

การใช้ Sural Threshold Amplitude ช่วยแยกแหว่งการบาดเจ็บที่ไขสันหลัง ชนิดสมบูรณ์กับไม่สมบูรณ์

วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล, พ.บ.

อภิชนา ไฉวินทะ, พ.บ.

ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

วสุวัฒน์ กิตติสมประยูรกุล, อภิชนา ไฉวินทะ. การใช้ Sural Threshold Amplitude ช่วยแยกแหว่งการบาดเจ็บที่ไขสันหลัง ชนิดสมบูรณ์กับไม่สมบูรณ์. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร 2544; 11(2): 48-54.

วัตถุประสงค์: ศึกษาการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural หลังการออกกำลังกายต้านแบบ isometric ในผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลัง เพื่อนำไปใช้แยกความรุนแรงของการบาดเจ็บที่ไขสันหลัง

กลุ่มที่ทำการศึกษา : อาสาสมัครสุขภาพดี ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ กลุ่มละ 10 คน รวมทั้งสิ้น 30 คน

วิธีการ: วัด threshold amplitude ของ sensory nerve action potentials (SNAPs) ที่ได้จากการกระตุ้นเส้นประสาท sural ข้างซ้าย หลังจากนั้นให้ออกกำลังกายต้านแบบ isometric โดยการเกร็งข้อศอกหรือยกไหล่ต้านแรงเต็มที่นาน 1 นาที ทำการกระตุ้นซ้ำหลังออกแรงทันที และที่ 3, 6, 9 และ 12 นาที หลังออกแรงวัดค่า baseline to peak amplitude ที่เวลาต่างๆ กันตามลำดับ นำค่าที่ได้มาคำนวณและเปรียบเทียบทางสถิติ

ผลการศึกษา: การออกกำลังกายต้านแบบ isometric ทำให้ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มประชากรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีการเพิ่มตั้งแต่หลังจากให้ออกกำลังกายต้านแบบ isometric จนถึงนาทีที่ 12 และผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มอาสาสมัคร กลุ่มที่มีพยาธิสภาพแบบสมบูรณ์ และไม่สมบูรณ์ ($p > 0.05$)

สรุป: การเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural ในทุกกลุ่มประชากรบ่งชี้ว่า การเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude เกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนปลาย และไม่สามารถนำไปใช้แยกความรุนแรงของการบาดเจ็บที่ไขสันหลังได้.

ในคนปกติการออกแรงต้านแบบ isometric ทำให้ threshold amplitude ของ sensory nerve action potentials (SNAPs) ของเส้นประสาท median⁽¹⁾ และ sural⁽²⁾ เพิ่มขึ้น ในระหว่างออกแรงต้านและหลังออกแรงต้านนานกว่า 10 นาที การเกร็งกล้ามเนื้อได้ผลเช่นเดียวกัน⁽²⁾ แม้ยังไม่ทราบ กลไกการเกิดปรากฏการณ์ที่แน่ชัด

มีข้อสันนิษฐานว่าอาจเกิดจากกลไกในระบบ ประสาทส่วนกลาง เช่น การศึกษาของ Seyal และคณะ พบว่า amplitudes ของ cervical และ scalp somatosensory evoked potentials (SEPs) เพิ่มขึ้นหลังจาก ให้อาสาสมัครเคลื่อนไหวนิ้วมือและเท้า⁽³⁾ ต่อมา Seyal และ คณะได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของระบบการเคลื่อนไหวกับ ระบบรับรู้ความรู้สึกโดยเปลี่ยนจากการให้ขยับเคลื่อนไหว เองเป็นการกระตุ้นสมองบริเวณ sensorimotor cortex ด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic stimulation) พบว่า amplitude ของ scalp SEPs ของเส้นประสาท median เพิ่มขึ้นหลังจากกระตุ้น⁽⁴⁾ การเพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้เกิดขึ้นทันที แต่เกิดหลังจากกระตุ้น SEPs ภายหลังจากที่กล้ามเนื้อ หยุดการเคลื่อนไหวช่วงระยะเวลาหนึ่ง ข้อสันนิษฐานนี้อธิบายการเพิ่มขึ้นของ SEPs amplitude ว่าหลังจากการ หดตัวของกล้ามเนื้อโดยการสั่งการหรือบังคับเองหรือโดย กระตุ้นด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะเกิดการลดลงของ central sensory gating ตามระบบ dorsal column-medial lemniscus ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า silent period^{3,4} ถ้ามีการ กระตุ้น SEPs ในช่วงนี้จะเพิ่ม amplitude.

ส่วนการศึกษาที่สนับสนุนว่าอาจเกิดจากกลไกใน ระบบประสาทส่วนปลาย เช่น การศึกษาของ Tran และคณะ พบว่า threshold amplitude ของ sural SNAPs เพิ่มขึ้น หลังจากให้ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์ทำ Jendrassik manoeuvre⁽⁵⁾ และการศึกษาของ Chuang และคณะ พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ amplitude ของ SEPs ของเส้นประสาท median ที่ตำแหน่ง brachial plexus หลังเกร็งกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis แบบ isometric โดยไม่มีการเพิ่มขึ้นของ spinal และ scalp SEPs แสดง ว่าเกิดการเพิ่มขึ้นของ SEPs amplitude ก่อนที่กระแส ประสาทจะไปถึงระบบประสาทส่วนกลาง⁽⁶⁾ ทำให้เชื่อว่าการ เพิ่มขึ้นของ amplitude เกิดขึ้นเฉพาะในระบบประสาท ส่วนปลาย อนึ่งเส้นประสาทส่วนปลายเป็นส่วนสำคัญของ final common pathway ซึ่งถ้ามีการตัดการชักนำกระแส

ประสาทส่วนปลายออกระหว่างการกระตุ้นเส้นประสาทนำ ความรู้สึกก็จะไม่เกิดการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ดังการศึกษาของ Chiou-Tan และคณะที่ไม่พบการเพิ่มขึ้น ของ amplitude หลังการทำ nerve block⁽⁷⁾

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากลไกการ เกิด sensory enhancement จากการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ภายหลังจากการออกแรงต้านแบบ isometric เพื่อ พิสูจน์ว่าเกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนกลางหรือส่วน ปลาย ถ้าเกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนกลาง อาจนำ ไปใช้เพื่อวินิจฉัยแยกการบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่ สมบูรณ์ (incomplete spinal cord injury) จากการบาดเจ็บ อย่างสมบูรณ์ (complete spinal cord injury).

วัสดุและวิธีการ

กลุ่มประชากร

อาสาสมัครสุขภาพดี ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลัง อย่างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ กลุ่มละ 10 คน รวมทั้งสิ้น 30 คน อาสาสมัครและผู้ป่วยทุกคนให้คำยินยอมก่อนเข้าร่วม การศึกษาและได้รับการชั่งประวัติ ตรวจร่างกายก่อนเข้า ร่วมการศึกษา โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้

1. ไม่มีประวัติเป็นโรคเส้นประสาทส่วนปลาย (peripheral neuropathy) หรือโรครอยต่อประสาทกับ กล้ามเนื้อ (neuromuscular junction disorder)
2. ไม่มีการบาดเจ็บที่เส้นประสาท sural ข้างที่ถูก กระตุ้น
3. มีกำลังกล้ามเนื้อข้อศอกหรือยกไหล่เพียงพอที่จะออกแรงต้านกับผู้ตรวจ

อุปกรณ์

เครื่องตรวจไฟฟ้ากล้ามเนื้อและเส้นประสาทยี่ห้อ Nicolet รุ่น Spirit.

วิธีการ

กระตุ้นเส้นประสาท sural ข้างซ้ายตามวิธีของ Kimura⁽⁸⁾ ตั้ง bandpass filter 20Hz - 2kHz, Stimulation duration 0.2 ms. Gain 10 μ v per division และ timebase 2 ms per division ความแรงที่ใช้กระตุ้นครั้งแรกเป็น supramaximal จากนั้นลดความแรงลงต่ำสุดแต่ SNAPs ยังปรากฏอยู่เหนือ baseline เรียกว่า threshold amplitude

จากนั้นให้ผู้ป่วยออกกำลังกายต้านแรงแบบ isometric กับผู้ตรวจอย่างเต็มที่นาน 1 นาที ถ้าไม่สามารถออกกำลังกายต้านแรงได้ให้ยกไหล่ต้านแรงแทน ใช้ความแรงเท่าเดิม กระตุ้นซ้ำทันทีหลังออกกำลังกายครบ 1 นาที และที่ 3, 6, 9 และ 12 นาทีหลังออกกำลังกาย วัดค่า baseline to peak amplitude ณ เวลาต่างๆ กันตามลำดับ.

การวิเคราะห์ทางสถิติ

- เปรียบเทียบค่า threshold sural amplitude ณ เวลาต่างๆ ในกลุ่มเดียวกันโดยใช้ paired t-test และเปรียบเทียบต่างกลุ่มโดยใช้ ANOVA

- เปรียบเทียบค่า SNAPs duration, Area under negative spike, peak latency และความแรงของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กระตุ้นในแต่ละกลุ่มเปรียบเทียบโดยใช้ ANOVA

- เปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของผู้ป่วยแต่ละกลุ่มโดยใช้ ANOVA

- เปรียบเทียบระดับอัมพาตระหว่างผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์กับไม่สมบูรณ์โดยใช้ unpaired t-test

- เปรียบเทียบอาการเกร็งที่วัดโดยใช้ modified

Ashworth scale โดยใช้ Wilcoxon sign rank test

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดด้วยโปรแกรม STATA 5.0, Stata Corporation, Texas, U.S.A. โดยกำหนดนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

กลุ่มประชากรเข้าร่วมการศึกษา 30 คน เป็นอาสาสมัครสุขภาพดี ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์และไม่สมบูรณ์ อย่างละ 10 คน อาสาสมัครและผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์มีอายุเฉลี่ยน้อยกว่าผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.013$ และ 0.001 ตามลำดับ) เพศไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผู้ป่วยที่บาดเจ็บทั้ง 2 กลุ่ม ระยะเวลาเฉลี่ยหลังได้รับบาดเจ็บไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.837$) ข้อมูลแสดงในตารางที่ 1 ส่วนระดับอัมพาตตามระบบ ASIA และระดับความรุนแรงของอาการเกร็งตาม modified Ashworth scale ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p = 0.388-1.000$ และ 0.546 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 2

กลุ่มประชากร	เพศ (ราย)		อายุเฉลี่ย (ปี) (Mean ± SD)	ระยะเวลาเฉลี่ยหลังได้รับบาดเจ็บ (เดือน) (Mean ± SD)
	ชาย	หญิง		
- อาสาสมัคร	3	7	33.3 ± 9.4*	-
- ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์	8	2	29.2 ± 12.0**	34.6 ± 37.4
- ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์	8	2	47.5 ± 7.8	31.3 ± 46.4

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มประชากรที่ศึกษา

* $p = 0.013$ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์

** $p = 0.001$ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์

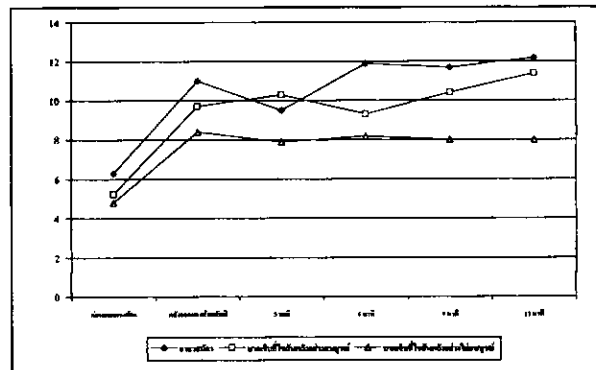
กลุ่มประชากร	ระดับอัมพาต (ราย)				ความรุนแรง				Modified Ashworth scale				
	คอ	อก	เอว	A	B	C	D	0	1	1+	2	3	4
- ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์	4	5	1	10	0	0	0	2	8	0	0	0	0
- ผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์	6	3	1	0	6	3	1	3	3	0	2	1	0

ตารางที่ 2 แสดงระดับอัมพาตและความรุนแรงแบ่งตามระบบ Frankel/ASIA และอาการเกร็งแบ่งตาม modified Ashworth scale

ตารางที่ 3 และรูปที่ 1 แสดง threshold amplitude ณ เวลาต่างๆ ในแต่ละกลุ่ม ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการออกแรงด้านแบบ isometric ทำให้ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural เพิ่มขึ้น (threshold sural amplitude enhancement) ในทุกกลุ่มประชากรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเพิ่มขึ้นตั้งแต่หลังออกแรงด้านจนถึงนาที่ที่ 12 หลังออกแรงด้านและผลที่ได้ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

อนึ่ง พื้นที่ของ SNAPs (area under a negative curve) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในทุกกลุ่มประชากร แต่ไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ส่วน peak latency และ duration ของ SNAPs ณ เวลาต่างๆ ไม่เปลี่ยนแปลงและไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ความแรงของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กระตุ้นไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทั้งในระดับความแรง supramaximal และระดับ threshold ($p > 0.05$).

รูปที่ 1
แสดงค่าเฉลี่ยของ sural amplitude แต่ละกลุ่ม ณ เวลาต่าง ๆ



กลุ่มประชากร	Threshold amplitude (µV) (X ± SD)					
	ก่อนออกแรงด้าน	ทันทีหลังออกแรงด้าน	ที่ 3 นาที	ที่ 6 นาที	ที่ 9 นาที	ที่ 12 นาที
- อาสาสมัคร	6.3 ± 2.87	11.0 ± 4.50*	9.5 ± 3.17*	11.9 ± 3.75*	11.7 ± 2.67*	12.2 ± 2.44*
- ผู้ป่วยปวดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์	5.3 ± 2.94	9.7 ± 3.86*	10.3 ± 5.23*	9.3 ± 5.19*	10.4 ± 5.21*	11.4 ± 6.11*
- ผู้ป่วยปวดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์	4.8 ± 1.75	8.4 ± 4.25*	7.9 ± 3.45*	8.2 ± 3.61*	8.0 ± 3.77*	8.0 ± 4.40*

ตารางที่ 3 แสดงค่าเฉลี่ยของ threshold sural amplitude ณ เวลาต่างๆ

* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกแรงด้าน

กลุ่มประชากร	พื้นที่ของ SNAPs ของเส้นประสาท Sural (X ± SD)					
	ก่อนออกแรงด้าน	ทันทีหลังออกแรงด้าน	ที่ 3 นาที	ที่ 6 นาที	ที่ 9 นาที	ที่ 12 นาที
- อาสาสมัคร	3.75 ± 3.15	8.13 ± 3.52*	6.13 ± 1.89	8.38 ± 3.16*	9.13 ± 3.94*	8.75 ± 2.12*
- ผู้ป่วยปวดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์	3.5 ± 2.92	6.2 ± 3.79*	6.4 ± 4.03*	4.9 ± 3.93	6.9 ± 3.96*	7.7 ± 4.14*
- ผู้ป่วยปวดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์	3.8 ± 1.69	6.0 ± 3.43*	5.9 ± 2.69*	6.1 ± 3.0*	6.3 ± 2.95*	6.6 ± 3.63*

ตารางที่ 4 แสดงค่าเฉลี่ยของพื้นที่ของ SNAPs ของเส้นประสาท sural ณ เวลาต่าง ๆ

* $p < 0.05$ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนออกแรงด้าน

บทวิจารณ์

การออกแรงต้านแบบ isometric ทำให้ threshold amplitude และพื้นที่ของ SNAPs ของเส้นประสาท sural เพิ่มขึ้นในทุกกลุ่มประชากรอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ peak latency และ duration ไม่มีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเปรียบเทียบค่า threshold amplitude ของเส้นประสาท sural กับการศึกษาอื่น⁽²⁾ ซึ่งทำการศึกษากลุ่มอาสาสมัครพบว่าค่า baseline threshold amplitude ใกล้เคียงกัน ($6.3 \pm 2.87 \mu V$ และ $6.5 \pm 1.8 \mu V$ ตามลำดับ) ในการศึกษาครั้งนี้ threshold amplitude หลังออกแรงต้านเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่กระตุ้นทันทีจนถึง 12 นาที หลังออกแรงต้าน ซึ่งต่างจากการศึกษาดังกล่าวซึ่งเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่นาทีที่ 4, 8 และ 10 เท่านั้น

การเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude และพื้นที่ของ SNAPs ของเส้นประสาท sural โดยที่ peak latency และ duration ไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่า amplitude เพิ่มขึ้นจริงไม่ได้เกิดจากความเร็วในการชักนำกระแสประสาทของเส้นประสาทบางกลุ่มเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด และการที่ duration คงเดิมช่วยสนับสนุนว่าไม่เกี่ยวข้องกับกลไกการเกิด synchronization ของ axon แต่อาจเป็นผลจากการออกแรงต้านแบบ isometric ทำให้เกิดการหลั่งสารเคมีบางอย่างทั้งจากกล้ามเนื้อและทางระบบประสาท เช่น กรด lactic, acetylcholine, cortisol, catecholamines เป็นต้น⁽⁹⁾ และนำพามาตามกระแสโลหิต และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เส้นประสาทอีกที่หนึ่ง Chiou-Tan และ Chiou ได้พิสูจน์สมมุติฐานนี้โดยทดลองฉีด saline, acetylcholine, Na acetate, Na lactate และ choline เข้าเส้นเลือดดำของกระต่าย และกระตุ้นเส้นประสาท sural พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude อย่างมีนัยสำคัญเฉพาะกรณีฉีดด้วย acetylcholine เท่านั้น โดยสันนิษฐานว่า acetylcholine ที่หลั่งออกมาไปกระตุ้นเส้นประสาทขนาดเล็กชนิดที่มีและไม่มีไมอีลินหุ้ม ทำให้เกิดการเพิ่มของ amplitude ซึ่งเป็นกลไกปรับแต่งระบบประสาทนำความรู้สึกโดยระบบประสาทสั่งการ⁽¹⁰⁾

มีข้อสังเกตว่าการเพิ่มขึ้นของ SNAPs amplitude อาจเกิดจากการกำทอน (resonance) ของ noise ตามปกติเมื่อกระตุ้นเส้นประสาทด้วยไฟฟ้าในระดับ threshold ซึ่งเรียกว่า stochastic resonance (noise enhancement of threshold periodic signal) ได้หรือไม่ จากการศึกษาพบว่าก่อนออกแรงต้านไม่มีการเพิ่มของ threshold amplitude อย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังจากออกแรงต้านมีการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude และยังคงเพิ่มขึ้นต่อไปอีกระยะหนึ่ง

หลังจากหยุดเกร็งกล้ามเนื้อซึ่งไม่สนับสนุนว่าเกิดจากการกำทอน ถ้าปรากฏการณ์นี้เกิดจากการกำทอนจริงน่าจะเกิดการเพิ่มขึ้นของ amplitude เมื่อกระตุ้นด้วยไฟฟ้าในระดับ threshold ตั้งแต่ก่อนการออกแรงต้านจนกระทั่งสิ้นสุดนาทีที่ 12⁽¹¹⁾

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการชักนำกระแสประสาทเมื่อกระตุ้นเส้นประสาท ได้แก่ อุณหภูมิของร่างกาย อายุ ความสูง และเพศแล้ว⁽¹¹⁾ พบว่าอุณหภูมิที่ลดต่ำลงทำให้ amplitude และ duration เพิ่มขึ้น เนื่องจากความเร็วในการชักนำกระแสประสาทของเส้นประสาท (nerve conduction velocity) ลดลง ทำให้ลดการเกิด phase cancellation⁽¹¹⁾ แม้ว่าการศึกษานี้จะไม่ได้ควบคุมอุณหภูมิ แต่ก็พบว่า duration ไม่ได้เพิ่มขึ้น อนึ่ง ผู้ศึกษาได้ทดลองทำการศึกษาในสถานที่และอุณหภูมิใกล้เคียงกันในอาสาสมัครโดยไม่ให้ออกแรงต้านหรือขยับเคลื่อนไหว พบว่า threshold amplitude ไม่ได้เพิ่มขึ้นชัดเจนแต่อย่างใด Chiou-Tan และคณะ⁽¹¹⁾ และ Chuang และคณะ⁽²⁾ ได้ทำการศึกษาโดยควบคุมอุณหภูมิ ก็พบการเพิ่มขึ้นของ amplitude เช่นเดียวกัน การเคลื่อนไหวข้อเองหรือโดยผู้อื่นทำให้มีผลต่อ amplitude ของ SNAPs เนื่องจากกลไก central sensory gating^(3,4) และ cutaneous sensory feedback⁽¹²⁾ ฉะนั้นระหว่างทำการศึกษาไม่ควรให้อาสาสมัครหรือผู้ป่วยขยับเคลื่อนไหวบ่อยๆ ส่วนอายุเฉลี่ยของผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์สูงกว่ากลุ่มอื่น เนื่องจากผู้ป่วยที่ทำการศึกษา 6 คน มีการบาดเจ็บที่ระดับคอแบบ hyperextension ซึ่งมักพบร่วมกับภาวะกระดูกคอเสื่อมในผู้สูงอายุ อายุที่มากขึ้นมีผลทำให้ amplitude ลดลงได้ ซึ่งในผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์มี amplitude ต่ำกว่ากลุ่มอื่นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ การวัดความสูงของผู้ป่วยทำได้ยากและไม่สะดวก อย่างไรก็ตาม ความสูงไม่ได้เป็นปัจจัยต่อการเพิ่มหรือลดลงของ amplitude⁽¹¹⁾ ส่วนความแตกต่างระหว่างเพศนั้นไม่เป็นปัจจัยที่สำคัญจึงไม่ต้องการการคำนวณปรับเปลี่ยน⁽¹¹⁾

อนึ่ง การเพิ่มขึ้นของ threshold sural amplitude ภายหลังจากออกแรงต้านแบบ isometric เกิดขึ้นในกลุ่มผู้ป่วยบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างสมบูรณ์ด้วย จึงสนับสนุนสมมุติฐานที่ว่า การเกิด enhancement นี้เป็นผลของกลไกในระบบประสาทส่วนปลาย เนื่องจากถ้าเกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนกลาง การเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ควรพบเฉพาะกลุ่มอาสาสมัครและผู้ป่วยที่บาดเจ็บอย่างไม่สมบูรณ์ซึ่งยังคงมีการนำกระแสประสาทต่อเชื่อมกันเท่านั้น

แม้ว่าการศึกษานี้จะมีข้อจำกัดที่กลุ่มประชากรขนาดเล็ก แต่การกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบปกติ ในเบื้องต้นจึงสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural เกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนปลาย จึงไม่สามารถนำไปใช้เพื่อวินิจฉัยแยกการบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์จากการบาดเจ็บอย่างสมบูรณ์ได้ ด้านการประยุกต์ใช้ทางคลินิกนั้น ผู้ทำการวิจัยกำลังศึกษาเพื่อนำไปช่วยในการวินิจฉัยโรคของเส้นประสาทส่วนปลาย (peripheral neuropathy) ในระยะแรกต่อไป.

สรุป

การออกกำลังกายแบบ isometric ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ threshold amplitude ของเส้นประสาท sural (threshold sural amplitude enhancement) ในทุกกลุ่มประชากรที่ไม่มีโรคของระบบประสาทส่วนปลาย ซึ่งบ่งชี้ว่าปรากฏการณ์ดังกล่าวเกิดจากกลไกในระบบประสาทส่วนปลาย แต่ยังไม่ทราบกลไกโดยละเอียด โดยสรุปวิธีการนี้ไม่สามารถนำไปใช้เพื่อวินิจฉัยแยกการบาดเจ็บที่ไขสันหลังอย่างไม่สมบูรณ์จากการบาดเจ็บอย่างสมบูรณ์ได้ และต้องการการศึกษาประโยชน์ทางคลินิกต่อไป.

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจาก ทุนผลิตแพทย์เพิ่ม คณะแพทยศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ประจำปีงบประมาณ 2543.

ขอขอบคุณแพทย์ประจำบ้านที่ให้ความร่วมมือในการศึกษานี้จนสำเร็จด้วยดี.

เอกสารอ้างอิง

1. Chiou-Tan FY, Magee KN, Tuel SM, Robinson LR, Krouskop TA, Nelson MR, et al. Augmented sensory nerve action potentials during distant muscle contraction. *Am J Phys Med Rehabil* 1997 ; 76(1) : 14-8.
2. Chuang TY, Chiou-Tan FY. Temporal effects of isometric contraction maneuvers on threshold sural amplitude. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79(1) : 40-3.
3. Seyal M, Ortstadt JL, Kraft LW, Gabor AJ. Effect of movement on human spinal and subcortical

- somatosensory evoked potentials. *Neurology* 1987; 37(4): 650-5.
4. Seyal M, Browne K, Masuoka LK, Gabor AJ. Enhancement of the amplitude of somatosensory evoked potentials following magnetic pulse stimulation of the human brain. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1993 ; 88 : 20-7.
5. Tran T, Robinson RL, Moss F, Chiou-Tan FY. Increased threshold sural amplitude after upper extremity isometric contraction in complete paraplegics (Poster presentation in 60th AAPMR annual meetings). *Arch Phys Med Rehabil* 1998 ; 79: 1162-3.
6. Chuang TY, Robinson LR, Nelson MR. Effect of isometric contraction on threshold somatosensory evoked potentials. *Am J Phys Med Rehabil* 1999 ; 78(1): 2-6.
7. Chiou-Tan FY, Chuang TY, Dinh T, Robinson LR, Tuel SM, Moss F. Effect of nerve block on sural amplitude during remote muscle contraction. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1998 ; 38: 231-5.
8. Kimura J. *Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle: principles and practice*. 2nd ed. Philadelphia: F.A. Davis, 1989 : 129.
9. Astrand PO, Rodahl K. *Textbook of work physiology: Physiological bases of exercise*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1986 : 320, 558.
10. Chiou-Tan FY, Chiou GCY. Contribution of circulating acetylcholine to sensory nerve conduction augmentation. *Life Sci* 1999; 66(16): 1509-18.
11. Johnson EW, Pease WS. *Practical electromyography*. 3rd ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1997: 144-8.
12. Jones SJ, Halonen JP, Shawkat F. Centrifugal and centripetal mechanisms involved in the 'gating' of cortical SEPs during movement. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1989 ; 74: 36-45.

Does the Threshold Amplitude Enhancement Help Differentiate Complete from Incomplete Cord Lesion?

Wasuwat Kitisomprayoonkul, M.D.

Apichana Kovindha, M.D.

Department of Rehabilitation Medicine, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand

Kitisomprayoonkul W, Kovindha A. Does the threshold amplitude enhancement help differentiate complete from incomplete cord lesion ? J Thai Rehabil. 2001; 11(2) : 48-54.

Abstract

Objectives: In normal persons, isometric contraction of the upper limb enhances the threshold sural sensory nerve action potential (SNAP) amplitude. Mechanism of the enhancement is still not known. If it is due to central mechanism, it may be help in differentiating complete from incomplete cord lesion.

Materials and method: We did a prospective study of the threshold sural SNAP amplitude in 10 normal subjects, 10 complete cord lesions and 10 incomplete cord lesions. By using threshold intensity, the baseline to peak amplitude of sural SNAP was recorded. Then each subject was asked to do isometric contraction either of the left elbow flexors or of shoulder elevators, if the elbow flexors were paralysed. Immediately after isometric contraction and after 3 min, 6 min, 9 min, and 12 min, the sural nerve was again stimulated with the same threshold intensity. The amplitude of each SNAP was measured and compared to determine the degree of the enhancement.

Results: Significant enhancement of the threshold SNAP amplitudes was found in all 3 groups ($p < 0.05$). However, there was no significant difference in degree of the enhancement between normal subject, complete cord lesion and incomplete cord lesion groups.

Conclusion: The study of enhancement of the threshold sural SNAP could not help in differentiating complete from incomplete cord lesions. However, it might be helpful for diagnosis of peripheral nerve lesion, not the cord lesion.