ผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทมีเดียนและอัลนาในอาสาสมครคนไทยปกติ

Effects of age, body weight, height and body mass index on nerve conduction velocity of median and ulnar nerves in normal Thai subjects.

จันเพ็ญ บางสำรวจ
เมตตา โพธิ์กลิ่น

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีการศึกษา 2554

ชื่อเรื่อง ผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทมีเดียนและอัลนาในอาสาสมัครคนไทยปกติ
ผู้วิจัย จันเพ็ญ บางสำรวจ และ เมตตา โพธิ์กลิ่น
สถาบัน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
ปีที่พิมพ์ 2556
สถานที่พิมพ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
แหล่งที่เก็บรายงานฉบับสมบูรณ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
จำนวนหน้างานวิจัย 61 หน้า
คำสำคัญ ความเร็วการนำกระแสประสาท มีเดียน อัลนา อาสาสมัครคนไทยปกติ
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

บทคัดย่อ

ความเร็วการนำกระแสประสาทเป็นค่าที่นำมาใช้ในการประเมินการทำงานของระบบประสาทส่วนปลาย เพื่อช่วยในการวินิจฉัยโรค ทั้งนี้มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อค่าความเร็วการนำกระแสประสาท เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย งานวิจัยนี้จึงศึกษาปัจจัยดังกล่าวว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับความเร็วการนำกระแสประสาทในกลุ่มตัวอย่างคนไทยปกติ จำนวน 100 คน โดยหาความสัมพันธ์ด้วยสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน พบว่ามีเพียงค่าดัชนีมวลกายเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median ($p < 0.05$) และ ulnar ($p< 0.01$) โดยไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวกับอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง

Research Title Effects of age, body weight, height and body mass index on nerve conduction velocity of median and ulnar nerves in normal Thai subjects.

Researchers Janpen Bangsumruaj

Maitta Phoglin

Institution Huachiew Chalermprakiet University

Year of Publisher 2013

Sources Huachiew Chalermprakiet University

No. of Pages 61 pages

Keywords Nerve conduction velocity, Median nerve, Ulnar nerve, Normal Thai subject

Copyright Huachiew Chalermprakiet University

ABSTRACT

Nerve conduction velocity which use to assess peripheral nerve functions for diagnosis of neuropathies, are known to vary with age, height, body weight and body mass index (BMI). This study investigated the relationship between these factors on median and ulnar nerve among 100 normal Thai subjects by using the Pearson's correlation. It was found that BMI was negatively associated nerve conduction velocity in median ($p < 0.05$) and ulnar nerve ($p < 0.01$), but no association between age, height, and body weight.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากหลาย ๆ หน่วยงานในมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอขอบคุณสำนักพัฒนาวิชาการมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติที่ให้โอกาสและทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนคณะกรรมการวิชาการและสำนักงานเลขานุการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสำหรับการตรวจแก้โครงร่างงานวิจัย นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติสำหรับคำแนะนำในการเก็บข้อมูลเพื่อให้ถูกต้องตามหลักจริยธรรม

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ผู้วิจัยตลอดมา จนทำให้ประสบความสำเร็จในชีวิต

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....2
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....3
กิตติกรรมประกาศ.....4
สารบัญ.....5
สารบัญตาราง.....6
สารบัญรูปภาพ.....7
บทที่ 1 บทนำ.....8
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....8
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....10
สมมติฐานการวิจัย.....10
ขอบเขตของการวิจัย.....10
นิยามตัวแปร.....10
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....11
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....12
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....28
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย.....30
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....30
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....30
การวิเคราะห์ข้อมูล.....31
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....33
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....39
บรรณานุกรม.....43
ภาคผนวก.....46
ก วิธีการวัดความเร็วการนำกระแสประสาท.....47
ข ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างและความเร็วการนำกระแสประสาทในอาสาสมัคร
จำนวน 100 คน.....52
ค ประวัติย่อผู้วิจัย.....61

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อค่าความเร็วการนำกระแสประสาทในแต่ละประเทศ……28

4.1 อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายแยกตามเพศ……34

4.2 ความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar ในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ……..35

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย……..36

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท ulnar กับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย……..37

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 โครงสร้างของเซลล์ประสาท……13

2.2 แสดงจุดประสานของเซลล์ประสาท……..……..14

2.3 แสดงตำแหน่งของเส้นประสาท median ……....17

2.4 แสดงตำแหน่งของเส้นประสาท ulnar……18

2.5 Brachial plexus และแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงแขน……..……18

2.6 เส้นประสาทที่แตกแขนงมาจาก lumbar plexus ……..…20

2.7 กล้ามเนื้อที่เลี้ยงโดยเส้นประสาทจาก sacral plexus……..21

2.8 แขนงของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงบริเวณอุ้งเชิงกราน……22

2.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทขณะเกิดกระแสประสาท……24

2.10 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย.....29

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

การหาค่าความเร็วการนำกระแสประสาท (nerve conduction velocity) เป็นการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์เพื่อประเมินความผิดปกติของระบบประสาทส่วนปลาย โดยการกระตุ้นที่ผิวหนังตามทางเดินของเส้นประสาท แล้วติดขั้วบันทึกที่กล้ามเนื้อที่เส้นประสาทนั้นไปเลี้ยง การตรวจทางคลินิกถ้าเป็นระยางบน (upper limb) มักจะตรวจที่เส้นประสาท median และ ulnar ซึ่งเป็นเส้นประสาทสำคัญที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวและรับความรู้สึกของแขน ตัวอย่างโรคของเส้นประสาทดังกล่าว เช่น โรคพังผืดทับเส้นประสาทข้อมือ (carpal tunnel syndrome) ความเสื่อมของเซลล์ประสาทยนต์ในระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เส้นประสาท median หรือ ulnar ไม่ทำงาน เป็นสาเหตุให้เกิดโรคกล้ามเนื้ออ่อนแรง (primary lateral sclerosis) หรือโรคติดเชื้อที่ไขสันหลัง (tropical spastic paraparesis) ซึ่งการตรวจความเร็วการนำกระแสประสาทจะสามารถบอกตำแหน่งรอยโรค ระยะเวลาการดำเนินของโรค และการฟื้นตัวได้ (Evans and Daube. 1984; Flack et al. 1994)

การตรวจนี้สามารถทำได้ทั้งเส้นประสาทสั่งการ (motor nerve) และเส้นประสาทนำความรู้สึก(sensory nerve) มีปัจจัยมากมายที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาท เช่น ขนาดของใยประสาท ในใยประสาทขนาดใหญ่กระแสประสาทจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าใยประสาทขนาดเล็ก ขนาดของเส้นประสาทซึ่งเป็นกลุ่มของใยประสาททั้งหมดจะสัมพันธ์กับขนาดของร่างกาย ดังนั้นหากเทียบในสัตว์ตระกูล (species) เดียวกัน สัตว์ที่มีขนาดตัวใหญ่กระแสประสาทจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่าสัตว์ที่มีขนาดตัวเล็ก (Takano et al. 1991)

นอกจากปัจจัยทางด้านคุณสมบัติของเส้นประสาทเองแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ส่วนสูงซึ่งจากการศึกษาของ Soudmand et al (1982) โดยทำการศึกษาในเส้นประสาท peroneal และ sural ซึ่งเป็นเส้นประสาทที่ขาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 41 คน เป็นเพศชาย 19 คน เพศหญิง 22 คน อายุระหว่าง 19 – 64 ปี พบว่าส่วนสูงมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันกับความเร็วการนำกระแสประสาท กล่าวคือ คนเตี้ยมีความเร็วการนำกระแสประสาทมากกว่าคนสูง และจากการศึกษาของ Wagman and Lesse (1952) ซึ่งศึกษาที่เส้นประสาท median และ radial ของแขนในอาสาสมัครปกติจำนวน 30 คนได้ผลการวิจัยเช่นเดียวกับของ Soudmand et al (1982) แต่ที่เส้นประสาท ulnar กลับให้ผลตรงกันข้ามคือ ความสูงไม่สัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแส

ประสาทและพบว่าอายุเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาท เมื่ออายุมากขึ้น ความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลง (Awang et al. 2006) สาเหตุอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาในผู้สูงอายุ คือเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นขนาดของเส้นประสาทจะลดลง หรือเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไปจากเดิม ทำให้การผ่านเข้าออกของไอออนต่าง ๆ ผิดปกติ (Huang et al. 2009) นอกจากนี้ยังพบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar จะลดลงเมื่อค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้น (Awang et al. 2006) นั่นคือคนผอมจะมีความเร็วการนำกระแสประสาทมากกว่าคนอ้วน

ในส่วนของระยางล่าง (lower limb)นั้น เส้นประสาทที่มักจะนำมาตรวจทางคลินิกได้แก่ เส้นประสาท peroneal, tibial และ sural (Thakur et al. 2011) เพื่อนำมาประกอบการวินิจฉัยโรคทางระบบประสาทส่วนปลาย 2 กลุ่ม คือ โรคที่มีการทำลายปลอกหุ้มประสาท (demyelinating disease) และโรคการเสื่อมสลายของใยประสาท (axonal degeneration) (Evans and Daube. 1984; Stevens. 1997) ปัจจัยทางด้านอายุ ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกายต่างก็มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทที่ระยางล่างเช่นเดียวกับที่ระยางบน เช่น ที่เส้นประสาท sural และ tibial ทั้งในส่วนของนำความรู้สึกและควบคุมการเคลื่อนไหวต่างมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ คือ เมื่ออายุมากขึ้นความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลง (Saeed and Akram. 2008; Awang et al. 2006; Huang et al. 2009) และเช่นเดียวกันในคนที่มีค่าดัชนีมวลกายมากจะมีค่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท sural น้อย (Awang et al. 2006) ทั้งนี้มีงานวิจัยบางเรื่องที่ได้ผลตรงกันข้าม เช่นเมื่อวัดความเร็วการนำกระแสที่เส้นประสาท tibial กลับไม่สัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกาย (Buschbacher. 1998) และน้ำหนัก (Huang et al. 2009) ส่วนความสูงมีความสัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท peroneal คือ คนสูงจะมีค่าความเร็วการนำกระแสประสาทน้อยกว่าคนเตี้ย (Rivner et al. 2001; Campbell et al. 1981) แต่ถ้าวัดที่เส้นประสาท tibial กลับไม่พบความสันพันธ์ดังกล่าว (Thakur et al. 2011)

จากงานวิจัยทั้งหมดที่กล่าวมาจะเห็นว่าผลการศึกษายังไม่ชัดเจน ในเส้นประสาทแต่ละชนิดก็ให้ผลที่ต่างกัน หรือแม้แต่ในเส้นประสาทชนิดเดียวกันบางครั้งผลยังออกมาขัดแย้งกัน อีกทั้งงานวิจัยทางด้านค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทยังมีไม่มากนัก กลุ่มตัวอย่างที่ใช้มีจำนวนน้อยเกินไป รวมทั้งการศึกษาทางด้านปัจจัยต่าง ๆ ต่อความเร็วการนำกระแสประสาทนั้นกลุ่มตัวอย่างส่วนมากเป็นชาวยุโรป แต่ในประชากรคนไทยนั้นมีการศึกษาน้อยมาก ซึ่งค่าที่ได้นั้นอาจแปรเปลี่ยนไปตามเชื้อชาติ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาปัจจัยทางด้านอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายในกลุ่มตัวอย่างคนไทยว่า มีความสัมพันธ์กับความเร็วการ

นำกระแสประสาทหรือไม่ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการตรวจวินิจฉัยโรคทางระบบประสาทต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทในเส้นประสาท median และ ulnar ในอาสาสมัครคนไทยปกติ

สมมุติฐานของการวิจัย

ความเร็วการนำกระแสประสาทมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทในเส้นประสาท median และ ulnar ในอาสาสมัครคนไทยปกติ โดยกลุ่มตัวอย่างคือบุคคลทั่วไปคละเพศและอายุ จำนวนทั้งสิ้น 100 คน ซึ่งการศึกษาครอบคลุม 2 ด้านด้วยกันคือ

1. หาค่าปกติของความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar
2. ศึกษาผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาท

นิยามตัวแปร

Nerve conduction velocity	=	ความเร็วการนำกระแสประสาท
Median nerve	=	เส้นประสาทที่มีต้นกำเนิดจากไขสันหลังระดับ $C_6 - T_1$ ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อปลายแขนด้านหน้ากล้ามเนื้อฝ่ามือด้านนิ้วโป้ง 3 นิ้วครึ่ง เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของมือและนิ้ว

หัวแม่มือ นิ้วชี้ นิ้วกลาง และครึ่งหนึ่งของนิ้วนางนอกจากนี้ยังทำหน้าที่เลี้ยง ผิวหนังบริเวณดังกล่าวด้วยเพื่อรับความรู้สึก

Ulnar nerve = เส้นประสาทที่มีต้นกำเนิดจากไขสันหลังระดับ $C_8 – T_1$ ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อมัดครึ่งที่ไม่ได้ถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาท median เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของนิ้วนางและนิ้วก้อยและให้แขนงเลี้ยงผิวหนังของบริเวณดังกล่าวเพื่อทำหน้าที่รับความรู้สึก

อาสาสมัครคนไทยปกติ = ผู้ที่ไม่มีความผิดปกติของระบบประสาท ไม่มีอาการกล้ามเนื้อ มือ แขน ขา และเท้าลีบหรืออ่อนแรง และมีสัญญาณชีพปกติ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

นำความรู้ที่ได้ไปเป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัยโรคของระบบประสาทส่วนปลาย และได้ทราบค่าปกติของความเร็วการนำกระแสประสาทที่ median และ ulnar ในกลุ่มตัวอย่างคนไทย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบประสาทเป็นระบบที่ควบคุมการทำงานของร่างกายในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่มาจากทั้งภายนอกและภายในร่างกาย ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับ

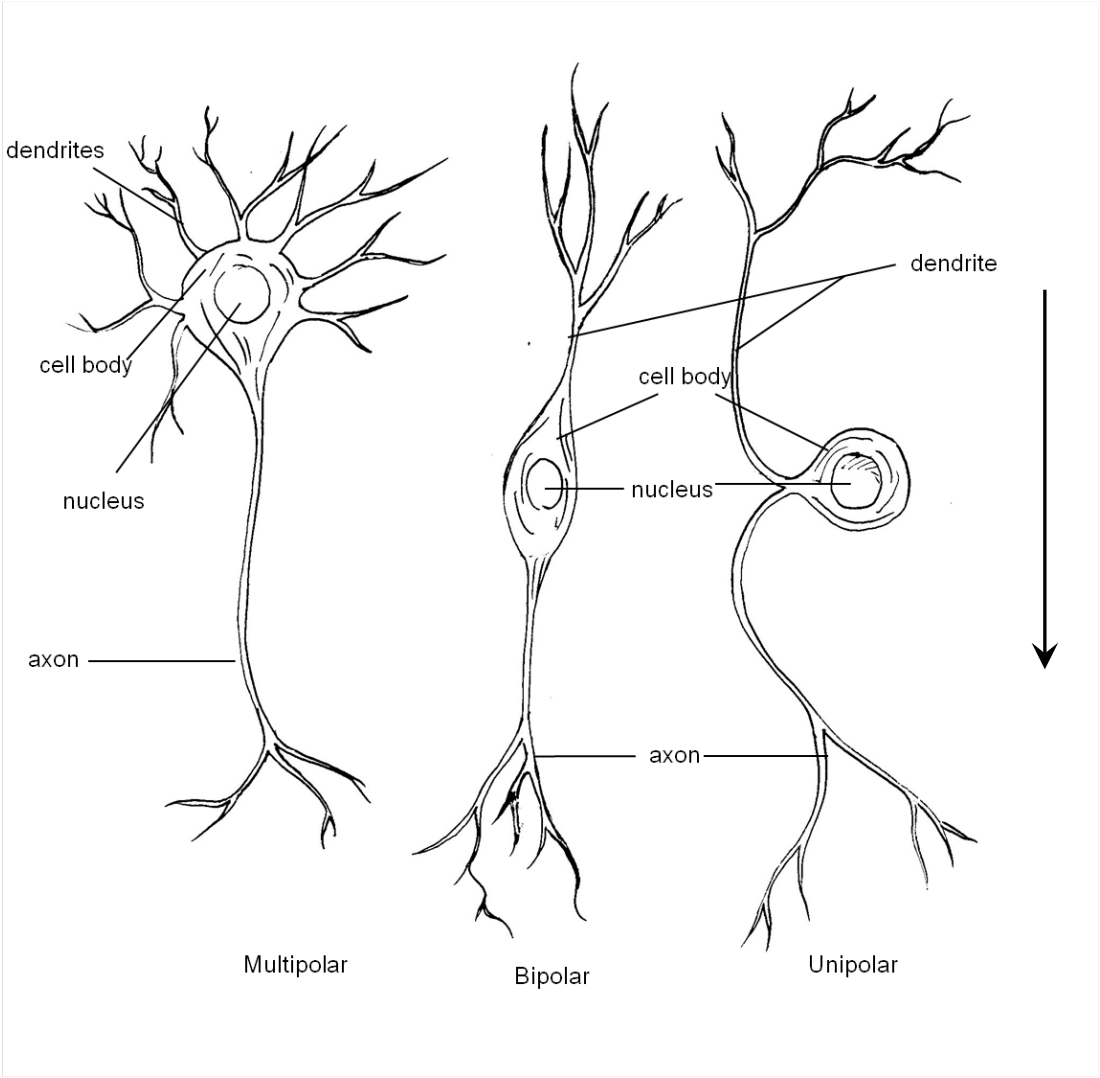
1. การรับความรู้สึกจากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
2. การส่งคำสั่งมายังกล้ามเนื้อ
3. การทำงานร่วมกับระบบต่อมไร้ท่อ (Seeley et al. 2003)

ระบบประสาทในร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาท (neuron) มีลักษณะสำคัญซึ่งแตกต่างจากเซลล์ชนิดอื่น ๆ ในร่างกาย คือ มีแขนงที่ยื่นยาวออกจากตัวเซลล์ประสาทที่เรียกว่าใยประสาท (nerve fiber) แขนงดังกล่าวแบ่งเป็น 2 พวกคือ เด็นไดรท์ (dendrite) และแอกซอน (axon) โดยเด็นไดรต์ทำหน้าที่นำข้อมูลจากนอกเซลล์ประสาทเข้าไปในเซลล์ประสาท ส่วนแอ็กซอนทำหน้าที่ตรงกันข้ามคือนำกระแสประสาทออกไปจากตัวเซลล์ประสาท ในร่างกายมนุษย์ประกอบด้วยเซลล์ประสาทมากมายประมาณสามสิบหมื่นล้านเซลล์ แต่ละเซลล์ยังต้องติดต่อกับเซลล์อื่น ๆ ซึ่งอาจมากถึง 60,000 เซลล์ บริเวณที่ติดต่อกันเรียกว่าจุดประสาน (synapse) เส้นใยประสาทจะอยู่รวมกันเป็นมัดเรียกว่า เส้นประสาท (nerve trunk) เส้นประสาท median บริเวณข้อมือประกอบด้วยใยประสาท ประมาณ 2,400 ใย

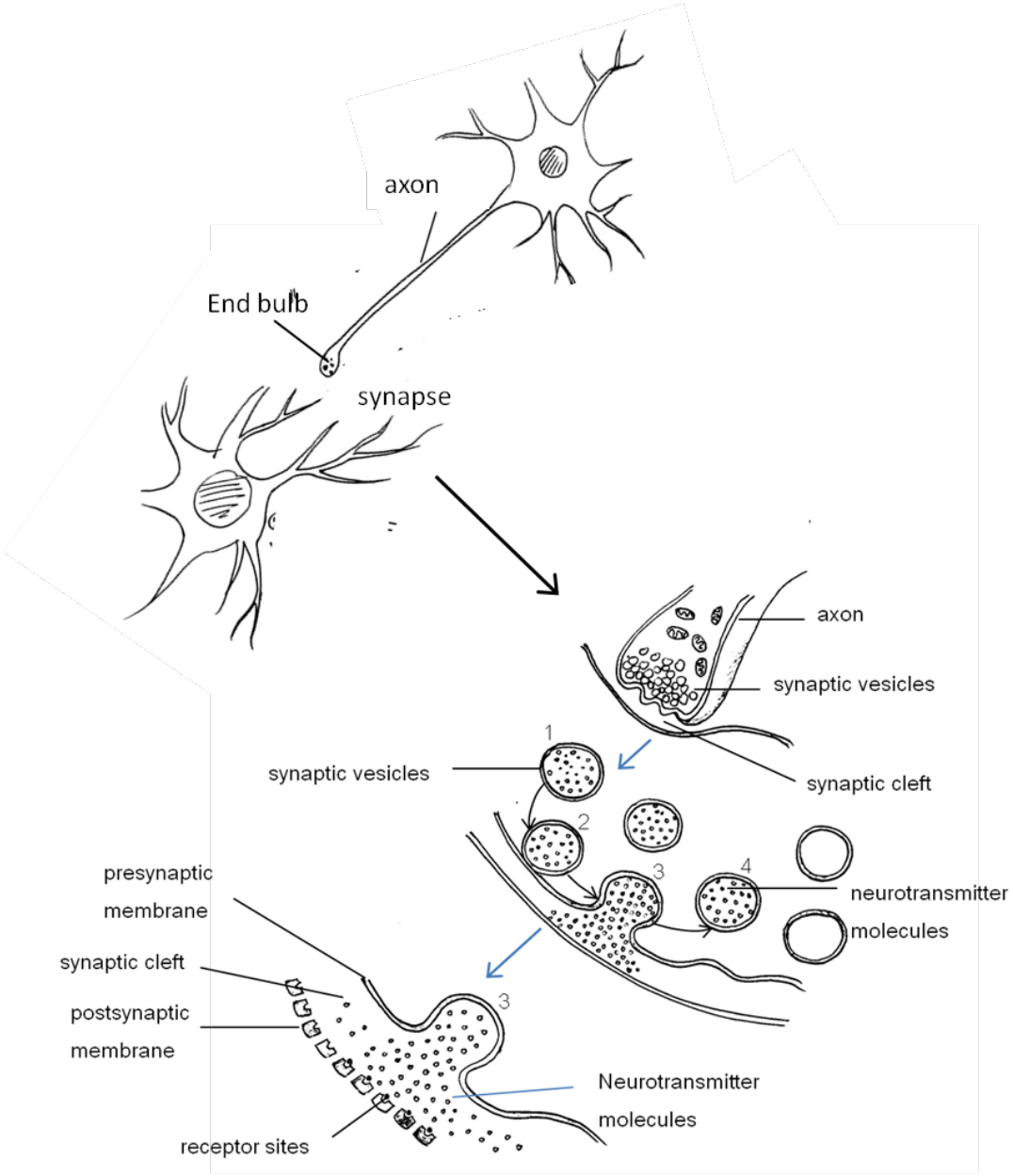
ระบบประสาทแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) คือ สมองและไขสันหลัง ประกอบด้วยตัวเซลล์ประสาทและเด็นไดรท์กับแอกซอน

2. ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system) คือ เส้นประสาทที่อยู่นอกสมองและไขสันหลัง ประกอบด้วยเด็นไดรท์และแอกซอนทั้งสิ้นโดยไม่มีตัวเซลล์อยู่เลย (ชูศักดิ์ เวชแพทย์. 2538)



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของเซลล์ประสาท เซลล์ประสาทแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ multipolar neuron, bipolar neuron และ unipolar neuron ทิศทางของลูกศรแสดงถึงทิศของกระแสประสาท (ดัดแปลงจาก Carola et al. 1992)



ภาพที่ 2.2 แสดงจุดประสานของเซลล์ประสาท เซลล์ประสาททำหน้าที่ส่งข้อมูลไปยังเซลล์อื่น ๆ ในรูปของสารเคมี เรียกการติดต่อส่งข่าวสารเช่นนี้ว่า synaptic transmission ซึ่งจะเกิดขึ้นได้ต้องส่งกระแสประสาทไปยังบริเวณรอยเชื่อมต่อระหว่าง axon กับ dendrite ของเซลล์ประสาทถัดไปหรือกับตัวเซลล์ โดยเซลล์ประสาทที่ส่งข้อมูลออกเรียกว่า presynaptic neuron ส่วนเซลล์ประสาทที่รับการกระตุ้นเรียกว่า postsynaptic neuron ตรงปลายสุดของ axon จะมีลักษณะเป็นปุ่ม ภายในมีเม็ดซึ่งบรรจุสารสื่อประสาท เมื่อถูกกระตุ้นเม็ดบรรจุสารสื่อประสาทจะเชื่อมกับเยื่อเซลล์ส่วน presynaptic membrane เพื่อปล่อยสารสื่อประสาทออกไปสู่ synaptic cleft (ดัดแปลงจาก Carola et al. 1992)

ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะระบบประสาทส่วนปลายซึ่งเกี่ยวข้องกับเส้นประสาทที่จะวัดความเร็วการนำกระแสประสาท

ระบบประสาทส่วนปลาย

ระบบประสาทส่วนปลายหมายถึงระบบประสาทนอกสมองและไขสันหลังประกอบด้วยเส้นประสาท 2 ชนิด คือ เส้นประสาทรับความรู้สึก (sensory nerve) ซึ่งทำหน้าที่ในการส่งกระแสประสาทไปยังสมองและเส้นประสาทสั่งการ (motor nerve) จะทำหน้าที่รับคำสั่งจากสมองไปยังอวัยวะที่สมองสั่งการได้ซึ่งมีทั้งอยู่นอกอำนาจจิตใจ (involuntary control) และใต้อำนาจจิตใจ (voluntary control) ระบบประสาทส่วนปลายประกอบด้วยเส้นประสาทที่มาจากสมอง 12 คู่ แยกเป็นทางซีกซ้ายและซีกขวา เพื่อรับส่งความรู้สึกและคำสั่งตั้งแต่ลำคอขึ้นไป เรียกว่าเส้นประสาทสมอง (cranial nerve) และเส้นประสาทที่ออกจากไขสันหลัง มีทั้งสิ้น 31 คู่ จากลำคอลงมาแยกออกไปทางซีกซ้ายขวาของร่างกาย เรียกว่าเส้นประสาทไขสันหลัง (spinal nerve) ทำหน้าที่รับส่งความรู้สึกและคำสั่งตั้งแต่บริเวณลำคอลงไปตลอดทั้งร่างกายจนถึงปลายมือปลายเท้า

เส้นประสาทไขสันหลัง

เส้นประสาทไขสันหลังเกิดจากการรวมตัวของ dorsal (sensory nerve) และ ventral nerve roots (motor nerve) เส้นประสาทไขสันหลังชนิด motor nerve จะให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ ส่วน sensory nerve รับความรู้สึกจากผิวหนังและเนื้อเยื่อบริเวณต่าง ๆ เข้ามาสู่ไขสันหลังและสมอง เส้นประสาทไขสันหลังแต่ละเส้นจะไปเลี้ยงผิวหนังเฉพาะที่ เรียกบริเวณผิวหนังที่เลี้ยงโดยเส้นประสาทไขสันหลังแต่ละเส้นว่า dermatome (Marieb. 1995)

เส้นประสาทไขสันหลังมีจำนวนทั้งหมด 31 คู่ แบ่งเป็น

ระดับคอ (Cervical spinal nerve)	8	คู่
ระดับอก (Thoracic spinal nerve)	12	คู่
ระดับเอว (Lumbar spinal nerve)	5	คู่
ระดับก้น (Sacral spinal nerve)	5	คู่
ระดับหาง (Coccygeal spinal nerve)	1	คู่

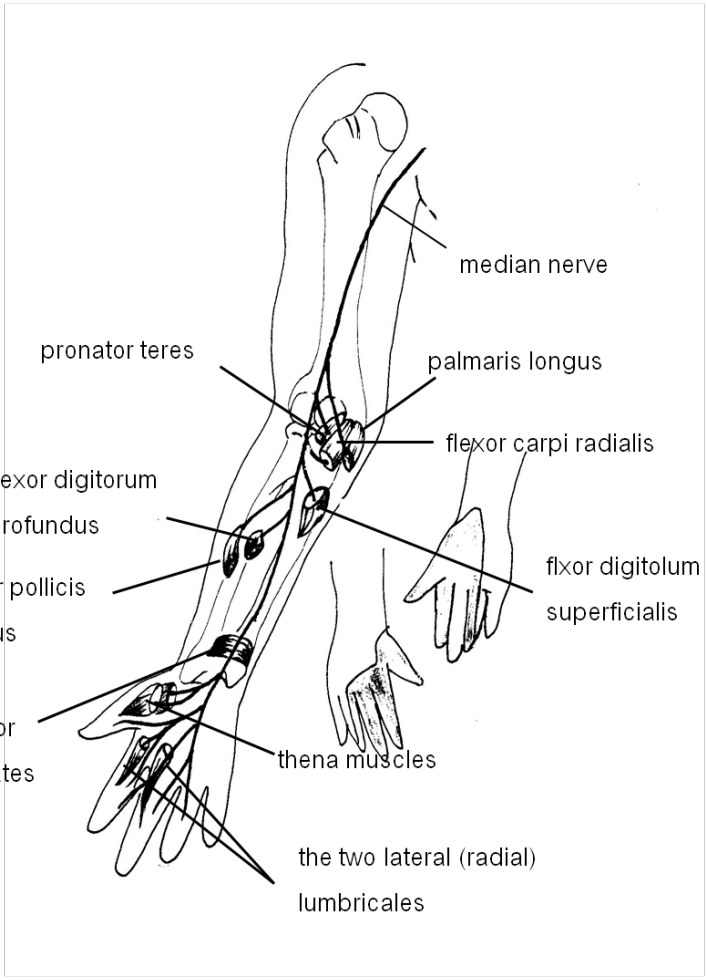
เส้นประสาทไขสันหลังระดับคอที่ 1 ถึง 4 ($C_1 - C_4$) จะมารวมกันเป็นร่างแหประสาท (plexus) ชื่อว่า cervical plexus หลังจากรวมกันแล้วจะแตกแขนงออกไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณคอและหัวไหล่ รวมทั้งกล้ามเนื้อคอด้วย มีแขนงที่สำคัญชื่อว่า phrenic nerve ไปควบคุมกล้ามเนื้อกระบังลมซึ่งมีความสำคัญในการหายใจ

เส้นประสาทไขสันหลังระดับ C_5-T_1 รวมกันเป็น brachial plexus แล้วแตกแขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและผิวหนังของแขนและมือ ซึ่งมีเส้นประสาทสำคัญ ๆ ดังนี้

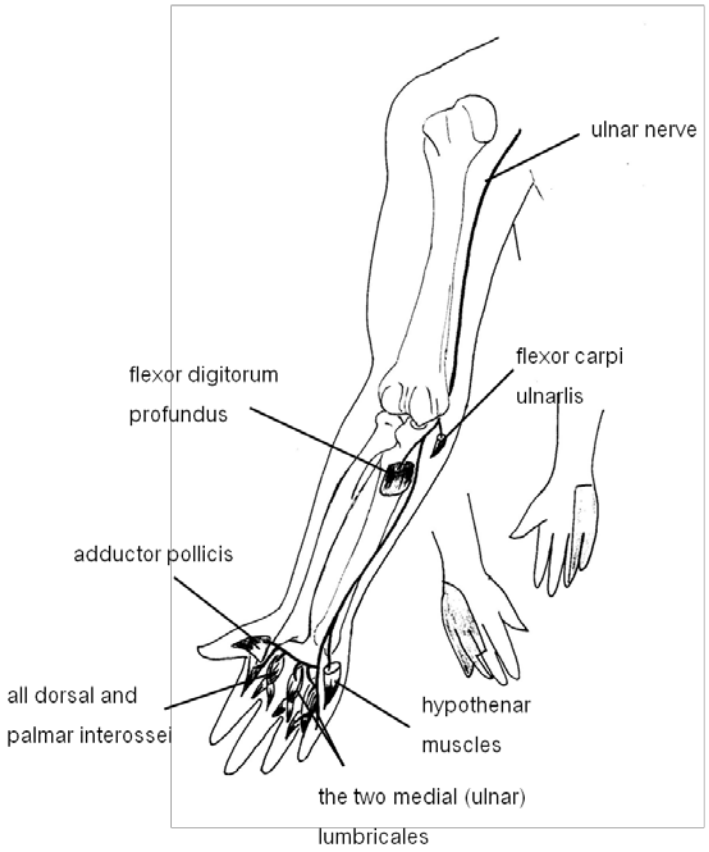
1. Median nerve เส้นประสาทนี้ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อปลายแขนด้านหน้ากล้ามเนื้อฝ่ามือด้าน นิ้วโป้ง 3 นิ้วครึ่ง ถ้าถูกกดจะทำให้เกิดอาการชาบริเวณ thenar ของมือ ปลายนิ้วชี้และนิ้วกลาง แต่ถ้าเส้นประสาทถูกตัดขาดบางส่วนจะทำให้มีการเจ็บปวดมากที่มือ มีต้นกำเนิดมาจากร่างแหประสาทแขน (brachial plexus) เส้นประสาทmedian เกิดจาก medial cord และ lateral cord ของร่างแหประสาทแขน โดยมีเซลล์ประสาทต้นกำเนิดอยู่ที่ไขสันหลังระดับ $C_6 – T_1$ ทางเดินเริ่มจากต้นแขนและต่อเนื่องลงมาตามแขน เข้าสู่ปลายแขนและเข้าสู่มือโดยผ่าน capal tunnel โดยที่ปลายแขนให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต่างๆ ดังนี้ pronator teres, flexor carpi radialis, palmaris longus, flexor digitorum superficialis, flexor pollicis longus, flexor digitorum profundus และ pronator quadrates ส่วนที่มือให้แขนง sensory ไปเลี้ยงฝ่ามือและนิ้วมือ $3^1/_2$ นิ้วทางด้าน radial (นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้และครึ่งหนึ่งของนิ้วกลาง) และแขนง motor ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis, flexor pollicis brevis, opponens pollicis และ lumbricales ที่ 1 และ 2 (รูปที่ 2.3) (มีชัย ศรีใส. 2546)

2. Radial nerve เส้นประสาทนี้ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อต้นแขนและปลายแขนด้านหลัง คือ extensor muscle (ด้านนิ้วหัวแม่มือ) และผิวหนังด้านนอกของต้นแขนและปลายแขน เส้นประสาทนี้ถ้าถูกกดหรือตัดขาดจะทำให้เกิดอาการข้อมือตก (wrist drop) เนื่องจากกล้ามเนื้อปลายแขนด้านหลังไม่ทำงาน ต้นกำเนิดของเส้นประสาทเป็นแขนงออกจาก posterior cord และมีเซลล์ต้นกำเนิดอยู่ที่ไขสันหลังระดับ C_5 - C_8 และ T_1 ทางเดินเส้นประสาทเริ่มจากบริเวณต้นแขน ซึ่ง radial nerve นี้อยู่หลังต่อหลอดเลือดแดง brachial แล้วอ้อมรอบ spiral groove ของกระดูก humerus ที่บริเวณข้อศอก เส้นประสาทนี้แตกแขนงเป็น superficial radial ซึ่งเป็นแขนง sensory และ deep radial ซึ่งเป็นแขนง motor บริเวณต้นแขนให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ triceps brachii, anconeous, brachioradialis และ extensor carpi radialis longus และให้แขนง sensory ไปเลี้ยงผิวหนังด้านหลังของแขนและปลายแขน บริเวณปลายแขนให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ extensor carpi radialis brevis, supinator, extensor digitorum, extensor digiti minimi, extensor carpi ulnaris, abductor pollicis longus, extensor pollicis brevis และ extensor indicis และให้แขนง sensory ไปเลี้ยงด้านหลังของมือและ $3^1/_2$ นิ้วทางด้าน radial (นิ้วหัวแม่มือ นิ้วชี้ และครึ่งหนึ่งของนิ้วกลาง)

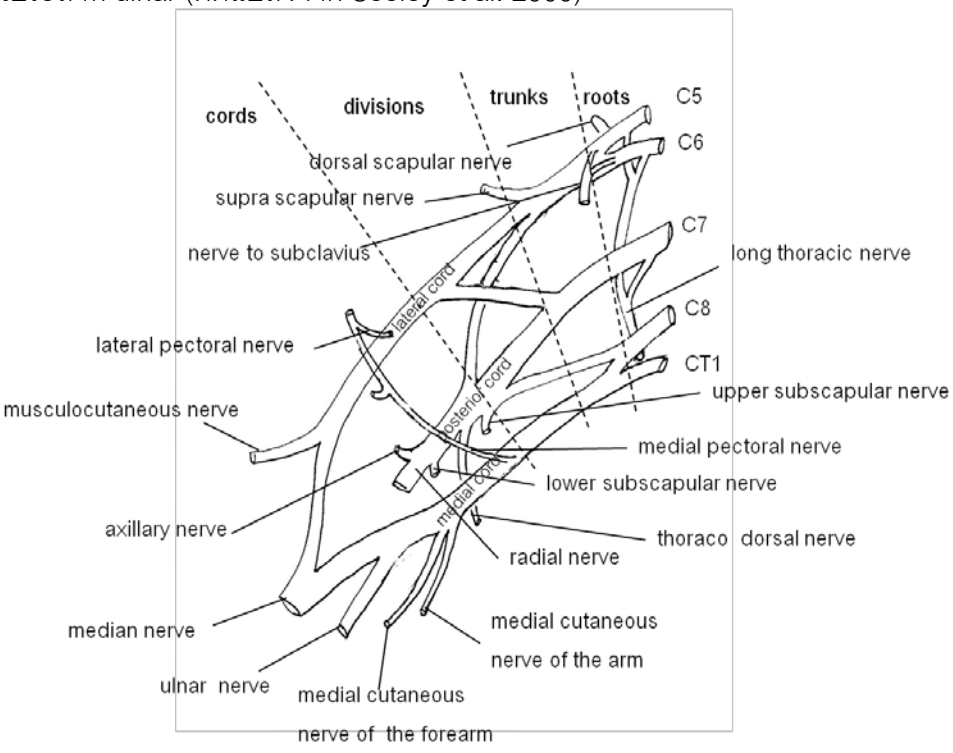
3. Ulnar nerve เส้นประสาทนี้ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อของนิ้วก้อยและกล้ามเนื้อมัด เล็ก ๆ ของฝ่ามือ ถ้าเส้นประสาทนี้ถูกกดหรือตัดขาดจะทำให้นิ้วมืองอเรียกว่า claw hand ต้นกำเนิดของเส้นประสาทเป็นแขนงจาก medial cord ของ brachial plexus โดยมีเซลล์ประสาทต้นกำเนิดอยู่ที่ $C_8 - T_1$ ทางเดินของเส้นประสาทเริ่มจากต้นแขนอยู่ทางด้านในของหลอดเลือดแดง brachial บริเวณข้อศอก ผ่าน elbow tunnel เข้าสู่ปลายแขนและเข้าสู่ฝ่ามือโดยผ่านช่องที่เรียกว่า Guyon's canal ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ปลายแขนได้แก่ flexor digitorum profundus (ครึ่งทางด้าน ulnar) และ flexor carpi ulnaris ส่วนที่มือให้แขนง sensory ไปเลี้ยงบริเวณ hypothenar ของมือและนิ้วมือ $1^1/_2$ นิ้ว ทางด้าน ulnar (นิ้วก้อยและครึ่งหนึ่งของนิ้วนาง) และให้แขนง motor ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ abductor digiti minimi, flexor digiti minimi, opponens digiti minimi, palmar interossei, dorsal interossei, lumbricales ที่ 3, 4 และ adductor pollicis (มีชัย ศรีใส. 2546)



ภาพที่ 2.3 แสดงตำแหน่งของเส้นประสาท median บริเวณผิวหนังและกล้ามเนื้อที่เลี้ยงโดยเส้นประสาท median (ดัดแปลงจาก Seeley et al. 2000)



ภาพที่ 2.4 แสดงตำแหน่งของเส้นประสาท ulnar บริเวณผิวหนังและกล้ามเนื้อที่เลี้ยงโดยเส้นประสาท ulnar (ดัดแปลงจาก Seeley et al. 2000)



ภาพที่ 2.5 Brachial plexus และแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงแขน (ดัดแปลงจาก Rana. 2011)

เส้นประสาทไขสันหลังระดับอก จะให้แขนงไปตามช่องกระดูกซี่โครงเรียกว่า intercostals nerve ทำหน้าที่รับความรู้สึกและควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง (intercostals muscle)

เส้นประสาทไขสันหลังระดับ T_{12} ถึง L_3 จะรวมกันเป็น lumbar plexus ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อและรับความรู้สึกจากส่วนล่างของหน้าท้องด้านหน้าและด้านในของต้นขา ทางด้านหน้าของต้นขาจะมีเส้นประสาทชื่อ femoral nerve เลี้ยงกล้ามเนื้อต้นขาด้านหน้าคือ quadriceps femoris muscle แขนงของ lumbar plexus คือ

1. Iliohypogastric nerve เส้นประสาทนี้จะแยกเป็นแขนง iliac และ hypogastric โดยแขนง iliac ไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณด้านข้างของส่วนก้น ส่วนแขนง hypogastric ไปเลี้ยงผิวหนังที่อยู่เหนือต่อกระดูกหัวหน่าว

2. Ilioinguinal nerve ให้แขนงไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณต้นขา และแขนง anterior scrotal ซึ่งไปเลี้ยงบริเวณอวัยวะสืบพันธุ์เพศชาย หรือแขนง anterior labial ในเพศหญิงเพื่อเลี้ยงอวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง

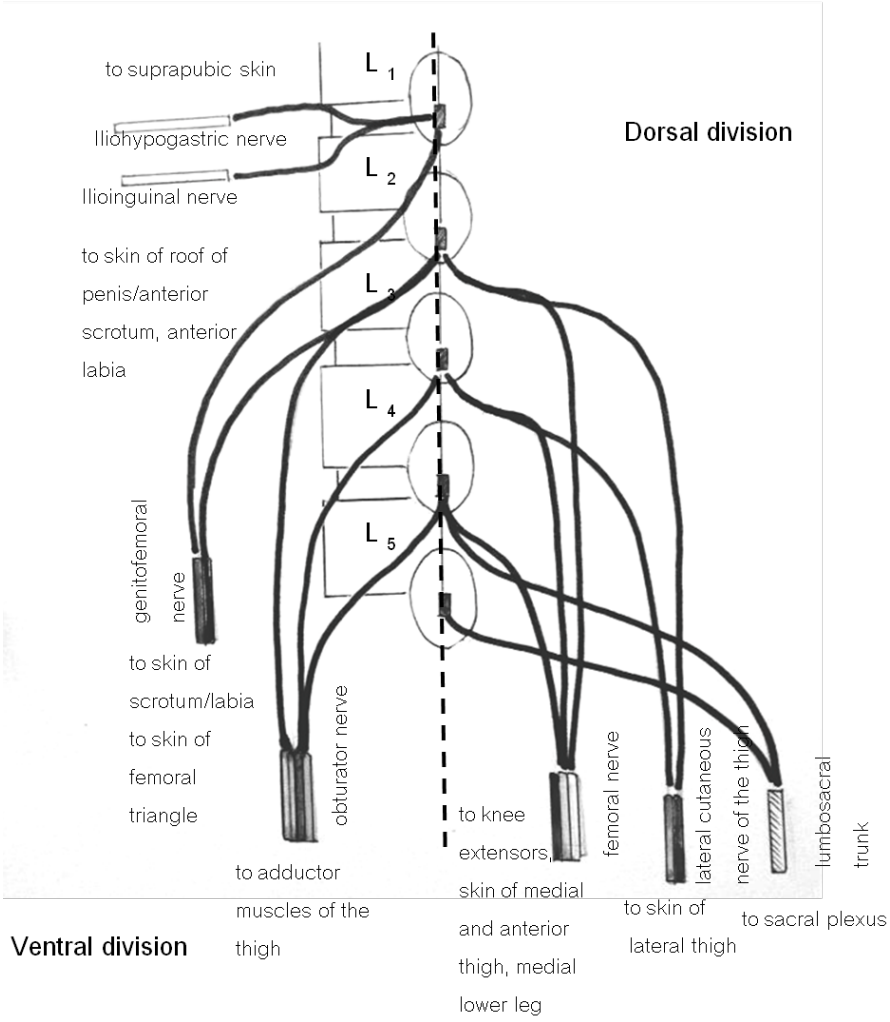
3. Lateral femoral cutaneous nerve ส่วนใหญ่จะไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณด้านหน้าและด้านข้างของต้นขา

4. Femoral nerve เป็นแขนงที่ใหญ่ที่สุดของ lumbar plexus ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ iliacus และ pectineus

5. Genitofemoral nerve ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ cremaster แล้วออกไปเลี้ยง scrotum ในเพศชายหรือ labia majora ในเพศหญิง

6. Obturator nerve ให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ gracilis, adductor brevis, pectineus, obturator externus และ adductor magnus

7. Accessory obturator nerve ไปเลี้ยงสะโพกและกล้ามเนื้อ pectineus



ภาพที่ 2.6 เส้นประสาทที่แตกแขนงมาจาก lumbar plexus (ดัดแปลงจาก Rana. 2011)

เส้นประสาทไขสันหลังระดับ L_4, L_5 และ S_1 ถึง S_3 รวมกันเป็น sacral plexus ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อสะโพกและขา โดยมีทั้งหมด 12 แขนง ซึ่งมี 5 แขนงไปเลี้ยงโครงสร้างที่อยู่ในอุ้งเชิงกราน ส่วนที่เหลือไปที่บริเวณก้นและขา แขนงที่ไปเลี้ยงอุ้งเชิงกราน คือ

1. Pudendal nerve เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยง perineum, อวัยวะเพศ และทวารหนัก
2. Nerve to piriformis เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อบริเวณสะโพก
3. Nerve to levator ani เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่ยึดจากกระดูก pubis, ischium และ ilium ไปเกาะที่กระดูก coccyx กล้ามเนื้อนี้ทำหน้าที่เป็นพื้นรองรับอวัยวะภายในช่องท้องทุกชนิด ไม่ให้ร่วงหล่นออกมาจากช่องท้อง
4. Nerve to external anal sphincter muscle เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหูรูดชั้นนอกของทวารหนัก

5. Pelvic splanchnic nerve เป็นแขนงประสาทที่นำ preganglionic fiber ของ parasympathetic ไปยัง inferior hypogastric plexus

ส่วนแขนงที่ไปเลี้ยงบริเวณก้นและขา คือ

1. Superior gluteal nerve เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ gluteus medius, gluteus minimus และ tensor fasciae latae

2. Inferior gluteal nerve เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ gluteus maximus

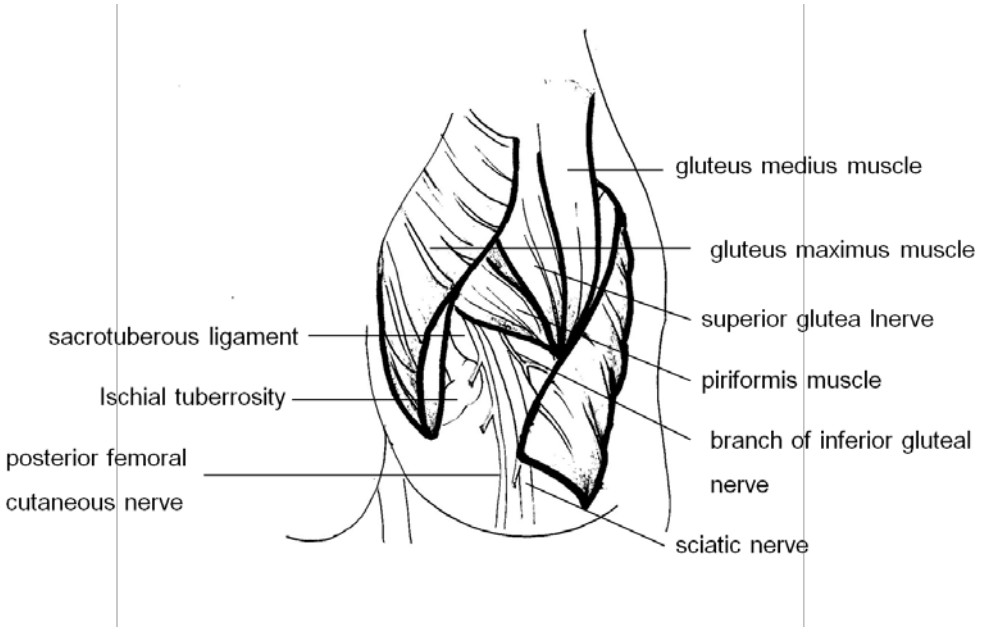
3. Nerve to obtulator internus เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ superior gemellus และ obtulator internus

4. Nerve to quadrates femoris เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ inferior gemellus และ quadrates femoris รวมทั้ง hip joint ด้วย

5. Posterior femoral cutaneouse nerve เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณก้น อวัยวะเพศและด้านหลังของต้นขา

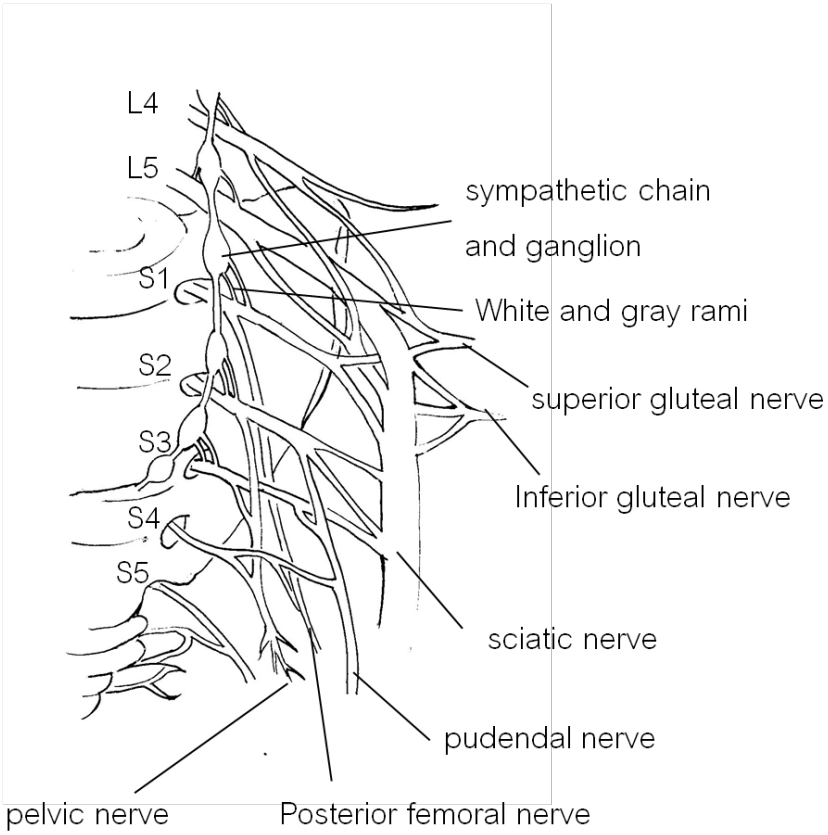
6. Perforating cutaneous nerve เป็นแขนงประสาทที่ไปเลี้ยงผิวหนังบริเวณส่วนล่างของก้น

7. Sciatic nerve เป็นเส้นประสาทที่ใหญ่ที่สุดของร่างกายให้แขนงไปเลี้ยงกล้ามเนื้อด้านหลังต้นขา แล้วแตกแขนงที่บริเวณข้อพับหลังเข่าให้เป็น common peroneal nerve เลี้ยงกล้ามเนื้อด้านข้างและด้านหน้าปลายขา (วิไล ชินธเนศ. 2554)



ภาพที่ 2.7 กล้ามเนื้อที่เลี้ยงโดยเส้นประสาทจาก sacral plexus

(ดัดแปลงจาก Chase et al. 2012)



ภาพที่ 2.8 แขนงของเส้นประสาทที่ไปเลี้ยงบริเวณอุ้งเชิงกราน
(ดัดแปลงจาก Chase et al. 2012)

ในการวัดความเร็วการนำกระแสประสาทในครั้งนี้เลือกวัดที่เส้นประสาท median และ ulnar เนื่องจากเป็นเส้นสำคัญที่ทำหน้าที่เลี้ยงแขนทั้งสองข้าง ซึ่งความเร็วการนำกระแสประสาทเป็นสิ่งที่มีความไวสูงในการประเมินการทำหน้าที่ของระบบประสาทส่วนปลาย และใช้ทดสอบหน้าที่ของไมอีลิน โดยปกติความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar จะมีค่าอยู่ในช่วง 50 – 67.3 และ 52 - 74 เมตร/วินาที ตามลำดับซึ่งเป็นค่าที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างชาวอเมริกัน (Dellsa et al. 1994)

กลไกการส่งกระแสประสาทไปตามใยประสาท

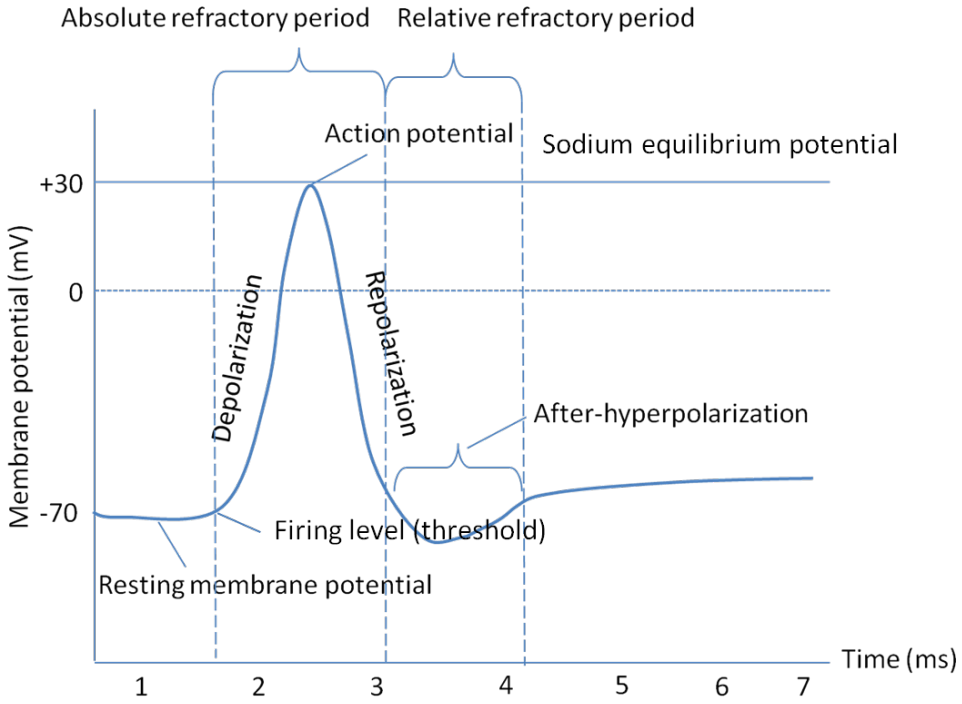
ใยประสาทจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าขณะพัก (resting membrane potential) เพื่อเตรียมการสำหรับการกระตุ้น เมื่อใยประสาทถูกกระตุ้นก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าไปจากเดิม

เรียกว่า แอ็คชั่นโพเทนเชียล สามารถแบ่งกลไกของการเกิดกระแสประสาทออกเป็น 2 แบบ คือ การเกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลและการแผ่กระจาย

การมีศักย์ไฟฟ้าระหว่างเยื่อเซลล์ประสาทขณะพัก แสดงว่ามีความแตกต่างของความเข้มข้นของไอออนภายในและภายนอกเซลล์ประสาท ความแตกต่างนี้ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการกระจายของ K^+ และ Na^+ ทั้งสองข้างเยื่อเซลล์ไม่เท่ากัน เซลล์ประสาทขณะพักนั้นมีความเข้มข้นของ K^+ ภายในเซลล์มากกว่าภายนอกเซลล์ ส่วน Na^+ นั้นมีความเข้มข้นนอกเซลล์มากกว่าภายในเซลล์ โดยปกติความต่างศักย์ระหว่างเยื่อเซลล์ขณะพักเท่ากับ -70 mV เนื่องจากการทำงานของ Na^+ - K^+ pump ซึ่งทำหน้าที่ปั๊ม 3 Na^+ ออกนอกเซลล์โดยแลกกับ 2 K^+ เข้าสู่ภายในเซลล์ ไอออนทั้งสองชนิดเป็นบวก ไอออนบวกจะเคลื่อนผ่านออกจากเซลล์มากกว่าเคลื่อนเข้า และ voltage-gated sodium และ potassium ion channels จะยอมให้ Na^+ K^+ และ Cl^- ผ่านแต่ไม่ยอมให้โปรตีนผ่านได้ จากเหตุผลนี้ทำให้ในเซลล์มีความเป็นลบมากกว่าด้านนอกเซลล์

สิ่งกระตุ้นที่ทำให้เกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลมีมากมาย เช่น ไฟฟ้า พลังงานกล หรือสารเคมี เมื่อสิ่งกระตุ้นเหล่านี้มากระตุ้นเซลล์ประสาทจะทำให้ sodium channel เปิด ดังนั้น Na^+ จึงเคลื่อนเข้าสู่ภายในเซลล์ ภายในเซลล์จึงมีศักย์ไฟฟ้าเป็นบวกเรียกเหตุการณ์นี้ว่า depolarization ซึ่งเมื่อถึง excitatory threshold จึงเกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลตามมา หลังจากนั้น Na^+ channels จะปิดอย่างรวดเร็ว แล้ว K^+ channels จึงเปิดให้ K^+ เคลื่อนออกนอกเซลล์ประสาท ศักย์ไฟฟ้าของเซลล์จึงเป็นบวกลดลงเรียกช่วงนี้ว่า repolarization หลังจากนั้น Na^+ - K^+ pump จะทำหน้าที่ปั๊ม Na^+ ออกนอกเซลล์และปั๊ม K^+ กลับเข้าไปภายในเซลล์เพื่อรักษาความเข้มข้นของไอออนให้กลับมาสู่สภาวะเดิม

การที่กระแสประสาทจะเดินทางไปตามใยประสาทได้นั้นจะต้องมีการแผ่กระจายของ electrical currents คือขณะเมื่อ Na^+ เคลื่อนเข้าไปภายในเซลล์บริเวณจุดที่ถูกกระตุ้น ศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบริเวณนั้นเรียกว่า local currents ซึ่งจะมีผลต่อเยื่อเซลล์บริเวณถัดไปทำให้มี depolarization และไปกระตุ้น voltage-sensitive sodium channels ที่บริเวณใหม่ถัด ๆ ไปอีก จึงทำให้ Na^+ เคลื่อนเข้าสู่เซลล์และเกิดการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับข้างต้นทำให้กระแสประสาทแผ่กระจายออกไปเรื่อย ๆ เมื่อกระแสประสาทเคลื่อนไปยังจุดอื่นเยื่อเซลล์บริเวณเดิมจะเกิด repolarization และกลับไปมีศักย์ไฟฟ้าเท่าขณะพักคือ -70 มิลลิโวลท์ แล้วใยประสาทก็จะสามารถถูกกระตุ้นใหม่ได้อีก (Guyton and Hall.2006)



ภาพที่ 2.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงศักย์ไฟฟ้าที่เยื่อเซลล์ประสาทขณะเกิดกระแสประสาท การเกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลจะมีเหตุการณ์เกิดขึ้น 3 เหตุการณ์ต่อเนื่องกันคือ มีศักย์ไฟฟ้าขณะพัก ต่อมาศักย์ไฟฟ้าจะเป็นบวกเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง firing level ทำให้ Na^+ channelsเปิดให้ Na^+ ผ่านเข้าเซลล์ได้เยื่อเซลล์เป็นบวกมากขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุด sodium equilibrium potential หลังจากนั้น K^+ จะเคลื่อนออกจากเซลล์ทำให้ศักย์ไฟฟ้าลดลงเรียกว่า repolarization ถ้าศักย์ไฟฟ้าลดลงมาก ๆ จนต่ำกว่าระยะพักเรียกเหตุการณ์ดังกล่าวว่า after hyperpolarization (ดัดแปลงจาก Marieb. 1995)

ในการส่งกระแสประสาทไปตามใยประสาทนั้น ใยประสาทที่มีขนาดใหญ่จะนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าใยประสาทที่มีขนาดเล็ก ใยประสาทที่มีเยื่อมัยอีลิน (myelin sheath) หุ้มจะนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าใยประสาทที่ไม่มีเยื่อมัยอีลินหุ้ม ลักษณะการนำกระแสประสาทในใยประสาทที่มีเยื่อมัยอีลินหุ้มจะเป็นแบบกระโดด (saltatory conduction) ซึ่งเป็นการนำกระแสประสาทแบบเร็ว นั่นคือจะมีการนำกระแสประสาทแบบการกระโดดข้ามไปตาม nodes of Ranvier ที่เป็นเช่นนี้เพราะคุณสมบัติของเยื่อมัยอีลินมีความต้านทานต่อการไหลของกระแสไฟฟ้าสูง ดังนั้นแอ็คชั่นโพเทนเชียลที่เกิดขึ้นจะเกิดได้เฉพาะบริเวณที่ไม่มีเยื่อมัยอีลินหุ้ม คือ nodes of Ranvier กระแสประสาทจึงแพร่กระจายแบบกระโดด ส่วนการนำกระแสประสาทอีกแบบเรียกว่า local current เป็นการนำกระแสประสาทแบบค่อยแพร่ไป เกิดเป็นลำดับต่อกันไปไม่มีการกระโดด

ข้ามเกิดในใยประสาทที่ไม่มีเยื่อมัยอีลิน (non-myelinated axon) และเยื่อเซลล์กล้ามเนื้อลาย (skeletal muscle membrane) ดังนั้นจึงนำกระแสประสาทได้ช้ากว่าเมื่อเทียบกับแบบกระโดด ใยประสาทสามารถนำกระแสประสาทได้ 2 ทิศทาง เมื่อมีการกระตุ้นตรงกลางของใยประสาท แต่ในร่างกายของคนปกติกระแสประสาทจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวคือ กระแสประสาทของเส้นประสาทยนต์ (motor nerve) จะเคลื่อนที่จากส่วนบนลงล่าง คือ จากไขสันหลังลงสู่กล้ามเนื้อลาย ส่วนเส้นประสาทนำความรู้สึก (sensory nerve) จะเคลื่อนที่จากส่วนล่างไปยังส่วนบน คือ จาก peripheral nerve ไปยังไขสันหลังทางปมประสาทรากด้านหลังของไขสันหลัง (dorsal root ganglion) ทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทนี้เรียกว่า orthodromic conduction ถ้ามีทิศทางการเคลื่อนที่ของเส้นประสาทยนต์และเส้นประสาทนำความรู้สึกตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาจะเรียกว่า antidromic conduction (ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม. 2545)

ปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาท

1. ขนาดของใยประสาท ความเร็วการนำกระแสประสาทขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเยื่อเซลล์ และที่ไหลไปตาม axoplasm ของเซลล์ประสาท จะเห็นได้ว่าการจะนำกระแสประสาทได้เร็วหรือช้านั้นขึ้นอยู่กับเวลาที่เยื่อเซลล์ปล่อยหรือได้รับประจุไฟฟ้า เวลานี้เรียกว่า ค่าคงตัวเวลา (time constant) เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังสมการ

ค่าคงตัวเวลา (วินาที) = ความต้านทานของ axoplasm (โอห์ม) x ความจุไฟฟ้าของเยื่อเซลล์ (ฟารัด)

ถ้าค่าคงตัวเวลามีค่าน้อยจะทำให้กระแสประสาทนำไปได้เร็ว ดังนั้นใยประสาทขนาดใหญ่จึงนำกระแสประสาทได้เร็วกว่าใยประสาทขนาดเล็ก เพราะแอ็กซอนของใยประสาทขนาดใหญ่มีพื้นที่หน้าตัดมาก ความต้านทานจึงน้อย ส่วนการนำกระแสประสาทไปตามใยประสาทที่ไม่มีเยื่อมัยอีลินหุ้ม จะนำไปได้ช้าเนื่องจากใยประสาทมีขนาดเล็ก และผนังของเยื่อเซลล์มีความจุไฟฟ้ามาก ทำให้มีค่าคงตัวเวลามากเป็นผลให้นำกระแสประสาทได้ช้า (ชูศักดิ์ เวชแพทย์. 2538)

2. ชนิดของใยประสาท ชนิดของใยประสาทแบ่งออกเป็น 2 ระบบ คือ แบ่งตามลำดับตัวอักษร A, B, C และ แบ่งตามลำดับ I-IV

2.1 แบ่งตามลำดับตัวอักษร A, B, C ได้แก่

2.1.1 Aα มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 12 – 20 μm ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับรู้ตำแหน่งและหารทรงตัวของร่างกาย ระบบประสาทยนต์

2.1.2 Aβ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 – 12 μm ทำหน้าที่เกี่ยวกับการรับสัมผัส แรงกดและการสั่นสะเทือน

2.1.3 Aγ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 – 6 μm ทำหน้าที่นำกระแสประสาทที่ muscle spindles

2.1.4 Aδ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2– 5 μm ทำหน้าที่นำความรู้สึกเจ็บปวด อุณหภูมิ

2.1.5 B มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 μm ทำหน้าที่เป็น preganglionic neuron ในระบบประสาท sympathetics

2.1.6 C มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3 – 1.3 μm ทำหน้าที่นำความรู้สึกเจ็บปวด นำสัญญาณ reflex และเป็น postganglionic neuron ในระบบประสาท sympathetic (มีชัย ศรีใส, 2546)

2.2 แบ่งตามลำดับ I-IV ได้แก่

2.2.1 Group Ia มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 17 μm ทำหน้าที่นำ impulse จาก muscle spindles เทียบได้กับชนิด Aα fiber

2.2.2 Group Ib นำ impulse จาก golgi tendon organ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 16 μm เทียบได้กับชนิด Aα fiber

2.2.3 Group II นำ impulse เกี่ยวกับการรับสัมผัสจากผิวหนัง เส้นขน ซึ่งมีตัวรับเป็นพวก Krause's end bulb, Meissner's corpuscle, Pacinian corpuscle, root hair plexus มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 μm เทียบได้กับชนิด Aβ, Aγ fibers

2.2.4 Group III นำ impulse เกี่ยวกับอุณหภูมิ ความเจ็บปวดที่เกิดขึ้นเร็วบอกตำแหน่งได้ชัด เช่นการถูกหนามตำ ของมีคมบาด (pricking pain) การสัมผัส สัมผัสหยาบ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 μm เทียบได้กับชนิด Aδ fiber
ตั้งแต่ Group I-III มีเยื่อมัยอีลินหุ้มจึงนำกระแสประสาทได้เร็ว

2.2.5 Group IV ไม่มีเยื่อมัยอีลินหุ้ม ทำหน้าที่นำ impulse เกี่ยวกับความเจ็บปวดที่มีลักษณะปวดแบบตื้อ ๆ อาการคัน สัมผัสหยาบ และอุณหภูมิ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-2 μm เทียบได้กับชนิด C fiber (Guyton and Hall. 2006)

3. ตำแหน่งของใยประสาท การนำกระแสประสาทของใยประสาทส่วนปลายที่อยู่ปลายระยางจะช้ากว่าส่วนต้น ๆ ประมาณ 5 – 10 %

4. อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิของใยประสาทลดลงการนำกระแสประสาทจะลดลง โดยทั่วไปแล้วความเร็วจะลดลง 1.5 – 2.5 เมตร/วินาที/องศาเซลเซียส

5. อายุ พบว่าในเด็กทารกแรกเกิดจะมีความเร็วการนำกระแสประสาทเพียงครึ่งหนึ่งของผู้ใหญ่ พออายุ 1 ปี ความเร็วจะเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 80 % ของผู้ใหญ่ เมื่ออายุ 3 – 5 ปี จะมี

ความเร็วเท่ากับผู้ใหญ่ เมื่อย่างเข้าสู่วัยชราความเร็วจะลดลง คือเมื่ออายุ 60 – 80 ปี ความเร็วจะลดลงประมาณ 10 เมตร/วินาที (ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม. 2545)

จะเห็นว่าปัจจัยหลักที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทว่าจะมากหรือน้อยขึ้นกับขนาดของใยประสาทและชนิดของใยประสาทว่ามีเยื่อมัยอีลินหุ้มหรือไม่ ถ้าใยประสาทขนาดใหญ่ความเร็วการนำกระแสประสาทจะมาก แต่ถ้าใยประสาทขนาดเล็กความเร็วการนำกระแสประสาทจะน้อย มีการศึกษาใน หนู แมว สุนัข พบว่าขนาดของใยประสาทแปรตามขนาดของร่างกายเมื่อเทียบกับสัตว์ในตระกูลเดียวกัน ดังนั้นสัตว์ที่มีขนาดตัวใหญ่ ขนาดใยประสาทก็ใหญ่ด้วยสามารถนำกระแสประสาทได้เร็ว สัตว์ที่มีขนาดตัวเล็กใยประสาทก็จะเล็กตาม การนำกระแสประสาทก็จะช้าตามไปด้วย (Takano et al. 1991) ในทารกแรกเกิดความเร็วการนำกระแสประสาทจะน้อยกว่าผู้ใหญ่เนื่องจากใยประสาทยังเจริญไม่เต็มที่และมีขนาดเล็ก (Hursh.1939; Gasser and Grundfest. 1939; Thomas and Lambert. 1960) เมื่อเข้าสู่วัยชราความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลงเนื่องจากใยประสาทมีขนาดเล็กลง และคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์เปลี่ยนแปลงไป (Huang et al. 2009)

มีการศึกษา อายุ เพศ ความสูง และน้ำหนัก ว่ามีผลอย่างไรต่อความเร็วการนำกระแสประสาท โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างชาวไต้หวันจำนวน 101 คน เป็นเพศชาย 50 คน เพศหญิง 51 คน ซึ่งผ่านการตรวจสุขภาพว่าไม่มีโรคทางระบบประสาท เบาหวาน ไทรอยด์ และไม่อยู่ระหว่างการตั้งครรภ์ พบว่าเส้นประสาท median และ ulnar ของผู้สูงอายุมีค่า latencies ยาว ค่า amplitudes และค่าความเร็วการนำกระแสประสาทน้อย ส่วนเพศ ความสูงและน้ำหนักไม่มีความสัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแสประสาท (Huang et al. 2009) และเมื่อวัดความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท sural ในอาสาสมัครปกติ 25 คน อายุ 40-70 ปี ก็ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่าดังกล่าวกับความสูงเช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังไม่สัมพันธ์กับค่าดัชนีมวลกายด้วย (Saeed and Akram. 2008) ซึ่งตรงกันข้ามกับบางรายงานวิจัยที่บอกว่าความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลงเมื่อค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้น (Awang et al. 2006)

แต่มีบางรายงานที่พบว่าความสูงมีความสัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแสประสาท เช่น การศึกษาของ Takano et al (1991) ซึ่งทำการศึกษาที่เส้นประสาท ulnar ในนักศึกษาแพทย์ชาวญี่ปุ่นจำนวน 650 คน คละเพศพบว่าคนสูงมีค่าความเร็วการนำกระแสประสาทมากกว่าคนเตี้ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Soudmand et al (1982) ที่พบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่ peroneal และ sural นั้นแปรผกผันกับความสูง แต่ถ้าวัดที่เส้นประสาท median กลับพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

เห็นได้ว่าการศึกษาทางด้านค่าดัชนีมวลกายยังมีอยู่น้อยมาก ซึ่งไม่พบการศึกษาดังกล่าวในประชากรไทย ส่วนอายุและส่วนสูงผลการศึกษายังไม่แน่นอนและยังมีการโต้แย้งกันอยู่ว่าความสัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแสประสาทจะเป็นไปในทิศทางใด จึงจำเป็นที่จะต้องทำการศึกษาต่อเนื่องไปในอนาคต

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อค่าความเร็วการนำกระแสประสาทในแต่ละประเทศ

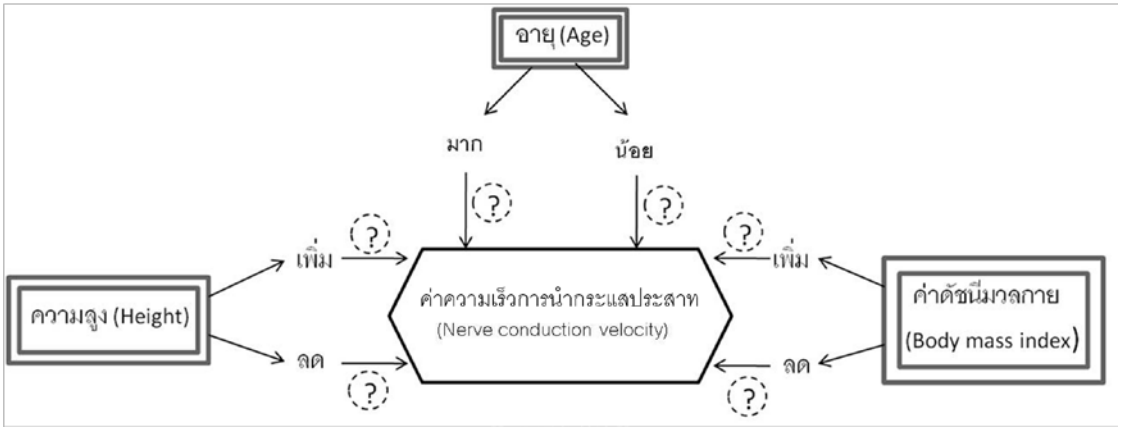
ประเทศ	ชนิดของเส้นประสาท	ปัจจัยด้านต่าง ๆ				ผู้วิจัย
		อายุ	น้ำหนัก	ส่วนสูง	ค่าดัชนีมวลกาย	
ไต้หวัน	Median	แปรผกผัน	ไม่มีผล	ไม่มีผล	-	Huang et al. 2009
	ulnar	แปรผกผัน	ไม่มีผล	ไม่มีผล	-	
ปากีสถาน	sural	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล	Saeed and Akram. 2008
มาเลเซีย	common peroneal	แปรผกผัน	-	ไม่มีผล	แปรผกผัน	Awong et al. 2006
	sural	แปรผกผัน	-	ไม่มีผล	แปรผกผัน	
	median	แปรผกผัน	-	ไม่มีผล	แปรผกผัน	
	ulnar	แปรผกผัน	-	ไม่มีผล	แปรผกผัน	
ญี่ปุ่น	ulnar	-	-	แปรผกผัน	-	Takano et al. 1991
อเมริกา	Common peroneal	-	-	แปรผกผัน	-	
	sural	-	-	แปรผกผัน	-	
	median	-	-	ไม่มีผล	-	

- หมายถึง ไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยดังกล่าวในงานวิจัยนั้น

กรอบแนวคิดในการวิจัย

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทไม่ว่าจะเป็นขนาดและชนิดของเส้นประสาท รวมถึงอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย การวิจัยนี้ศึกษาปัจจัยทางด้านอายุ ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรต่อความเร็วการนำกระแสประสาท โดยการหาความสัมพันธ์ของความเร็วการนำกระแสประสาทระหว่างกลุ่มที่มีอายุต่าง ๆ กัน เพื่อศึกษา

ว่าเมื่ออายุมากขึ้นความเร็วการนำกระแสประสาทจะเพิ่มขึ้นหรือลดลง รวมทั้งศึกษาปัจจัยทางด้านความสูงและค่าดัชนีมวลกายระหว่างคนอ้วน (ค่าดัชนีมวลกายมาก) และคนผอม (ค่าดัชนีมวลกายน้อย) ว่าความเร็วการนำกระแสประสาทเป็นอย่างไรมีความสัมพันธ์กันหรือไม่



ภาพที่ 2.10 กรอบแนวคิดในการทำวิจัย

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยดำเนินไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ทำการศึกษาในอาสาสมัครคนไทยคละเพศ อายุตั้งแต่ 18 - 54 ปี ทั้งหมด 100 ราย แบ่งเป็นเพศชาย 31 ราย เพศหญิง 69 ราย เป็นนักศึกษาคณะกายภาพบำบัด 31 ราย นักศึกษาคณะเภสัชศาสตร์จำนวน 21 ราย นักศึกษาคณะเทคนิคการแพทย์จำนวน 5 ราย อาจารย์และบุคคลากรมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติจำนวน 36 ราย พนักงานบริษัทเอกชนจำนวน 7 ราย โดยผู้ที่เข้าร่วมการทดลองต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ไม่มีโรคประจำตัว ไม่มีความผิดปกติของระบบประสาท ไม่มีอาการชาหรืออ่อนแรงของมือและขา ไม่มีอาการกล้ามเนื้อแขน ขา ลีบ และมีสัญญาณชีพปกติ ไม่มีประวัติเป็นโรคเบาหวาน โรคไตวายเรื้อรัง โรคพิษสุราเรื้อรัง และโรคของต่อมไทรอยด์ ไม่เคยมีประวัติได้รับอุบัติเหตุหรือการผ่าตัดที่คอ มือ แขน หลัง ขาและข้อเท้า โดยดูจากการซักประวัติ ตรวจร่างกายเบื้องต้นและข้อมูลในแบบสอบถาม ทั้งนี้ผู้เข้าร่วมวิจัยทั้งหมดลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มทำการวิจัยและรับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัยนี้เป็นอย่างดีและจะได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการวัดความเร็วการนำกระแสประสาทก่อนเข้าร่วมวิจัย ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้รับการรับรองทางด้านจริยธรรมจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติตามใบอนุญาตเลขที่ อ.072/2554

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยมีเกณฑ์ในการคัดออกจากการวิจัยดังนี้

1.1 ความดันเลือด อัตราการเต้นของหัวใจและอัตราการหายใจไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด คือ 90 -130/60 – 80 mmHg, 60 – 100 ครั้ง/นาที, 12 – 20 ครั้ง/ต่อนาทีตามลำดับ และอุณหภูมิผิวหนังที่บริเวณแขนทั้งสองข้างสูงกว่า 37 หรือต่ำกว่า 34 องศาเซลเซียส

1.2 ระหว่างทำการวิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงหรือทำงานผิดปกติ เช่น ปวดกล้ามเนื้อ มีอาการสั่น เป็นตะคริว

1.3 พบร่องรอยการได้รับบาดเจ็บที่แขนที่อาจมีผลกระทบต่อเส้นประสาท

1.4 ไม่สามารถวัดความเร็วการนำกระแสประสาทได้อันเป็นสาเหตุมาจากโครงสร้างทางด้านร่างกายของผู้เข้าร่วมวิจัยหรือมีความผิดปกติอื่น ๆ เช่น หาตำแหน่งเส้นประสาทที่ชัดเจนไม่ได้ มีการเคลื่อนของเส้นประสาทซึ่งอาจเกิดจากอุบัติเหตุ

เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมแล้ว ผู้วิจัยจะนัดกลุ่มตัวอย่างมาวัดความเร็วการนำกระแสประสาทวันละ 3-5 คน ในช่วงเวลา 09.00 – 11.00 น. โดยใช้เวลาในการวัดแต่ละคนประมาณ 15 – 20 นาที ทั้งนี้จะต้องชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูง และวัดอุณหภูมิที่บริเวณปลายแขนทั้งสองข้างก่อนเริ่มวัดความเร็วการนำกระแสประสาทด้วย Extech® Instruments non-contact forehead IR thermometer model IR200 (A flir Co., St.Bear Hill, MA, USA)

2. วัดความเร็วการนำกระแสประสาท โดยดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

2.1 เมื่อผู้ถูกทดสอบมาถึงที่ห้องปฏิบัติการให้นั่งพักประมาณ 10-15 นาที แล้วจึงวัดสัญญาณชีพเพื่อประเมินสุขภาพโดยรวมของร่างกายและประเมินว่าร่างกายอยู่ในสภาวะพักจริงหรือไม่

2.2 วัดความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar ที่แขนทั้งสองข้างด้วยเครื่อง Power lab ® data acquisition systems (AD Instruments Pty Ltd., Bella Vista, MSW 2153, Australia) รายละเอียดตามภาคผนวก

การวิเคราะห์ข้อมูล

แสดงผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่าดัชนีมวลกาย และความเร็วการนำกระแสประสาทในรูป mean $\pm$ SD

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation)

การแปลความหมายค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2544)

1. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 1 (ประมาณ 0.70-0.90) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับสูง

2. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.50 (ประมาณ 0.30-0.70) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับปานกลาง

3. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เข้าใกล้ 0.00 (ประมาณ 0.30 และต่ำกว่า) ถือว่ามีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำ

4. ถ้าค่าสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เป็น 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง

ลักษณะที่สำคัญของสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ คือ

1. ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง 1.00 ค่า -1.00 และ +1.00 แสดงว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสูงที่สุดแต่สัมพันธ์กันในทิศทางที่ต่างกัน ส่วนค่า 0.00 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

2. ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางบวก หรือข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน หมายความว่า เหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนสูงในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนสูงในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย หรือกล่าวในทางกลับกันว่า เหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนต่ำในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนต่ำในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย

3. ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันทางลบ หรือข้อมูลมีความสัมพันธ์ตรงกันข้าม หมายความว่า เหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนต่ำในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนสูงในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย หรือกล่าวในทางกลับกันว่า เหตุการณ์ใดก็ตามที่ได้คะแนนสูงในตัวแปรหนึ่ง แล้วได้คะแนนต่ำในอีกตัวแปรหนึ่งด้วย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยได้นำเสนอในรูปแบบของตารางประกอบคำบรรยายโดยเรียงลำดับเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท Median และ Ulnar ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี

ตอนที่ 3 แสดงข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยแบ่งเป็น

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท Median กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท Ulnar กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

แสดงข้อมูลทางด้านกายภาพของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกายโดยนำเสนอในรูปแบบของค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ย$\pm$ SD ดังนี้

ตารางที่ 4.1 อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายแยกตามเพศ

ตัวแปรอิสระ	ชาย	หญิง
จำนวน (คน)	31	69
อายุ (ปี)		
ช่วง	19 – 54	18 - 51
ค่าเฉลี่ย	26.4 $\pm$ 10.38	28.4 $\pm$ 9.6
น้ำหนัก (กิโลกรัม)		
ช่วง	47 – 123	38 - 61
ค่าเฉลี่ย	66.97 $\pm$ 14.75	53.32 $\pm$ 8.57
ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)		
ช่วง	160 – 187	145 - 174
ค่าเฉลี่ย	171.6 $\pm$ 5.43	158.8 $\pm$ 5.83
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)		
ช่วง	16.98 – 35.17	14.59 – 32.04
ค่าเฉลี่ย	22.68 $\pm$ 4.25	21.17 $\pm$ 3.34

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีทั้งชายและหญิงจำนวน 100 คนโดยในจำนวนนี้แบ่งเป็นเพศชาย 31 คน เพศหญิง 69 คน ข้อมูลทางด้านอายุ ส่วนสูง น้ำหนักและค่าดัชนีมวลกายเรียงตามลำดับตามเพศชายและหญิงดังนี้ อายุอยู่ในช่วง 19 – 54 และ 18 – 51 ปี โดยมีค่าเฉลี่ย 26.4 $\pm$ 10.38 และ 28.4 $\pm$ 9.6 ปี น้ำหนัก 47 – 123, 36 – 81 กิโลกรัมโดยมีค่าเฉลี่ย 66.97$\pm$14.75 และ 53.32 $\pm$ 8.57 กิโลกรัม ส่วนสูง 160 – 187 และ 145 – 174 เซ็นติเมตร มีค่าเฉลี่ย 171.6 $\pm$ 5.43 และ 158.8 $\pm$ 5.83 เซ็นติเมตร ส่วนค่าดัชนีมวลกาย 16.98 – 35.17 กิโลกรัม/เมตร^2 และ 14.59 – 32.04 กิโลกรัม/เมตร^2 โดยมีค่าเฉลี่ย 22.68 $\pm$ 4.25 และ 21.17 $\pm$ 3.34 กิโลกรัม/เมตร^2

ตอนที่ 2 ค่าเฉลี่ยความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท Median และ Ulnar ในอาสาสมัครที่มีสุขภาพดี

ความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar ของกลุ่มตัวอย่างชาย-หญิงและคละเพศจำนวน 100 คนนำเสนอในรูปของค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ย ± SD

ตารางที่ 4.2 ความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar ในอาสาสมัครคนไทยที่มีสุขภาพดีแยกตามเพศและคละเพศ (ค่าสูงสุด-ต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของเส้นประสาทจากแขนทั้งสองข้าง)

ชนิดของเส้นประสาท	ช่วง (Rang) เมตร/วินาที	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± SD)	จำนวน (N) คน
Median nerve			
ชาย	41.02 – 75.66	52.73 ± 8.19	31
หญิง	25.93 – 77.06	48.99 ± 9.34	69
รวม	30.69 – 77.06	50.27 ± 8.87	100
Ulnar nerve			
ชาย	36.18 – 69.68	52.52 ± 7.97	31
หญิง	33.58 – 69.59	48.97 ± 7.32	69
รวม	33.58 – 69.68	51.65 ± 7.52	100

จากลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 100 คนแยกเป็นเพศชาย 31 คน หญิง 69 คน ความเร็วการนำกระแสประสาทแยกตามเพศพบว่าเส้นประสาท median มีค่าความเร็วการนำกระแสประสาทในเพศชาย 41.02 – 75.66 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 52.73 ± 8.19 เมตร/วินาที เพศหญิง 25.93 – 77.06 เมตร/วินาที มีค่าเฉลี่ย 48.99 ± 9.34 เมตร/วินาที ส่วนที่เส้นประสาท ulnar ในเพศชายมีค่าความเร็วการนำกระแสประสาท 36.18 – 69.68 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 52.52 ± 7.97 เมตร/วินาที เพศหญิง 33.58 – 69.59 เมตร/วินาที มีค่าเฉลี่ย 48.97 ± 7.32 เมตร/วินาที

ค่าความเร็วการนำกระแสประสาทรวม 100 คนคละเพศ ที่เส้นประสาท median มีค่าความเร็วการนำกระแสประสาท 30.69 – 77.06 เมตร/วินาที โดยมีค่าเฉลี่ย 50.27 ± 8.87

เมตร/วินาที ส่วนที่เส้นประสาท ulnar มีค่าความเร็วการนำกระแสประสาท 33.58 - 69.68 เมตร/วินาที มีค่าเฉลี่ย 51.65 $\pm$ 7.52 เมตร/วินาที

ตอนที 3 แสดงข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

จากสมมุติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้ว่า ความเร็วการนำกระแสประสาทมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกายนั้น ผู้วิจัยทดสอบโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันเพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ชนิด ถ้ามีค่า significant (2-tailed) น้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ตัวแปรทั้งสองมีค่าความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายแสดงผลตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median กับ อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

ตัวแปรอิสระ		จำนวน (คน)	ความเร็วการนำกระแสประสาท (เมตร/วินาที)	r	p
อายุ (ปี)	< 30	65	50.06 $\pm$ 8.87	-0.0151	0.8814
	30 - 39	23	52.42 $\pm$ 11.04		
	40 - 49	8	46.19 $\pm$ 5.19		
	> 49	4	46.51 $\pm$ 3.51		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	< 50	22	50.90 $\pm$ 10.12	-0.1539	0.1262
	50 – 59	45	51.18 $\pm$ 10.25		
	60 – 69	22	49.22 $\pm$ 6.78		
	> 69	11	46.28 $\pm$ 5.11		
ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	< 160	39	48.77 $\pm$ 9.63	0.0553	0.5849
	160 -169	39	51.00 $\pm$ 9.10		
	170 -179	18	50.45 $\pm$ 8.59		
	> 179	4	53.91 $\pm$ 7.04		
ดัชนีมวลกาย	< 18.9	21	51.92 $\pm$ 9.40	-0.2149	0.0318 *
(กิโลกรัม/เมตร^2)	18.9 - 24.9	67	50.22 $\pm$ 9.63		
	25.0 - 29.9	7	47.58 $\pm$ 4.46		
	> 29.9	5	45.34 $\pm$ 1.06		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P < 0.05

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทมีเดียน โดยใช้การทดสอบค่าทางสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ น้ำหนักและส่วนสูงกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทมีเดียนไม่มีความสัมพันธ์กัน (P = 0.8814, 0.1262 และ 0.5849 ตามลำดับ) ส่วนค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทมีเดียนมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (P = 0.0318) และมีความสัมพันธ์กันระดับต่ำในทิศทางตรงกันข้าม (r = -0.2149) กล่าวคือเมื่อค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วการนำกระแสประสาทมีเดียนลดลง

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท ulnar กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายแสดงผลตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท ulnar กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

ตัวแปรอิสระ		จำนวน (คน)	ความเร็วการนำกระแสประสาท (เมตร/วินาที)	r	p
อายุ (ปี)	< 30	65	50.42 ± 7.89	-0.0715	0.4797
	30 - 39	23	50.72 ± 7.92		
	40 - 49	8	45.49 ± 6.10		
	> 49	4	49.82 ± 1.42		
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	< 50	22	52.21 ± 7.51	-0.1300	0.1972
	50 – 59	45	49.76 ± 7.97		
	60 – 69	22	49.72 ± 8.06		
	> 69	11	47.78 ± 5.56		
ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	< 160	39	47.50 ± 6.37	0.1650	0.1010
	160 -169	39	51.88 ± 8.54		
	170 -179	18	50.77 ± 6.73		
	> 179	4	54.31 ± 9.40		
ดัชนีมวลกาย	< 18.9	21	53.62 ± 7.46	-0.2614	0.0086 **
(กิโลกรัม/เมตร^2)	18.9 - 24.9	67	49.44 ± 7.80		
	25.0 - 29.9	7	47.55 ± 6.61		
	> 29.9		47.15 ± 3.44		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ P < 0.01

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทอัลนา โดยใช้การทดสอบค่าทางสถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สันพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอายุ น้ำหนักและส่วนสูงกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทอัลนา ไม่มีความสัมพันธ์กัน (P = 0.4797, 0.1972 และ 0.1010 ตามลำดับ) ส่วนค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทอัลนามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (r = 0.2614) นั่นคือค่าดัชนีมวลกายกับความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทอัลนามีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้ามในระดับต่ำกล่าวคือ เมื่อค่าดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้นจะทำให้ความเร็วการนำกระแสประสาทลดลง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาทในเส้นประสาท median และ ulnar ในอาสาสมัครคนไทยปกติโดยตั้งสมมุติฐานไว้ว่า “ค่าความเร็วการนำกระแสประสาทมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูงและค่าดัชนีมวลกาย” ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในอาสาสมัครปกติโดยกลุ่มตัวอย่างคือบุคคลทั่วไปคละเพศและอายุ จำนวนทั้งสิ้น 100 คน ซึ่งการศึกษาครอบคลุม 2 ด้าน ด้วยกันคือ

1. หาค่าปกติของความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar
2. ศึกษาผลของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายต่อความเร็วการนำกระแสประสาท

โดยหวังว่าความรู้ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัยโรคของระบบประสาทส่วนปลาย และได้ทราบค่าปกติของความเร็วการนำกระแสประสาทที่ median และ ulnar ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทย

วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกายกับค่าความเร็วการนำกระแสประสาทโดยใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย สามารถสรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

1. ค่าปกติของความเร็วการนำกระแสประสาท

ค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar ในกลุ่มตัวอย่างที่วัดได้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.27 ± 8.87 และ 51.65 ± 7.52 เมตร/วินาทีตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยของ Thomas et al (1959) ที่ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างชาวอังกฤษจำนวน 77 คนพบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar อยู่ในช่วง 49 – 65.6 และ 51.8 – 67.1 เมตร/วินาที แต่เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Aramrussameekul (2010) ซึ่งวัดค่าความเร็วการนำกระแสประสาทในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทยกลับพบว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้มีค่าน้อยกว่า หากเทียบกับตำรามาตรฐานพบว่ามีค่าน้อยกว่าเช่นเดียวกันโดยที่เส้นประสาท median และ ulnar มีค่าการนำกระแสประสาท 56.7 ± 3.8 (50 – 67.3) และ 61.8 ± 5.0 (53 – 73) เมตร/วินาที (Dellsa et al. 1994) ในขณะผลที่ได้จากการวิจัยคือ 50.27 ± 8.87 และ

51.65 $\pm$ 7.52 เมตร/วินาที ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างของเครื่องมือที่ใช้วัด ดังนั้นหากต้องการตรวจเพื่อวินิจฉัยโรคไม่ควรนำค่าที่ได้ไปเทียบกับค่าที่วัดจากเครื่องมือคนละชนิดควรเทียบกับค่าปกติที่วัดโดยเครื่องมือชนิดเดียวกัน แต่ปกติแล้วค่าความเร็วการนำกระแสประสาทนั้นเมื่อวัดในแต่ละครั้งจะได้ค่าแตกต่างกันเล็กน้อยอยู่แล้วเนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทเช่น ขนาดของอิเล็กโทรด ตำแหน่งการวางอิเล็กโทรดรวมถึงความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัดระยะห่างระหว่างจุดกระตุ้น 2 จุดซึ่งความผิดพลาดที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ที่กล่าวมานั้นมีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทไม่มากนัก อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีผลมากกว่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียสทำให้ความเร็วการนำกระแสประสาทเพิ่มถึง 2.4 เมตร/วินาที (Thomas et al. 1959) การศึกษานี้จึงวัดภายใต้อุณหภูมิห้องที่เหมาะสมคือ 28 องศาเซลเซียส (Aramrussameekul. 2010) และวัดอุณหภูมิเฉลี่ยที่ผิวหนังเพื่อประเมินความแตกต่างของอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนว่าแตกต่างกันมากน้อยเพียงใดซึ่งในงานวิจัยนี้ควรควบคุมอุณหภูมิของแต่ละคนให้ใกล้เคียงกันมากที่สุดซึ่งอุณหภูมิของกลุ่มตัวอย่างที่วัดได้อยู่ในช่วง 34.9 – 36.6 องศาเซลเซียสคิดเป็นค่าเฉลี่ย 35.7 $\pm$ 0.3 องศาเซลเซียส ซึ่งจัดอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่พอเหมาะกับการวัดความเร็วการนำกระแสประสาท (Kimural. 1984) นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความยาวของเส้นประสาทด้วย เส้นประสาทที่ยาวจะมีความเร็วการนำกระแสประสาทน้อยกว่าเส้นที่สั้นความยาวของแขนจึงอาจเป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ค่าที่ได้แตกต่างกัน

2. ความสัมพันธ์ของความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar กับอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่าดัชนีมวลกาย

2.1 อายุ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลง เช่น Huang et al (2009) ศึกษาความสัมพันธ์ของอายุกับความเร็วการนำกระแสประสาททั้ง motor และ sensory ในเพศชายและหญิงที่มีอายุ 21-71 ปี จำนวน 101 คนพบว่าอายุมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเร็วการนำกระแสประสาท นั่นคือเมื่ออายุเพิ่มขึ้นความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar จะลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saeed and Akram ที่ศึกษาความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท sural ในกลุ่มตัวอย่างทั้งชายและหญิงอายุ 40 – 70 ปี จำนวน 25 คนพบว่าเมื่ออายุเพิ่มขึ้นค่าความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลง (Saeed and Akram. 2008) แต่จากการวิจัยครั้งนี้กลับพบว่า อายุไม่สัมพันธ์กับค่าความเร็วการนำกระแสประสาทซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยที่ผ่านมาทั้งนี้อาจเกิดจากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาศึกษาส่วนมากมีอายุน้อย อายุสูงสุดคือ 54 ปีแต่มีจำนวนไม่มากเพราะความเร็วการนำกระแสประสาทจะเริ่มลดลงเมื่ออายุ 40 ปีขึ้นไป (Dellsa et al. 1994) การลดลงของความเร็วการนำกระแสประสาทจะเริ่มเห็นผลเมื่ออายุของกลุ่มตัวอย่างต่างกันอย่างน้อย 10 ปี เช่น ความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาทรับความรู้สึกและสั่งการจะลดลง 1.3 เมตร/วินาที/ 10 ปี และ

0.8 เมตร/วินาที/ 10 ปีตามลำดับ (Stetson et al., 1992) นอกจากนี้เส้นประสาทจะเริ่มเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน เช่น มีขนาดเล็กลง มีการเสื่อมสลายของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันเมื่ออายุ 50 ปีขึ้นไปรวมถึงการไหลเวียนของเลือดในผู้สูงอายุก็ลดลงด้วยทำให้เซลล์ประสาทได้รับออกซิเจนไม่เพียงพออัตราเมตาโบลิซึมจึงต่ำทำให้อุณหภูมิร่างกายลดลงความเร็วการนำกระแสประสาทจึงลด (Wagman and Lesse. 1952) อย่างไรก็ตามพบว่ามีบางรายงานวิจัยที่ได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ของความเร็วการนำกระแสประสาทกับอายุ เพศ และส่วนสูง ในกลุ่มตัวอย่างชาวเกาหลีจำนวน 639 คนพบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทไม่มีความสัมพันธ์กับอายุ (Sunwoo. 1992) Yuasa et al (2007) ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คนพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทมากที่สุดคือ อุณหภูมิส่วนอายุไม่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาท

2.2 น้ำหนัก จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่ median และ ulnarไม่สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวและงานวิจัยที่ศึกษาน้ำหนักต่อความเร็วการนำกระแสประสาทนั้นมีอยู่น้อยมากเพราะส่วนมากจะศึกษาในแง่ของค่าดัชนีมวลกายเนื่องจากน้ำหนักตัวเพียงอย่างเดียวจะบอกไม่ได้ว่าคนนั้นอ้วนหรือผอมต้องพิจารณาคู่กับส่วนสูงนั่นก็คือค่าดัชนีมวลกายซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาในครั้งนี้ด้วย เท่าที่มีรายงานนั้นพบว่าน้ำหนักไม่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทยนต์ median และ ulnar แต่จะมีความสัมพันธ์กับเส้นประสาทนำความรู้สึก median (Huang et al. 2009) แต่มีบางรายงานที่บอกว่าในคนที่มีปริมาณไขมันในร่างกายสูงจะมีค่าความเร็วการนำกระแสประสาดลดลงและเมื่อออกกำลังกายเพื่อเผาผลาญไขมันในร่างกายความเร็วการนำกระแสประสาทจะเพิ่มขึ้น (Elam. 1987) แต่อย่างไรก็ตามเป็นการศึกษาในเส้นประสาท tibial ค่าที่ได้จึงอาจแตกต่างจาก median และ ulnar

2.3 ส่วนสูง โดยปกติแล้วเส้นประสาทที่ยาวความเร็วการนำกระแสประสาทจะน้อยกว่าเส้นที่สั้น (Kimural. 1984) เช่น ความเร็วการนำกระแสประสาทที่แขนจะมากกว่าที่ขา (Thomas et al. 1959) ความเร็วการนำกระแสประสาทของคนญี่ปุ่นจะมากกว่าคนเยอรมันเนื่องจากคนญี่ปุ่นตัวเล็กกว่า (Takano et al. 1991) ดังนั้นในคนเตี้ยจึงมีความเร็วการนำกระแสประสาทมากกว่าคนสูงโดยถ้าส่วนสูงเพิ่ม 1 เซ็นติเมตรความเร็วการนำกระแสประสาทจะลดลง 0.01 เมตร/วินาที (Saeed and Akram. 2008) ทั้งนี้เพราะเส้นประสาทที่ยาวมี nodes of Ranvier กว้างจึงต้องใช้เวลามากในการกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของศักย์ไฟฟ้าที่ nodes of Ranvier และ nodes of Ranvier ที่กว้างขึ้นยังทำให้ส่วนของ myeline sheath น้อยลงด้วย (Takano et al. 1991) แต่การศึกษาครั้งนี้ได้ผลตรงกันข้ามซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Soudmand et al (1982) ที่ศึกษาผลของความสูงต่อความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท peroneal, sural, และ median พบว่าความสูงมีผลต่อเส้นประสาทที่ขาคือ peroneal และ sural มากกว่า

เส้นประสาทที่แขน นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่นที่พบว่าความสูงสัมพันธ์กับความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท peroneal (Awang et al. 2006) และเส้นประสาท sural (Saeed and Akram. 2008) ซึ่งสนับสนุนว่าความสูงนั้นน่าจะมีอิทธิพลต่อเส้นประสาทที่ขามากกว่าแขนเป็นเหตุผลว่าทำไมจากการศึกษาครั้งนี้ความสูงจึงไม่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาทที่ median และ ulnar ซึ่งเป็นเส้นประสาทที่แขนเพราะความสูงที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงนั้นจะเปลี่ยนแปลงความยาวของขามากกว่าแขนดังนั้นหากต้องการหาความสัมพันธ์ของความเร็วการนำกระแสประสาทกับส่วนสูงควรวัดที่เส้นประสาทที่ขาจะให้ผลที่ชัดเจนกว่า ทั้งนี้ไม่ได้หมายความว่าเส้นประสาทที่แขนจะไม่เปลี่ยนแปลงเลยเพียงแต่อาจจะเปลี่ยนน้อยและต้องใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มากจึงจะมีนัยสำคัญทางสถิติ

2.4 ค่าดัชนีมวลกาย จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีมวลกายมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความเร็วการนำกระแสประสาทนั่นคือในคนที่มีค่าดัชนีมวลกายมาก (อ้วน) ความเร็วการนำกระแสประสาทจะช้ากว่าคนที่มีค่าดัชนีมวลกายน้อย (ผอม) ซึ่งที่ผ่านมามีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเร็วการนำกระแสประสาทกับดัชนีมวลกายในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 คน พบว่าความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median, ulnar, peroneal และ sural ลดลงเมื่อดัชนีมวลกายเพิ่มขึ้น (Awang et al. 2006) นั่นคือภาวะอ้วนจะทำให้ความเร็วการนำกระแสประสาทลดลงเนื่องจากคนอ้วนมีความบกพร่องของการสลายกลูโคสเพื่อนำมาใช้เป็นพลังงาน (impaired glucose metabolism) ทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง น้ำตาลเหล่านี้จะเข้าไปจับกับโปรตีนทำให้โครงสร้างที่มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบทำงานผิดปกติ ความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาทต่าง ๆ จึงลดลง

ข้อเสนอแนะ

จะเห็นว่าความเร็วการนำกระแสประสาทในเส้นประสาทแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาจากเส้นประสาทบางชนิดจึงไม่สามารถนำมาใช้ยืนยันได้ว่า เหตุการณ์ดังกล่าวจะมีผลต่อเส้นประสาทชนิดอื่นด้วย ดังนั้นหากต้องการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อความเร็วการนำกระแสประสาท ควรศึกษาทั้งในเส้นประสาทที่แขนและขาด้วยเพราะความเร็วการนำกระแสประสาทที่แขนและขามีการเปลี่ยนแปลงไม่เท่ากัน และหากเป็นไปได้ควรศึกษาชนิดของเส้นประสาทให้หลากหลายมากขึ้น และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ส่วนมากมีลักษณะที่คล้ายกัน มีความหลากหลายไม่มากพอควรเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความหลากหลายในด้านที่ต้องการศึกษาเพื่อจะได้เห็นผลที่ชัดเจน

บรรณานุกรม

ชูศักดิ์ เวชแพทย์. (2538) **สรีรวิทยาของมนุษย์ 1**. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร : ศุภวนิชการพิมพ์.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2544) **เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย ฉบับปรับปรุง**. (พิมพ์ครั้ง ที่ 7). กรุงเทพมหานคร: เทพนิมิตร

ราตรี สุดทรวง และ วีระชัย สิงหนิยม.(2545). **ประสาทสรีรวิทยา**.(พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มีชัย ศรีใส. (2546) **ประสาทกายวิภาคศาสตร์**. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร: Year book publisher Co.,ltd.

วิไล ชินธเนศ.(2554) **ประสาทส่วนปลายจากกายวิภาคศาสตร์สู่การวินิจฉัย**.(พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Aramrussameekul, W. (2010) “The normal value of median, ulnar, radial, sural, common peroneal and tibial nerve conduction studies at HRH princess Maha hakri sirindhorn medical center” **Journal of medical and health sciences**. 17(3) page 142 – 148.

Awang, MS. et al.(2006) “Nerve conduction study among healthy Malays. The influence of age, height and body mass index on median, ulnar, common peroneal and sural nerves” **Malaysian journal of medical sciences**.13(2) page 19 – 23.

Buschbacher, RM.(1998) “Body mass index effect on common nerve conduction study measurements” **Muscle nerve**. 21 (11) page 1398 – 1404.

Campbell, WW Jr., Ward, LC., and Swift TR.(1981) “Nerve conduction velocity varies inversely with height” **Muscle nerve**. 4(6) page 520-523.

Carola, R., Harkey, JP., and Noback, CR.(1992) “**Human anatomy and physiology**” 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Chase et al.(2012) “Stanford visible female” **Pelvic Floor & Peritoneum** [Online]Available: http://lucy.stanford.edu/levator.html. (14 Feb 2012)

Dellsa, JA. et al.(1994) “**Manual of nerve conduction velocity and clinical neurophysiology**”. 3th ed. New York : Raven Press.

Elam, RP. (1987) “Body fat and its relationship to tibial nerve conduction velocity in a specific population” **The journal of orthopaedic and sports physical therapy** 8 (10) page 495 – 497.

Evans, BA. and Daube, JR.(1984) “A comparison of three electrodiagnostic methods in diagnosing carpal tunnel syndrome” **Muscle nerve**.7 page 565.

Flack, B., Stallberg, E. and Bischoff, C.(1994) “Sensory nerve conduction studies with surface Electrodes” **Methods in clinical neurophysiology**. 5 page 1-20.

Guyton AC and Hall JE. (2006) “**Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology with Student Consult Online Access**”. 11th ed.Philadelphia: Elsevier Saunders.

Gasser, HS. and Grundfest, H.(1939) “Axon diameters in relation to the spike dimensions and the conduction velocity in mammalian a fibers” **American journal of physiology**. 127 page 393 – 414.

Huang, CR et al.(2009) “Effects of age, gender, height, and weight on late responses and nerve conduction study parameters” **Acta neurologica taiwanica** 18 (4) page 242 – 249.

Hursh, JB. (1939) “Conduction velocity and diameter of nerve fibers” **American journal of physiology**. 127 page 131 – 139.

Kimura, J. (1984) “Principles and pitfalls of nerve conduction studies” **Annals of Neurology**. 16 page 415 - 429.

Marieb, EN. (1995) “**Human anatomy and physiology**”. 3th ed. California : Benjamin/cummings.

Rana, I. (2011) “The world of anatomy” **Nervous system** [Online]Available:http://theworld of anatomy. wordpress.com/mnemonics/abdomen/nervous-system/.

Rivner, MH., Swift, TR., and Malik, K. (2001) “Influence of age and height on nerve conduction” **Muscle nerve**. 24(9) page 1134-1141.

Saeed, S. and Akram, M. (2008) “Impact of anthropometric measures on sural nerve conduction in healthy subjects” **Journal of ayub medical college abbottabad** 20 (4) page 112 – 114.

Seeley, RR. et al. (2003) “**Anatomy and physiology**” 6th ed. New York : McGraw-Hill.

Seeley, RR., Stephens, TD., and Tate, P.(2000) “**Anatomy and physiology**” 5th ed. New York : McGraw-Hill.

Stetson, DS et al.(1992) “Effect of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures” **Muscle and nerve** 15 page 1095 – 1104.

Stevens, JC. (1997) “AAEM minimonograph 26: the electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome” **Muscle Nerve** 20 page 1477-486.

Soudman, R., Ward, LC., and Swift, TR. (1982). “Effect of height on nerve conduction velocity” **Neurology** 32(4) page 407-10.

Sunwoo, IN. (1992) “Effects of age, sex and height on nerve conduction studies” **Journal of the Korean neurological association** 10(2) page 173-187.

Takano, K et al. (1991) “Relation between height and the maximum conduction velocity of the ulnar motor nerve in human subjects” **Japanese journal of physiology** 41 page 385 – 396.

Thakur, D. et al. (2011) “Influence of height on the nerve conduction study parameters of the peripheral nerves” **Journal of clinical and diagnostic research** 5(2) page 260 – 263.

Thomas, JE., and Lambert, EH.(1960) “Ulnar nerve conduction velocity and H-reflex in infants and children” **Journal of applied physiology** 15 page 1-9.

Thomas, PK., Sears, TA., and Gilliatt RW. (1959) “The range of conduction velocity in normal motor nerve fibres to the small muscles of the hand and foot” **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**. 22 page 175 – 181.

Wagman, IH. and Lesse, H.(1952) “ Maximum conduction velocities of motor fibers of ulnar nerve in human subjects of various ages and sizes”. **Journal neurophysiology** 15 page 235 – 244.

Yuasa J et al. (2007) “Effects of age and skin temperature on peripheral nerve conduction velocity-a basic study for nerve conduction velocity measurement in worksite” **Medical science monitor** 13(7) page CR330 – CR332.

ภาคผนวก

ก. วิธีการวัดความเร็วการนำกระแสประสาท

การศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่อง Power lab ® เพื่อวัดความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar โดยวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าซึ่งมี 2 ชนิดคือขั้วบันทึก (recording electrode) และขั้วกระตุ้น (stimulating electrode) ไว้ตามตำแหน่งของกล้ามเนื้อและเส้นประสาทที่ต้องการจะวัดโดยวัดอุณหภูมิผิวหนังบริเวณปลายแขนทั้งสองข้างก่อนการวัดและเปิดเครื่องปรับอากาศที่ 21 – 23 องศาเซลเซียส หลักการของการวัดคือกระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าตามแนวของเส้นประสาทที่ต้องการวัด โดยใช้ความแรงให้ถึงระดับ threshold ของเส้นประสาทนั้นเพื่อให้เกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลเคลื่อนที่ไปตามเส้นประสาทแล้วไปกระตุ้นให้กล้ามเนื้อลายเกิดการหดตัว แล้วบันทึกกราฟของการเกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลที่เกิดที่กล้ามเนื้อ เพื่อนำมาหาค่า latency ในการวัดจะต้องวัด 2 จุดคือจุดที่ใกล้กับกล้ามเนื้อ (ด้านไกลตัว, distal) และจุดที่อยู่ห่างจากกล้ามเนื้อออกไป (ด้านใกล้ตัว, proximal) ทำให้ได้ค่า latency 2 ค่า แล้วจึงนำค่า latency จากจุดที่กระตุ้นไกลกว่า (proximal latency = L1) มาลบออกด้วยค่า latency จากจุดที่กระตุ้นใกล้กว่า (distal latency = L2) ทำเช่นนี้เพื่อหักเวลาของการเกิดแอ็คชั่นโพเทนเชียลตรงบริเวณรอยต่อของเส้นประสาทกับกล้ามเนื้อ (neuromuscular junction) ส่วนค่าระยะทางหาได้โดยวัดระยะห่างระหว่างจุดกระตุ้นทั้งสองจุดแล้วนำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสูตร

$$\text{Nerve conduction velocity (m/s)} = \frac{\text{Distance (mm)}}{\text{Proximal latency} - \text{Distal latency (msec)}}$$

Power Lab ®

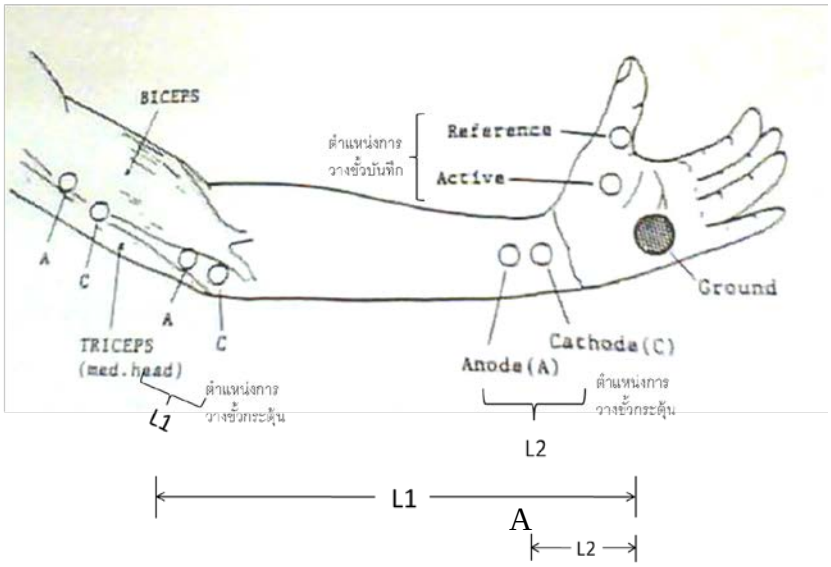
รูปที่ 1 เครื่อง Power Lab ® ที่ใช้สำหรับวัดความเร็วการนำกระแสประสาท

ขั้นตอนการวัดความเร็วการนำกระแสประสาท

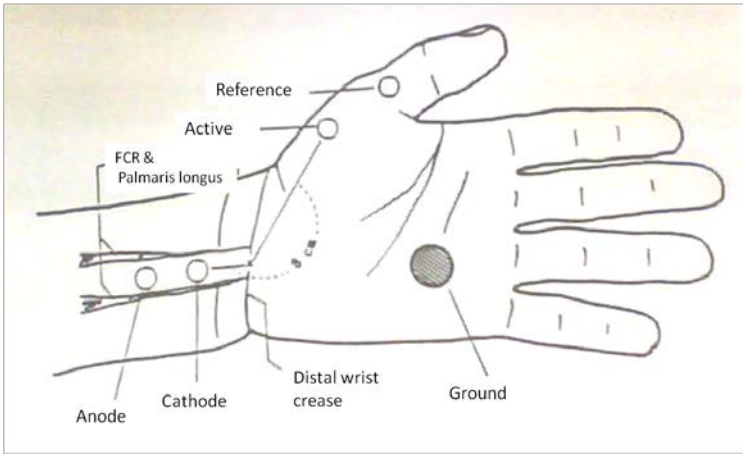
1. เมื่อผู้ถูกทดสอบมาถึงที่ห้องปฏิบัติการให้นั่งพักประมาณ 10-15 นาที เมื่อครบตามเวลาแล้วจึงวัดสัญญาณชีพ เพื่อประเมินสุขภาพโดยรวมของร่างกายและประเมินว่าร่างกายอยู่ในสภาวะพักจริงหรือไม่ โดยสัญญาณชีพต้องมีค่าอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้ ความดันเลือด 90 -130/50 – 80 mmHg อัตราการเต้นของหัวใจ 60 – 100 ครั้ง/นาที อัตราการหายใจ 12 – 20 ครั้ง/ต่อนาทีและอุณหภูมิวัดที่บริเวณปลายแขนทั้งสองข้าง 36 – 37.5 องศาเซลเซียส

2. วัดความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median และ ulnar ที่แขนทั้งสองข้างดังนี้

2.1 หาความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท median หาค่า L1 โดยวางขั้วบันทึก (active electrode) ไว้ตรงกึ่งกลางของกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis ส่วน reference electrode วางที่โคนนิ้วหัวแม่มือตรงจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อ abductor pollicis brevis สายดินวางระหว่างขั้วบันทึกและขั้วกระตุ้น ขั้วกระตุ้นวางตรงตำแหน่งของ antecubital space ด้านในต่อ brachial artery เมื่อติดขั้วต่าง ๆ ครบแล้วเริ่มกระตุ้นโดยใช้ความแรงของกระแสไฟฟ้าที่ 12 – 20 มิลลิแอมแปร์ หากความแรงที่ใช้กระตุ้นเพียงพอก็จะได้กราฟของ action potential ออกมา ซึ่งกราฟนี้จะนำมาใช้คำนวนหาค่า latent period ส่วนการหาค่า L2 ทำเช่นเดียวกันกับ L1 แต่เปลี่ยนตำแหน่งของขั้วกระตุ้นให้อยู่ระหว่างเอ็นกล้ามเนื้อ flexor carpi radialis กับ palmaris longus โดยที่ตำแหน่งของ electrode อื่น ๆ ยังคงเดิม ดังรูปที่ 2



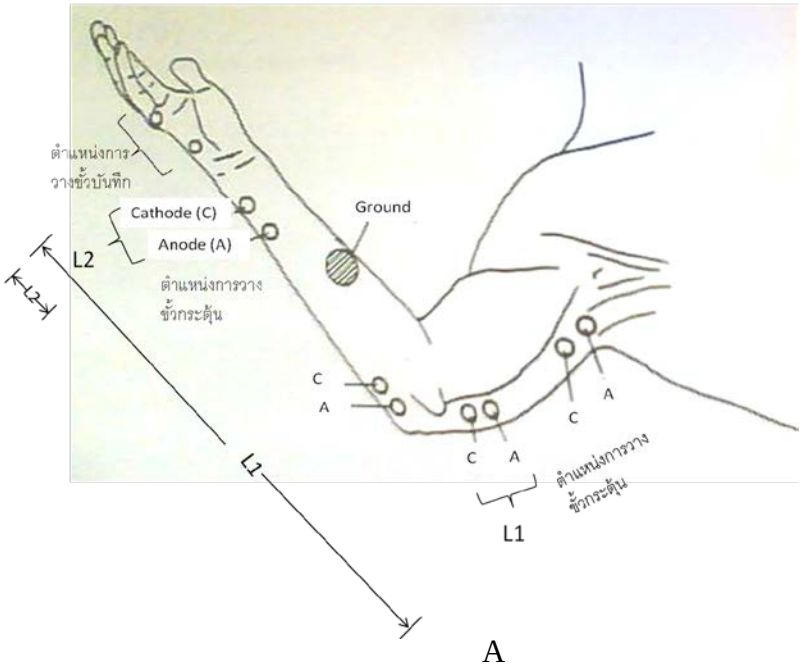
A



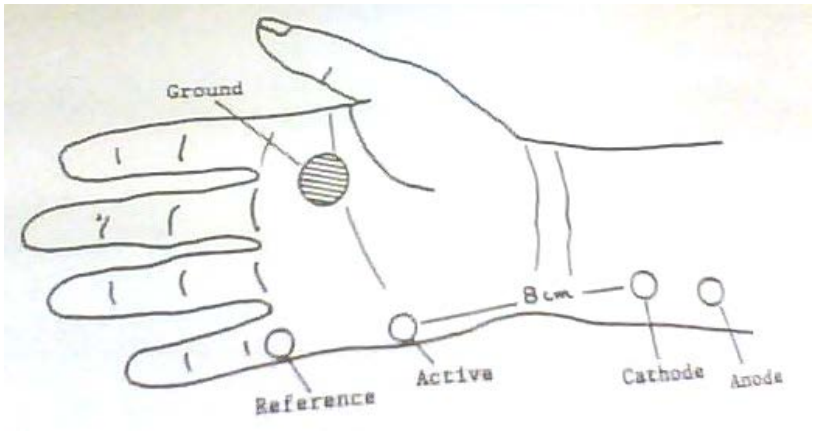
B

รูปที่ 2 ตำแหน่งการวาง electrode เพื่อวัดความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median โดย A คือ ตำแหน่งการวาง electrode สำหรับหาค่า L1, B คือ ตำแหน่งการวาง electrode สำหรับหาค่า L2 (Dellsa et al. 1994)

2.2 หาความเร็วการนำกระแสประสาทที่เส้นประสาท ulnar หาค่า L1 โดยวางขั้วบันทึกไว้ตรงกึ่งกลางของกล้ามเนื้อ abductor digiti minimi ส่วน reference electrode วางที่โคนนิ้วก้อยตรงจุดเกาะปลายของกล้ามเนื้อ abductor digiti minimi สายดินวางระหว่างขั้วบันทึกและขั้วกระตุ้น ขั้วกระตุ้นวางตรงบริเวณ ulnar groove ซึ่งเป็นร่องที่ให้เส้นประสาท ulnar พาดผ่าน เมื่อติดขั้วไฟฟ้าครบจึงกระตุ้นโดยใช้ความแรงของกระแสไฟฟ้าและวิธีการเช่นเดียวกับการวัดที่ median ส่วนค่า L2 เปลี่ยนตำแหน่งของขั้วกระตุ้นมาวางเหนือตำแหน่งของ flexor carpi ulnaris tendon โดยที่ตำแหน่งของ electrode อื่น ๆ ยังคงเดิม ดังรูปที่ 3



A



B

รูปที่ 3 ตำแหน่งการวาง electrode เพื่อวัดความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท ulnar โดย A คือ ตำแหน่งการวาง electrode สำหรับหาค่า L1, B คือ ตำแหน่งการวาง electrode สำหรับหาค่า L2 (Dellsa et al. 1994)

3. คำนวนหาค่าความเร็วการนำกระแสประสาทโดยวัดระยะห่างจากขั้วกระตุ้น L1 และขั้วกระตุ้น L2 (distance) ของแต่ละเส้นประสาทที่ต้องการจะวัดแล้วนำค่าที่ได้มาหารด้วยเวลาซึ่งหาจากการนำเอาค่า latent period (หาจากกราฟ action potential) ของการกระตุ้นที่ L1 (proximal latency) ลบด้วยค่า latent period ของการกระตุ้นที่ L2 (distal latency) ดังสมการ

$$\text{Nerve conduction velocity (m/s)} = \frac{\text{Distance (mm)}}{\text{Proximal latency} - \text{Distal latency (msec)}}$$

ข. ข้อมูลกลุ่มตัวอย่างและความเร็วการนำกระแสประสาทในอาสาสมัครจำนวน 100 คน

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ลำดับที่	อายุ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิผิว		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย
				ซ้าย (°C)	ขวา (°C)			
1	33	100/60	72	35.7	35.2	45	148	20.54
2	50	110/70	70	35	34.8	62	167	22.23
3	19	100/60	72	35.6	35.6	51	157	20.69
4	19	110/70	70	35.4	35.5	69	170	23.88
5	30	110/70	64	35.8	36.0	47	152	20.34
6	38	130/70	72	35.5	35.8	47	163	17.69
7	30	110/70	80	35.7	35.5	50	157	20.28
8	40	100/60	68	35.8	36.0	57	153	24.35
9	28	100/60	72	36	36.0	54	155	22.48
10	24	110/70	80	36	36.0	47	158	18.83
11	49	120/80	108	35.8	36.0	69	169	24.16
12	43	120/70	68	35.7	35.4	53	156	21.78
13	32	120/80	60	35.4	35.4	64	169	22.41
14	49	110/70	96	35.7	36.0	76	160	29.69
15	38	100/70	52	35.7	35.6	48	153	20.50
16	39	110/70	72	35.8	36.0	57.7	165	21.19
17	37	110/70	88	35.7	36.0	50	150	22.22
18	19	110/70	68	35.7	35.8	75	180	23.15
19	19	100/60	86	35.3	35.4	38	156	15.61
20	29	120/80	72	35.7	36.0	43.5	152	18.83
21	54	110/60	56	35.8	35.7	68	167	24.38
22	27	110/70	88	35.6	35.0	81	159	32.04
23	46	110/70	96	35	36.0	62	145	29.49
24	38	120/80	72	35.5	36.0	56	162	21.34

ลำดับที่	อายุ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิผิว		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย
				ซ้าย (°C)	ขวา (°C)			
25	19	110/80	82	36.0	36.0	55	170	19.03
26	33	100/70	64	35.8	36.0	51	160	19.92
27	29	110/80	80	36.2	36.4	67	170	23.18
28	36	140/90	88	35.7	36.3	123	187	35.17
29	34	110/70	68	35.7	36.1	54	157.5	21.77
30	27	110/80	72	35.5	35.7	49	156	20.13
31	29	100/70	68	35.6	35.7	51	152	22.07
32	40	100/60	64	35.5	36.0	43	150	19.11
33	32	110/70	52	36.5	36.6	56	168	19.84
34	24	120/70	68	35.5	35.7	55	153	23.50
35	19	110/70	72	36	36.1	63	169	22.06
36	32	120/80	64	36.2	36.2	70	174	23.12
37	19	100/70	61	36.2	36.2	39	163.5	14.59
38	19	130/80	56	35.6	35.6	92	173	30.74
39	19	110/70	72	36	35.7	66	172	22.31
40	20	120/70	64	36.2	36.0	53	175	17.31
41	18	100/60	92	35.6	35.6	50	162	19.05
42	20	110/70	80	35.8	35.7	51	163	19.20
43	20	110/80	84	35.7	35.3	57	163	21.45
44	21	120/80	72	35.3	35.4	49	160	19.14
45	20	110/70	76	36.1	35.6	46	157	18.66
46	18	110/70	60	35.6	35.4	50	165	18.37
47	19	90/60	68	35.7	35.5	56	153	23.92
48	19	90/50	68	36	35.8	50	156	20.55
49	18	90/60	72	35.5	35.0	49	155	20.40
50	20	90/60	64	35.5	34.9	52	170	17.99

ลำดับที่	อายุ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิผิว		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย
				ซ้าย (°C)	ขวา (°C)			
51	19	100/60	68	35.6	35.4	47	160	18.36
52	19	110/60	64	35.7	35.7	50	159	19.78
53	20	110/70	60	35.7	35.5	57	168	20.20
54	20	110/70	88	35.8	35.6	62	176.5	19.90
55	19	110/60	80	35.8	36.0	63	173	21.05
56	19	120/70	96	34.9	35.2	54	166	19.60
57	19	120/70	84	35.7	35.8	55	170	19.03
58	20	120/80	96	36	36.1	90	173	30.07
59	20	110/70	80	36.5	36.4	69	167	24.74
60	20	120/80	72	35.7	36.0	61	165	22.41
61	20	110/60	84	35.9	35.1	59	173	19.71
62	19	90/60	72	35.5	35.2	50	160	19.53
63	19	90/60	80	35.6	35.1	61	172	20.62
64	19	110/70	72	35.3	35.2	55	160	21.48
65	19	100/70	80	35.7	35.3	60	162	22.86
66	20	110/70	72	36	36.0	57	164	21.19
67	20	110/80	80	36.1	35.8	55	176	17.76
68	35	130/80	80	35.6	36.6	78	167	27.97
69	47	120/70	56	35.2	35.2	67	152	29.00
70	38	130/90	100	35.6	35.7	65	157	26.37
71	51	120/70	72	35.2	35.6	50	152	21.64
72	20	120/80	68	35.7	35.7	49	164	18.22
73	20	110/80	72	36.2	35.7	55	180	16.98
74	22	100/70	72	36.1	35.8	48	157.5	19.35
75	51	120/80	68	35.3	35.5	59	160	23.05
76	21	120/80	68	35.2	35.2	76	157.5	30.64

ลำดับที่	อายุ	ความดันโลหิต (มิลลิเมตรปรอท)	อัตราการเต้นของชีพจร (ครั้ง/นาที)	อุณหภูมิผิว		น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซ็นติเมตร)	ดัชนีมวลกาย
				ซ้าย (°C)	ขวา (°C)			
77	20	110/80	80	36	35.7	70	174	23.12
78	21	100/70	72	35.7	35.6	61	168	21.61
79	21	100/60	84	36.5	36.6	47	158	18.83
80	21	100/60	84	35.8	35.8	43	155	17.90
81	21	100/60	88	35.8	35.8	36	154	15.18
82	20	110/70	84	35.4	35.7	59	165	21.67
83	21	100/60	72	35.6	35.3	41	155	17.07
84	30	120/70	70	36.2	36.3	50	152	21.64
85	39	110/70	68	35.2	35.6	59	162	22.48
86	39	100/70	72	35	35.2	54	167	19.36
87	24	110/70	88	35.6	36.1	58	153	24.78
88	23	100/70	108	35.7	35.8	51	167	18.29
89	24	110/70	96	35.5	36.0	50	163	18.82
90	25	100/60	100	35.9	35.6	50	165	18.37
91	39	100/60	80	35.6	35.0	59	162	22.48
92	40	110/80	72	35.7	35.7	69	168	24.45
93	39	110/80	76	36.3	36.2	58	158	23.23
94	39	110/80	88	35.6	35.9	65	175	21.22
95	25	110/80	100	35.7	36.0	85	180	26.23
96	29	110/80	72	35.9	36.2	64	170	22.15
97	39	100/70	72	35	35.4	62	157	25.15
98	20	110/70	80	35.8	36.4	47	166	17.06
99	29	110/80	68	35.4	35.1	46	156	18.90
100	29	120/70	72	35.7	35.8	52	155	21.64

ตารางที่ 2 ค่าความเร็วการนำกระแสประสาทของเส้นประสาท median และ ulnar

ลำดับที่	Median ซ้าย	Median ขวา	ค่าเฉลี่ย Median	Ulnar ซ้าย	Ulnar ขวา	ค่าเฉลี่ย Ulnar
1	67.57	72.73	70.15	53.85	57.89	55.87
2	43.75	58.62	51.19	50.00	53.19	51.60
3	72.50	60.42	66.46	56.10	54.17	55.13
4	46.03	45.00	45.52	52.00	43.86	47.93
5	72.58	72.33	72.46	53.66	55.95	54.81
6	53.57	53.19	53.38	54.22	50.00	52.11
7	44.44	44.44	44.44	43.97	38.89	41.43
8	37.38	34.00	35.69	25.35	41.82	33.58
9	54.88	45.45	50.17	30.86	37.31	34.09
10	51.02	41.13	46.07	58.46	55.56	57.01
11	39.71	67.86	53.78	59.05	65.85	62.45
12	45.11	45.56	45.33	45.00	51.14	48.07
13	70.00	55.56	62.78	70.27	66.19	68.23
14	41.36	54.89	48.13	41.38	64.87	53.13
15	71.67	46.30	58.99	59.46	62.82	61.14
16	50.98	76.56	63.77	55.68	47.74	51.71
17	57.37	40.36	48.86	88.85	25.97	57.41
18	65.71	46.56	56.14	38.89	50.88	44.88
19	60.57	51.90	56.24	42.92	52.56	47.74
20	50.00	50.75	50.38	43.85	50.67	47.26
21	43.06	49.62	46.34	57.95	42.67	50.31
22	50.00	40.74	45.37	40.32	47.17	43.75
23	51.28	41.30	46.29	43.48	47.73	45.60

ลำดับที่	Median ซ้าย	Median ขวา	ค่าเฉลี่ย Median	Ulnar ซ้าย	Ulnar ขวา	ค่าเฉลี่ย Ulnar
24	55.71	54.36	55.04	49.33	60.26	54.79
25	51.02	55.42	53.22	52.08	54.60	53.34
26	65.29	43.80	54.55	63.06	42.86	52.96
27	66.22	43.44	54.83	64.05	40.29	52.17
28	41.11	47.50	44.31	53.92	41.22	47.57
29	51.78	49.06	50.42	51.63	52.94	52.29
30	49.78	49.23	49.51	60.24	58.33	59.29
31	41.00	52.05	46.52	46.15	54.58	50.37
32	37.14	50.00	43.57	34.83	60.53	47.68
33	70.86	71.94	71.40	64.88	74.47	69.68
34	74.48	79.63	77.06	41.67	44.23	42.95
35	42.83	49.40	46.12	47.50	41.54	44.52
36	41.53	47.32	44.42	54.90	40.72	47.81
37	51.60	40.31	45.96	45.19	41.67	43.43
38	44.53	45.19	44.86	53.96	38.73	46.35
39	63.75	60.93	62.34	62.50	65.00	63.75
40	74.29	66.67	70.48	60.67	60.44	60.56
41	52.13	69.19	60.66	61.00	56.14	58.57
42	61.58	41.02	51.30	68.57	60.51	64.54
43	46.94	48.00	47.47	49.59	42.20	45.90
44	54.05	59.25	56.65	62.50	61.00	61.75
45	43.73	45.10	44.41	51.11	41.07	46.09
46	31.45	31.17	31.31	47.06	43.68	45.37
47	44.79	44.57	44.68	39.00	38.23	38.61
48	43.19	40.38	41.78	58.97	50.87	54.92

ลำดับที่	Median ซ้าย	Median ขวา	ค่าเฉลี่ย Median	Ulnar ซ้าย	Ulnar ขวา	ค่าเฉลี่ย Ulnar
49	31.67	29.71	30.69	50.87	51.09	50.98
50	64.71	60.98	62.84	65.00	59.77	62.39
51	48.89	57.89	53.39	48.75	54.09	51.42
52	40.44	46.60	43.52	49.39	40.50	44.94
53	53.70	58.64	56.17	52.88	46.61	49.75
54	40.00	48.49	44.25	51.92	41.56	46.74
55	50.00	61.90	55.95	65.79	58.57	62.18
56	56.28	43.79	50.04	40.82	48.18	44.50
57	50.00	42.20	46.10	65.68	45.28	55.48
58	36.61	57.61	47.11	48.70	49.26	48.98
59	41.85	40.18	41.02	34.18	38.18	36.18
60	56.25	55.56	55.90	59.77	58.67	59.22
61	41.00	58.75	49.88	55.22	38.82	47.02
62	53.00	56.05	54.53	58.46	53.70	56.08
63	37.67	35.30	36.48	51.96	50.38	51.17
64	49.76	47.87	48.81	52.79	47.80	50.30
65	54.74	40.00	47.37	57.11	38.00	47.55
66	46.00	57.40	51.70	55.65	66.19	60.92
67	42.41	54.81	48.61	68.50	51.92	60.21
68	43.20	38.10	40.65	61.71	53.40	57.55
69	37.30	59.75	48.53	32.47	54.68	43.57
70	42.45	45.71	44.08	41.69	45.54	43.62
71	34.41	57.22	45.81	38.57	58.42	48.50
72	54.00	46.79	50.39	64.63	63.66	64.15
73	59.00	63.17	61.09	53.92	53.67	53.80

ลำดับที่	Median ซ้าย	Median ขวา	ค่าเฉลี่ย Median	Ulnar ซ้าย	Ulnar ขวา	ค่าเฉลี่ย Ulnar
74	36.03	50.00	43.02	53.19	46.85	50.02
75	72.06	40.83	56.45	38.00	59.75	48.88
76	43.14	47.00	45.07	53.41	50.00	51.70
77	39.38	38.33	38.86	39.53	43.22	41.38
78	35.41	41.23	38.32	42.33	43.33	42.83
79	42.50	45.85	44.17	58.64	59.07	58.85
80	40.61	51.19	45.90	58.46	57.32	57.89
81	40.36	44.00	42.18	41.30	49.38	45.34
82	39.66	34.06	36.86	40.31	36.62	38.47
83	51.00	50.23	50.61	47.66	56.25	51.95
84	45.68	52.56	49.12	53.41	58.75	56.08
85	52.88	48.75	50.82	59.32	41.90	50.61
86	56.82	45.56	51.19	49.60	41.13	45.36
87	53.75	45.21	49.48	57.50	48.18	52.84
88	43.39	58.60	50.99	63.00	44.74	53.87
89	52.08	46.00	49.04	46.60	54.00	50.30
90	74.19	61.84	68.02	71.62	67.57	69.59
91	31.06	33.23	32.15	51.11	58.50	54.81
92	52.94	43.50	48.22	50.19	53.40	51.80
93	35.54	36.56	36.05	38.28	45.93	42.10
94	52.04	46.25	49.15	52.50	49.07	50.79
95	54.17	54.08	54.12	56.94	67.50	62.22
96	57.95	48.33	53.14	46.35	60.50	53.42
97	47.97	54.55	51.26	50.00	38.60	44.30
98	63.57	66.25	64.91	65.75	65.00	65.38

ลำดับที่	Median ซ้าย	Median ขวา	ค่าเฉลี่ย Median	Ulnar ซ้าย	Ulnar ขวา	ค่าเฉลี่ย Ulnar
99	49.76	53.11	51.43	52.79	54.32	53.55
100	48.33	53.70	51.01	51.67	54.08	52.87

ประวัติย่อผู้วิจัย

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวจันเพ็ญ บางสำรวจ

พย.บ. (พยาบาลศาสตรบัณฑิต) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วท.ม. (สรีรวิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชาสรีรวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1508

ผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล นางสาวเมตตา โพธิ์กลิ่น

ประวัติการศึกษา กศ.บ. (พยาบาล) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วท.ม. (สรีรวิทยา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถานที่ติดต่อ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มวิชาสรีรวิทยา

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

โทรศัพท์ 0-2312-6300 ต่อ 1508