

The Normative Study of BAEPs in Chulalongkorn Hospital

Piravej K, MD.

Aksaranugraha S, MD.

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University.

Piravej K, Aksaranugraha S. The Normative Study of BAEPs in Chulalongkorn Hospital. J Thai Rehabil 1995;5(3) 31-39

Abstract

BAEPs provide a sensitive tool for assessment of brain stem auditory tracts and nearby structures. Abnormalities demonstrated by BAEPs are etiologically nonspecific and must be carefully integrated into the clinical situation by a physician familiar with the clinical use of this test. The different techniques and interpreter backgrounds required for most accurate clinical correlation of test results in each laboratory should have their own standardized data. The objective of this study is to provide the normal BAEPs data for electrophysiological laboratory in Chulalongkorn hospital. We had studied forty normal subjects (age between 20-50), 24 females average age 32 ± 8.56 males average age 28 ± 2.84 . Each subject was stimulated by three polarity clicks (rarefaction, condensation and alternating). There is no statistically significance difference in absolute latency and interpeak latency compare between right and left ear in each sex. However, when compare between males and females, male have longer absolute latency and interpeak latency than female with statistically significance difference except wave I (all polarities), wave II condensation, wave IV rarefaction, interpeak III-V rarefaction and condensation.

บทคัดย่อ

การศึกษาค่าปกติของ BAEPs ในแต่ละ polarity ของกลุ่มคนปกติ ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานในห้องปฏิบัติการ โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่างคนที่มีการได้ยินปกติ และไม่มีโรคทางระบบประสาท อายุระหว่าง 20-50 ปี จำนวน 40 คน เป็นหญิง 24 คน อายุเฉลี่ย 32 ± 8.56 ปี ชาย 16 คน อายุเฉลี่ย 28 ± 2.84 ปี พบว่าค่า absolute latency และ interpeak latency ระหว่างหูซ้าย และหูขวา ในเพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่เมื่อนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับระหว่างเพศชายและเพศหญิง พบว่าค่าของ absolute latency และ interpeak latency ในเพศชาย มีค่ามากกว่าเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ยกเว้น wave I ของแต่ละ polarity, wave II condensation, wave IV rarefaction, interpeak III-V rarefaction และ condensation

บทนำ

นับตั้งแต่ Don Jewett⁽¹⁾ ตรวจพบ "Far Field" evoked potentials ที่เกิดจากการกระตุ้นระบบรับเสียง ในปี ค.ศ. 1970 สัญญาณไฟฟ้าอันมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว 5-7 คลื่นนี้ ก็ได้รับการตรวจยืนยันจากห้องปฏิบัติการประสาทวิทยาคลินิกทั่วโลกและรู้จักกันทั่วไปว่า brain-stem auditory evoked potentials (BAEPs) ด้วยหลัก

ฐานทั้งทางตรงในห้องปฏิบัติการ⁽²⁻⁴⁾ หรือระหว่างผ่าตัด⁽⁵⁻⁷⁾ และหลักฐานทางอ้อมในเวชปฏิบัติ⁽⁸⁾ ทำให้เราเชื่อได้ว่า BAEPs คลื่นต่างๆ ที่ได้จากการบันทึกสัญญาณบนผิวศีรษะมนุษย์นั้นน่าจะมีแหล่งกำเนิด ดังนี้

Wave I	: Distal cochlear nerve
Wave II	: Proximal cochlear nerve
Wave III	: Cochlear nucleus

- Wave IV : Superior olivary complex
- Wave V : Lateral lemniscus
- Wave VI, VIII : Multiple generators including inferior colliculus

ด้วยความเรียบง่ายของเทคนิคการตรวจ ความคงที่และความเชื่อถือได้ของรูปคลื่น ทำให้ BAEPs กลายเป็นวิธีการตรวจการทำงานของเนื้อเยื่อประสาทที่ถูกเรียกใช้บ่อยที่สุดชนิดหนึ่งในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็เพื่อการวินิจฉัยการประเมินสภาพการทำงานของประสาทรับเสียง ติดตามการพัฒนาการของระบบประสาททารก หรือเพื่อตรวจความคงตัว (integrity) ของเนื้อเยื่อประสาทบริเวณก้านสมองระหว่าง posterior fossa surgery⁽⁹⁾

อย่างไรก็ตาม เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า⁽¹⁰⁾ ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการประยุกต์ใช้ BAEPs ในเวชปฏิบัติให้ได้ผลถูกต้องน่าเชื่อถือก็คือ การจัดทำข้อมูลปกติภายใต้ปัจจัยแวดล้อมและสภาพการตรวจประจำวันของห้องปฏิบัติการนั้น ๆ โดยตรงจึงจะสามารถใช้เปรียบเทียบเพื่อตัดสินขอบเขตของความผิดปกติที่จะเกิดขึ้นในการตรวจผู้ป่วยจริงได้

การศึกษานี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักที่จะหาค่าปกติของ BAEPs ของชายและหญิงในช่วงอายุที่พบได้บ่อย จำนวน 40 ราย เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอ้างอิงสำหรับการตรวจผู้ป่วยของห้องปฏิบัติการ evoked potentials โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

อาสาสมัคร

อาสาสมัครจำนวนทั้งสิ้น 40 คน อายุระหว่าง 20-50 ปี โดยแต่ละรายได้ผ่านการตรวจสอบเพื่อให้มีคุณสมบัติดังนี้ การได้ยินปกติ, การตรวจด้วย otoscope อยู่ในเกณฑ์ปกติ, ไม่มีอาการของโรคในระบบประสาทส่วนกลาง, ไม่เคยได้รับการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือเป็นอัมพาต/อัมพฤกษ์, ไม่มีประวัติได้รับสารพิษหรือยาบางชนิดที่มีผลต่อระบบรับเสียงหรือระบบประสาทส่วนกลางโดยทั่วไป อาทิ aminoglycosides

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ในการศึกษา ประกอบด้วย เครื่อง Neuropack 8 พร้อมเครื่องกำเนิดเสียงกระตุ้นที่ปรับค่าได้ในตัว, Silver disc electrodes ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 ซม. ตรวจสอบ impedance อัตโนมัติด้วยเครื่อง, Scrub gel และ paste แบบมาตรฐาน, ควบคุมอุณหภูมิห้องเฉลี่ยที่ 22 องศาเซลเซียส

วิธีการ

- อาสาสมัครได้รับการซักประวัติและตรวจร่างกายทั่วไป
- การตรวจ BAEPs กระทำในท่านอนหงายผ่อนคลายและหลับได้
- Stimulus parameters
 - Mode : Monaural
 - Click wave form : Square
 - Click wave duration : 100 microsec
 - Click rate : 10 Hz
 - Click intensity : 65 dB HL (with contralateral [-20 dB] white noise masking)
 - Polarity : Rarefaction
Condensation
Alternating
 - Repetition : 1,000 × 2
- Amplifier parameters
 - Sweep duration : 10 mSec
 - Analysis time : 10 mSec from stimulation onset
 - Band pass
 - : Low cut filter = 100 Hz
 - : High cut filter = 3,000 Hz
- Recording montages (10-20 system)
 - Channel I : Cz-Mi
 - Channel II : Cz-Mc

(Ground : Fz)
Electrode impedance less than 2,000 ohms

- Analysis
 - Absolute latency : Wave I, II, III, IV and V.
 - Interpeak latency : I-II, III-V and I-V
 - เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างข้างซ้ายและขวาในแต่ละเพศโดย paired t-test
 - เปรียบเทียบข้อมูลระหว่างเพศชายและหญิง โดย non-paired t-test
 - โดยถือว่า $p < 0.05$ เป็นนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการศึกษา

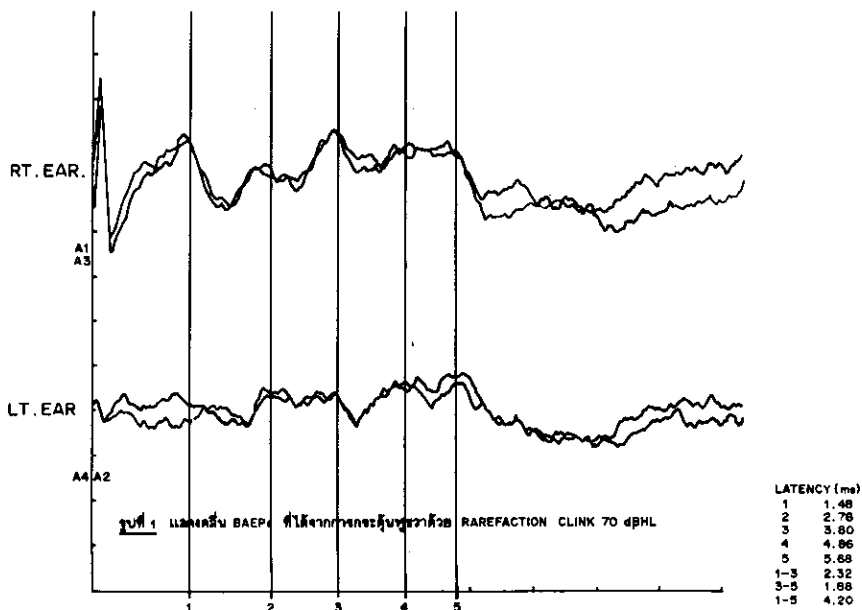
ภายใต้สิ่งแวดล้อมมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาฯและเทคนิคการตรวจวัดค่า BAEPs ตามที่ได้บรรยายไว้แล้วข้างต้น คณะวิจัยสามารถบันทึกคลื่น BAEPs ในอาสาสมัครทุกรายได้โดยไม่มีอุปสรรค

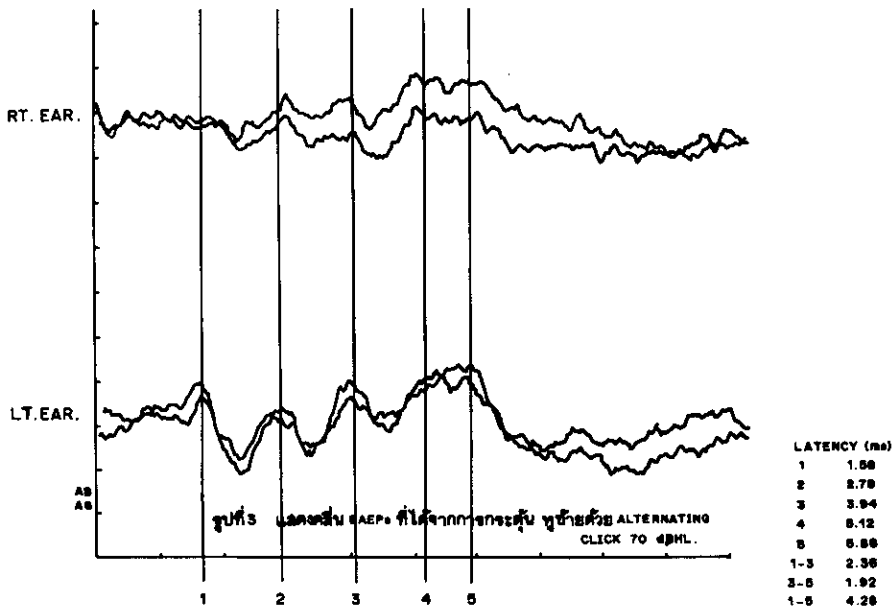
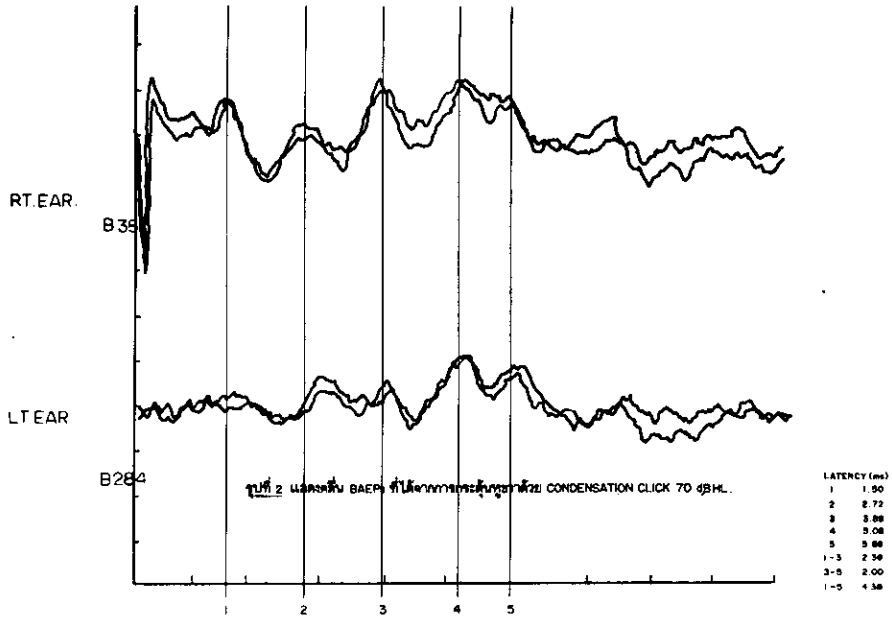
สำคัญแต่อย่างไร สัญญาณรบกวนจากคลื่นกล้ามเนื้อแก้ไขได้เพียงให้อาสาสมัครผ่อนคลาย BAEPs ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยตัวแปรชุดเดียวกันทั้ง 2 รอบ มี consistency สูงตามที่แสดงในรูปที่ 1, 2 และ 3 และมีค่า absolute latencies ของคลื่นต่าง ๆ รวมทั้ง interpeak latencies I-III, III-V กับ I-V จำแนกตามเพศและ polarity ของการกระตุ้น ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

BAEPs และ interpeak latencies ที่ได้จากการกระตุ้นหูซ้ายและขวาในอาสาสมัครรายเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

BAEPs ที่ได้จากการกระตุ้นแบบ rarefaction มีแนวโน้มให้คลื่นที่มี latency สั้นกว่าแบบ condensation ทั้งในเพศชายและเพศหญิง

Wave I ที่ได้จากการกระตุ้นทั้งแบบ rarefaction และ condensation อาจถูกรบกวนจากสัญญาณ cochlear microphonic ในขณะที่การกระตุ้นแบบ alternating polarity จะลบล้างการรบกวนนี้ออกไปได้ทั้งหมด





การเปรียบเทียบค่า absolute latency และ inter-peak latency ของคลื่นที่สอดคล้องกันในเพศชายและเพศหญิง พบว่า ค่าที่ได้ในเพศชายมากกว่าที่ได้ในเพศหญิงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น wave

I, wave II (condensation), wave IV (rarefaction) และ wave III-V (rarefaction & condensation) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1. แสดงค่า mean ± S.D. ของ Absolute latency และ Interpeak latency (msec) ในเพศชาย

	Rarefaction		Condensation		Alternated	
	right	left	right	left	right	left
WAVE I	1.63 ± 0.16	1.68 ± 0.17	1.66 ± 0.12	1.72 ± 0.17	1.68 ± 0.16	1.72 ± 0.16
WAVE II	2.75 ± 0.14	2.76 ± 0.14	2.72 ± 0.17	2.82 ± 0.12	2.76 ± 0.17	2.79 ± 0.16
WAVE III	3.82 ± 0.15	3.86 ± 0.16	3.86 ± 0.16	3.94 ± 0.12	3.86 ± 0.15	3.93 ± 0.16
WAVE IV	4.95 ± 0.15	5.05 ± 0.21	5.02 ± 0.17	5.13 ± 0.16	5.07 ± 0.17	5.09 ± 0.14
WAVE V	5.78 ± 0.17	5.82 ± 0.20	5.83 ± 0.18	5.86 ± 0.20	5.89 ± 0.17	5.90 ± 0.18
I-III	2.19 ± 0.15	2.18 ± 0.17	2.21 ± 0.20	2.21 ± 0.17	2.18 ± 0.16	2.21 ± 0.13
III-V	1.96 ± 0.13	1.98 ± 0.14	1.96 ± 0.18	1.92 ± 0.17	2.03 ± 0.14	1.96 ± 0.16
I-V	4.15 ± 0.17	4.13 ± 0.22	4.18 ± 0.23	4.14 ± 0.22	4.21 ± 0.22	4.17 ± 0.18

ตารางที่ 2. แสดงค่า mean ± S.D. ของ Absolute latency และ Interpeak latency (msec) ในเพศหญิง

	Rarefaction		condensation		Altenated	
	right	left	right	left	right	left
WAVE I	1.64 ± 0.13	1.66 ± 0.16	1.66 ± 0.15	1.69 ± 0.13	1.62 ± 0.13	1.67 ± 0.14
WAVE II	2.66 ± 0.16	2.72 ± 0.16	2.74 ± 0.16	2.77 ± 0.13	2.69 ± 0.14	2.72 ± 0.15
WAVE III	3.66 ± 0.19	3.71 ± 0.19	3.70 ± 0.20	3.73 ± 0.18	3.69 ± 0.18	3.76 ± 0.18
WAVE IV	4.83 ± 0.18	4.84 ± 0.21	4.86 ± 0.24	4.89 ± 0.21	4.85 ± 0.17	4.88 ± 0.21
WAVE V	5.59 ± 0.20	5.61 ± 0.19	5.61 ± 0.20	5.63 ± 0.17	5.58 ± 0.18	5.61 ± 0.18
I-III	2.02 ± 0.13	2.05 ± 0.13	2.03 ± 0.14	2.07 ± 0.26	2.06 ± 0.15	2.09 ± 0.15
III-V	1.93 ± 0.12	1.91 ± 0.13	1.91 ± 0.11	1.91 ± 0.15	1.89 ± 0.15	1.85 ± 0.11
I-V	3.95 ± 0.18	3.95 ± 0.18	3.94 ± 0.19	3.93 ± 0.19	3.96 ± 0.19	3.94 ± 0.18

ตารางที่ 3. แสดงค่า mean ± S.D. ของ Absolute latency และ Interpeak latency (msec) เปรียบเทียบระหว่างเพศชายและเพศหญิง

	Rarefaction			Condensation			Alternated		
	male	female	P	male	female	P	male	female	P
WAVE I	1.66 ± 0.16	1.65 ± 0.15	NS	1.69 ± 0.15	1.68 ± 0.14	NS	1.70 ± 0.16	1.64 ± 0.14	NS
WAVE II	2.75 ± 0.14	2.69 ± 0.16	0.05	2.77 ± 0.16	2.75 ± 0.15	NS	2.77 ± 0.17	2.70 ± 0.15	< 0.05
WAVE III	3.84 ± 0.15	3.68 ± 0.19	0.05	3.90 ± 0.14	3.71 ± 0.19	0.05	3.89 ± 0.15	3.72 ± 0.18	< 0.05
WAVE IV	4.88 ± 0.15	4.83 ± 0.20	NS	5.07 ± 0.17	4.87 ± 0.23	0.05	5.08 ± 0.15	4.86 ± 0.19	< 0.05
WAVE V	5.80 ± 0.18	5.60 ± 0.19	0.05	5.84 ± 0.19	5.62 ± 0.19	0.05	5.89 ± 0.19	5.60 ± 0.18	< 0.05
I-III	2.18 ± 0.16	2.03 ± 0.13	0.05	2.21 ± 0.18	2.05 ± 0.21	0.05	2.19 ± 0.14	2.07 ± 0.15	< 0.05
III-V	1.95 ± 0.13	1.91 ± 0.13	NS	1.95 ± 0.17	1.91 ± 0.13	NS	1.99 ± 0.16	1.87 ± 0.13	< 0.05
I-V	4.14 ± 0.19	3.95 ± 0.18	0.05	4.16 ± 0.22	3.94 ± 0.18	0.05	4.19 ± 0.20	3.95 ± 0.18	< 0.05

ตารางที่ 4. แสดงค่า mean \pm S.D. ของ Absolute latency และ Interpeak latency (msec) เปรียบเทียบกับสถาบันอื่น ๆ

	Krishna et al 1992			Y.W. Chan et al 1987			Emerson et al 1982		
	male	female	P	male	female	P	male	female	P
WAVE I :R	1.66 \pm 0.16	1.65 \pm 0.15	NS	1.56 \pm 0.09	1.56 \pm 0.10	NS	1.7 \pm 0.12	1.7 \pm 0.14	NS
:C	1.69 \pm 0.15	1.68 \pm 0.14	NS	1.60 \pm 0.09	1.58 \pm 0.09	NS	1.7 \pm 0.15	1.8 \pm 0.14	NS
WAVE III:R	3.84 \pm 0.15	3.68 \pm 0.19	< 0.05	3.81 \pm 0.14	3.69 \pm 0.12	< 0.05	3.9 \pm 0.17	3.8 \pm 0.14	< 0.05
:C	3.90 \pm 0.14	3.71 \pm 0.19	< 0.05	3.78 \pm 0.17	3.69 \pm 0.12	< 0.05	3.9 \pm 0.17	3.9 \pm 0.17	NS
WAVE V :R	5.80 \pm 0.18	5.60 \pm 0.19	< 0.05	5.68 \pm 0.10	5.45 \pm 0.20	< 0.05	5.9 \pm 0.20	5.7 \pm 0.20	< 0.05
:C	5.84 \pm 0.19	5.62 \pm 0.19	< 0.05	5.71 \pm 0.15	5.50 \pm 0.16	< 0.05	5.9 \pm 0.22	5.7 \pm 0.21	< 0.05
I-III :R	2.18 \pm 0.16	2.03 \pm 0.13	< 0.05	2.24 \pm 0.13	2.15 \pm 0.13	< 0.05	2.2 \pm 0.15	2.1 \pm 0.12	< 0.05
:C	2.21 \pm 0.18	2.05 \pm 0.21	< 0.05	2.20 \pm 0.17	2.10 \pm 0.12	< 0.05	2.2 \pm 0.13	2.1 \pm 0.11	< 0.05
III-V :R	1.95 \pm 0.13	1.91 \pm 0.13	NS	1.87 \pm 0.18	1.76 \pm 0.18	< 0.05	2.0 \pm 0.18	1.9 \pm 0.17	NS
:C	1.95 \pm 0.17	1.91 \pm 0.13	NS	1.93 \pm 0.17	1.80 \pm 0.14	< 0.05	2.0 \pm 0.14	1.9 \pm 0.16	NS
I-V :R	4.14 \pm 0.19	3.95 \pm 0.18	< 0.05	4.12 \pm 0.20	3.90 \pm 0.21	< 0.05	4.2 \pm 0.14	4.0 \pm 0.18	< 0.05
:C	4.16 \pm 0.22	3.94 \pm 0.19	< 0.05	4.12 \pm 0.16	3.90 \pm 0.20	< 0.05	4.2 \pm 0.15	4.0 \pm 0.20	< 0.05

บทวิจารณ์

เทคนิคการตรวจ บันทึกและวิเคราะห์คลื่น BAEPs ในเวชปฏิบัติประจำวันได้มีวิวัฒนาการมาจนถึงจุดที่ค่อนข้างอยู่ตัวแล้ว(9) วิธีที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นเทคนิคมาตรฐานของห้องปฏิบัติการทั่วไป ผลการศึกษาค่าปกติที่ได้มาโดยรวมจึงไม่แตกต่างจากผลของสถาบันอื่น ๆ มากนัก ดังตารางที่ 4

การเลือก second channel สำหรับการตรวจบันทึก BAEPs เนื่องจากเครื่องตรวจ evoked potentials ในปัจจุบันที่มีหลาย channels ทำให้สามารถบันทึกข้อมูลจาก electrodes ได้พร้อม ๆ กันครั้งละหลาย ๆ คู่ Stockard et al(11) พบว่า การบันทึกจาก contralateral earlobe โดยเทียบกับ vertex จะได้รูปคลื่น BAEPs ที่ไม่มี wave I นอกจากนี้ ยังมีผลให้ wave IV กับ wave V มีแนวโน้มแยกออกจากกันอย่างชัดเจน ดังนั้นจึงมีห้องปฏิบัติการหลายแห่งนิยมบันทึก electrodes คู่นี้เป็น second channel สำหรับ BAEPs เสมอ ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ในการ identify waves ต่าง ๆ นั้นเอง

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า มีตัวแปรในเทคนิคการตรวจบันทึก BAEPs อยู่หลายตัวที่ได้ผลกระทบโดยตรง

ต่อรูปคลื่น, absolute latencies และ interpeak latencies ที่จะได้รับ อาทิ

การวางตำแหน่ง reference electrode มีห้องปฏิบัติการหลายแห่งนิยมให้วางตำแหน่ง reference electrode ที่ mastoid แต่ต่อมามีหลายคนพบว่าที่ตำแหน่งนี้เป็น active ด้วย นอกจากนี้ยังเป็นบริเวณที่มีการรบกวนจากคลื่นกล้ามเนื้อมาก จึงอาจส่งผลให้การบันทึก BAEPs ไม่เที่ยงตรงเท่าที่ควร Chiappa(12) ได้ทดลองใช้ non-cephalic reference เช่นที่ข้อมือ เข่า เพื่อให้ได้สัญญาณที่เที่ยงตรงที่สุด แต่ก็ปรากฏว่ามีการรบกวนจากกล้ามเนื้อมากขึ้นจนคลื่นสำคัญ ๆ เช่น wave I และ V ไม่ชัดเจนนัก Stockard et al(1) พบว่าขนาดเฉลี่ยของ wave I จะสูงสุดหากใช้ ear lobe เป็น reference electrode แทนที่จะใช้ mastoid อย่างเดิมด้วยเหตุนี้ Chiappa(9) จึงเสนอให้ใช้ ear lobe เป็น compromise สำหรับตำแหน่งของ reference electrode ในการศึกษานี้ แม้คณะวิจัยจะใช้ mastoid เป็น reference ตามแบบมาตรฐานเดิม แต่ก็ได้ลองบันทึก BAEPs โดยใช้ ear lobe เป็น reference เพิ่มเติมด้วยในอาสาสมัครบางราย และก็พบว่าได้รูปคลื่นที่คมชัดกว่าเช่นกัน

การเลือก polarity ของ click เป็นที่ทราบกันเป็นอย่างดีแล้วว่า click polarity เป็นตัวแปรอีกอันหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในรูปคลื่นของ BAEPs Stockard et al⁽¹¹⁾ พบว่า การกระตุ้นด้วย condensation อย่างมีนัยสำคัญ จึงเป็นที่นิยมที่จะใช้ rarefaction click ในการกระตุ้นเพื่อบันทึก BAEPs อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีที่อาจไม่สามารถหา wave I ได้ชัดเจนเนื่องจากการรบกวนใด ๆ Chiappa⁽⁹⁾ เสนอให้ลองใช้ click อีก polarity หนึ่งดู ซึ่งจะช่วยให้ cochlear microphonic กลับทิศทาง อาจช่วยให้หาจุดเริ่มต้นของ wave I ได้ดีขึ้น สำหรับ latency นั้น rarefaction click มีแนวโน้มจะให้ BAEPs ที่มี latency สั้นกว่า condensation click. Maurer et al^(13,14) พบว่า rarefaction click ทำให้ได้ wave I ที่มี latency สั้นกว่า และมี I-III interpeak ที่ยาวกว่า Ornitz et al⁽¹⁵⁾ พบว่า rarefaction ทำให้ได้ wave I กับ V ที่มี latency สั้นกว่า ในขณะที่ Stockard et al⁽¹¹⁾ พบว่า latency ของ wave V ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน แต่ของ wave I กับ wave IV จะมี latency สั้นลงเมื่อกระตุ้นด้วย rarefaction click ในการศึกษาของเราพบว่า latencies ของ BAEPs wave I ถึง V มีแนวโน้มสั้นกว่าใน rarefaction click แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับการกระตุ้นแบบ alternating แม้จะมีผลช่วยตัดการรบกวนจาก cochlear microphonic ออกจากรูปคลื่นก็ตาม แต่เนื่องจากการกระตุ้นแบบนี้อาจก่อให้เกิดการบิดเบี้ยวของรูปคลื่นได้ด้วย⁽⁹⁾ จึงไม่นิยมใช้กันในงานตรวจประจำวัน โดยทั่วไป ให้ถือว่าห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งจะต้องมีค่าปกติของการกระตุ้นทุก polarity เพื่อใช้เป็นมาตรฐานให้สอดคล้องกันในเวชปฏิบัติ

Click intensity กับ rate Hecox et al⁽¹⁶⁾, Rowe III⁽¹⁷⁾ และ Chiappa et al⁽¹²⁾ ต่างพบว่า การเปลี่ยนแปลง intensity ของ click มีผลโดยตรงต่อ latencies และ amplitudes ของ BAEPs อย่างมาก เช่น การลด intensity ของ click จะทำให้ BAEPs มี amplitudes ลดลง แต่จะมี latencies ยาวขึ้น การศึกษาจากหลายคณะพบว่า latency shift ของ BAEPs ตาม

intensity ของ click นั้นจะมีขนาดใกล้เคียงกันสำหรับทุกคลื่น ดังนั้น จึงมีการเปลี่ยนแปลงของ interpeak latencies ต่าง ๆ ค่อนข้างน้อย ข้อมูลนี้มีประโยชน์อย่างมากในทางเวชปฏิบัติ เพราะช่วยให้เราสามารถทำการปรับเปลี่ยน intensity ของ click ในการตรวจความผิดปกติระดับน้อยในระยะแรกได้^(9,17) สำหรับ click rate ก็เช่นกัน Stockard et al⁽¹¹⁾ พบว่า การเพิ่ม rate จะเพิ่ม absolute latencies แต่ลด amplitudes ของทุกคลื่น ในขณะที่ interpeak latencies จะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยก็ต่อเมื่อใน rate ที่ค่อนข้างสูงเท่านั้น Hecox et al⁽¹⁸⁾ เสนอว่าการแปรผัน click rate จะช่วยเพิ่มความไวของการตรวจจับความผิดปกติในกรณีที่ได้ BAEPs ค่อนข้างปกติในการกระตุ้นที่ rate มาตรฐาน (10 Hz) การศึกษาในครั้งนี้ เราใช้เพียง intensity และ rate มาตรฐานเท่ากับ (65 dB HL/10 Hz)

การเลือก recording bandpass เนื่องจากค่าพลังงานของ BAEPs อยู่ในช่วง 15-2,000 Hz การปรับ high cut filter ลงจาก 3,000 ถึง 1,500 Hz จึงไม่มีผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปคลื่นของ BAEPs มากนัก Chiappa⁽¹²⁾ พบว่า การตั้ง low cut filter ที่ 100 Hz ช่วยลดการรบกวนต่าง ๆ โดยเฉพาะจาก alpha activity ลงได้ดี แต่การเพิ่ม low cut filter ไปถึง 300 Hz นอกจากจะไม่ช่วยลดการรบกวนได้มากขึ้นอีกแล้ว ยังจะทำให้ขนาดของ wave V ลดลงได้ถึง 20% ฉะนั้น การตั้ง high cut filter ที่ 3,000-1,500 Hz และ low cut filter ที่ 100 Hz จึงเป็น bandpass สำหรับงานตรวจประจำวัน ที่นิยมกันทั่วไปในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่

ตัวแปรเรื่องเพศ การศึกษาที่ผ่านมามีความยืนยันว่า เพศหญิงจะให้ BAEPs ที่มี absolute latency และ interpeak latency ที่สั้นกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ^(9,19) ทั้งนี้ โดยไม่มีขีดจำกัดระหว่างเชื้อชาติด้วย⁽²⁰⁾ ในการศึกษาครั้งนี้ เราพบว่า absolute latencies ของ wave II (rarefaction), wave III, wave IV (condensation), wave V และ interpeak latencies I-III, I-V ในเพศหญิงจะสั้นกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ในขณะที่ wave และ interpeak ที่เหลือล้วนมีแนวโน้มที่ latencies จะสั้นกว่าในเพศหญิง แม้จะไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งจะต้องมีค่าปกติของ BAEPs ที่แยกกันระหว่างเพศหญิงและชาย เพื่อใช้เป็นมาตรฐานให้สอดคล้องกับเพศของผู้ป่วยที่จะทำการตรวจนั่นเอง สำหรับสาเหตุที่ทำให้เกิดความแตกต่างกันนี้ มีผู้พยายามจะอธิบายว่าอาจเกิดจากความแตกต่างของปัจจัยทางสรีระวิทยาของชายและหญิง อาทิ ขนาดกะโหลก อุณหภูมิ ส่วนลึกของร่างกายและระดับฮอร์โมนต่าง ๆ (๑) แต่ก็มีผู้พยายามจะศึกษาความผันแปรของ BAEPs ในผู้หญิงคนเดียวกันตลอดช่วง menstrual cycle ปรากฏว่าไม่สามารถพบความแตกต่างของ BAEPs อย่างมีนัยสำคัญเลย(21) ในปัจจุบันจึงยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าความแตกต่างของ BAEPs ระหว่างเพศนั้นจะมีความสัมพันธ์กับระดับฮอร์โมนเพศหรือไม่เพียงไร

บทสรุป

ผลการศึกษา BAEPs ในคนปกติ อายุระหว่าง 20-50 ปี แบ่งเป็นเพศชาย 16 คน อายุเฉลี่ย 28 ปี, เพศหญิง 24 คน อายุเฉลี่ย 32 ปี ได้ค่าปกติของ Absolute latency ของ wave I, II, III, IV และ V และ interpeak latency I-III, III-V และ I-V ที่เกิดจากการกระตุ้นโดยใช้ Polarity ชนิดต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้ค่าเหล่านี้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการอ้างอิงสำหรับการตรวจผู้ป่วยของห้องปฏิบัติการ Evoked potentials ที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้สามารถแปลความหมายของการตรวจ BAEPs ในเวชปฏิบัติได้กว้างขวางและแม่นยำมากขึ้น ควรขยายฐานข้อมูลปกติขึ้นอีกอย่างน้อย ดังนี้

1. เพิ่มค่าปกติแต่ละช่วงอายุ ให้จำเพาะมากขึ้น ตลอดจนครอบคลุมกลุ่มทารกและผู้สูงอายุ
2. จัดทำค่าปกติที่มีการแปรผัน intensity และ rate ของ click ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Jewett DL, Williston JS. Auditory evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain 1971; 94 : 681-96.
2. Wada S, Starr A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs). I. Effects of injection of a local anesthetic (procaine HCl) into the trapezoid body of guinea pig and cat. Electroenceph Clin Neurophysiol 1983; 56 : 326-39.
3. Wada S, Starr A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs). II. Effects of surgical section of the trapezoid body on the ABR in guinea pigs and cat. Electroenceph Clin Neurophysiol 1983; 56 : 340-51.
4. Wada S, Starr A. Generation of auditory brain stem responses (ABRs). III. Effects of lesions of the superior olive, lateral lemniscus and inferior colliculus on the ABR in guinea pig. Electroenceph Clin Neurophysiol 1983; 56 : 352-66.
5. Moller AR, Jannetta P, Bennett M, Moller MB. Intracranially recorded responses from the human auditory nerve : new insights into the origin of brain stem evoked potentials. Electroenceph Clin Neurophysiol 1981; 52 : 18-27.
6. Hashimoto I, Ishiyama Y, Yoshimoto T, Nemoto S. Brain-stem auditory evoked potentials recorded directly from human brain-stem and thalamus. Brain 1981; 104 : 841-59.
7. Moller AR, Jannetta PJ, Sekhar LN. Contributions from the auditory nerve to the brain-stem auditory evoked potentials (BAEPs) : results of intracranial recordings in man. Electroenceph Clin Neurophysiol 1988; 71 : 198-211.
8. Starr A, Hamilton AE. Correlation between confirmed sites of neurological lesions and abnormalities of far field auditory brain-stem responses. Electroenceph Clin Neurophysiol 1976; 41 : 595-608.
9. Chiappa KH. Evoked potentials in clinical medicine; 2nd ed, Raven Press, New York, 1990.
10. Kimura J. Abuse and misuse of evoked potentials as a diagnostic test. Arch Neurol 1985; 42 : 78-80.
11. Stockard JJ, Stockard JE, Sharbrough FW. Non-pathologic factors influencing brainstem auditory evoked potentials. Am J EEG Technol 1978; 18 : 177-209.
12. Chiappa KH, Gladstone KJ, Young RR. Brain stem auditory evoked responses : Studies of waveform variations in 50 normal human subjects. Arch Neurol 1979; 36 : 81-7.
13. Maurer K, Schafer E, Leitner H. The effect of varying stimulus polarity (rarefaction V.S. condensation) on early auditory evoked potentials. Electroenceph Clin Neurophysiol 1980; 50 : 332-4.

14. Maurer K. Uncertainties of topodiagnosis of auditory nerve and brain-stem auditory evoked potentials due to rarefaction and condensation stimuli. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1985; 62 : 135-40.
 15. Ornitz EM, Walter DO. The effect of sound pressure waveform on human brain stem auditory evoked responses. *Brain Res* 1975; 92 : 490-8.
 16. Hecox KE, Galambos R. Brain stem auditory evoked responses in human infants and adults. *Arch Otolaryngol* 1974; 99 : 30-3.
 17. Rowe III MJ. Normal variability of the brain-stem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroenceph Clin neurophysiol* 1978; 44 : 459-70.
 18. Hecox KE, Cone B, Blaw ME. Brainstem auditory evoked response in the diagnosis of pediatric neurologic disease. *Neurology* 1981; 31 : 832-40.
 19. Michalewski HJ, Thompson LW, Paterson JV, Bowman TE, Litzelman D. Sex difrences in the amplitues and latencie sof the human auditory brain stem potential. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1981; 48 : 351-6.
 20. Chan YW, Woo EKW, Hammond SR, Yiannikas C, McLeod JG. The interaction between sex and click polarity in brain-stem auditory potentials evoked from control subjects of Oriental and Caucasian origin. *Electroenceph Clin Neurophysiol* 1988; 71 : 77-80.
 21. Fagan PL, Church GT. Efect of the menstrual cycle on the auditory brainstem response. *Audiology* 1986; 25(6) : 321-8.
-