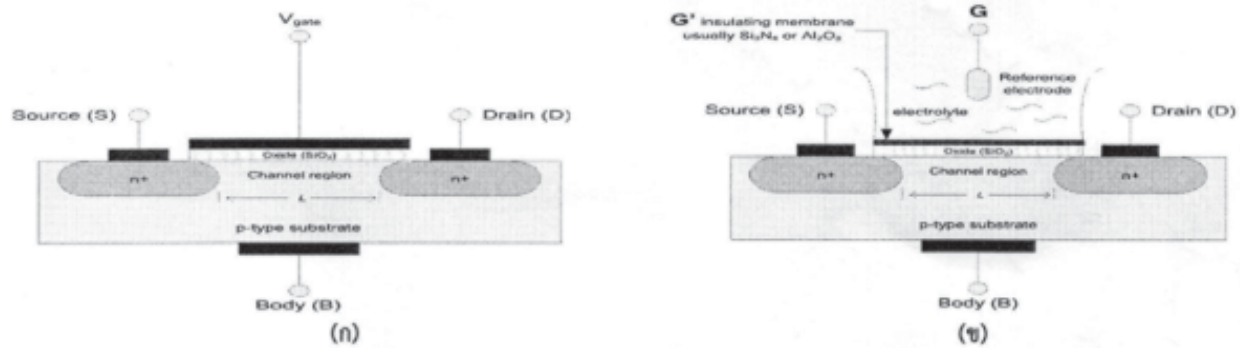
A Silicon Pancreatic Beta Cell for Diabetes^(๖,๗)

เอกสารอ้างอิงเลขที่ ๒ อ้างว่า Pantelis Georgiou และ Nick Oliver แห่งวิทยาลัยอิมพีเรียลลอนดอน (ICL) ได้พัฒนา silicon chip ขนาดจิ๋ว (ที่สามารถควบคุมระดับกลูโคสและกลูคากอนในเลือดทำนองเดียวกับเซลล์บีต้าและอัลฟาของตับอ่อน) ผังไว้ได้หนึ่ง เพื่อทำงานคู่กับอุปกรณ์ฉีดอินซูลินและกลูคากอน ช่วยให้ผู้ป่วยเบาหวานแบบที่ ๑ ดำเนินชีวิตได้ปกติ



รูปที่ ๓. ภาพ Silicon pancreas microchip ซึ่งมีขนาดเล็กมากวางไว้บนนิ้วมือเพื่อเปรียบเทียบขนาด^(๖) From: <http://singularityhub.com/2011/01/06/diabetes-defeated-by-a-microchip-silicon-pancreas-to-treat-london-patients-in-2011/>

เอกสารอีกฉบับอ้างว่าเมื่อ พ.ศ. ๒๕๕๐ Pantelis Georgiou และ Christopher Toumazou^(๗) แห่งสถาบันวิศวกรรมศาสตร์ชีวเวช (The Institute of Biomedical Engineering) วิทยาลัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและแพทยศาสตร์ อิมพีเรียล (Imperial College of Science, Technology and Medicine) ณ กรุงลอนดอน สหราชอาณาจักร ได้ศึกษาและรายงานการใช้อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ฟิลิคอนแบบมอสเฟต (Metal Oxide Semiconductor Field Effect) ซึ่งมีขนาดเล็กมาก และสามารถใช้เป็นตัวรับรู้ทางเคมี เช่นวัดความเป็นกรดเบส (pH) หรือความเข้มข้นของไอออนฮัยโดรเจน ที่เรียกว่า ทรานซิสเตอร์ชนิด Ion Sensitive Field Effect (ISFETs) (รูปที่ ๔ ก และ ข) ทรานซิสเตอร์แบบ ISFETs นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวอ่อนประดิษฐ์ที่รับรู้ปริมาณน้ำตาลกลูโคสในเลือดและฉีดอินซูลินให้แก่ผู้ป่วยโดยอัตโนมัติผู้รายงานได้ให้ชื่ออุปกรณ์นี้เป็น Silicon Pancreatic Beta Cell ซึ่งเป็นเซลล์ประดิษฐ์ไปทำหน้าที่แทนเซลล์บีต้าของตับอ่อนมนุษย์



รูปที่ ๔ แสดงลักษณะผังกายภาพของ MOSFET(n) และ ISFETs (ข)

สรุปว่าในปัจจุบันวิธีการรักษาผู้ป่วยเบาหวานแบบที่ ๑ ที่ต้องอาศัยอินซูลินได้ก้าวหน้ามาก โดยเฉพาะด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์สามารถประดิษฐ์อุปกรณ์ทรานซิสเตอร์ชนิดที่ใช้ซิลิคอนเป็นสารกึ่งตัวนำฝังที่ใต้หนังผู้ป่วยให้ทำหน้าที่แทนเซลล์บีตาของตับอ่อนในการควบคุมการทำงานของอินซูลิน และแทนเซลล์อัลฟาที่ควบคุมกลูคากอน^(๖) ทำนองเดียวกันกับฝังอุปกรณ์คุมจังหวะเต้นของหัวใจ และล่าสุดได้ตัดแปลงเป็นรุ่น ISFET^(๗,๘) การฝังทรานซิสเตอร์รุ่นใหม่ี่หากร่วมกับอุปกรณ์รูปที่ ๒ ไว้ในร่างกายผู้ป่วย เมื่อถึงตอนนั้นก็จะเกิดเป็นตับอ่อนประดิษฐ์ (artificial pancreas) ที่สมบูรณ์

เอกสารประกอบการเรียบเรียง

๑. DIAPEDIA. Type 1 diabetes mellitus. From: <http://www.diapedia.org/type-1-diabetes-mellitus/2104085110> เปิดอ่านวันที่ ๒๐ มีนาคม ๒๕๕๙
๒. U.S. Food and Drug Administration. What is the pancreas? What is an artificial pancreas device system? From: <http://www.gov/MedicalDevices/ProductsandProcedures/HomeHealthandConsumer/ConsumerProducts/ArtificialPancreas/ucm259548.html> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๓. Diabetes Health Center. Gestational Diabetes Causes, Diagnosis and Treatment. From: <http://www.webmed.com/diabetes/gestational-diabetes-guide/gestational-diabetes> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙

๔. Artificial pancreas. Diabetes.Co.uk. From: <http://www.diabetes.co.uk/artificial-pancreas.html> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๕. Artificial pancreas. Wikipedia, the free encyclopedia. From: https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_pancreas เปิดอ่านวันที่ ๑๙ มีนาคม ๒๕๕๙
๖. Saenz A. Diabetes Defeated by a Microchip? Silicon Pancreas Hits Trials. Singularity HUB. From: <http://singularityhub.com/2011/01/06/diabetes-defeted-by-a-microchip-silicon-pancreas-to-treat-london-patients-in-2011/> เปิดอ่านวันที่ ๑๙ มีนาคม ๒๕๕๙
๗. Georgiou P, Toumazou C. A Silicon Pancreatic Beta Cell for Diabetes. IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems 2007; 1: 39-49.
๘. วัลลภ สุระกำพลธร. ISFET กับการประยุกต์ใช้. บทความย่อการบรรยายในการประชุมสำนักวิทยาศาสตร์ ราชบัณฑิตยสภา วันพุธที่ ๑๖ มีนาคม ๒๕๕๙

เอกสารอ่านเพิ่มเติม

๙. Artificial Pancreas Information on Medicine Net.com(<http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=52386>)
๑๐. Artificial smartphone 'pancreas' automatically controls type 1 diabetes. From: <https://www.rt.com/usa/328343-artificial-pancreas-smartphone-diabetwes> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙

๑๑. Artificial Pancreas for Type 1 Diabetes. From: <http://www.diabetesincontrol.com/artificial-pancreas/> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๒. Artificial pancreas system aimed at type 1 diabetes mellitus. Largest-ever long-term clinical trials will begin this year. Harvard Gazette January 4, 2016. From: <http://news.harvard.edu/gazette/story/2016/01/artificial-pancreas-system-aimed-at-type-1-diabetes-mellitus/> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๓. Artificial pancreas works for teen with type 1 diabetes. Fox News February 4, 2016. From: <http://www.foxnews.com/health/2016/02/04/artificial-pancreas-works-for-teens-with-type-1-diabetes.html> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๔. Preidt R. Artificial Pancreas to Get Long-Term Real-Life Trial. MedicinePlus January 5, 2016. From: https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/news/fullstory_156528.html เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๕. Breakthrough Artificial Pancreas Study Welcomed. Diabetes Ireland. From: <https://www.diabetes.ie/breakthrougartificial-pancreas-study-welcomed/> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๖. Artificial Pancreas Treatment. Diabetetes.net. From: <http://www.diabetes.net/pancreas.html> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๗. Artificial Pancreas Treatment can help eliminate diabetes complications once and for all. Trina Health. From: <http://www.triahealth.com/treatment/> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙
๑๘. Artificial Pancreas: The Future of Diabetes Treatment. From: <http://www.healthline.com/health/diabetes-artificial-pancreas> เปิดอ่านวันที่ ๒๑ มีนาคม ๒๕๕๙