

P-NT-003



เลขที่สิทธิบัตร 19630

สป/200 - ข

สิทธิบัตรการประดิษฐ์

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

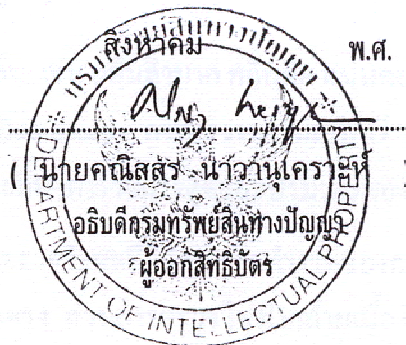
สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี)
ปรากฏในสิทธิบัตรนี้

เลขที่คำขอ 039103
วันขอรับสิทธิบัตร 14 สิงหาคม 2540
ผู้ประดิษฐ์ นายวิฑูร ลีลามานิตย์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์ กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอ
ขดกระดูกสันหลังที่บันทึกด้วยอิเล็กทรอนิกส์ชนิดปิดบนผิวหนัง

ให้ผู้ทรงสิทธิบัตรและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ
ออกให้ 8 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2549
หมดอายุ 13 เดือน พ.ศ. 2560

(ลงชื่อ)



พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ: ผู้ประดิษฐ์ต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มตั้งแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น

สิทธิบัตรจะสิ้นสุดอายุ

- ผู้ทรงสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวกันได้
- การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามสิทธิบัตรและการโอนสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

5 กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง

ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้ เพื่อให้กรรมวิธีวิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อและคอขณะกลืนที่บันทึกสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง กรรมวิธีในการวิเคราะห์ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ย
10 สมบูรณ์ของความชันของแรงดันสัญญาณไฟฟ้ายกกำลัง ซึ่งเป็นการวิเคราะห์สัญญาณในแกนของเวลา จากนั้นนำค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของความชันของแรงดันสัญญาณไฟฟ้าที่คำนวณได้ไปคูณกับค่าผลรวมแอมพลิจูดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้านั้นที่ได้จากการคำนวณเพาเวอร์สเปกตรัมของสัญญาณ ซึ่งผลคูณที่ได้จะแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแกนเวลาและแกนความถี่ โดยแสดงผลที่คำนวณได้ในแกน
15 ของเวลา จึงทำให้ผู้ตรวจสอบสามารถพิจารณาลักษณะผลการเปลี่ยนแปลงนี้ทั้งด้านรูปแบบ (pattern) ขนาด (amplitude) และระยะเวลาของสัญญาณในขณะเดียวกันได้ง่ายและสะดวก อีกทั้งสามารถลดทอนสัญญาณรบกวนให้มีขนาดต่ำลง ทำให้บอกตำแหน่งที่เกิดการกลืนได้ละเอียดถูกต้องแม่นยำ และสามารถเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนี้กับการตรวจชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว เช่น การตรวจวัดแรงดันในช่องคอขณะกลืน (pharyngeal manometry) เพื่อช่วยวินิจฉัยลักษณะการทำงานที่ปกติและผิดปกติของกล้ามเนื้อและคอขณะกลืน

20 สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

วิศวกรรมชีวการแพทย์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

การตรวจวินิจฉัยผู้ป่วยที่มีปัญหาการกลืน เช่น กลืนลำบาก กลืนติด แน่นคอ หรือสำลัก สามารถกระทำ
25 หลายวิธี เช่น การตรวจเอ็กซเรย์ videofluoroscopy การตรวจมาโนเมทรี การฟังเสียงที่คอ (cervical auscultation) การวัดแรงกดในช่องปากและลิ้น การวัดแรงดูดและปริมาตรของน้ำที่ดูด เป็นต้น

วิธีตรวจวินิจฉัยดังกล่าวข้างต้นเป็นการตรวจวัดผลที่ได้จากการทำงานของกล้ามเนื้อช่องปากและคอ ไม่ได้ตรวจวัดการทำงานของกล้ามเนื้อโดยตรง ส่วนการตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อโดยใช้อิเล็กโทรดชนิดเข็มจะวัดการทำงานของกล้ามเนื้อเฉพาะจุด ไม่สามารถให้ภาพรวมการทำงานของกล้ามเนื้อ และไม่สามารถใช้ตรวจการทำงานของเส้นประสาทสมอง

30 ได้มีความพยายามที่จะใช้วิธีตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังมาวิเคราะห์ความผิดปกติของผู้ป่วยขณะกลืน แต่ยังไม่มียุทธวิธีวิเคราะห์ใดที่เป็นมาตรฐานหรือเหมาะสมและสามารถประยุกต์ใช้ได้ทางคลินิก กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังที่น่าเสนอ จะช่วยแปลงสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อซึ่งเป็นสัญญาณชานันซ์ชนิด non-periodic ให้
35 เป็นรูปคลื่นการกลืน (swallowing waveform) ที่ดูง่าย ทำให้สามารถบอกตำแหน่งที่เกิดการกลืนได้ละเอียดถูกต้อง แม่นยำ และทำให้สามารถวิเคราะห์ทั้งในลักษณะรูปแบบ (pattern) ขนาด (amplitude) และระยะเวลาของสัญญาณในขณะเดียวกัน

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

- รูปที่ 1 แสดงรูปคลื่นการกลืนที่เกิดจากกรรมวิธีวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าง่ายของสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ
40 ลิ้นและคอ (2 ช่องบน) ขณะกลืน (ระหว่าง cursor 0-1) ทำให้ได้รูปคลื่นการกลืน (2ช่องล่าง) ที่แสดงตำแหน่งที่กลืนจริง(C) คลื่นที่เกิดจากการเตรียมกลืน (P) และคลื่นที่เกิดจากการช่วยกลืน(A)
- รูปที่ 2 แสดงรูปคลื่นการกลืนในคนปกติขณะกลืนน้ำ 10 มิลลิลิตร 6 ครั้ง รูปแบบ(pattern)ของการกลืนจะ
ซ้ำๆกัน
- รูปที่ 3 แสดงรูปคลื่นการกลืนขณะกลืนน้ำลาย ในผู้ป่วยเส้นโลหิตส่วนที่ไปเลี้ยงสมองส่วน basal ganglion ตีบ
ตัน ทำให้กลืนลำบากชนิดเริ่มต้นกลืนยาก และ C-wave มีขนาดไม่สูง

รูปที่ 4 แสดงรูปคลื่นการกลืนขณะกลืนน้ำลายในผู้ป่วยที่สูงอายุและมีอาการสมองฝ่อ (brain atrophy) เกิดอาการกลืนลำบากชนิดเริ่มต้นกลืนยาก ลิ้นปี่มีขึ้นๆลงๆหลายครั้ง P-wave จึงมีหลายลูก และ C-wave มีขนาดสูง

5 รูปที่ 5 แสดงรูปคลื่นการกลืนในผู้ป่วยด้วยเส้นโลหิตตีบที่บริเวณแกนสมอง (brainstem) ขณะกลืนน้ำ 5 มิลลิลิตร กล้ามเนื้อลิ้นและคอทำงานขณะกลืนไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ C-wave ของลิ้นและคอคอยห่างจากกัน 1120 มิลลิวินาที

รูปที่ 6 แสดงรูปคลื่นการกลืนขณะกลืนน้ำ 5 มิลลิลิตร ซ้ำกัน 3 ครั้ง ในผู้ป่วยด้วยโรค myasthenia gravis ทำให้สัญญาณจากปลายประสาทที่ควบคุมไปยังกล้ามเนื้อเสื่อมลงในเวลาอันสั้น ขนาดสัญญาณลดลงอย่างรวดเร็ว ขนาดของ C-wave ในการกลืนครั้งที่สองและสาม (เส้นสีเทา) จึงมีขนาดเล็กลง

10 การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

การตรวจจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลิ้นใช้อิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังรูปถ้วยขนาด 5 ถึง 12 มิลลิเมตร ปิดที่ต่อมน้ำลายใต้กรามล่าง (submandibular salivary gland) ทั้งสองข้าง ส่วนกราวด์อิเล็กโทรดปิดที่ตึงหูข้างหนึ่ง การตรวจจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อคอใช้อิเล็กโทรดขนาดเดียวกันปิดที่ผิวหนังคลุมปีกของกระดูกกล่องเสียง (ala of thyroid cartilage) ทั้งสองข้าง โดยให้แต่ละข้างห่างจาก thyroid notch ประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร กราวด์อิเล็กโทรดปิดที่ตึงหูอีกข้างหนึ่ง การตรวจจับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อขา ใช้อิเล็กโทรดขนาดเดียวกันปิดที่ขมับทั้งสองข้าง กราวด์อิเล็กโทรดปิดที่ใบหูอีกข้างหนึ่ง จากนั้นอิเล็กโทรดทั้งหมดต่อกับ isolated preamplifier ซึ่งใช้ขนาดขยายสัญญาณ 100-1000 เท่า เครื่อง isolated preamplifier จะต่อกับ digital storage oscilloscope ซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผล หรืออีกวิธีหนึ่งคือต่อ isolated preamplifier โดยตรงกับระบบคอมพิวเตอร์ที่มีการแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล การจับสัญญาณใช้อัตราสุ่ม (sampling rate) ตั้งแต่ 2-10 KHz จับสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืน แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยวิธีเฉพาะดังนี้

1. หลังจากปรับออฟเซตสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในแต่ละช่องเรียบร้อยแล้ว จะคำนวณค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของความชันของแรงดันสัญญาณไฟฟ้านั้นโดยใช้สมการดังนี้

$$V = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n} abs\left(\frac{1}{2dt} (X_{i-1}^{\theta} - X_{i+1}^{\theta})\right) \quad \text{เป็นสมการที่ 1}$$

25 เมื่อ V คือค่าเฉลี่ยสมบูรณ์ของความชันของสัญญาณอินพุต X ยกกำลัง θ และ θ มีค่าตั้งแต่ 2-6 และ n คือจำนวนอินพุต

2. หลังจากปรับออฟเซตสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในแต่ละช่องเรียบร้อยแล้ว จะคำนวณค่าผลรวมแอมพลิจูดความถี่ของสัญญาณไฟฟ้านั้นโดยใช้อีกสมการดังนี้

$$W = \sum_j^k \frac{1}{n^2} |FFT\{x\}|^2 \quad \text{เป็นสมการที่ 2}$$

30 เมื่อ W คือผลรวมแอมพลิจูดความถี่ที่ j ถึง k Hz ของสัญญาณอินพุต X FFT {x} คือ Fast Fourier Transform ของอินพุต X และ n คือจำนวนอินพุต

3. นำสมการที่ 1 คูณกับสมการที่ 2 จะได้ผลลัพธ์สุดท้าย เมื่อให้ P เป็นผลลัพธ์สุดท้าย P จะมีค่าดังนี้

$$P = V * W$$

$$P = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n} abs\left(\frac{1}{2dt} (X_{i-1}^{\theta} - X_{i+1}^{\theta})\right) \cdot \sum_j^k \frac{1}{n^2} |FFT\{x\}|^2 \quad \text{เป็นสมการที่ 3}$$

35 เมื่อปรับขนาดจำนวนจุดของอินพุตที่ใช้ในการคำนวณให้เหมาะสม แอลกอริทึมในสมการที่ 3 จะช่วยแปลงรูปของสัญญาณอินพุต X ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณขาขึ้น ซึ่งก็คือสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง ให้เป็นรูปคลื่นการกลืน (swallowing waveform) ที่ง่าย

ต่อการพิจารณารูปแบบ (pattern)(ดังแสดงในรูปที่ 1) ทั้งสามารถคำนวณขนาด (amplitude) และระยะเวลาของรูปคลื่นในขณะเดียวกัน นอกจากนี้แอลกอริทึมในสมการที่ 3 ยังช่วยลด

5 ทอนขนาดของสัญญาณรบกวนลง ทำให้รูปคลื่นการกลืนที่เกิดจากกรรมวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวเด่นชัดสามารถบอกตำแหน่งที่เกิดการกลืนได้ละเอียดถูกต้องแม่นยำ และจากการที่แอลกอริทึมในสมการที่ 3 ซึ่งวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดทั้งในแกนเวลาและแกนความถี่ โดยแสดงผลที่คำนวณได้ในแกนของเวลา จึงทำให้สามารถเปรียบเทียบรูปคลื่นการกลืนที่เกิดจากกรรมวิธีการวิเคราะห์ดังกล่าวกับการตรวจชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่แล้ว เช่น การตรวจวัดแรงดันในช่องคอขณะกลืน (pharyngeal manometry) จึงช่วยในการวินิจฉัยลักษณะการทำงานที่ปกติและผิดปกติของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืน

10 จะพบว่ายอดคลื่น (peak) คือตำแหน่งที่เกิดการกลืนจริง และเกิดจากการสั่งงานของสมองที่ควบคุมการกลืน (central response) จึงปรากฏทุกครั้งที่มีการกลืนจริงและให้ชื่อว่า C-wave ส่วน A-wave หรือ assisting wave เป็นคลื่นที่เกิดตามหลัง C-wave เป็นคลื่นที่เกิดจากการช่วยกลืน P-wave หรือ pre-swallow wave เป็นคลื่นที่เกิดจากการเตรียมกลืน ในคนปกติลักษณะรูปคลื่นของการกลืนจะมีรูปแบบ (pattern) ซ้ำๆ กันดังแสดงในรูปที่ 2

15 กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนด้วยสมการที่ 3 จะให้รูปคลื่นการกลืนที่สามารถอธิบายพยาธิสภาพของผู้ป่วยที่มีอาการกลืนลำบาก ดังแสดงในรูปที่ 3 ถึง 6

ตัวอย่างต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นเพิ่มเติมถึงการประดิษฐ์นี้

ตัวอย่างที่ 1

20 จากรูปที่ 3 ผู้ป่วยรายนี้ป่วยด้วยเส้นโลหิตส่วนที่ไปเลี้ยงสมองส่วน basal ganglion ตีบตัน ทำให้กลืนลำบาก เมื่อตรวจวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนด้วยกรรมวิธีที่นำเสนอพบว่าผู้ป่วยมีอาการกลืนลำบากชนิดเริ่มต้นกลืนยาก และ C-wave มีขนาดไม่สูง

ตัวอย่างที่ 2

25 จากรูปที่ 4 ผู้ป่วยรายนี้เป็นผู้ป่วยสูงอายุและมีอาการสมองฝ่อ (brain atrophy) เกิดอาการกลืนลำบากเมื่อตรวจวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนด้วยกรรมวิธีที่นำเสนอพบว่าผู้ป่วยมีอาการกลืนลำบากชนิดเริ่มต้นกลืนยาก ลิ้นบีบขึ้นๆลงๆหลายครั้งก่อนจะเกิดการกลืนจริง P-wave มีหลายลูก และขนาดของ C-wave จะสูง

ตัวอย่างที่ 3

30 จากรูปที่ 5 ผู้ป่วยรายนี้ป่วยด้วยเส้นโลหิตตีบที่บริเวณแกนสมอง (brainstem) เกิดอาการกลืนลำบากเมื่อตรวจวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนด้วยกรรมวิธีที่นำเสนอพบว่าผู้ป่วยมีอาการกลืนลำบากชนิดการทำงานของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนไม่สัมพันธ์กัน C-wave ของลิ้นและคออยู่ห่างจากกัน 1120 มิลลิวินาที

ตัวอย่างที่ 4

35 จากรูปที่ 6 ผู้ป่วยรายนี้ป่วยด้วยโรค myasthenia gravis ซึ่งเป็นความผิดปกติที่การส่งผ่านสัญญาณจากปลายประสาทที่ควบคุมไปยังกล้ามเนื้อเสื่อมลงในเวลาอันสั้น ทำให้เกิดอาการกลืนลำบาก เมื่อตรวจวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลิ้นและคอขณะกลืนด้วยกรรมวิธีที่นำเสนอพบว่าผู้ป่วยมีอาการกลืนลำบากชนิดกล้ามเนื้ออ่อนแรงเร็ว ขนาดสัญญาณกล้ามเนื้อลดลงอย่างรวดเร็ว พบว่าขนาดของ C-wave ในการกลืนครั้งที่สองและสาม (เส้นสีเทา) มีขนาดเล็กลง

วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด

40 เหมือนกับที่ได้อธิบายไว้ใน การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์ และกำหนดให้ $\theta = 4$, $j = 15$, $k = 350$ อัตราสุ่ม (sampling rate) เท่ากับ 2.5 K จำนวนจุดที่คำนวณในหนึ่งหน้าต่างเท่ากับ 200 จุด และจำนวนจุดที่คำนวณทั้งหมดเท่ากับ 10000 จุด

การประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรม

- 5 1. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง สามารถนำไปใช้ในการสร้างเครื่องตรวจวินิจฉัยสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อในผู้ป่วยที่มีปัญหาการกลืน หรือผู้ป่วยที่มีการทำงานของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7, 9, 10, 11, 12 และประสาทคอคู่ที่1-3 ทำงานผิดปกติ ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุเส้นโลหิตในสมองแตกหรือตีบ ผิดปกติเนื่องจากการผ่าตัดบริเวณสมอง ศีรษะและลำคอผิดปกติเนื่องจากการสั่งงานและระบบเมตาโบลิซึม เป็นต้น
2. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้านี้อาจประยุกต์ใช้วิเคราะห์สัญญาณอื่นๆที่เป็นสัญญาณจากสิ่งมีชีวิต (biological signal) และสัญญาณจากสิ่งไม่มีชีวิต (non-biological signal)

บทสรุปการประดิษฐ์

- 5 การตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อคอและขมับขณะเคี้ยวและกลืนด้วย อิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง แล้วนำสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะกลืนที่บันทึกได้มา วิเคราะห์โดยใช้แอลกอริทึมที่นำค่าเฉลี่ยสมบูรณที่ได้จากการคำนวณค่าความชันของสัญญาณยกกำลัง θ มาคูณกับค่าผลรวมแอมพลิจูดของความถี่ j ถึง k Hz ที่ได้จากการคำนวณเพาเวอร์สเปกตรัมของสัญญาณ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาพล็อต จะได้รูปคลื่นที่แสดงการกลืนจริง (C-wave) รูปคลื่นที่แสดงการเตรียมกลืน (P-wave) และรูปคลื่นช่วยกลืน (A-wave) ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์ลักษณะการกลืนที่ปกติและที่ผิดปกติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อถ้อยสิทธิ

- 5 1. กรรมวิธีในการตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนเพื่อนำสัญญาณมาใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้อิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนัง 1 คู่ปิดที่ผิวหนังที่คลุมต่อมน้ำลายใต้กรามล่าง (Submandibular salivary gland) ทั้งสองข้าง อีก 1 คู่ปิดที่ผิวหนังที่คลุมปีกของกระดูกกล่องเสียง (ala of thyroid cartilage) ทั้งสองข้าง และอีก 1 คู่ปิดที่ผิวหนังบริเวณขมับทั้งสองข้าง ส่วนกราวด์ อิเล็กโทรดปิดที่ตั้งหูทั้งสองข้างและที่ใบหูข้างหนึ่ง
2. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังมีกรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าด้วยสมการ

10
$$V = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n} \text{abs} \left(\frac{1}{2dt} (X_{i-1}^\theta - X_{i+1}^\theta) \right)$$

เมื่อ V คือค่าแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยสัมบูรณ์ของความชันของสัญญาณของสัญญาณอินพุท X และ X คือค่าอินพุท และ θ คือค่ายกกำลังซึ่งมีค่าตั้งแต่ 2-6 และ n คือจำนวนอินพุท

3. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าฯ ดังกล่าวในข้อถ้อยสิทธิข้อ 2 มีลักษณะเฉพาะคือ $\theta = 4$
- 15 4. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังมีกรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณด้วยสมการ

$$W = \sum_j^k \frac{1}{n^2} |FFT\{x\}|^2$$

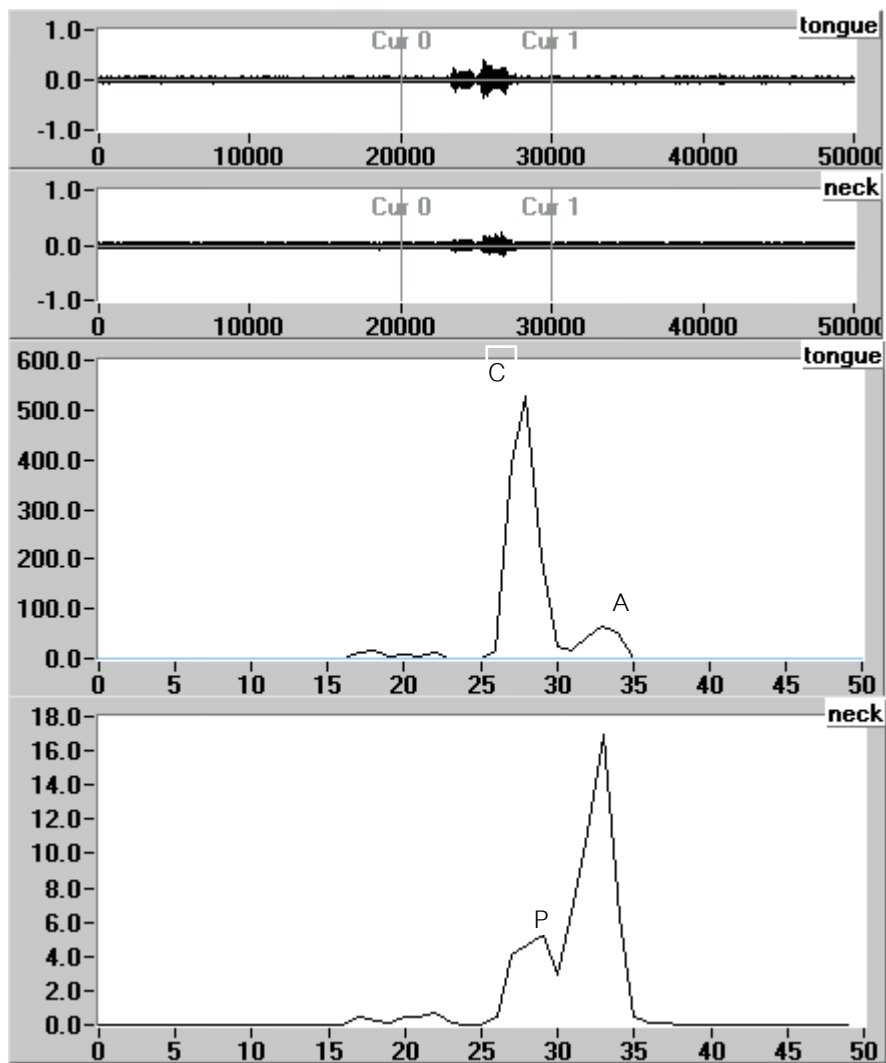
เมื่อ W คือผลรวมแอมพลิจูดความถี่ที่ j ถึง k Hz ของสัญญาณอินพุท X FFT {x} คือ Fast Fourier Transform ของอินพุท X และ n คือจำนวนอินพุท

- 20 5. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนดังกล่าวในข้อถ้อยสิทธิข้อ 4 และมีลักษณะเฉพาะคือ $j = 15 \text{ Hz}$ และ $k = 350 \text{ Hz}$
6. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนที่บันทึกด้วยอิเล็กโทรดชนิดปิดบนผิวหนังมีกรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณด้วยสมการ

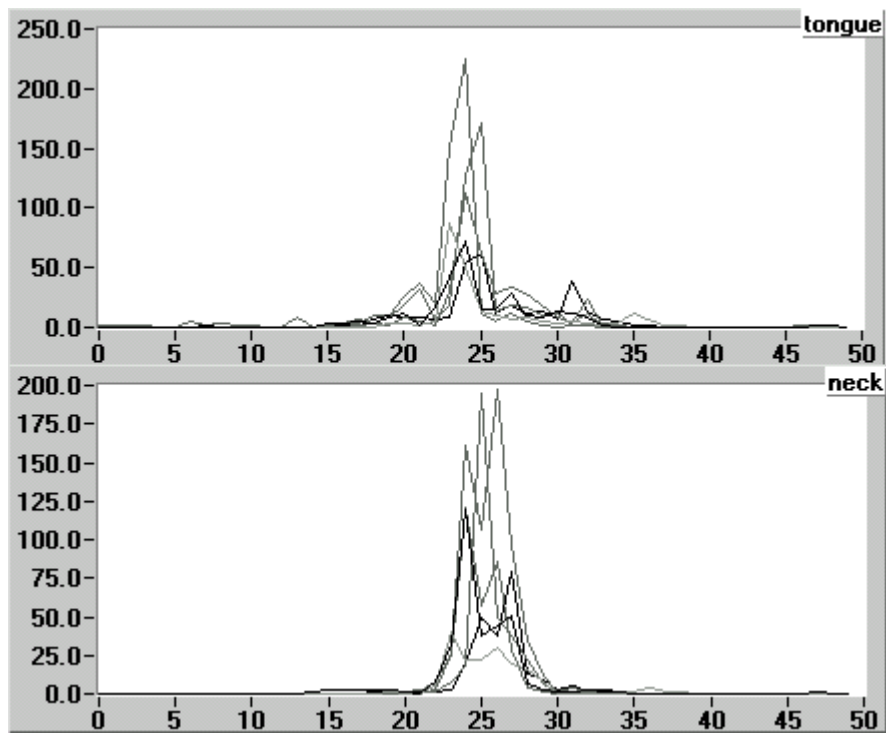
$$P = \sum_{i=1}^{n-1} \frac{1}{n} \text{abs} \left(\frac{1}{2dt} (X_{i-1}^\theta - X_{i+1}^\theta) \right) \cdot \sum_j^k \frac{1}{n^2} |FFT\{x\}|^2$$

25 เมื่อ X คือค่าอินพุท θ คือค่ายกกำลังซึ่งมีค่าตั้งแต่ 2-6 j และ k Hz คือค่าความถี่ของสัญญาณอินพุท X FFT {x} คือ Fast Fourier Transform ของอินพุท X และ n คือจำนวนอินพุท

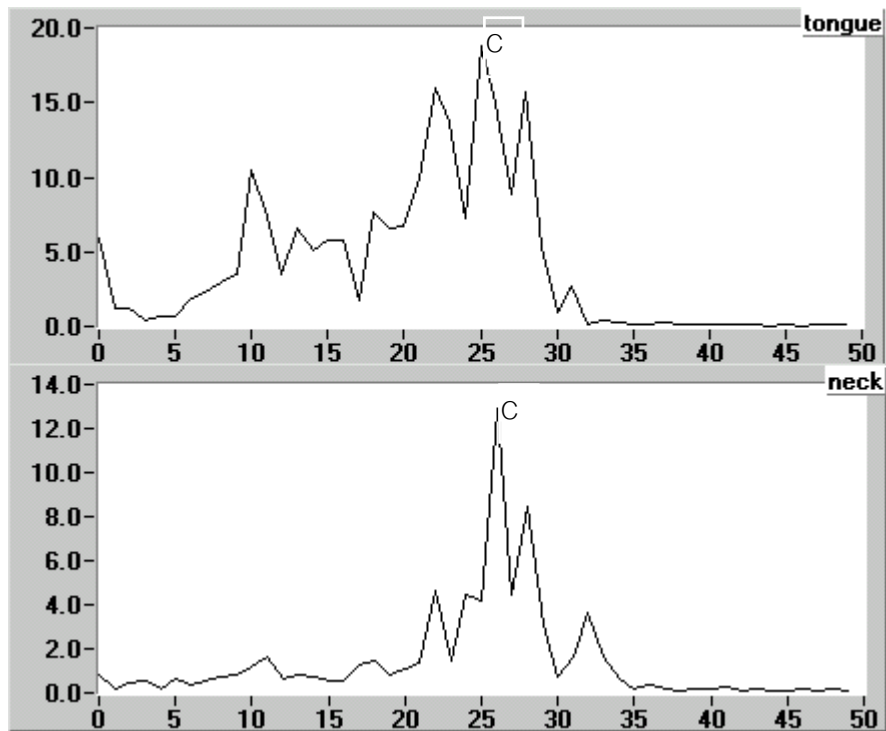
7. กรรมวิธีการวิเคราะห์สัญญาณไฟฟ้าของกล้ามเนื้อและคอขณะเคี้ยวและกลืนดังกล่าวในข้อถ้อยสิทธิข้อ 6 มีลักษณะเฉพาะคือ $\theta = 4$, $j = 15 \text{ Hz}$, $k = 350 \text{ Hz}$



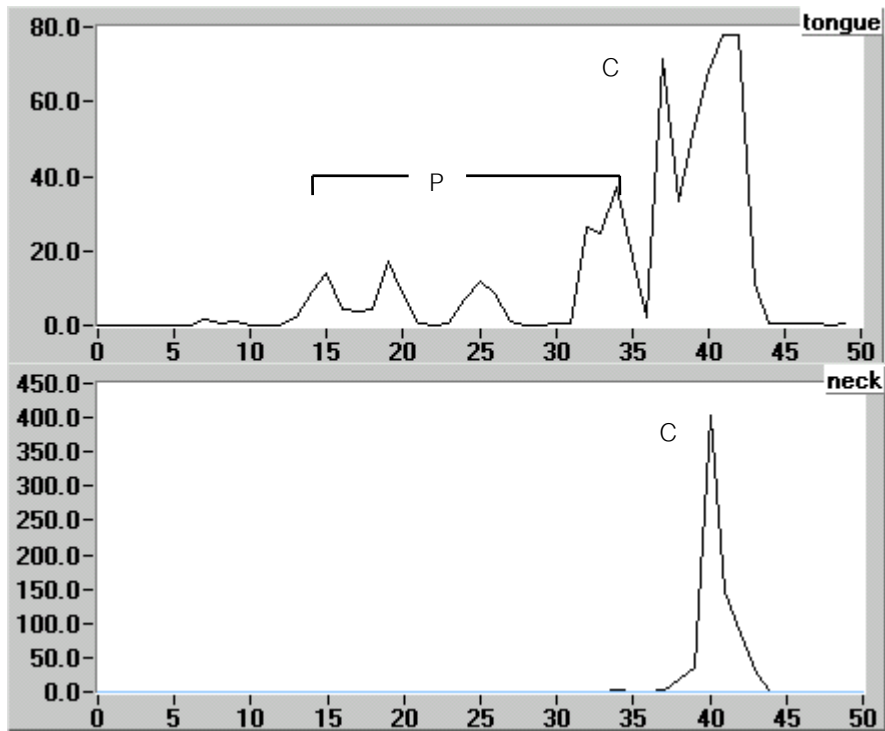
រូប ៧ ១



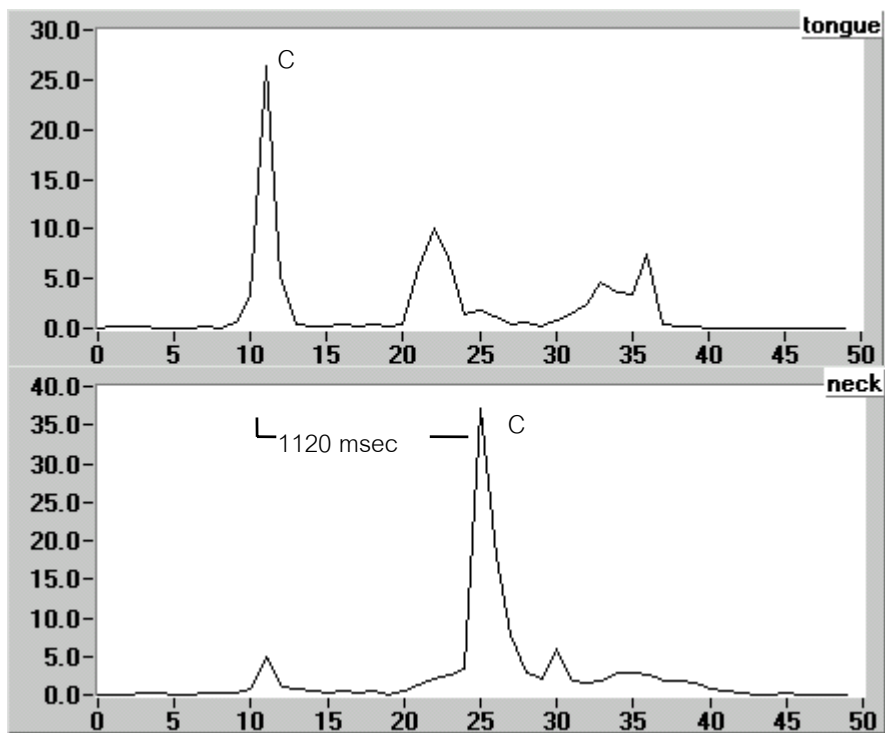
รูปที่ 2



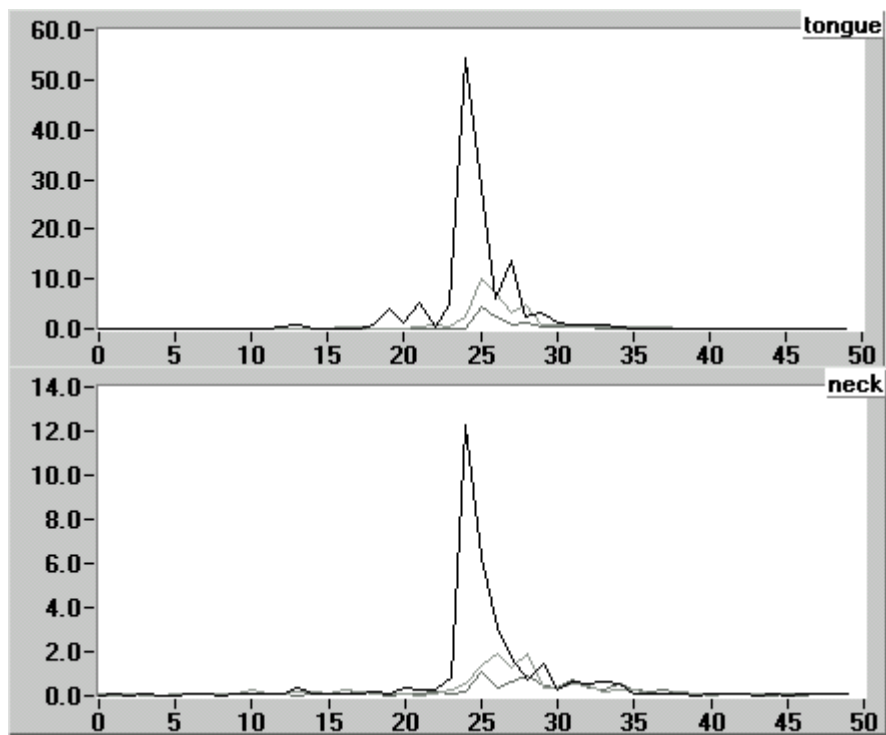
รูปที่ 3



รูปที่ 4



รูปที่ 5



รูปที่ 6