

### บทที่ 3 ผลการวิจัย



#### 3.1 ผลการวิจัยการศึกษานำร่อง

คุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัยการศึกษานำร่องแสดงในตารางที่ 1 จากผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 20 คน มีผู้เข้าร่วมการวิจัยสองคนขอลงตัวจากการวิจัยเนื่องจากติดภารกิจทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยอย่างต่อเนื่องได้ จึงเหลือผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 18 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจของแต่ละกลุ่มในวันที่ 1 และวันที่ 6 แสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้ไม่มีผู้เข้าร่วมการวิจัยคนใดรายงานผลข้างเคียงอันไม่พึงปรารถนาจากการกระตุ้นไฟฟ้า

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัยการศึกษานำร่อง (n = 18)

	TES group (n = 5)	TENS group (n = 5)	Placebo TES group (n = 4)	Placebo TENS group (n = 4)
Age (years)	21.2 ± 1.1	20.4 ± 1.5	20.0 ± 0.8	20.3 ± 0.5
Male : female	3 : 2	3 : 2	2 : 2	1 : 3
Weight (kilograms)	55.8 ± 4.3	20.4 ± 11.6	20.0 ± 18.0	20.3 ± 6.5
Height (centimeters)	160.0 ± 4.7	164.8 ± 10.3	169.5 ± 11.6	164.8 ± 13.2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจของแต่ละกลุ่มในวันที่ 1 และวันที่ 6 (n = 18)

	TES group (n = 5)	TENS group (n = 5)	Placebo TES group (n = 4)	Placebo TENS group (n = 4)
<b>Systolic blood pressure (mmHg)</b>				
<b>Day 1</b>				
0 min	113.4 (12.1)	115.2 (9.8)	106.5 (20.9)	109.8 (11.9)
15 min	111.6 (8.9)	104.6 (11.2)	108.8 (17.2)	99.8 (12.7)
30 min	108.8 (12.3)	107.2 (13.9)	108.3 (24.5)	100.3 (8.0)
<b>Day 6</b>				
0 min	112.4 (11.1)	115.0 (18.9)	111.8 (14.7)	103.8 (9.5)
15 min	108.6 (12.1)	109.4 (14.7)	114.0 (15.6)	99.5 (9.3)
30 min	113.4 (11.7)	110.6 (14.7)	115.0 (11.3)	95.8 (10.9)



ตารางที่ 2 (ต่อ) ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจของแต่ละกลุ่มในวันที่ 1 และวันที่ 6 (n = 18)

	TES group (n = 5)	TENS group (n = 5)	Placebo TES group (n = 4)	Placebo TENS group (n = 4)
<b>Diastolic blood pressure (mmHg)</b>				
<b>Day 1</b>				
0 min	74.8 (10.4)	66.0 (5.8)	64.3 (12.8)	66.5 (9.8)
15 min	73.6 (11.0)	62.4 (1.1)	66.3 (9.3)	60.0 (8.2)
30 min	70.8 (11.5)	64.0 (3.3)	66.8 (10.2)	61.5 (7.9)
<b>Day 6</b>				
0 min	73.0 (8.5)	67.4 (3.5)	67.5 (5.3)	67.5 (2.9)
15 min	67.2 (7.8)	70.4 (14.5)	64.5 (8.4)	61.0 (5.4)
30 min	73.8 (10.3)	68.8 (9.0)	67.5 (7.8)	63.0 (3.9)
<b>Heart rate (beats per minute)</b>				
<b>Day 1</b>				
0 min	71.0 (9.8)	63.8 (16.6)	63.3 (4.1)	67.8 (13.0)
15 min	69.6 (7.6)	65.6 (20.3)	61.5 (5.1)	66.0 (12.8)
30 min	71.6 (13.4)	65.6 (13.8)	63.3 (6.1)	68.5 (14.5)
<b>Day 6</b>				
0 min	77.2 (10.2)	67.2 (11.0)	69.0 (8.1)	61.3 (10.4)
15 min	74.2 (9.1)	68.6 (8.6)	62.3 (7.9)	63.0 (12.3)
30 min	74.4 (10.1)	64.8 (7.5)	69.5 (13.8)	67.8 (14.2)
<b>Respiratory rate (breaths per minute)</b>				
<b>Day 1</b>				
0 min	19.4 (2.6)	19.2 (2.3)	19.3 (1.5)	19.0 (2.6)
15 min	18.4 (2.6)	17.6 (2.1)	17.0 (2.2)	19.3 (3.7)
30 min	18.6 (3.0)	17.8 (2.2)	18.3 (3.3)	17.5 (2.4)
<b>Day 6</b>				
0 min	17.2 (2.7)	21.2 (1.1)	17.8 (2.6)	20.8 (1.5)
15 min	18.0 (2.0)	20.2 (1.1)	19.0 (2.0)	20.0 (2.8)
30 min	19.6 (7.0)	19.2 (0.8)	18.5 (1.0)	18.8 (2.5)

0 min หมายถึง ก่อนการกระตุ้นไฟฟ้า (นาทีที่ 0), 15 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 15 นาที (นาทีที่ 15), 30 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 30 นาที (นาทีที่ 30)

การวิเคราะห์ด้วย Kruskal-Wallis one-way ANOVA by ranks ไม่พบความแตกต่างของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจระหว่างกลุ่มการกระตุ้นไฟฟ้าทั้ง 4 กลุ่มในทุกช่วงเวลา ยกเว้นอัตราการหายใจที่ 0 นาทีของวันที่ 6 (ตารางที่ 3) การวิเคราะห์ด้วย *post hoc* analysis พบว่า ความแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างกลุ่ม TES กับกลุ่ม TENS และระหว่างกลุ่ม TENS กับกลุ่ม placebo TES (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ด้วย Kruskal-Wallis one-way ANOVA by ranks (n = 18)

	Systolic blood pressure	Diastolic blood pressure	Heart rate	Respiratory rate
<b>Day 1</b>				
0 min	.712	.403	.395	.986
15 min	.513	.236	.589	.728
30 min	.723	.723	.744	.944
<b>Day 6</b>				
0 min	.464	.572	.191	.043 *
15 min	.429	.538	.327	.317
30 min	.186	.293	.505	.387

\* =  $p < 0.05$

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ด้วย *post hoc analysis* โดยใช้สถิติ Mann-Whitney U tests (n = 18)

	TENS group	Placebo TES group	Placebo TENS group
TES group	.021 *	.794	.079
TENS group		.037 *	.584
Placebo TES group			.137

\* =  $p < 0.05$

ในขั้นตอนการวิเคราะห์หาปริมาณ beta-endorphin ใน plasma พบมีเลือดตัวอย่างของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่สมบูรณ์และสามารถนำไปวิเคราะห์ต่อสำหรับเลือดที่ได้ในวันแรกของการกระตุ้นไฟฟ้าได้เพียง 14 คน และมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสารที่หลากหลายนี้อย่างที่แสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการเปลี่ยนแปลงปริมาณของ beta-endorphin ใน plasma นาทีที่ 15 และ 30 เมื่อเปรียบเทียบกับนาทีที่ 0 โดยกำหนดให้ค่า ณ นาทีที่ 0 เป็น 1.00 (n = 14)

	TES group (n = 3)	TENS group (n = 4)	Placebo TES group (n = 4)	Placebo TENS group (n = 3)
0 min	1.00	1.00	1.00	1.00
15 min	0.99 $\pm$ 0.08	1.02 $\pm$ 0.09	1.09 $\pm$ 0.20	0.98 $\pm$ 0.03
30 min	0.94 $\pm$ 0.14	0.92 $\pm$ 0.03	1.06 $\pm$ 0.08	0.93 $\pm$ 0.02

0 min หมายถึง ก่อนการกระตุ้นไฟฟ้า (นาทีที่ 0), 15 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 15 นาที (นาทีที่ 15), 30 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 30 นาที (นาทีที่ 30)

เมื่อพิจารณาปริมาณ beta-endorphin ใน plasma เมื่อได้รับการกระตุ้นไฟฟ้าโดยละเอียดพบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่มในแต่ละคนไม่เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน กล่าวคือ ภายในกลุ่มเดียวกัน ผู้เข้าร่วมการวิจัยบางคนแสดงการเพิ่มขึ้นของปริมาณสาร beta-endorphin ใน plasma ในนาทิตี่ 15 และกลับลดลงเมื่อเวลาผ่านไปในนาทิตี่ 30 ในขณะที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยบางคน แสดงการลดลงของปริมาณ beta-endorphin ใน plasma จากนาทิตี่ 0 ไปจนถึงนาทิตี่ 30 ดังแสดง รายละเอียดในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ beta-endorphin ใน plasma เมื่อได้รับการกระตุ้น ไฟฟ้าของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละราย โดยกำหนดให้ค่า ณ นาทิตี่ 0 เป็น 1.00

	0 min	15 min	30 min
<b>Group 1 TES</b>			
• G1-M1	1.00	0.94	1.10
• G1-F2	1.00	1.05	0.85
• G1-F3	1.00	NA	0.88
<b>Group 2 TENS</b>			
• G2-M1	1.00	1.10	0.92
• G2-M2	1.00	1.02	0.90
• G2-F1	1.00	0.89	0.90
• G2-F2	1.00	1.08	0.97
<b>Group 3 placebo TES</b>			
• G3-M1	1.00	1.01	1.03
• G3-M2	1.00	1.05	1.10
• G3-F1	1.00	1.39	1.15
• G3-F2	1.00	0.93	0.96
<b>Group 4 placebo TENS</b>			
• G4-M1	1.00	0.96	0.94
• G4-M2	1.00	1.02	0.93
• G4-F2	1.00	0.97	0.91

0 min หมายถึง ก่อนการกระตุ้นไฟฟ้า (นาทิตี่ 0), 15 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 15 นาที (นาทิตี่ 15), 30 min หมายถึง หลังการกระตุ้นไฟฟ้า 30 นาที (นาทิตี่ 30), NA หมายถึง เลือดตัวอย่างที่ได้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้

จากตารางที่ 6 ซึ่งแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ beta-endorphin ใน plasma จากการ วิเคราะห์ด้วยเทคนิค ELISA มีข้อสังเกตว่า การเปลี่ยนแปลงที่พบส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินร้อยละ 10 ของ ปริมาณ beta-endorphin ใน plasma ที่มีอยู่ก่อนการกระตุ้นไฟฟ้า ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพิ่มเติมด้วยเทคนิค MALDI-TOF ซึ่งเป็นการดู proteome ของโปรตีนขนาดเล็กกว่า 10 kDa ที่ เปลี่ยนแปลงไปในเลือดตัวอย่างของอาสาสมัคร 6 คน เปรียบเทียบ 3 ช่วงเวลา คือ นาทิตี่ 0 นาทิตี่ 15 และนาทิตี่ 30 เพื่อให้ได้รายละเอียดเพิ่มเติมของปริมาณ beta-endorphin ใน plasma รวมทั้งเพื่อดู

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของสารโปรตีนต่างๆ ในน้ำเลือดระหว่างกลุ่มวิจัย ซึ่งแสดงผลด้วย PCA (principal component analysis) ดังแสดงในภาคผนวก 2

### สรุปผลการวิจัยการศึกษานำร่อง

การศึกษานำร่องไม่พบมีการความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจระหว่างกลุ่มการกระตุ้นไฟฟ้าทั้ง 4 กลุ่ม กอปรกับผลการวิเคราะห์ปริมาณ beta-endorphin ใน plasma พบว่ามีความหลากหลายของการแสดงผลด้วยการวิเคราะห์แบบ ELISA และ MALDI-TOF ปรัชญาการณีนี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของบุคคล ซึ่งการดำเนินงานวิจัยในกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็กทำให้ไม่สามารถแสดงผลงานวิจัยที่ได้ออกเป็นกลุ่มย่อยตามรูปแบบที่น่าจะมีอยู่ได้ และทำให้ผู้วิจัยยังไม่สามารถสรุปผลการวิจัยได้ชัดเจน

### 3.2 ผลการวิจัยการศึกษาหลัก

ตารางที่ 7 แสดงคุณลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมงานวิจัยในการศึกษาหลัก จากผู้เข้าร่วมการวิจัยจำนวน 120 คน มีผู้เข้าร่วมการวิจัย 1 คนขอถอนตัวจากการวิจัยเนื่องจากติดภารกิจ ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยอย่างต่อเนื่องได้ จึงเหลือผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 119 คน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความดันโลหิต อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจของแต่ละกลุ่มในวันที่ 1 ถึงวันที่ 6 แสดงในภาคผนวก 3 ทั้งนี้ไม่มีผู้เข้าร่วมการวิจัยคนใดรายงานผลข้างเคียงอันไม่พึงปรารถนาจากการกระตุ้นไฟฟ้า

ตารางที่ 7 แสดงคุณลักษณะของผู้เข้าร่วมการวิจัยการศึกษาหลัก (n = 119)

	TES group (n = 30)	TENS group (n = 30)	Placebo TES group (n = 30)	Placebo TENS group (n = 29)
Age (years)	22.5 ± 4.3	21.9 ± 3.9	21.2 ± 2.7	21.2 ± 2.2
Male : female	14 : 16	15 : 15	15 : 15	14 : 15
Weight (kilograms)	62.1 ± 13.7	61.2 ± 10.5	59.9 ± 13.5	61.3 ± 11.5
Height (centimeters)	164.1 ± 7.5	166.5 ± 8.7	164.8 ± 7.1	167.3 ± 9.7

### ความดันโลหิต

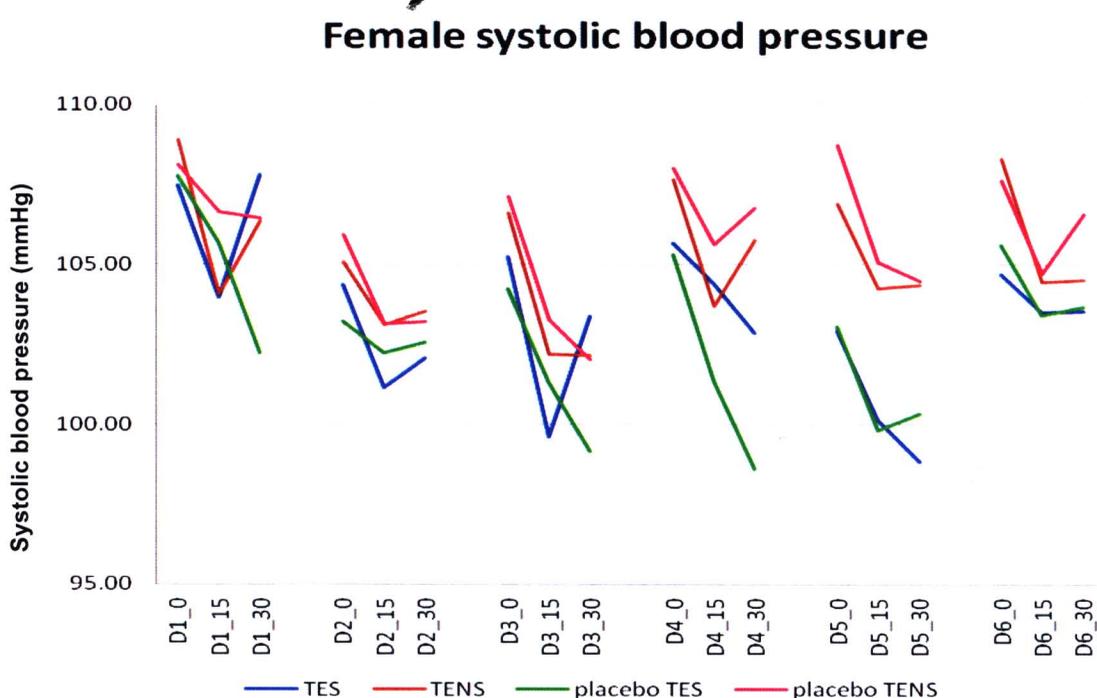
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA สำหรับค่า systolic blood pressure พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ main effect คือ เวลา และเพศ ( $p < .001$ ) โดยไม่พบ interaction effects (ตารางที่ 8) การวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมด้วย *post hoc* analysis พบว่า เพศหญิงมีค่า systolic blood pressure ต่ำกว่าเพศชายทุกช่วงเวลาที่ทำกรกระตุ้นไฟฟ้า และทุกกลุ่มแสดงการลดลงของ

systolic blood pressure ใน 15 นาทีแรกของการกระตุ้นไฟฟ้าทุกวันตลอดทั้ง 6 วัน (รูปที่ 8) ในเพศหญิงมีแนวโน้มว่ากลุ่ม TES และ placebo TES มีค่า systolic blood pressure ต่ำกว่ากลุ่ม TENS และ placebo TENS ในขณะที่เพศชายมีแนวโน้มว่ากลุ่ม TENS และ placebo TENS มีค่า systolic blood pressure ต่ำกว่ากลุ่มอื่น ทั้งนี้ ค่า systolic blood pressure มีแนวโน้มลดลงจากค่า baseline ณ นาทีที่ 0 ของวันแรก ตลอดระยะเวลาของการวิจัยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) (ภาคผนวก 4)

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA ซึ่งใช้ time เป็น repeated factor สำหรับค่า systolic blood pressure (n = 119)

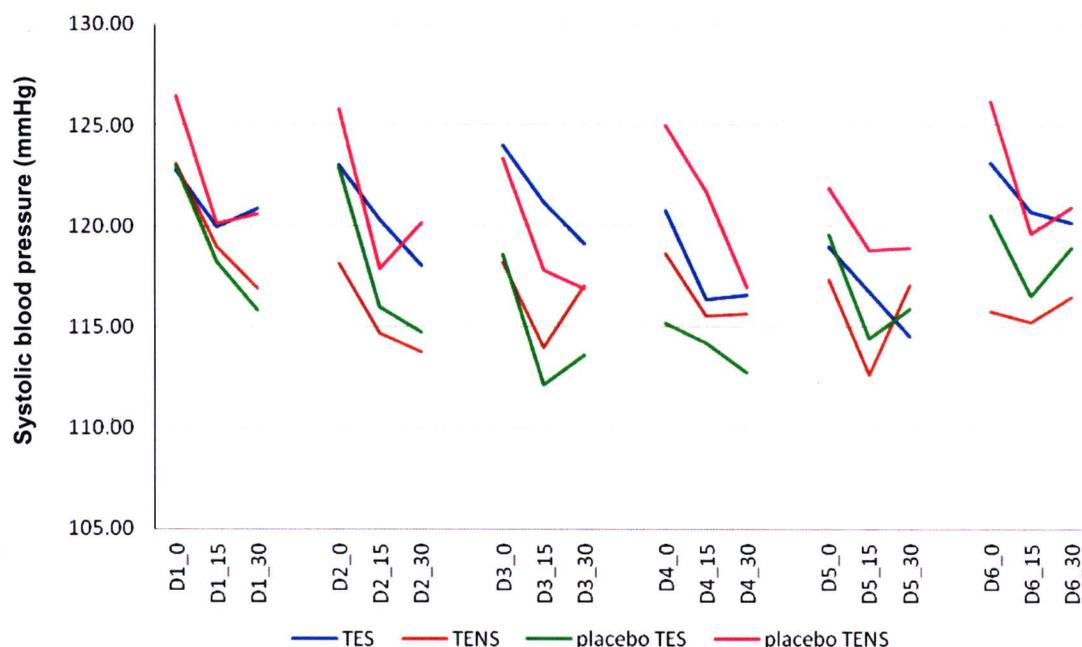
Source	df	SS	MS	F	Sig.
<b>Time</b>	17	3440.195	202.364	2.591	.000 *
Intervention	3	2858.594	952.865	2.081	.107
<b>Gender</b>	1	12982.057	12982.057	28.354	.000 *
Time × Gender	17	1690.412	99.436	1.273	.200
Time × Intervention	51	2730.062	53.531	.685	.956
Intervention × Gender	3	703.415	234.472	.512	.675
Time × Intervention × Gender	51	4368.682	85.660	1.097	.298
Error (Time)	1870	146042.076	78.097		

\*  $p < 0.05$



รูปที่ 8.1 การเปรียบเทียบค่า systolic blood pressure ของเพศหญิงระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่ม ตลอดระยะเวลาการวิจัยทุกวัน

### Male systolic blood pressure



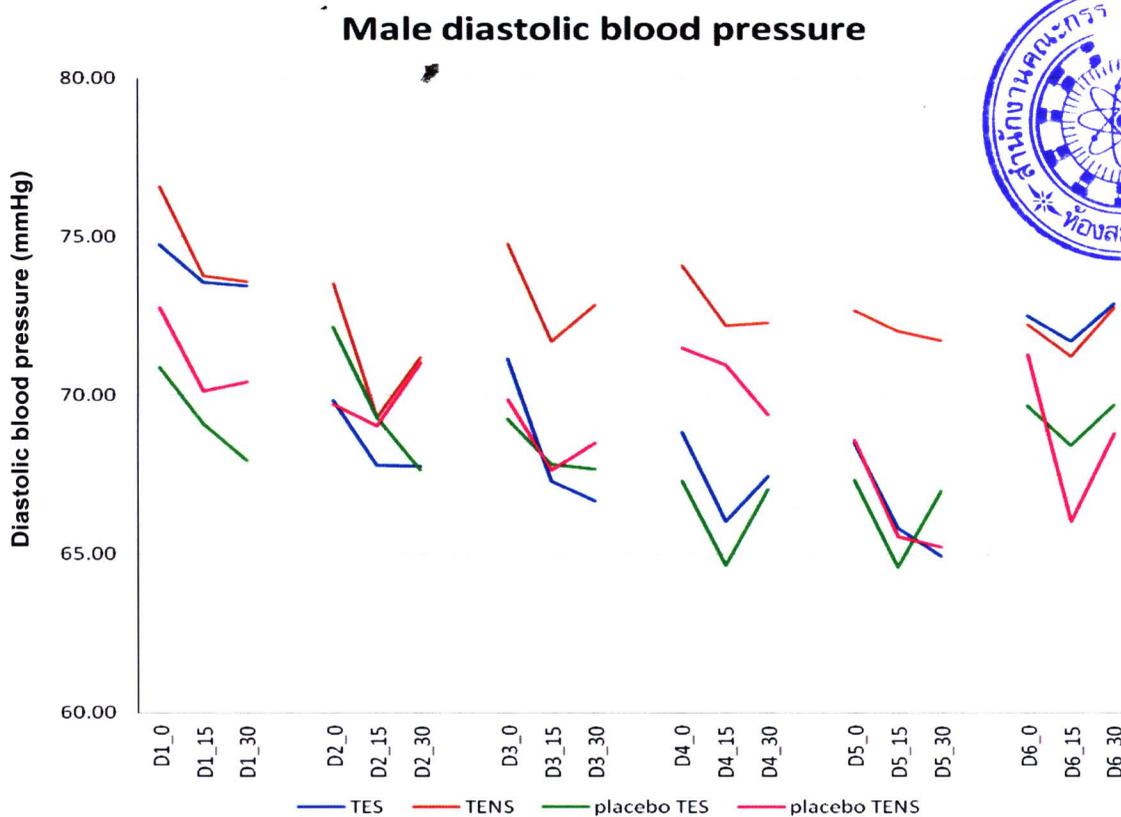
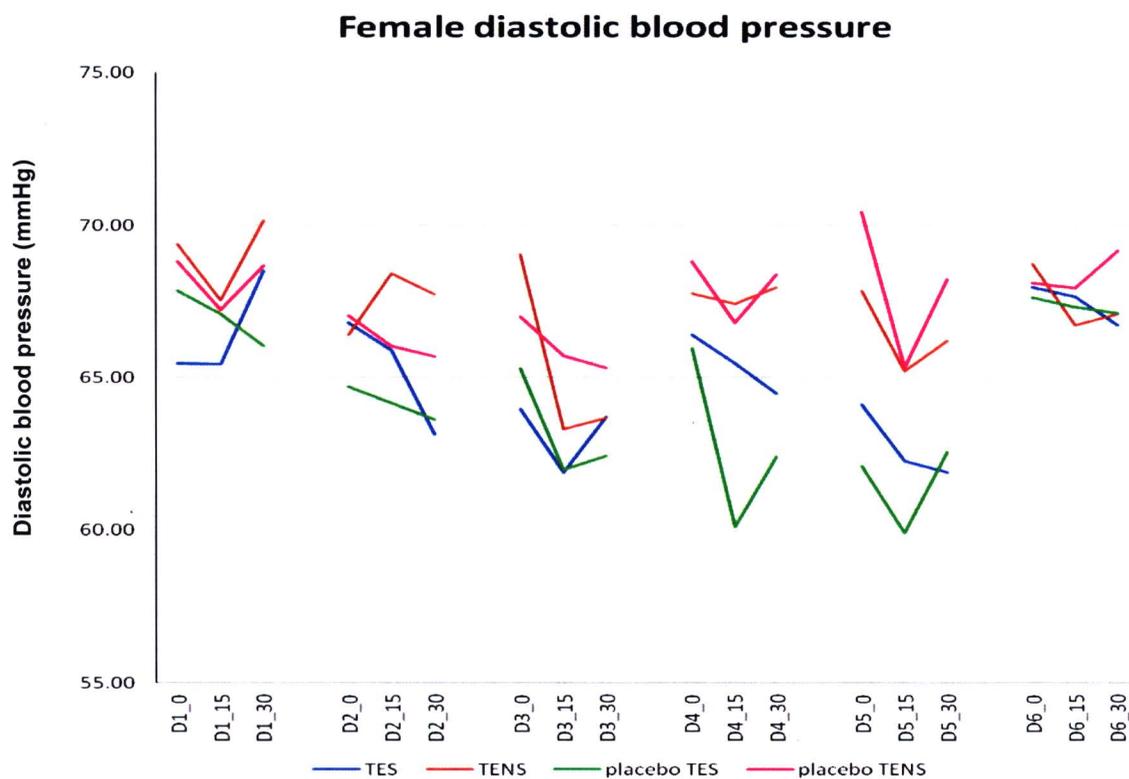
รูปที่ 8.2 การเปรียบเทียบค่า systolic blood pressure ของเพศชายระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่ม ตลอดระยะเวลาการวิจัยหกวัน

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA สำหรับค่า diastolic blood pressure พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ main effect คือ เวลา ( $p < .001$ ) เท่านั้น โดยไม่พบ interaction effects (ตารางที่ 9) การวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมด้วย *post hoc* analysis พบว่า ค่า diastolic blood pressure มีแนวโน้มลดลงจากค่า baseline ณ นาทีที่ 0 ของวันแรก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ในบางช่วงเวลาของการวิจัย ทั้งในเพศหญิงและเพศชาย (รูปที่ 9) (ภาคผนวก 5)

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA ซึ่งใช้ time เป็น repeated factor สำหรับค่า diastolic blood pressure (n = 119)

Source	df	SS	MS	F	Sig.
<b>Time</b>	17	2290.284	134.723	4.841	<b>.000 *</b>
Intervention	3	1116.399	372.133	1.202	.312
Gender	1	460.971	460.971	1.489	.225
Time × Gender	17	567.500	49.187	1.199	.280
Time × Intervention	51	2027.695	58.583	1.429	.052
Intervention × Gender	3	711.175	237.058	.766	.516
Time × Intervention × Gender	51	1350.218	39.010	.951	.550
Error (Time)	1870	52046.061	41.009		

\*  $p < 0.05$



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบค่า diastolic blood pressure ของเพศหญิงและเพศชายระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่ม ตลอดระยะเวลาการวิจัยหกวัน

### อัตราการเต้นของหัวใจ

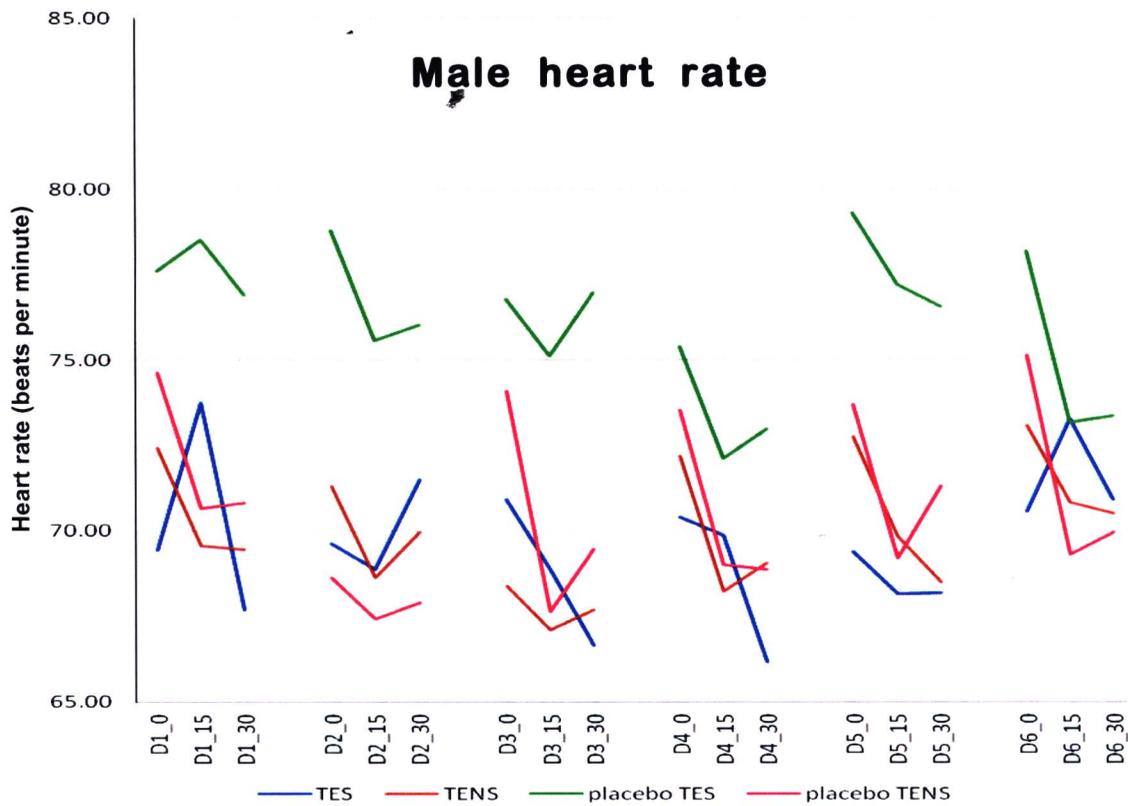
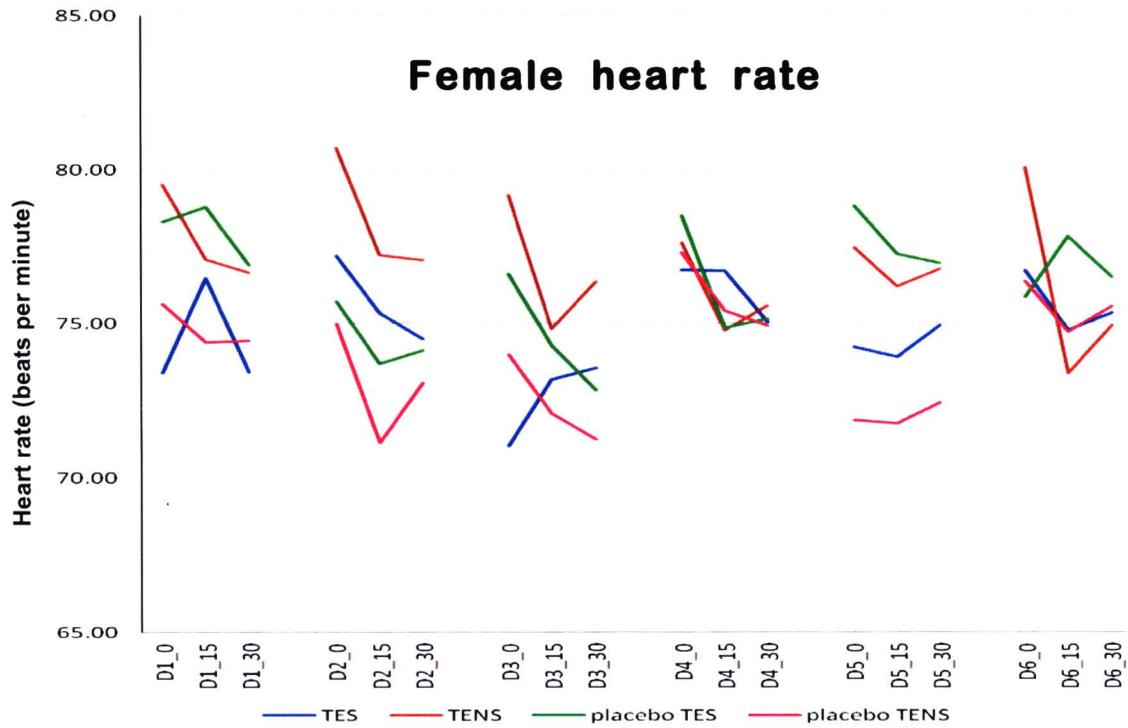
การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA สำหรับค่าอัตราการเต้นของหัวใจ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ main effect คือ เวลา ( $p < .001$ ) และเพศ ( $p = .031$ ) โดยไม่พบ interaction effects (ตารางที่ 10) การวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมด้วย *post hoc analysis* พบว่า เพศหญิงมีอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่าเพศชายทุกช่วงเวลาที่ทำกรกระตุ้นไฟฟ้า (รูปที่ 10) ในเพศหญิงมีแนวโน้มว่ากลุ่ม TES และ placebo TES มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่ากลุ่ม TENS และ placebo TENS ในขณะที่เพศชายมีแนวโน้มว่ากลุ่ม TENS มีค่าอัตราการเต้นของหัวใจต่ำกว่ากลุ่มอื่น

ทั้งนี้ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีแนวโน้มลดลงจากค่า baseline ณ นาทีที่ 0 ของวันแรก ตลอดระยะเวลาของการวิจัย การเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจลดลงทันทีใน 15 นาทีแรก พบได้ภายหลังการกระตุ้นด้วย TENS และ placebo TENS ตลอดทั้ง 6 วัน แต่ความแตกต่างที่พบระหว่างกลุ่มไม่มีรูปแบบที่ชัดเจน (ภาคผนวก 6)

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA ซึ่งใช้ time เป็น repeated factor สำหรับค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ( $n = 119$ )

Source	df	SS	MS	F	Sig.
Time	17	5356.188	315.070	7.775	.000 *
Intervention	3	1940.214	646.738	1.218	.307
Gender	1	2523.822	2523.822	4.752	.031 *
Time × Gender	17	683.130	76.082	.992	.445
Time × Intervention	51	2063.667	76.612	.999	.467
Intervention × Gender	3	1054.463	351.488	.662	.577
Time × Intervention × Gender	51	2000.266	74.259	.968	.512
Error (Time)	1870	75780.222	40.524		

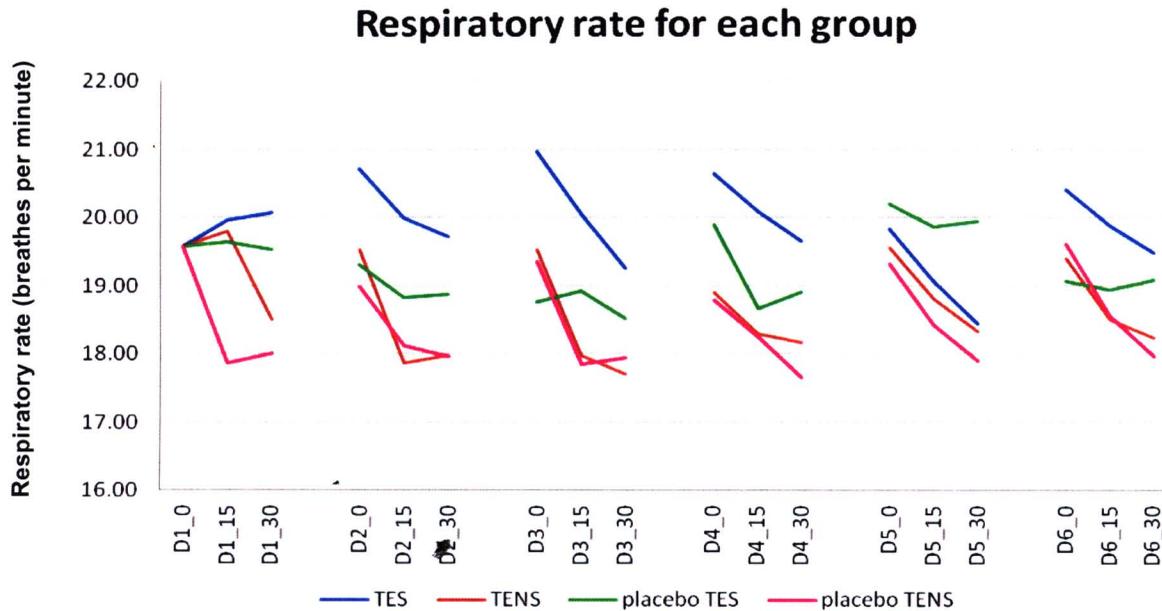
\*  $p < 0.05$



รูปที่ 10 การเปรียบเทียบค่าอัตราการเต้นของหัวใจของเพศหญิงและเพศชายระหว่างผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่ม ตลอดระยะเวลาการวิจัยหกวัน

อัตราการหายใจ

รูปที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการหายใจที่แตกต่างกันของผู้เข้าร่วมการวิจัยแต่ละกลุ่ม การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA สำหรับค่าอัตราการหายใจ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ main effect คือ เวลา ( $p < .001$ ) กลุ่ม ( $p = .005$ ) และเพศ ( $p = .026$ ) และพบ interaction effects ระหว่างเวลาและกลุ่ม ( $p = .009$ ) (ตารางที่ 11)



รูปที่ 11 การเปรียบเทียบค่าอัตราการหายใจระหว่างกลุ่มการกระตุ้นไฟฟ้าที่แตกต่างกัน ตลอดระยะเวลาการวิจัยหกวัน

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย three-way ANCOVA ซึ่งใช้ time เป็น repeated factor สำหรับค่าอัตราการหายใจ (n = 119)

Source	df	SS	MS	F	Sig.
<b>Time</b>	17	694.987	40.882	9.868	<b>.000 *</b>
<b>Intervention</b>	3	643.902	214.634	4.589	<b>.005 *</b>
<b>Gender</b>	1	237.273	237.273	5.073	<b>.026 *</b>
Time × Gender	17	110.208	10.587	1.565	.108
<b>Time × Intervention</b>	51	360.94	11.558	1.708	<b>.009 *</b>
Intervention × Gender	3	34.958	11.653	.249	.862
Time × Intervention × Gender	51	155.978	4.994	0.738	.852
Error (Time)	1870	7746.759	6.765		

\*  $p < 0.05$

การวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมด้วย *post hoc analysis* เพื่อค้นหาว่าการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม ในช่วงเวลาใดที่ทำให้เกิดความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ interaction effects ระหว่างเวลา และกลุ่ม ( $p = .009$ ) ปรากฏความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม ณ เวลามาที่ 15 ของ วันที่ 3 และนาที่ที่ 30 ของวันที่ 5 ดังรายละเอียดแสดงในภาคผนวก 7 และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปพบ ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเกิดขึ้นระหว่าง 3 คู่ (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย *post hoc analysis* เพื่อศึกษาความแตกต่างระหว่างกลุ่ม การกระตุ้นไฟฟ้า ณ นาที่ที่ 15 ของวันที่ 3 และนาที่ที่ 30 ของวันที่ 5 ( $n = 119$ )

	TENS group (n = 30)	Placebo TENS group (n = 30)	Placebo TENS group (n = 29)
<b>Day 3 at 15 minutes</b>			
TES group	.026 *	.976	.015 *
TENS group	—	.814	1.000
Placebo TES group	—	—	.562
<b>Day 5 at 30 minutes</b>			
TES group	1.000	.093	1.000
TENS group	—	.093	1.000
Placebo TES group	—	—	.014 *

\*  $p < 0.05$

#### ปริมาณโปรตีนและ beta-endorphin ในเลือด

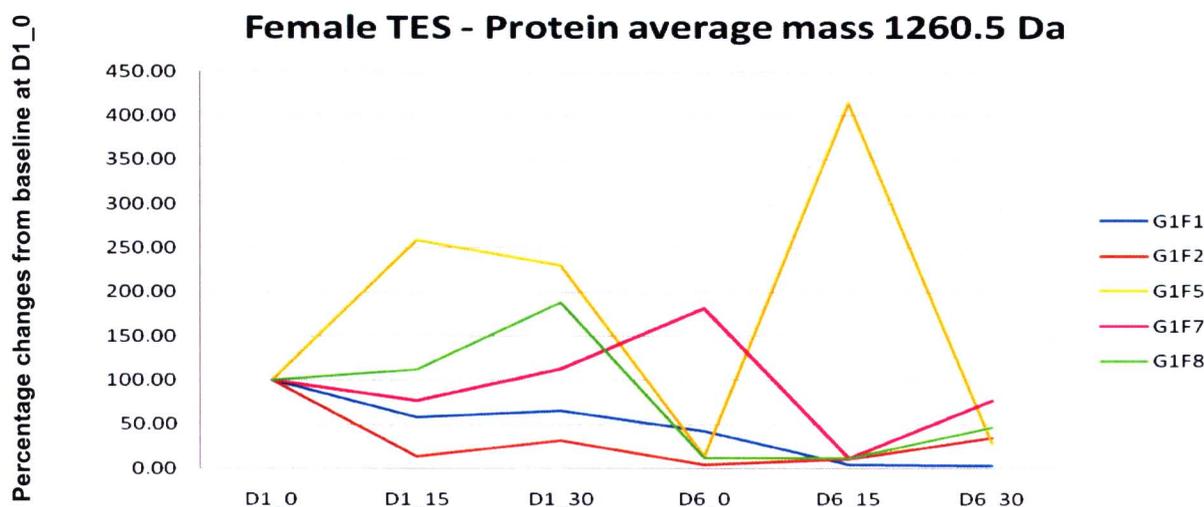
งานวิจัยแบ่งทำการวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนต่างๆ รวมถึง beta-endorphin ในซีรัมด้วยเทคนิค MALDI-TOF เป็นสองช่วง คือ ช่วงแรกหลังดำเนินการวิจัยไปได้ประมาณร้อยละ 40 และช่วงที่สองหลัง การดำเนินงานวิจัยเสร็จสิ้น โดยในช่วงแรกผู้วิจัยได้ส่งตัวอย่างเลือดจากผู้เข้าร่วมงานวิจัยจำนวน 50 คน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนต่างๆ รวมถึง beta-endorphin ในซีรัมด้วยเทคนิค MALDI-TOF ปรากฏพบโปรตีนจำนวน 27 ชนิด ซึ่งมีขนาดมวลเฉลี่ยตั้งแต่ 1020.2 Da ไปจนถึง 4298.2 Da (ตารางที่ 13) ทั้งนี้ มีโปรตีนจำนวน 3 ชนิดที่พบได้ในผู้เข้าร่วมวิจัยส่วนใหญ่ (ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป) ได้แก่ โปรตีนขนาดมวลเฉลี่ย 1260.5, 1465.5 และ 1541.1 Da ทั้งนี้ เป็นที่น่าสังเกตว่า งานวิจัยนี้ไม่พบ โปรตีนขนาดมวลเฉลี่ยเท่ากับ 3465.4 Da ซึ่งเป็นขนาดมวลของ beta-endorphin (Liu and Schey, 2005)

ทั้งนี้ เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงปริมาณของโปรตีนทั้งสามชนิดดังกล่าวด้วยการคิดเป็น สัดส่วนที่เปลี่ยนไปเมื่อเทียบกับค่าที่วัดได้ก่อนเริ่มการกระตุ้นไฟฟ้า พบว่ามีรูปแบบที่หลากหลายแม้ ภายในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 12 โดยข้อมูลพร้อมกราฟทั้งหมดแสดงไว้ใน ภาคผนวก 8-11

ตารางที่ 13 แสดงขนาดมวลเฉลี่ยของโปรตีน และความชุกของการพบในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม (n = 50)

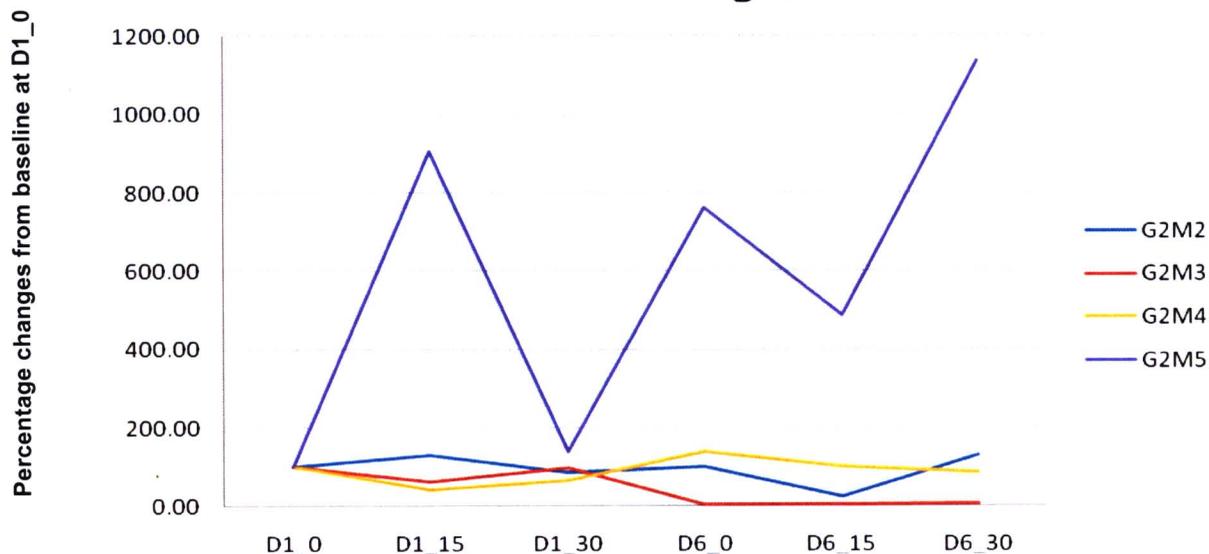
	Average mass (Da)	TES female n = 8	TES male n = 5	TENS female n = 8	TENS male n = 5	placebo TES female n = 8	placebo TES male n = 4	placebo TENS female n = 7	placebo TENS male n = 5	Percentage
1	1020.2	-	1	1	-	1	-	-	-	6
2	1045.8	-	1	-	-	-	-	-	-	2
3	1071.6	3	-	-	-	1	-	-	-	8
4	1206.5	3	2	5	1	3	-	3	3	40
5	<b>1260.5</b>	6	2	7	4	5	2	3	3	<b>64</b>
6	1276.6	1	-	1	-	-	-	-	-	4
7	1282.3	1	-	-	-	-	-	-	-	2
8	1350.5	1	1	3	-	2	-	-	1	16
9	1418.6	1	-	1	-	1	-	-	1	8
10	1448.5	-	1	-	-	-	-	-	1	4
11	<b>1465.5</b>	4	3	6	2	3	1	2	4	<b>50</b>
12	1487.5	-	-	1	-	-	-	-	-	2
13	1518.9	-	-	1	-	-	-	-	-	2
14	<b>1545.1</b>	7	4	6	4	5	2	4	4	<b>72</b>
15	1616.3	4	1	5	-	3	-	2	1	32
16	1739.9	1	-	-	-	-	-	-	-	2
17	1864.5	-	-	-	-	-	-	1	-	2
18	1896.0	2	1	3	3	2	1	3	3	36
19	2376.9	2	-	-	-	-	-	-	-	4
20	2658.6	1	1	-	-	-	-	1	-	6
21	2767.1	2	-	-	-	-	-	-	-	4
22	2988.1	1	1	1	-	-	-	3	2	16
23	3189.5	2	-	-	-	-	-	-	-	4
24	3260.8	3	-	4	2	1	2	-	1	26
25	4088.0	1	-	-	-	-	-	-	-	2
26	4210.9	1	-	-	-	-	-	-	-	2
27	4298.2	-	1	-	-	-	-	-	-	2

- หมายถึง ไม่พบโปรตีนชนิดนั้นในกลุ่มผู้เข้าร่วมการวิจัย



รูปที่ 12 ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนขนาดมวลเฉลี่ย 1260.5 Da ของผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วย TES และ TENS

## Male TENS - Protein average mass 1260.5 Da



รูปที่ 12 (ต่อ) ตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนขนาดมวลเฉลี่ย 1260.5 Da ของผู้เข้าร่วมการวิจัยในกลุ่มที่ได้รับการกระตุ้นด้วย TES และ TENS

อย่างไรก็ตาม เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยในผู้เข้าร่วมการวิจัยทั้งสิ้น 119 คน ผู้วิจัยได้ส่งตัวอย่างเลือดที่เหลือของผู้เข้าร่วมการวิจัยอีก 69 คน เพื่อทำการวิเคราะห์หาโปรตีนขนาดเล็กในช่วงที่สอง หากแต่การดำเนินการยังไม่แล้วเสร็จและเกิดปัญหาทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดที่เหลือได้อีก เนื่องจากตัวอย่างเลือดทั้งหมดเสียหายขณะเก็บรักษาเพื่อเตรียมวัดปริมาณโปรตีนด้วยเทคนิค MALDI-TOF