การวิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง
Phonocardiography

ชื่อผู้วิจัย/หน่วยงาน

ผ.ศ. น.พ. สมเกียรติ โสภณธรรมรักษ์ ภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผ.ศ. ดร. กิตติพัฒน์ ตันตระรุ่งโรจน์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ร.ศ. น.พ. วิฑูร ลีลามานิตย์ ภาควิชาโสต นาสิก ลาริงซ์วิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทคัดย่อ

แม้เทคโนโลยีทางการแพทย์จะเจริญก้าวหน้าไปเท่าใด เครื่องฟังเสียงหัวใจก็ยังเป็นเครื่องมือพื้นฐานสำหรับแพทย์ผู้รักษาโรคหัวใจ การวินิจฉัยโรคหัวใจโดยวิธีฟังเสียงการเต้นของหัวใจด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์ของแพทย์เป็นสำคัญ แพทย์ที่สามารถวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยวิธีนี้ได้แม่นยำจะต้องหมั่นฝึกฝนเพื่อลดโอกาสที่จะวินิจฉัยผิดพลาดซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ป่วยได้ วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เพื่อจัดสร้างเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง ซึ่งเป็นวิธีใหม่และเป็นนวัตกรรม เครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการบันทึกเสียงการเต้นของหัวใจและแปลผลเสียงของหัวใจออกมาในแบบรูปคลื่น (Waveform) ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อแพทย์ที่จะใช้ในการวินิจฉัยโรคและสามารถจะเก็บประวัติการตรวจรักษาอีกด้วย การดำเนินงานของโครงการในปีที่ 1 (จากระยะเวลาทั้งหมด 3 ปี) ได้ต้นแบบของชุดตรวจเบื้องต้น ที่ประกอบด้วยหัวตรวจเสียงหัวใจด้วยไมโครโฟนสำหรับการเก็บตัวอย่างเสียงหัวใจจากผู้ป่วยและอาสาสมัครปกติ ชุดวงจรขยายสัญญาณ (Preamplifier Circuit Box) และซอฟต์แวร์ที่พัฒนาด้วยโปรแกรม Delphi สำหรับการวิเคราะห์รูปคลื่นของเสียงหัวใจในด้านของเวลาและความถี่ของเสียง โดยซอฟต์แวร์นี้ไม่ยึดติดกับฮาร์ดแวร์ และโปรแกรมสำเร็จรูปจากต่างประเทศ เมื่อสิ้นสุดปีที่ 3 ของการวิจัย โครงการจะได้ต้นแบบเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงที่ง่ายต่อการใช้งาน ประโยชน์ของเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงจะช่วยแพทย์ในการวินิจฉัยโรคหัวใจ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ขาดแคลนแพทย์โรคหัวใจ และยังสามารถใช้เป็นระบบปรึกษาทางไกล (Telemedicine) นอกจากนี้ การวิจัยและพัฒนาเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียงต้นแบบยังมีศักยภาพที่จะนำไปจดสิทธิบัตรและผลิตสู่เชิงพาณิชย์อีกด้วย

บทนำ

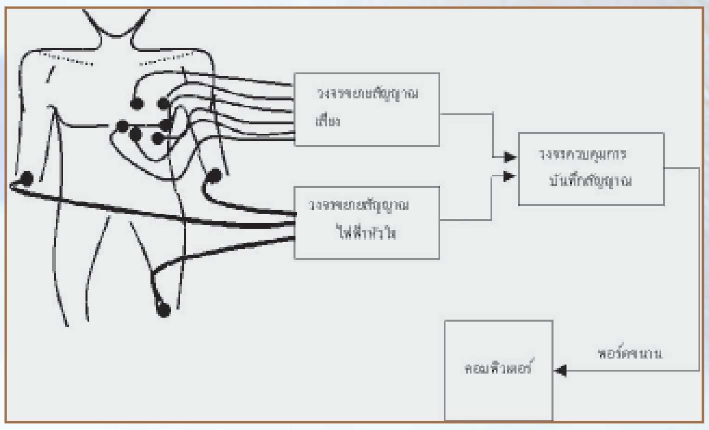
การตรวจการทำงานของหัวใจทั้งในอดีตและปัจจุบันเริ่มต้นที่แพทย์ใช้เครื่องหูฟัง (Stethoscope) ฟังเสียงการทำงานของหัวใจ เสียงที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของหัวใจที่ปกติเกิดจากการปิดเปิดของลิ้นหัวใจที่กั้นระหว่างหัวใจส่วนบน (Atrium) และหัวใจส่วนล่าง (Ventricle) ของหัวใจซีกขวา ซึ่งเรียกว่า Tricuspid Valve และของหัวใจซีกซ้าย ซึ่งเรียกว่า Mitral Valve นอกจากนั้นเสียงหัวใจยังเกิดจากการปิดเปิดของลิ้น Aortic Valve ที่กั้นระหว่างหัวใจซีกซ้ายล่างและหลอดเลือดใหญ่ Aorta เมื่อลิ้นหัวใจเหล่านี้ทำงานผิดปกติ เช่น ลิ้นหัวใจตีบ ลิ้นหัวใจรั่ว จะทำให้เกิดสียงผิดปกติที่สามารถได้ยินด้วยการใช้เครื่องหูฟัง นอกจากนี้ยังมีโรคหัวใจอีกหลายชนิดที่สามารถให้การวินิจฉัยเบื้องต้นด้วยการใช้เครื่องหูฟัง เช่น Atrial Septal Defect, Ventricular Septal Defect ดังนั้นการสอนตรวจโรคหัวใจจึงต้องสอนการตรวจด้วยเครื่องหูฟัง (Auscultation) ซึ่งกว่าผู้เรียนจะเข้าใจและสามารถให้การวินิจฉัยได้ถูกต้อง จะต้องอาศัยทักษะและประสบการณ์อย่างมาก อีกทั้งตัวแพทย์เองต้องหมั่นฝึกฝนปฏิบัติเป็นประจำ จึงจะมีความช่ำชองไม่หลงลืม ในปัจจุบันการที่จะฝึกอบรมแพทย์โรคหัวใจ 1 คนจะต้องใช้เวลา 3-5 ปี สถานที่ให้การฝึกอบรมก็มีจำนวนจำกัด ทำให้ขาดแคลนแพทย์โรคหัวใจ หากสามารถบันทึกเสียงการทำงานของหัวใจ แล้วแปลงสัญญาณเป็นดิจิทัล จากนั้นจึงวิเคราะห์สัญญาณเสียงเพื่อหาลักษณะเฉพาะของเสียงที่เกิดจากการทำงานของลิ้นหัวใจปกติ หลังจากนั้นจึงบันทึกเสียงการทำงานของหัวใจที่ผิดปกติในผู้ป่วยโรคหัวใจชนิดต่างๆ แล้ววิเคราะห์สัญญาณเสียงเพื่อหาลักษณะเฉพาะของเสียงที่ผิดปกติ ซึ่งแตกต่างจากลักษณะเฉพาะของเสียงที่เกิดจากการทำงานของลิ้นหัวใจปกติ จะทำให้สามารถพัฒนาเป็นเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง Phonocardiography ซึ่งเป็นนวัตกรรมและจะเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการช่วยแพทย์ทั่วไปในการตรวจคัดกรองโรคหัวใจ (Screening Test) และยังสามารถพัฒนาเพื่อให้สามารถถ่ายทอดสัญญาณทางระบบโทรศัพท์เพื่อปรึกษา เป็นการพัฒนาการแพทย์ทางไกล (Telemedicine) และมีความเป็นไปได้อย่างสูงมากในการพัฒนาเทคโนโลยีนี้ในเชิงวิทยาการและเชิงพาณิชย์ จึงมีความเหมาะสมในการศึกษา

วัตถุประสงค์ของโครงการ

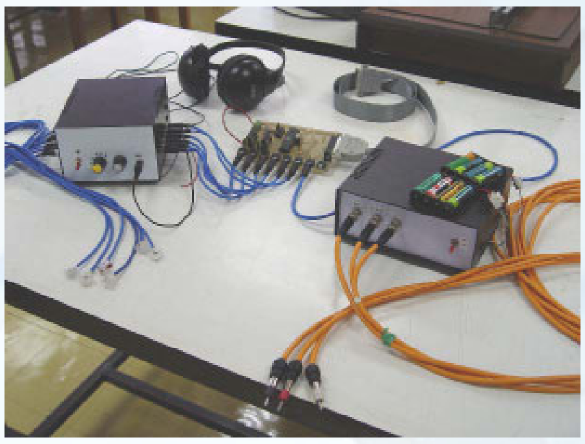
1. เพื่อจัดสร้างเครื่องตรวจวินิจฉัยโรคหัวใจด้วยคลื่นเสียง
2. เพื่อศึกษาสรีรวิทยาของหัวใจ
3. เพื่อศึกษาความผิดปกติของการทำงานของหัวใจ
4. เพื่อหาค่ามาตรฐานปกติในอาสาสมัครและค่าผิดปกติในผู้ป่วยด้วยวิธีการตรวจวินิจฉัยวิธีใหม่นี้
5. เพื่อเปรียบเทียบวิธีการตรวจวินิจฉัยวิธีใหม่ที่ใช้ในการศึกษากับวิธีเดิมที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน
6. เพื่อพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมด้านเครื่องมือแพทย์ที่ใช้เทคโนโลยีชั้นสูง
7. เพื่อสะสมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ระเบียบวิธีวิจัย

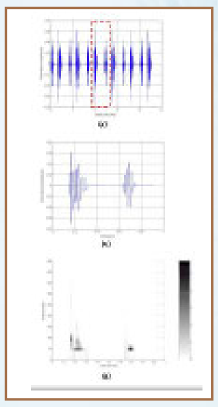
เพื่อศึกษาลักษณะและคุณสมบัติจำเพาะของสัญญาณเสียงหัวใจในอาสาสมัครปกติ เปรียบเทียบกับลักษณะและคุณสมบัติจำเพาะของสัญญาณเสียงหัวใจในผู้ป่วยจำนวน 10 ราย ที่มีความผิดปกติของการทำงานของหัวใจและสามารถวินิจฉัยได้ด้วยเครื่องฟังเสียงหัวใจ เพื่อทำการพัฒนาหัวตรวจ ร่วมกับแผงยึดติดบริเวณหน้าอกผู้ป่วยที่ง่ายต่อการใช้งาน และไม่มีเสียงรบกวนจากภายนอก พัฒนากล่อง Preamplifier and Analog Filter ที่ใช้ในการศึกษาให้กะทัดรัด ง่ายต่อการใช้งาน และในการเก็บข้อมูล พัฒนาโปรแกรม Display Wave version 3 และ 4 ที่ง่ายต่อการใช้งาน เก็บข้อมูลเสียงหัวใจจากหลายๆ จุดจากบริเวณหน้าอกผู้ป่วยในเวลาเดียวกัน ร่วมกับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram) สามารถวิเคราะห์ระยะห่างของเสียง ความถี่ของเสียงหัวใจ อันมีลักษณะเฉพาะในแต่ละเสียง และแตกต่างกัน ในโรคหัวใจพิการแต่กำเนิด ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการวินิจฉัยโรคได้



รูปที่ 1 รูปแบบเครื่องมือที่ต้องการพัฒนาขึ้น



รูปที่ 2 เครื่องมือและอุปกรณ์ประกอบที่ได้พัฒนาขึ้นตามรูปแบบที่ได้วางไว้



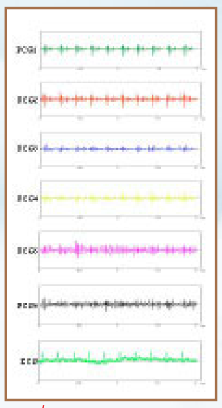
รูปที่ 3 ตัวอย่างสัญญาณเสียงและสัญญาณไฟฟ้า ECG ที่บันทึกได้

สรุป

ได้ทำการพัฒนาเครื่องต้นแบบซึ่งประกอบด้วยทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เครื่องต้นแบบชุดท้ายสุดสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้แล้วดังนี้

ด้านฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยวงจรขยายสัญญาณเสียงพร้อมไมโครโฟนจำนวน 8 ชุด วงจรขยายกำลังสัญญาณเสียงเพื่อขับลำโพงขนาด 8 โอห์ม 1 ชุด เพื่อใช้ฟังเสียงเต้นหัวใจ โดยมีสวิตช์เลือกว่าจะฟังสัญญาณจากวงจรขยายสัญญาณตัวใดก็ได้ นอกจากนี้ยังมีวงจรขยายสัญญาณ ECG พร้อมอิเล็กโทรดอีกหนึ่งชุดแยกกราวด์จากระบบซัปพลายของระบบทั้งหมด สัญญาณที่ได้จากวงจรขยายทั้งหมด 9 ชุดนี้ถูกส่งไปยังวงจร A/D อีก 9 ชุด สามารถแซมปลิงสัญญาณทั้ง 9 ได้พร้อมๆ กัน สัญญาณดิจิทัลที่ได้ทั้งหมดถูกควบคุมด้วยระบบไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อติดต่อส่งให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตขนานในโหมด EPP

ด้านซอฟต์แวร์จะมีส่วนที่ทำการติดต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์ของระบบฮาร์ดแวร์ เพื่อรับเข้าสัญญาณดิจิทัลของเสียงทั้ง 8 และของสัญญาณ ECG เพื่อมาเก็บลงในไฟล์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเลียนแบบฟอร์เมต .wav พร้อมกันนี้ยังมีส่วนของโปรแกรมเรียกอ่านไฟล์ข้อมูลที่เก็บได้มาพล็อตกราฟแสดงออกทางจอภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้สามารถเลือกดูสัญญาณส่วนไหนของไฟล์ข้อมูลได้ทั้งหมด เปลี่ยนสเกลของกราฟได้ ทั้งยังสามารถเลือกส่วนไหนของข้อมูลไปหาองค์ประกอบเชิงความถี่ของสัญญาณได้โดยการคำนวณใช้แบบวิธี FFT พร้อมกับแสดงกราฟในโดเมนความถี่ได้



รูปที่ 4 ตัวอย่างการวิเคราะห์เชิงความถี่ โดยใช้วิธีการ matching puesuits

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Pelech AN. The cardiac murmur. Ped Clin North Am 1998, 45;1:114.
2. Physical examination. In Athreya BH, Silverman BK, eds. Pediatric Physical Diagnosis. Appleton-Century-Crofts, Norwalk 1985: 137.
3. Haewey WP. Cardiac Pearls Cedar Grove, NJ. Laennec Publishing Inc. 1993.
4. Ronan JA. Cardiac auscultation: the third and fourth heart sounds. Heart disease and stroke. 1992;1:268-269.
5. O'Rourke RA. Cardiac auscultation: a cost-effective diagnostic skill. Curr Probl Cardiol 1995;20 (7): 503.

โครงการนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยและพัฒนา จาก
ฝ่ายเครือข่ายการวิจัยและพัฒนา (RDD)
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
112 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย ถนนพหลโยธิน
ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
โทรศัพท์ 02-564-6900 ต่อ 2501-10 โทรสาร 02-564-6901..2

http://www.nectec.or.th/