



มหาวิทยาลัยมหิดล
คณะแพทยศาสตร์
ศิริราชพยาบาล

ภาวะขาดออกซิเจนปริกำเนิด และการรักษาภาวะสมองขาดออกซิเจน ในการกแรกเกิดด้วยวิธีลดอุณหภูมิ

Perinatal asphyxia and therapeutic hypothermia for
neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy

CHAPTER 7

การติดตามการทำงานของสมองทารกโดยคลื่นไฟฟ้าสมอง
แบบวิธีวิเคราะห์ปริมาณความสูง

Neonatal neuromonitoring using amplitude-integrated
electroencephalography

ฉัตรฉาย เปรมพันธ์พงษ์

รัชฎา กิจสมมารก

บรรณาธิการ

บทที่ 7

การติดตามการทำงานของสมองทารกโดยคลื่นไฟฟ้าสมอง
แบบวิธีวิเคราะห์ปริมาณความสูง

Neonatal neuromonitoring using amplitude-integrated
electroencephalography

- ที่มาของสัญญาณ amplitude-integrated electroencephalography
- ตำแหน่งการติดขั้วไฟฟ้าเพื่อตรวจ amplitude-integrated electroencephalography
- ข้อบ่งชี้ของการตรวจ amplitude-integrated electroencephalography
- ขั้นตอนการใช้เครื่องตรวจ amplitude-integrated electroencephalography
- การแปลผล amplitude-integrated electroencephalography

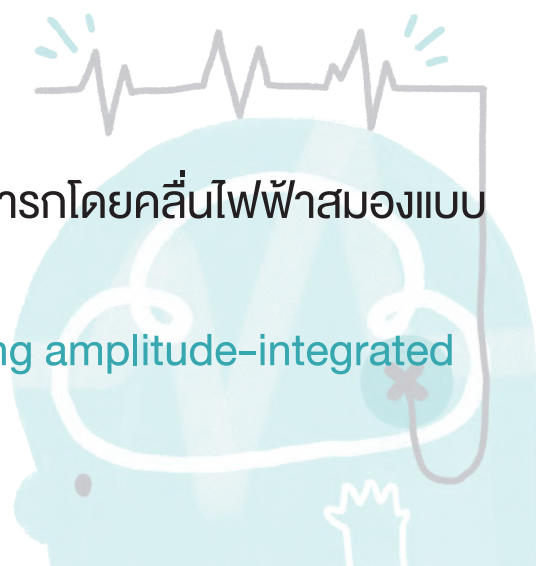


บทที่ 7

การติดตามการทำงานของสมองทารกโดยคลื่นไฟฟ้าสมองแบบ วิธีวิเคราะห์ปริมาณความสูง

Neonatal neuromonitoring using amplitude-integrated electroencephalography

อัครธาย เปรมพันธ์พงษ์

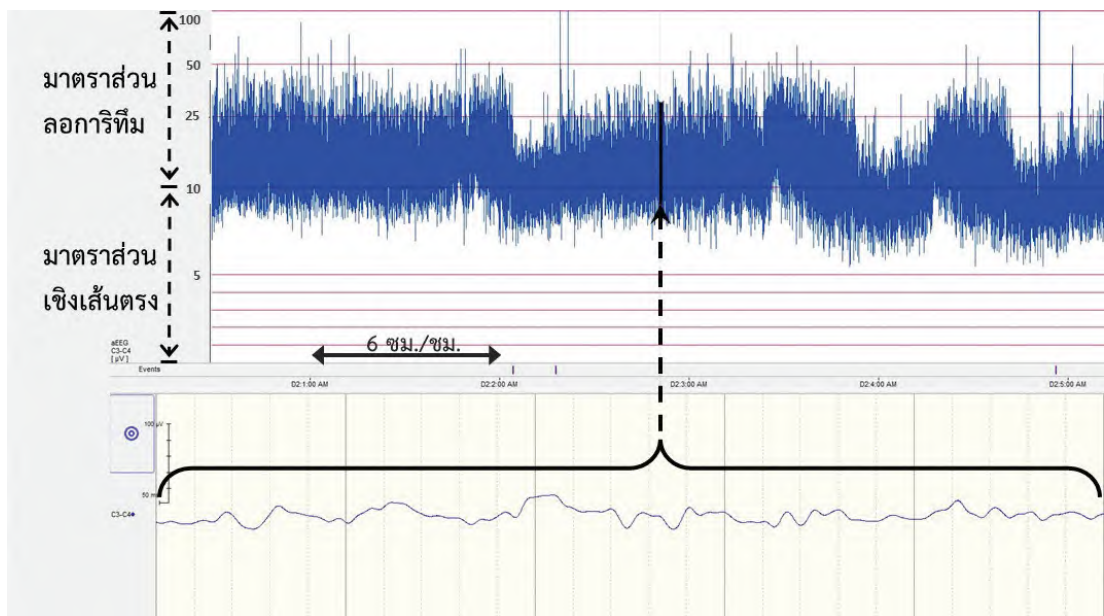


การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองแบบวิเคราะห์ปริมาณความสูง (amplitude-integrated electroencephalography; aEEG) เป็นการวิเคราะห์แบบแผนของคลื่นไฟฟ้าสมอง (electroencephalography; EEG) จากปริมาณความสูงของคลื่นเพื่อติดตามการทำงานของสมอง เริ่มมีการใช้ในทารกแรกเกิดตั้งแต่ในปลายทศวรรษ 1970⁽¹⁻³⁾ และมีการพัฒนาคุณสมบัติทั้งด้านอุปกรณ์และแนวทางการแปลผลมาอย่างต่อเนื่องจนสามารถติดตั้งได้ง่าย ปลอดภัย ใช้ข้างเดียวกับการกอดได้อย่างต่อเนื่องทั้งในทารกครบกำหนดและทารกเกิดก่อนกำหนด อีกทั้งยังแปลผลง่ายโดยไม่ต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับลักษณะคลื่น EEG (raw EEG) และสามารถพยากรณ์ความผิดปกติของภาพวินิจฉัยระบบประสาท อัตราตายหรือการเกิดความพิการทางสมองในทารกที่เกิดภาวะสมองขาดออกซิเจน (hypoxic-ischemic encephalopathy; HIE) ที่เกิดในระยะปริกำเนิดได้ดี⁽⁴⁾ รวมทั้งช่วยวินิจฉัยอาการชักของทารก⁽⁵⁾ จึงได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีมาตรฐานอย่างหนึ่งในการติดตามการทำงานของสมองทารก^(6,7) ดังนั้น ความเข้าใจในการใช้งาน ตั้งแต่การติดตั้ง การแปลผล รวมไปถึงข้อจำกัดต่าง ๆ จึงมีความสำคัญในการใช้อุปกรณ์ชนิดนี้อย่างมีประสิทธิภาพ

ที่มาของสัญญาณ amplitude-integrated electroencephalography

aEEG เป็นการตรวจการทำงานของสมองโดยวิเคราะห์ปริมาณความสูงของ EEG โดยใช้เครื่องมือในการตรวจที่เรียกว่า cerebral function monitoring (CFM)⁽⁸⁾ ติดตั้งขั้วไฟฟ้า (electrode) จำนวน 1-2 คู่ บนหนังศีรษะทารกเพื่อตรวจจับสัญญาณ EEG บริเวณสมองที่คาดว่าจะมีความผิดปกติผ่านการบีบคลื่นให้เป็นแบบย่อแล้วแปลงความต่างศักย์สูงต่ำของ EEG ให้เป็นทิศทางเดียวกัน เรียกว่า

rectification ตามด้วยการกรองสัญญาณให้ปรากฏเฉพาะช่วงความถี่ของคลื่นไฟฟ้าที่มาจากสมอง^(5,9) หน้าจอเครื่อง CFM แสดงค่าความต่างศักย์ของสัญญาณที่ประมวลแล้ว โดยใช้มาตราส่วนกึ่งลอการิทึม (semi-logarithmic scale) กล่าวคือ ค่าความต่างศักย์ตั้งแต่ 0 ถึง 10 ไมโครโวลต์ใช้มาตราส่วนเชิงเส้นตรง (linear scale) และค่าความต่างศักย์ตั้งแต่ 10 ถึง 100 ไมโครโวลต์ใช้มาตราส่วนลอการิทึม (logarithmic scale) เครื่องจะทำการบันทึกค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของความต่างศักย์ในระยะเวลา 15 วินาทีเป็นเส้นแนวตั้ง 1 เส้น ด้วยอัตราเร็ว 6 ซม./ชม. รวมกันเป็นแถบเส้นกราฟ⁽¹⁰⁾ (รูปที่ 7.1) การวิเคราะห์ผลอาศัยการแปลค่าสูงต่ำของแถบเส้นกราฟดังกล่าว ซึ่งแปลผลง่ายกว่า EEG แบบปกติ (conventional electroencephalography; cEEG) ที่นอกจากต้องติด electrode 12 คู่แล้ว ยังต้องอาศัยความรู้ความชำนาญในการแปล raw EEG ร่วมด้วย



รูปที่ 7.1 การแปลงสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองแบบปกติ (เส้นแถบล่าง) ให้เป็นแบบ amplitude-integrated electroencephalography (aEEG) ที่ปรากฏในแถบกราฟด้านบน แสดงส่วนของคลื่นไฟฟ้าสมองในเวลา 15 วินาทีที่ถูกบีบให้เป็นแบบย่อ แล้วแปลงค่าความต่างศักย์สูงที่สุดและต่ำสุดเป็นเส้นกราฟ 1 เส้นบน aEEG

(อ้างอิงจากเอกสารหมายเลข 5, 10 และ 11)

(ภาพโดย ฉัตรฉาย เปรมพันธุ์พงษ์ โดยได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลรามารัตน์)

ตำแหน่งการติดขั้วไฟฟ้าเพื่อตรวจ amplitude-integrated electroencephalography

รายละเอียดการกำหนดตำแหน่งบนหนังศีรษะที่จะติด electrode ขึ้นกับชนิดของอุปกรณ์ และจำนวนสัญญาณที่ต้องการตรวจ จึงแนะนำให้ปฏิบัติตามคู่มือการใช้งานของแต่ละบริษัทผู้ผลิต โดยมีแนวทางทั่วไปดังนี้

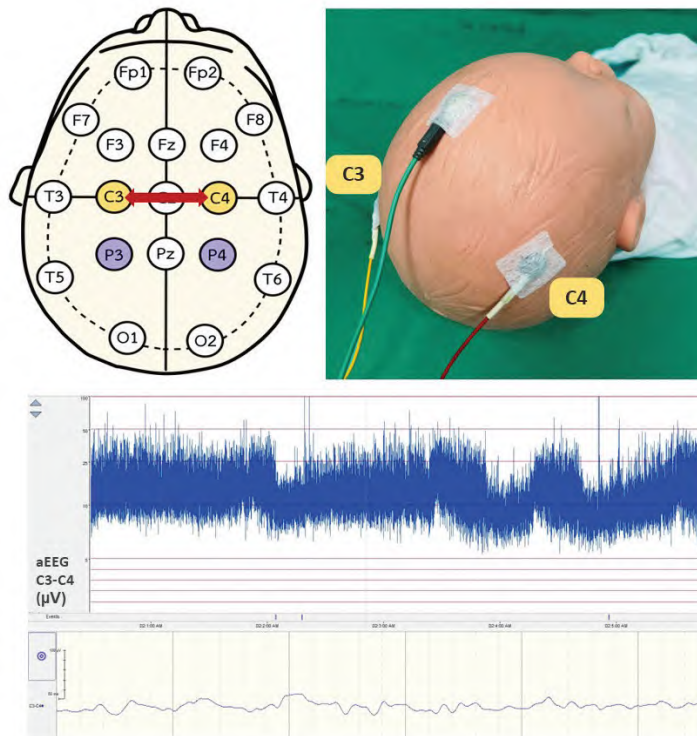
1. การตรวจ aEEG แบบสัญญาณช่องเดียว (single-channel aEEG)

เป็นการตรวจติดตาม aEEG โดยติด electrode คู่เดียวในแนวศีรษะด้านซ้ายขวา แนะนำให้ติดบริเวณที่มักพบความผิดปกติของสมอง เช่น ช่องสัญญาณคู่ C3 กับ C4 หรือ คู่ P3 กับ P4 (รูปที่ 7.2) พบว่าการตรวจ single-channel aEEG ที่ช่องสัญญาณคู่ C3 กับ C4 สามารถวินิจฉัยภาวะชักได้ร้อยละ 73⁽¹²⁾ อย่างไรก็ตาม single-channel aEEG ไม่สามารถบอกลักษณะความผิดปกติที่เกิดจากสมองเพียงข้างเดียว กราฟ aEEG ที่ปรากฏบนจอแสดงผลของเครื่อง CFM เป็นการประมวลผลรวมจากสมองทั้ง 2 ข้าง ซึ่งบอกความผิดปกติโดยรวม จึงเป็นข้อจำกัดในกรณีที่เกิดพยาธิสภาพของสมองข้างใดข้างหนึ่ง ได้แก่ โรคหลอดเลือดแดงสมองตีบ ภาวะเลือดคั่งในสมองข้างเดียว

2. การตรวจ aEEG แบบสัญญาณ 2 ช่อง (two-channel aEEG)

เป็นการตรวจติดตาม aEEG จากสมองแต่ละข้างแยกจากกัน โดยติด electrode ข้างละ 1 คู่ ในแนวหน้าหลังของศีรษะแต่ละข้าง เลือกช่องสัญญาณที่คาดว่าจะพบความผิดปกติของสมองบริเวณนั้น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะเลือกตำแหน่งคู่ C3 กับ P3 ซึ่งอยู่ข้างซ้าย กับ C4 กับ P4 ที่อยู่ข้างขวา (รูปที่ 7.3) หรือตำแหน่งคู่ F3 กับ C3 หรือ P3 และตำแหน่งคู่ F4 กับ C4 หรือ P4 ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่สมองได้กว้างกว่าตำแหน่งอื่น ๆ การตรวจด้วยช่องสัญญาณที่แยกแต่ละข้างกันเช่นนี้ สามารถบอกลักษณะความผิดปกติที่เกิดเพียงข้างเดียว และสามารถระบุสมองข้างที่ผิดปกติได้ดีขึ้น และมีโอกาสพบความผิดปกติโดยเฉพาะภาวะชักได้มากกว่าการตรวจแบบ single-channel aEEG⁽¹³⁾

เนื่องจากเครื่องตรวจในปัจจุบันสามารถตรวจแบบ two-channel aEEG เป็นส่วนใหญ่ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบ single-channel aEEG ในที่นี้จึงขอกกล่าวถึงวิธีตรวจแบบ two-channel aEEG โดยเฉพาะในทารกที่เกิดภาวะ HIE เป็นหลัก



รูปที่ 7.2 ตำแหน่งการติดตั้งขั้วไฟฟ้าและแสดง amplitude-integrated electroencephalography แบบสัญญาณช่องเดียว ↔ แสดงคู่ช่องสัญญาณที่เลือกตรวจ

(อ้างอิงจากเอกสารหมายเลข 10, 14 และ 15)

(ภาพโดย ฉัตรฉาย เปรมพันธ์พงษ์ และปรารถนา คงอุไร โดยได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงพยาบาลรามารัตนาธิปัตย์)