บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

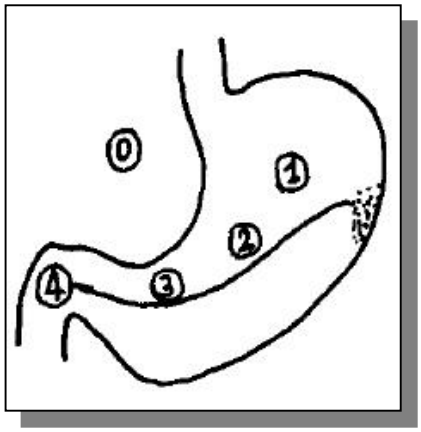
การวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร (Electrogastrogram; EGG) สามารถบ่งบอกถึงสภาวะการทำงานของกระเพาะอาหาร โดยสัญญาณทางไฟฟ้า [ราตรี สุดทรวง, 2539] ที่เกิดขึ้นมีลักษณะเป็นคลื่นเล็กๆ ที่เกิดอย่างช้าๆ เป็นจังหวะติดต่อกันไปและมีระดับแรงดันประมาณ 2-3 มิล-ลิโวลท์ (Slow Sinusoidal Wave) ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงเมทาบอลิซึมภายในเซลล์ และระดับสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในสภาวะปกติมีความถี่ในช่วง 2.4 - 9.6 Cycles per Minute (cpm) ซึ่งเป็นช่วงความถี่ที่ต่ำ อีกทั้งขนาดแรงดันของสัญญาณมีค่าน้อย จึงจำเป็นต้องขยายสัญญาณเพื่อให้เราสามารถนำไปวิเคราะห์สัญญาณนั้นต่อไปได้ ซึ่งวิธีการวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร [J. D. Z. Chen, W. R. Stewart, Jr. and R. W. McCallum., 1993] จะทำการวัดโดยใช้อิเล็คโทรดจับสัญญาณบริเวณผิวหนังหน้าท้องเหนือกระเพาะอาหาร โดยอิเล็คโทรดนี้จะตรวจจับสัญญาณจากกล้ามเนื้อของกระเพาะอาหารและสัญญาณที่ได้จะถูกขยายให้มีขนาดสูงขึ้น จากนั้นบันทึกสัญญาณเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อนำสัญญาณนั้นไปประมวลผลต่อไป ซึ่งการบันทึกผลจะบันทึกข้อมูลขณะท้องว่าง (Fasting) และหลังรับประทานอาหาร เพื่อจะได้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในขณะบีบตัวได้ ซึ่งการบีบตัวของกระเพาะอาหาร [ประวิทย์ สุนทรสีมะ, 2526] จะทำให้อาหารผสมกับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร และจะขับดันอาหารเข้าสู่ลำไส้เล็กเรียกว่า Peristalsis กระเพาะอาหารส่วนบนจะบีบตัวในขณะที่ส่วนล่างจะคลายตัว สลับกันไปทำให้สามารถขับดันอาหารเข้าสู่ลำไส้เล็กได้ และด้วยการบีบตัวและคลายตัวของกระเพาะอาหารจึงทำให้เกิดคลื่นสัญญาณ EGG การวิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารโดยอาศัยคุณสมบัติของสัญญาณมาใช้ในการเปรียบเทียบคือ ความถี่ แอมปลิจูด การเปลี่ยนแปลงของเฟสและรูปสัญญาณ ซึ่งสามารถบ่งบอกถึงความปกติหรือความผิดปกติของกระเพาะอาหารได้ ค่าความถี่ของสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในสภาวะปกติมีค่าประมาณ 3 cpm และความถี่ของสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในสภาวะไม่ปกติมีค่ามากกว่า 3.8 cpm เรียกว่า Tachygastria และมีค่าน้อยกว่า 2.4 cpm เรียกว่า Bradygastria แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์ถึงการบีบรัดของกระเพาะอาหารได้อย่างเด่นชัด จึงมีแนวความคิดที่จะทำวิทยานิพนธ์เพื่อนำสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ด้วยวิธีการอื่นๆ เช่นการวิเคราะห์ในโดเมนเวลา ตัวอย่างเช่นการใช้

พารา-มิเตอร์อื่นๆ เช่น Autoregressive Moving Average (ARMA) เป็นต้น เพื่อบ่งชี้ถึงการบีบตัวของกระเพาะอาหาร และสามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์ในอนาคตได้

1.2 การตรวจเอกสาร

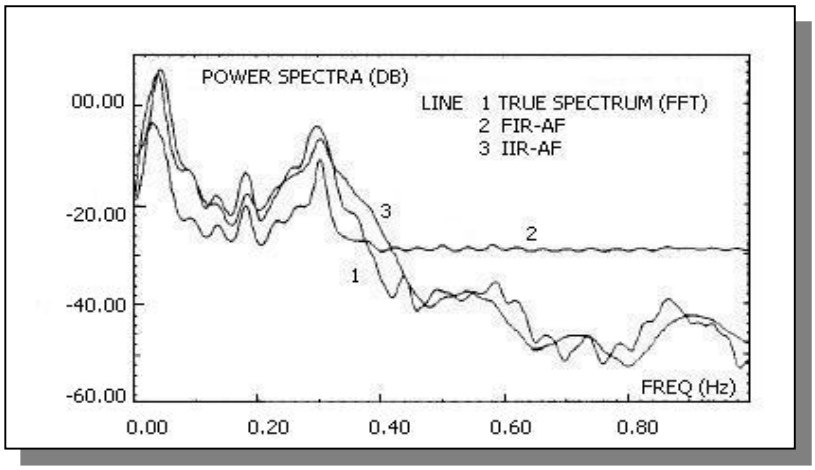
1.2.1 การวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร [A. J. P. M. Smount, E. J. Van Der Schee and J.L. Grashuis., 1980] เป็นบทความที่นำเสนอการวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารจากภายในและภายนอกของกระเพาะอาหารในสุนัข ซึ่งพบว่าทั้งการวัดภายในและภายนอกกระเพาะอาหารสามารถวิเคราะห์ความถี่และแอมปลิจูดของสัญญาณได้ ซึ่งความถี่ของสัญญาณ EGG จะสัมพันธ์กับสัญญาณ Electrical Control Activity (ECA) เป็นสัญญาณกระตุ้นของกระเพาะอาหาร และแอมปลิจูดจะสัมพันธ์กับสัญญาณ Electrical Response Activity (ERA) เป็นสัญญาณตอบสนองของกระเพาะอาหาร เมื่อมีแรงบีบตัวจะมีผลต่อแอมปลิจูดของสัญญาณ EGG ซึ่งจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเกิดการบีบตัวของกระเพาะอาการ กล่าวคือแอมปลิจูดหลังรับประทานอาหารมีค่าสูงกว่าแอมปลิจูดก่อนรับประทานอาหาร ดังนั้นสัญญาณ EGG สามารถสื่อให้เห็นถึงการทำงานของกระเพาะอาหาร

1.2.2 การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเฟสของสัญญาณ EGG [J. Chen, J. Vandewalle, W. Sansen, E. Van Cutsem, G. Vantrappen and J. Janssens., 1988] เป็นบทความที่นำเสนอการวัดสัญญาณ EGG จากภายนอกของกระเพาะอาหารในมนุษย์ โดยใช้อิเล็กโทรดติดบนผิวหนังในตำแหน่งตามแนวแกนยาวของกระเพาะอาหารดังแสดงในภาพประกอบ 1-1 จากนั้นวิเคราะห์สัญญาณ EGG ด้วย Running Cross Correlation ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยระยะเวลาการเปลี่ยนแปลงของเฟสของสัญญาณ EGG จากจุดหนึ่งไปยังจุดหนึ่งมีค่าประมาณ 4 วินาที



ภาพประกอบ 1-1 การติดอิเล็คโทรด 4 ตำแหน่ง โดยตำแหน่ง 0 จะเป็นกราวด์ของสัญญาณ

1.2.3 การใช้ Autoregressive Moving Average (ARMA) เพื่อวิเคราะห์สเปคตรัมของสัญญาณ EGG แบบออนไลน์ [J. Chen, J. Vandewalle, W. Sansen, G. Vantrappen and J. Janssens., 1988] เป็นบทความที่นำเสนอการใช้ Autoregressive Moving Average (ARMA) เพื่อวิเคราะห์สเปคตรัมของสัญญาณ EGG แบบออนไลน์ โดยเปรียบเทียบกับสเปคตรัมจริง ซึ่งพบว่าการใช้ ARMA ด้วย IIR Adaptive Filter มาคำนวณหาค่าสเปคตรัมเป็นวิธีที่เหมาะสม และใกล้เคียงกับสเปคตรัมจริงมากที่สุดดังแสดงในภาพประกอบ 1-2

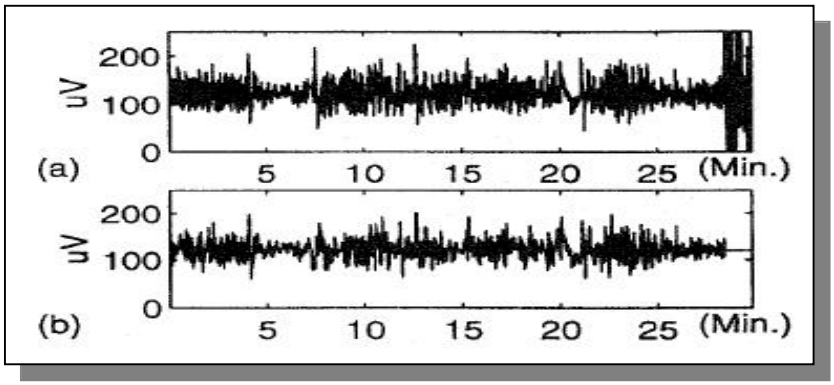


ภาพประกอบ 1-2 การเปรียบเทียบค่าสเปคตรัมของสัญญาณ EGG ในแต่ละวิธี

1.2.4 การวัดสัญญาณอิเล็กโทรกาสโทรแกรม (Electrogastrogram ; EGG) [J. D. Z. Chen, W. R. Stewart, Jr. and R. W. McCallum., 1993] เป็นบทความที่นำเสนอการวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในมนุษย์จากภายนอก ซึ่งพบว่าความถี่ปกติของสัญญาณ EGG เท่ากับ 3 cpm และช่วงความถี่ของสัญญาณ EGG สามารถบ่งชี้ถึงความผิดปกติของกระเพาะอาหารกล่าวคือในช่วงความถี่มากกว่า 3.8 cpm (Tachygastria) ในช่วงความถี่น้อยกว่า 2.4 cpm (Bradygastria) และการบีบตัวแบบไม่เป็นจังหวะ (Arrhythmia)

1.2.5 การตรวจจับสัญญาณรบกวนและการลดสัญญาณรบกวนของสัญญาณ [J. Liang, J.C. Cheung and J.D.Z. Chen., 1996] เป็นบทความที่นำเสนอการวิเคราะห์สัญญาณ EGG ด้วยระเบียบวิธี Nonorthogonal Multiresolution Wavelet Analysis (NOMRWA) โดยพบว่าสัญญาณรบกวนเกิดจากการเคลื่อนไหวภายในร่างกายของอาสาสมัครซึ่งสามารถจำแนกสัญญาณรบกวนได้คือ Pulse-Like Noise Gaussian Noise และ Unknown Noise ผลจากการทดลองพบว่าประสิทธิภาพที่ดีที่สุด

ของการตรวจจับสัญญาณรบกวนคือการใช้ Wavelet Transform อันดับที่ 2 และประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ของการลดสัญญาณรบกวนคือ Pulse-Like Noise ดังแสดงในภาพประกอบ 1-3



ภาพประกอบ 1-3 สัญญาณ EGG (a) เกิดสัญญาณรบกวน (b) ลดสัญญาณรบกวน

1.2.6 การใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของความถี่สัญญาณปกติเพื่อวิเคราะห์สัญญาณ EGG [D. Levanon and J. Z. Chen., 1998] เป็นบทความที่นำเสนอการวิเคราะห์สัญญาณ EGG ในอาสาสมครสุขภาพดีด้วยค่าเปอร์เซ็นต์ของความถี่ปกติ ซึ่งกำหนดช่วงความถี่ปกติคือช่วง 2.0 - 4.0 cpm โดยแบ่งสัญญาณ EGG บนโดเมนเวลาเป็นวินโดว์ (Windows) ซึ่งแต่ละวินโดว์มีขนาด 1 นาที จากนั้นนำแต่ละวินโดว์ไปคำนวณหาค่าความถี่โดมิแนนท์ แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ของจำนวนวินโดว์ที่มีความถี่โดมิแนนท์ในช่วงปกติต่อจำนวนวินโดว์ทั้งหมดของสัญญาณ จากงานวิจัยนี้พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ของความถี่ปกติของสัญญาณ EGG ก่อนรับประทานอาหารและหลังรับประทานอาหารมีค่ามากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

1.2.7 ข้อควรระวังของการวิเคราะห์สัญญาณ EGG [Marc A.M.T. Verhagen, Leonard J. Van Schelven, Melvin Samsom and Andre J.P.M. Smout., 1999] เป็นบทความที่นำเสนอการวิเคราะห์สัญญาณ EGG ที่จำลองขึ้นและสัญญาณจากการบันทึกจากอาสาสมัคร พบว่าที่ความถี่ต่ำกว่า 1 cpm เป็นความถี่ที่เกิดจากการเคลื่อนไหว การไอหรือจาม ของอาสาสมัครเอง ซึ่งไม่ได้เป็นสัญญาณที่เกิดจากการบีบตัวของกระเพาะอาหารแต่อย่างใด และที่ความถี่สูงกว่า 12 cpm เป็นความถี่ที่เกิดจากสัญญาณฮาร์โมนิกของสเปคตรัม หากนำสัญญาณ EGG ไปวิเคราะห์ความถี่ทำให้เข้าใจผิดว่าอาสาสมัครเกิด Tachygastria ด้วยเหตุนี้จึงได้กำหนดช่วงความถี่ของการวิเคราะห์สัญญาณ EGG คือช่วงความถี่ 1 – 12 cpm

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 เพื่อศึกษาสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในสภาวะก่อนรับประทานอาหารและหลังรับประทานอาหารของอาสาสมัคร

1.3.2 วิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารเพื่อหาพารามิเตอร์ที่บ่งชี้สภาวะการบีบตัวของกระเพาะอาหาร

1.3.3 สามารถนำประโยชน์ของการบ่งชี้สภาวะการบีบตัวของกระเพาะอาหารไปประยุกต์ใช้งานด้าน ทางการแพทย์ต่อไปได้ เช่น การวิเคราะห์การทำงานของกระเพาะอาหาร ความถี่ของการบีบตัวของกระเพาะอาหารก่อนรับประทานอาหารและหลังรับประทานอาหาร เป็นต้น

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 จับสัญญาณไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในอาสาสมัครเพศชาย ช่วงอายุตั้งแต่ 18-25 ปี จำนวนอาสาสมัครไม่น้อยกว่า 20 คน

1.4.2 จับสัญญาณไฟฟ้าของกระเพาะอาหารในอาสาสมัครก่อนรับประทานอาหาร 60 นาทีและหลังรับประทานอาหาร 90 นาที

1.4.3 บันทึกและวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกระเพาะอาหารเพื่อหาพารามิเตอร์การบ่งชี้การบีบตัวของกระเพาะอาหาร ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปแลปวิวล์ เวอร์ชัน 6.0i (LabVIEW Version 6.0i)

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร

1.5.2 ศึกษาและออกแบบวงจรขยายสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร

1.5.3 ทดสอบวงจรขยายและทดสอบวัดสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหาร

1.5.4 บันทึกสัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารจากอาสาสมัครในสภาวะก่อนรับประทานอาหารและหลังรับประทานอาหารของอาสาสมัคร

1.5.5 วิเคราะห์สัญญาณทางไฟฟ้าของกระเพาะอาหารเพื่อหาพารามิเตอร์ที่ใช้บ่งชี้การบีบตัวของกระเพาะอาหารโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแลปวิวล์ เวอร์ชัน 6.0i

1.5.6 สรุปและเขียนวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เข้าใจสัญญาณที่บ่งชี้สภาวะการบีบตัวของกระเพาะอาหาร ในช่วงก่อนรับประทานอาหารและหลังรับประทานอาหารได้

1.6.2 ได้พารามิเตอร์เพื่อบ่งชี้ถึงการบีบตัวของกระเพาะอาหาร

1.6.3 ได้ความรู้เกี่ยวกับการวัดสัญญาณของกระเพาะอาหาร การบันทึกสัญญาณและการวิเคราะห์สัญญาณไปประยุกต์ ใช้งานในด้านอื่นๆ ต่อไป