

ผลการวิจัยและวิจารณ์

ตอนที่ 1 อายุ และลักษณะทางกายภาพ

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 11 คน ได้แก่ กลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 จากข้อมูลพื้นฐานพบว่า แต่ละกลุ่มมีอายุและลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักและส่วนสูงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีอายุระหว่าง 15.00 ปี ถึง 15.45 ปี น้ำหนัก 52.00 กก. ถึง 54.18 กก. และส่วนสูง 160.00 ซม. ถึง 161.10 ซม. ดังแสดงในตารางที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้ว พบความน่าจะเป็นที่แต่ละตัวแปรจะเท่ากันมีค่าเท่ากับ 0.32 0.37 และ 0.80 ตามลำดับ ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 1 อายุ น้ำหนัก ส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)
กลุ่มควบคุม	15.45 $\pm$ 0.20 ^a	54.18 $\pm$ 0.74 ^a	161.10 $\pm$ 1.17 ^a
กลุ่มทดลองที่ 1	15.01 $\pm$ 0.16 ^a	52.55 $\pm$ 0.82 ^a	160.00 $\pm$ 0.84 ^a
กลุ่มทดลองที่ 2	15.00 $\pm$ 0.16 ^a	52.00 $\pm$ 1.12 ^a	161.08 $\pm$ 0.88 ^a
กลุ่มทดลองที่ 3	15.30 $\pm$ 0.22 ^a	53.20 $\pm$ 0.95 ^a	160.80 $\pm$ 0.59 ^a

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

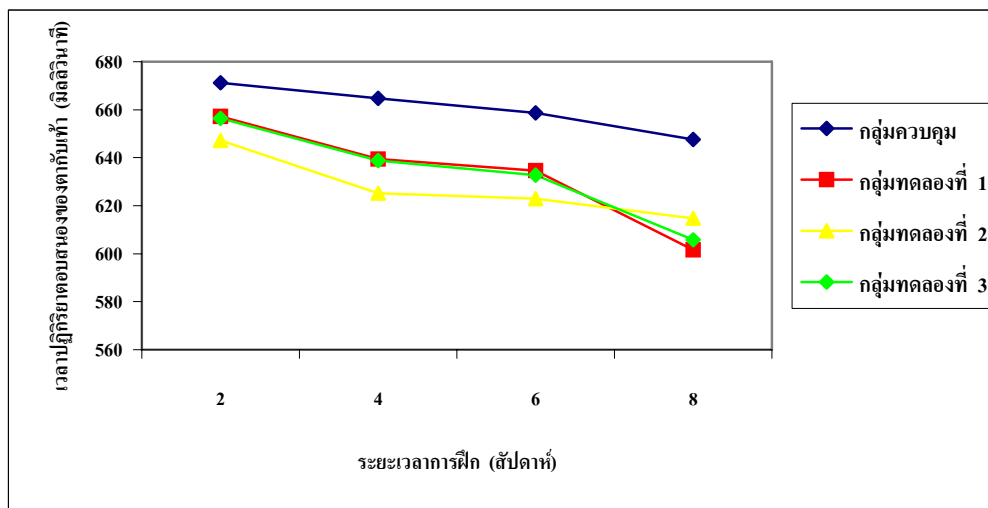
ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวดิ่ง หมายถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ในการวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บรวบรวมเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ยังคงเข้าร่วมกิจกรรมการฝึกพัฒนาสมรรถภาพทางกายตามปกติ ร่วมกันกับการที่กลุ่มควบคุมได้ทำการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching, SS) ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Hold-Relax (HR) ส่วนกลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Contract-Relax (CR) และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Slow-Reversal-Hold-Relax (SRHR)

ตอนที่ 2 เวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้า

ก่อนเริ่มทำการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มตัวอย่างได้ทำการทดสอบเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 แล้วพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 676.81 662.45 655.90 และ 664.45 มิลลิวินาที ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2 เมื่อทำการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแล้วไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยที่ว่าการน่าจะเป็นที่ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะเท่ากันมีค่าเท่ากับ 0.30

ภายหลังจากที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ได้เริ่มทำการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดให้สำหรับแต่ละกลุ่มแล้ว เมื่อครบกำหนดทุก 2 สัปดาห์ ได้มีการทดสอบเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าอีก 4 ครั้ง ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 1 และเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ พบว่า การฝึกโดยใช้โปรแกรมการฝึกและระยะเวลาการฝึกที่แตกต่างกัน ส่งผลต่อเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าอย่างมีปฏิสัมพันธ์กัน ($P = 0.01$) กล่าวคือ วิธีการฝึกที่แตกต่างกัน และระยะเวลาการฝึกที่แตกต่างกัน จะส่งผลต่อเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางวิเคราะห์ทางสถิติ (ตารางผนวกที่ 1) และจากการที่พบปฏิสัมพันธ์นี้ จึงทำให้ต้องแยกดำเนินการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าที่เป็นผลมาจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่ต่างกันออกจากการวิเคราะห์ความแตกต่างของเวลาปฏิบัติทดสอบของตากับเท้าที่เป็นผลมาจากระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกที่ต่างกัน



ภาพที่ 1 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความแตกต่างของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้ามีการพัฒนาเร็วขึ้นในทุกกลุ่ม แต่พัฒนาการที่เกิดขึ้นไม่เท่ากัน ทั้งนี้ พบว่ากลุ่มควบคุมมีพัฒนาการน้อยที่สุดเพียง 29.18 มิลลิวินาที ในช่วง 8 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ทำการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระดูกระบบประสาทที่มีพัฒนาการถึง 60.82 41.18 และ 58.91 มิลลิวินาที ในกลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ

จากการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ในแต่ละช่วงเวลาได้แก่ ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว จากข้อมูลของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่แสดงในตารางที่ 2 ซึ่งพบว่า

1. เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ที่ทำการทดสอบเมื่อผ่านการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.16$) ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 2

2. ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าไม่มีความแตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.11$) แม้ความแตกต่างระหว่างเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 2 จะมีค่าถึง 39.45 มิลลิวินาที ก็ตาม ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 2

3. ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบความแตกต่างกันของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.04$) โดยพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองที่ 2 กับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มทดลองที่ 2 มีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเท่ากับ 622.90 ± 11.73 มิลลิวินาที ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าช้ากว่าด้วยเวลา 658.72 ± 5.79 มิลลิวินาที ซึ่งมีความแตกต่างกัน 35.82 มิลลิวินาที ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 2

4. ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p = 0.01$) โดยพบความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลองที่ 3 กับกลุ่มควบคุม โดยกลุ่มควบคุมมีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าช้าที่สุดด้วยเวลา 647.63 ± 5.96 มิลลิวินาที ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วที่สุดด้วยเวลา 601.63 ± 7.99 มิลลิวินาที ซึ่งต่างจากกลุ่มควบคุม 46.00 มิลลิวินาที ส่วนกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็ว รองลงมา คือ 605.81 ± 8.00 มิลลิวินาที ซึ่งต่างจากกลุ่มควบคุม 41.82 มิลลิวินาที ดังแสดงในตารางที่ 3 และตารางผนวกที่ 2

ตารางที่ 3 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า
ระหว่างกลุ่มตัวอย่าง^a ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8

(หน่วย: มิลลิวินาที)

ภายหลังการฝึก	กลุ่มตัวอย่าง	กลุ่มทดลองที่		
		1	2	3
สัปดาห์ที่ 2				
	กลุ่มควบคุม	14.09	24.09	14.82
	กลุ่มทดลองที่ 1		10.00	1.03
	กลุ่มทดลองที่ 2			9.27
สัปดาห์ที่ 4				
	กลุ่มควบคุม	25.27	39.45	26.00
	กลุ่มทดลองที่ 1		14.18	0.73
	กลุ่มทดลองที่ 2			13.45
สัปดาห์ที่ 6				
	กลุ่มควบคุม	24.09	35.82*	25.91
	กลุ่มทดลองที่ 1		11.73	1.82
	กลุ่มทดลองที่ 2			9.91
สัปดาห์ที่ 8				
	กลุ่มควบคุม	46.00*	32.91	41.81*
	กลุ่มทดลองที่ 1		13.09	4.18
	กลุ่มทดลองที่ 2			8.90

หมายเหตุ a เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ที่เกิดขึ้นหลังจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกเป็นระยะเวลาต่างกัน 2 4 6 และ 8 โดยใช้วิธีการ วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง ของตา กับเท้า ภายในกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังนี้

1. ภายในกลุ่มควบคุม เมื่อทำการฝึกด้วยระยะเวลาที่ต่างกัน จะส่งผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า หลังการฝึกในทุกช่วง 2 สัปดาห์ เร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 3) โดยช่วงเวลาที่ลดลงน้อยที่สุด 5.54 มิลลิวินาที พบภายหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 2 เทียบกับก่อนการฝึก และช่วงเวลาที่ลดลงมากที่สุด 10.55 มิลลิวินาที พบภายหลัง การฝึกสัปดาห์ที่ 8 เทียบกับสัปดาห์ที่ 6 โดยที่ตลอดช่วงการฝึก 8 สัปดาห์ ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ลดลงเป็นระยะเวลารวม 29.18 มิลลิวินาที

2. ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Hold-Relax (HR) ผ่านไป 2 สัปดาห์ ยังไม่พบความแตกต่าง ของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หลังการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ทุกๆ 2 สัปดาห์ การฝึกด้วยเทคนิคนี้เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของ ตา กับเท้า ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติได้ทั้งสิ้น 60.82 มิลลิวินาที โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 2 สัปดาห์ สุดท้ายของการฝึกมีการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ลดลงถึง 33 มิลลิวินาที ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงที่สูงที่สุดที่พบในงานวิจัยครั้งนี้ (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 3)

3. ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ แบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Contract-Relax (CR) พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ลดลงถึง 30.63 มิลลิวินาที อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลง ที่เกิดขึ้นมากที่สุดใน 4 สัปดาห์แรก เมื่อเทียบกับช่วงเวลาที่เท่ากันที่เกิดขึ้นในกลุ่มตัวอย่าง และ เมื่อฝึกครบ 8 สัปดาห์แล้ว เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตา กับเท้า ลดลงเพียง 41.18 มิลลิวินาที (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 3)

4. ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 พบว่า ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Slow-Reversal-Hold-Relax (SRHR) เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง 1 และ 2 โดยที่พัฒนาการเกิดขึ้นไม่ชัดเจนนัก ($p > 0.05$) ในแต่ละช่วง 2 สัปดาห์ ยกเว้นในช่วง 2 สัปดาห์สุดท้ายที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลรวมที่เกิดขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป 8 สัปดาห์ พบว่า สามารถทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าลดลง รองลงมาจากกลุ่มทดลองที่ 1 คือ 58.91 มิลลิวินาที ($p < 0.05$) (ตารางที่ 4 และตารางผนวกที่ 3)

จากการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม พบว่า สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยที่ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน มีผลให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าแตกต่างกัน แต่เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาททั้ง 3 เทคนิค มีความใกล้เคียงกัน จึงพบว่า ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการปรับลดลงจากก่อนการฝึก แต่การลดลงดังกล่าวยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า
ภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม^a ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8
(หน่วย: มิลลิวินาที)

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)			
		2	4	6	8
<u>กลุ่มควบคุม</u>	ก่อนการฝึก	5.54*	12.09*	18.63*	29.18*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		6.55*	13.09*	23.64*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			6.54*	17.09*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				10.55*
<u>กลุ่มทดลองที่ 1</u>	ก่อนการฝึก	5.27	23.00*	27.82*	60.82*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		17.73*	22.55*	55.55*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			4.82*	37.82*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				33.00*
<u>กลุ่มทดลองที่ 2</u>	ก่อนการฝึก	8.72	30.63*	33.00*	41.18*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		21.19	24.28	32.46*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			2.37	10.55
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				8.18
<u>กลุ่มทดลองที่ 3</u>	ก่อนการฝึก	8.72	26.00*	31.91*	58.91*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		17.23	23.64*	50.64*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			5.91	32.91*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				27.00*

หมายเหตุ a เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

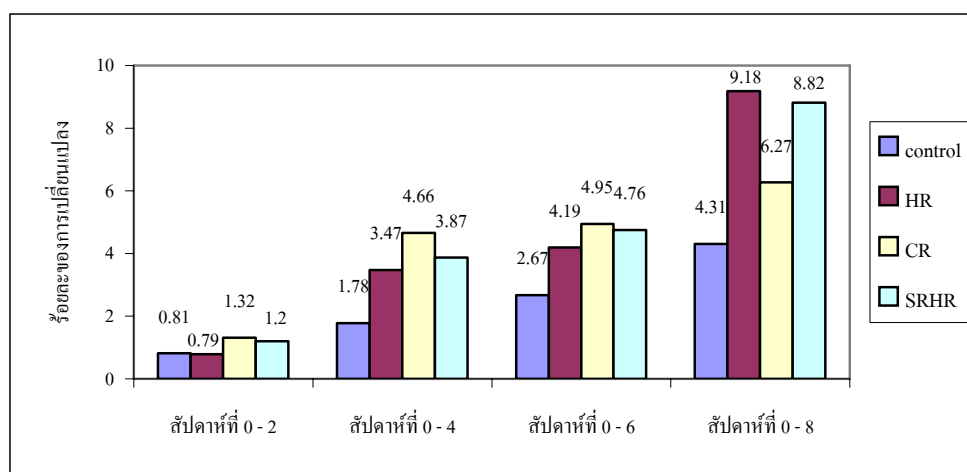
* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เปรียบเทียบกับก่อนการฝึก

(หน่วย: ร้อยละ)

กลุ่มตัว	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)			
	2	4	6	8
กลุ่มควบคุม	-0.81	-1.78	-2.67	-4.31
กลุ่มทดลองที่ 1	-0.79	-3.47	-4.19	-9.18
กลุ่มทดลองที่ 2	-1.32	-4.66	-4.95	-6.27
กลุ่มทดลองที่ 3	-1.20	-3.87	-4.76	-8.82

ตารางที่ 5 แสดงร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า เปรียบเทียบกับก่อนการฝึก พบว่า เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ลดลง การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นมากที่สุด ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าร้อยละของการเปลี่ยนแปลงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้าเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ กลุ่มควบคุม และพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีค่าลดลงสูงสุด ร้อยละ 9.18 รองลงมาคือกลุ่มทดลองที่ 3 ร้อยละ 8.82 และกลุ่มทดลองที่ 2 ร้อยละ 6.27



ภาพที่ 2 ร้อยละของการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตากับเท้า ระหว่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม

จากภาพที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ช่วง 4 สัปดาห์แรกภายหลังการฝึก เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาข่ายเท้าของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน แต่ช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 และ 3 มีพัฒนาชัดเจนกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 2 ในปัจจุบันยังไม่มีการวิจัยใด ศึกษาถึงผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันที่มีผลต่อเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาข่ายเท้าโดยตรง ผลการวิจัยในครั้งนี้จึงเป็นงานวิจัยชิ้นแรก que แสดงถึงแนวโน้มว่าการใช้เทคนิคที่ต่างกันของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท อาจทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาข่ายเท้าแตกต่างกันได้ แม้ในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม

ทั้งนี้ การที่พบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 (HR) และกลุ่มทดลองที่ 3 (SRHR) มีแนวโน้มว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาข่ายเท้าดีกว่ากลุ่มอื่นนั้น อาจเนื่องมาจากทั้ง 2 เทคนิคดังกล่าว มีช่วงที่ผู้ฝึกต้องออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อกลุ่มที่กำลังถูกยืดเหมือนกัน ซึ่งการกระทำดังกล่าวเป็นการเพิ่มความแข็งแรงของสัญญาณประสาทในด้านของ motor neuron ที่เกิดจาก stretch reflex ที่ส่งมาสั่งการให้กล้ามเนื้อหดตัวเมื่อกำลังถูกยืดออก ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ระบบการสั่งการให้กล้ามเนื้อหดตัวถูกฝึกให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จนส่งผลถึงเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาข่ายเท้าที่พบว่า มีแนวโน้มดีขึ้นในกลุ่ม HR และ SRHR ในขณะที่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค CR และแบบอยู่กับที่ ไม่เอื้อให้เกิดผลเช่นเดียวกันนี้มากเท่ากับกลุ่ม HR และ SRHR ซึ่งสอดคล้องกับ ราตรี (2542) ได้รายงานเกี่ยวกับกลไกทางประสาทสรีรวิทยาว่า stretch reflex เป็นรีเฟล็กซ์ที่เกิดจากการยืดกล้ามเนื้อ และกล้ามเนื้อที่ถูกยืดย่นหดตัวทันที ตัวรับของรีเฟล็กซ์เหล่านี้ คือ muscle spindles ซึ่งเป็นเซลล์กล้ามเนื้อพิเศษที่จะถูกกระตุ้นถ้ามีการยืดกล้ามเนื้อเกิดขึ้น การเกิด stretch reflex คือ การที่ muscle spindles ซึ่งเป็นตัวรับสัญญาณประสาทโดยเส้นประสาทชนิด Ia เข้าสู่ไขสันหลังทาง dorsal root ไป synapse โดยตรงกับ anterior motor neuron ซึ่งจะส่งสัญญาณรีเฟล็กซ์ที่เหมาะสมไปตามเส้นประสาทมอเตอร์ไปสู่กล้ามเนื้อมัดเดียวกันนั้น ทำให้เกิดการหดตัวขึ้น ในขณะที่ golgi tendon organ จะถูกกระตุ้นโดยความตึง (tension) ที่เกิดโดยใยกล้ามเนื้อ โดยสัญญาณจาก golgi tendon organ ส่งไปตามเส้นประสาทชนิด Ib ซึ่งเป็นเส้นประสาทที่มีขนาดเล็กกว่าเส้นประสาทชนิด Ia เพียงเล็กน้อย เส้นประสาทนี้จะนำสัญญาณไปสู่ไขสันหลังโดยตรงจะกระตุ้น inhibitory interneurons ซึ่งไปยับยั้งการทำงานของ motor neuron ที่ไปเลี้ยงกล้ามเนื้อเดียวกันกับที่ golgi tendon organ อยู่ทำให้กล้ามเนื้อนั้นคลายตัว เป็นผลให้กล้ามเนื้อนั้นไม่เกิดการบาดเจ็บและช่วยเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ทำให้นักกีฬาสามารถ

เคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่วไม่เกิดแรงต้านขึ้นภายในข้อต่อและกล้ามเนื้อ จึงเป็นเหตุผลถึงการอธิบายถึงการที่เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าดีขึ้นในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อยังกระตุ้นตัวรับรู้ความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อ (proprioception) ตามที่ มีชัย (2530) กล่าวว่า ความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อ (proprioception) จากส่วนต่างๆ ของร่างกายนำขึ้นไปสู่สมองใหญ่ทาง dorsal column-medial lemniscal system และทาง dorsal trigeminothalamic system เพื่อบอกตำแหน่งของส่วนต่างๆ ของร่างกาย บอกระยะและทิศทางของการเคลื่อนไหว (conscious proprioception) โดยพบว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท จะมีการหดตัวและคลายตัวของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวโดยตรง (agonist) สลับกับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่สนับสนุนการเคลื่อนไหวนั้น (antagonist) ส่งผลให้เกิดการกระตุ้นที่ตัวรับรู้ความรู้สึกจากกล้ามเนื้อและข้อต่อมากกว่ายืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ ซึ่งเป็นการยืดกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวโดยตรง (agonist) เพียงอย่างเดียว จึงน่าจะเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าในกลุ่มการทดลองซึ่งได้รับการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท มีค่าน้อยกว่าเวลาปฏิกิริยาตอบสนองของตาจับเท้าในกลุ่มควบคุมซึ่งได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

ตอนที่ 3 ความอ่อนตัวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า

ความอ่อนตัวของข้อสะโพก

การเปลี่ยนแปลงของความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าต่างๆ ได้แก่ ท่าอตะโพก เหยียดสะโพก กางสะโพก หุบสะโพก หมุนสะโพกเข้าด้านใน หมุนสะโพกออกด้านนอก ในช่วงก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วยเหตุนี้ทำให้ต้องใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ในการวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มนี้ ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 พบว่า

1. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าอตะโพก พบว่า ภายหลังจากฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่เมื่อการฝึกผ่านไปถึงสัปดาห์ที่ 8 ความแตกต่างระหว่างกลุ่มลดน้อยลง จนทำให้ขาดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ตารางที่ 6 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่างอสะโพก (hip flexion)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	107.90 ± 2.16 ¹	118.46 ± 2.09	118.86 ± 1.9 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	116.09 ± 1.02 ²	119.19 ± 0.99	119.88 ± 0.92 ^a
กลุ่มทดลองที่ 2	122.54 ± 0.74 ³	119.75 ± 0.64 ^a	120.76 ± 0.56 ^a
กลุ่มทดลองที่ 3	126.54 ± 0.43 ⁴	119.13 ± 0.60 ^a	120.39 ± 0.62 ^a

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 118.27

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

@ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

® วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากระยะเวลาการฝึกพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของความอ่อนตัวที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อผ่านการฝึกไปเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 แต่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อทำการฝึกไปจนครบ 8 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 จะพบการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญก็ต่อเมื่อต้องผ่านการฝึกนานถึง 8 สัปดาห์ นอกจากนี้ ในกลุ่มควบคุมยังพบว่าค่าเฉลี่ยของความอ่อนตัวในสัปดาห์ที่ 8 ยังสูงขึ้นมากกว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 4 ด้วย ดังแสดงในตารางที่ 6

2. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก พบว่า ภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังจากการฝึกสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 และกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$)

ตารางที่ 7 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าเหยียดสะโพก (hip extension)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	114.09 ± 1.20^1	114.63 ± 1.17	115.02 ± 1.13^a
กลุ่มทดลองที่ 1	104.27 ± 0.81^2	114.51 ± 0.70^a	$114.85 \pm 0.63^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 2	123.81 ± 0.55^3	116.07 ± 0.44^a	$117.91 \pm 0.32^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 3	115.18 ± 2.07^4	115.41 ± 1.93^a	$116.48 \pm 1.82^{a,b}$

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 114.34

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

นอกจากนี้แล้วหากพิจารณาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่มมีการพัฒนาในเรื่องความอ่อนตัวได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังจะเห็นได้ว่า เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อการฝึกผ่านไปเพียง 4 สัปดาห์ และพัฒนาดีขึ้นอีกอย่างมีนัยสำคัญในสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่กลุ่มควบคุมต้องอาศัยระยะเวลาการฝึกที่นานกว่า คือ 8 สัปดาห์ จึงพบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 7

3. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่ากางสะโพก ก่อนทำการฝึกตัวโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่แตกต่างกัน พบว่า ค่าความอ่อนตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ทั้งภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ($P = 0.08$) และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ($P = 0.16$)

ตารางที่ 8 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่ากางสะโพก (hip abduction)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	40.63 ± 0.77^1	40.97 ± 0.65^a	$42.44 \pm 0.56^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 1	34.72 ± 1.09^2	42.37 ± 1.06^a	$43.54 \pm 0.97^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 2	41.81 ± 0.60^3	41.62 ± 0.49^a	$43.38 \pm 0.37^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 3	39.27 ± 1.47^4	41.59 ± 1.26^a	$43.44 \pm 1.01^{a,b}$

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 39.11

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

แต่อย่างไรก็ตามภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 8 พบว่า ความอ่อนตัวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีการพัฒนาในทางที่ดีขึ้น โดยภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มีพัฒนาการมากกว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มได้รับ ส่งผลให้ช่วงการเคลื่อนไหวของการกางข้อสะโพกเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 8

4. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหุบสะโพก พบว่า ภายหลังจากสัปดาห์ที่ 4 ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อพิจารณาความอ่อนตัวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อระยะเวลาการฝึกเพิ่มมากขึ้น พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในทุก 4 สัปดาห์ และเมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม กับกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ไม่พบว่ามี ความแตกต่างระหว่างกลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหุบสะโพก (hip adduction)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	16.45 ± 1.28 ¹	19.29 ± 1.27 ^a	18.11 ± 1.11 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	19.54 ± 1.59 ²	17.79 ± 1.47 ^a	19.24 ± 1.52 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	14.90 ± 0.97 ³	17.68 ± 0.94 ^a	19.31 ± 0.81 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	15.00 ± 0.78 ⁴	17.50 ± 0.82 ^a	19.24 ± 0.70 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 16.47

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

^a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

^b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหมุนสะโพกเข้าด้านใน พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่าความอ่อนตัวของกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม

มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เมื่อผ่านการฝึกเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 3 มีการพัฒนาในเรื่องความอ่อนตัวในทางที่ดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก นอกจากนี้เมื่อระยะเวลาการฝึกที่นานมากขึ้นเป็น 8 สัปดาห์ พบว่า ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวมากขึ้นทุกกลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหมุนสะโพกเข้าด้านใน (hip internal rotation)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	29.18 ± 1.21^1	36.54 ± 1.25^a	$36.65 \pm 1.13^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 1	33.54 ± 0.94^2	36.51 ± 0.81	$37.70 \pm 0.86^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 2	43.81 ± 0.98^3	36.23 ± 1.03	$38.29 \pm 0.82^{a,b}$
กลุ่มทดลองที่ 3	37.36 ± 1.21^4	36.52 ± 1.24^a	$37.62 \pm 1.20^{a,b}$

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 35.97

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

6. ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหมุนสะโพกออกด้านนอก พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 กลุ่มทดลอง

ที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้น กลุ่ม ควบคุมที่ไม่พบความแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า ความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีการพัฒนาในทางที่ดีขึ้นภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และจะพัฒนาดีมากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาในการฝึกยาวนานมากยิ่งขึ้นเป็น 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ความอ่อนตัวของข้อสะโพกในท่าหมุนสะโพกออกด้านนอก (hipexternal rotation)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	28.36 ± 1.06 ¹	35.71 ± 0.98 ^a	36.29 ± 1.00 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	32.63 ± 0.87 ²	36.05 ± 0.81 ^a	37.05 ± 0.76 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	42.36 ± 0.63 ³	36.71 ± 0.46 ^a	38.11 ± 0.50 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	39.00 ± 1.48 ⁴	36.60 ± 1.50 ^a	37.12 ± 1.41 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 35.59

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแต่ละแถวแสดงถึงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความอ่อนตัวของข้อเข่า

ความอ่อนตัวของข้อเข่าพิจารณาจากท่าการงอเข่า และท่าการเหยียดเข่า โดยทำการทดสอบความแตกต่างช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่าที่เกิดจากการฝึกด้วยโปรแกรมที่แตกต่างกัน ในช่วงระยะเวลาก่อนการฝึก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงใช้การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัว ภายหลังการฝึกสัปดาห์

ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพบว่า

1. ความอ่อนตัวของข้อเข่าในท่างอเข่า พบว่า เมื่อระยะเวลาการฝึกผ่านไป 8 สัปดาห์ กลุ่มทดลองที่ 3 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่หากพิจารณาในเรื่องการเปลี่ยนแปลง ช่วงการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จะพบว่าเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีการพัฒนาช่วงการเคลื่อนไหวตั้งแต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และเมื่อผ่านการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ การพัฒนาดังกล่าวยังคงมีมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 ความอ่อนตัวของข้อเข่าในท่างอข้อเข่า (knee flexion)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	119.90 ± 0.86 ¹	125.99 ± 0.89 ^a	126.92 ± 0.85 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	122.63 ± 0.66 ²	126.23 ± 0.61 ^a	127.67 ± 0.53 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	134.72 ± 0.72 ³	126.24 ± 0.76 ^a	127.51 ± 0.77 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	124.81 ± 2.43 ⁴	126.53 ± 2.48 ^a	127.88 ± 2.46 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 125.52

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

@ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

® วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความอ่อนตัวของข้อเข่าในท่าเหยียดเข่า พบว่า มีลักษณะคล้ายกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ท่างอเข่า คือ พบว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อระยะเวลาการฝึกยาวนานมากขึ้นเป็น 8 สัปดาห์ ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของกลุ่มควบคุม แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้แล้วการเปลี่ยนแปลงความอ่อนตัวที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่ากลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้นตั้งแต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และดีมากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝึกผ่านไปเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 3 จะเริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาการฝึกผ่านไปนานถึง 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 ความอ่อนตัวของข้อเข่าในท่าเหยียดข้อเข่า (knee extension)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	6.63 ± 1.42 ¹	3.86 ± 1.06 ^a	3.11 ± 1.03 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	6.45 ± 1.00 ²	3.63 ± 0.98 ^a	1.97 ± 0.82 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	3.63 ± 0.70 ³	3.58 ± 0.70 ^a	1.76 ± 0.46 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	1.81 ± 0.48 ⁴	3.68 ± 0.42	2.42 ± 0.14 ^a

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 4.63

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

@ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

® วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ความอ่อนตัวของข้อเท้า

จากการทดสอบความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่ากระดูกข้อเท้า เหยียดข้อเท้า หมุนข้อเท้า เข้าด้านใน และหมุนข้อเท้าออกด้านนอก ในช่วงก่อนการฝึก พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น การติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม จึงใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่า

1. ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่ากระดูกข้อเท้า พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 3 และกลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้หากพิจารณาการพัฒนาความอ่อนตัวที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า กลุ่มทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนาในทางที่ดีขึ้น โดยใช้ระยะเวลาการฝึกในช่วงสั้น กล่าวคือ ใช้ระยะเวลาการฝึกเพียง 4 สัปดาห์ ก็เริ่มเห็นการเปลี่ยนแปลง และมีพัฒนาการต่อเนื่องสูงขึ้นอีกในสัปดาห์ที่ 8 ในขณะที่กลุ่มควบคุมนั้นต้องใช้ระยะเวลาการฝึกที่ยาวนานมากกว่าเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จึงจะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงให้เห็น ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่ากระดูกข้อเท้า (ankle dorsiflexion)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	21.45 ± 0.49 ¹	18.40 ± 0.42	18.77 ± 0.40 ^a
กลุ่มทดลองที่ 1	17.36 ± 0.83 ²	18.94 ± 0.85 ^a	19.88 ± 0.87 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	13.27 ± 0.55 ³	18.39 ± 0.53 ^a	19.71 ± 0.34 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	19.45 ± 1.01 ⁴	18.97 ± 0.93 ^a	20.03 ± 0.97 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 17.88

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

@ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

® วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

2. ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าเหยียดข้อเท้า พบว่า ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 กลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่ไม่พบว่ามี ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ระหว่างกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม และเมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 อีกทั้งยังพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยพบว่าความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกัน ยกเว้น เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 และเมื่อพิจารณา การพัฒนาช่วงการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เริ่มมี การเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวในทางที่ดีขึ้นตั้งแต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และจะยิ่งพัฒนา มากยิ่งขึ้นภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ยกเว้นกลุ่มทดลองที่ 2 ที่ไม่พบความแตกต่างภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 8 เมื่อเทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าเหยียดข้อเท้า (ankle plantarflexion)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	32.27 ± 0.64 ¹	37.95 ± 0.59 ^a	38.77 ± 0.57 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	42.63 ± 0.63 ²	39.17 ± 0.55 ^a	40.14 ± 0.54 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	42.36 ± 0.57 ³	39.86 ± 0.64 ^a	40.30 ± 0.57 ^a
กลุ่มทดลองที่ 3	34.54 ± 0.74 ⁴	38.41 ± 0.72 ^a	39.41 ± 0.72 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 37.95

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่า โดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงใน ตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวเลขที่ต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

3. ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าหมุนเท้าเข้าด้านใน เมื่อพิจารณาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของความอ่อนตัวในทางที่ดีขึ้นภายหลังจากการฝึกเพียง 4 สัปดาห์ และเมื่อระยะเวลาการฝึกนานมากขึ้น การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยิ่งพัฒนาเพิ่มมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นไม่ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าหมุนข้อเท้าเข้าด้านใน (ankle inversion)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	28.45 ± 0.36 ¹	22.15 ± 0.44 ^a	23.12 ± 0.42 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	21.54 ± 0.49 ²	22.27 ± 0.47 ^a	23.46 ± 0.47 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	16.90 ± 1.28 ³	22.37 ± 1.27 ^a	23.29 ± 1.27 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	18.54 ± 1.84 ⁴	22.28 ± 1.70 ^a	23.26 ± 1.76 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 21.36

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

@ วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

® วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05
ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าหมุนข้อเท้าออกด้านนอก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 แตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า กลุ่มทดลองที่ 1 แตกต่างจากกลุ่มทดลองที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้แล้วเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า มีการพัฒนาในเรื่องความอ่อนตัวในทางที่ดีขึ้นตั้งแต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และดีมากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝึกยาวนานเป็น 8 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความอ่อนตัวของข้อเท้าในท่าหมุนข้อเท้าออกด้านนอก (ankle eversion)

(องศา)

กลุ่ม	ก่อนการฝึก [@]	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)	
		4 [®]	8 [®]
กลุ่มควบคุม	22.72 ± 0.66 ¹	18.97 ± 0.62 ^a	19.74 ± 0.65 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 1	19.18 ± 0.61 ²	19.41 ± 0.59 ^a	20.59 ± 0.55 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 2	12.27 ± 0.55 ³	19.29 ± 0.57 ^a	20.27 ± 0.44 ^{a,b}
กลุ่มทดลองที่ 3	18.72 ± 1.11 ⁴	18.32 ± 1.15 ^a	19.43 ± 1.14 ^{a,b}

ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกที่ปรับแล้วมีค่า 18.22

หมายเหตุ แสดงข้อมูลเป็น $\bar{X} \pm S.E.$

[@] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว

[®] วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ค่าเฉลี่ยที่แสดงถูกปรับค่าโดยใช้ค่าเฉลี่ยก่อนการฝึกเป็นตัวแปรร่วม ความแตกต่างระหว่างกลุ่มแสดงในตารางผนวกที่ 17 และ 19

^a แตกต่างจากก่อนการฝึกในกลุ่มเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

^b แตกต่างจากภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันระหว่างกลุ่ม ก่อนการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม พบว่า ความอ่อนตัวส่วนใหญ่ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อผ่านการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ถ้าทำการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างกลุ่มจะพบได้อย่างชัดเจนว่ามีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการวัดความอ่อนตัวในท่าที่สอดคล้องกับท่าทางการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่อยู่ในโปรแกรมการฝึก ในทางกลับกันความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เกิดขึ้นจะไม่ชัดเจนหากท่าที่ใช้ในการวัดไม่สอดคล้องกับท่าที่ใช้ในการฝึก เช่น ความอ่อนตัวในการหุบสะโพก การหมุนข้อเท้าเข้าด้านใน แต่หากมีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เปรียบเทียบกับการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า การเปลี่ยนแปลงจะมีความชัดเจนมากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝึกยาวนานออกไป เนื่องมาจากองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ได้รับการกระตุ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อทั้งแบบอยู่กับที่และแบบกระตุ้นระบบประสาท นอกจากนี้ Alter (2004) กล่าวว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท ในบางเทคนิคเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีการกระตุ้นกลุ่มกล้ามเนื้อที่หดตัวให้ออกแรงทำงาน (agonist) หรือบางเทคนิคเป็นการกระตุ้นกลุ่มกล้ามเนื้อตรงกันข้ามกับที่ถูกยืด (antagonist) ให้ออกแรงทำงาน หรือในบางเทคนิคมีการกระตุ้นทั้ง 2 แบบ ซึ่งจากการกระตุ้นกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือทั้งสองกลุ่มกล้ามเนื้อในเวลาเดียวกันนี้เป็นผลให้ความอ่อนตัวเพิ่มมากยิ่งขึ้น โดยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทนี้มีผลเกี่ยวข้องกับเรื่องของ stretch reflex นั่นคือ มีความเกี่ยวข้องกับ muscle spindles ซึ่งมีหน้าที่ในการรับสัญญาณในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ในขณะที่ golgi tendon organ ซึ่งมีหน้าที่ในการรับสัญญาณเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความตึงที่เกิดขึ้นกับเส้นใยกล้ามเนื้อ ซึ่งตัวรับทั้งสองนี้จะถูกกระตุ้น ส่งผลให้ไปกระตุ้นต่อประสาทสั่งการ (motor neurons) เป็นผลให้กล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัวอย่างเหมาะสม ทำให้ช่วงการเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้นและสามารถเคลื่อนไหวข้อต่อได้มากขึ้นกว่าเดิม เช่นเดียวกับที่ Thomas (1994) ที่กล่าวว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) มีวิธีการพื้นฐานในการยืดเหยียดโดยมีการผสมผสานระหว่างการหดตัวและการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ทั้งในกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวโดยตรงและกลุ่มกล้ามเนื้อที่สนับสนุนการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้น ซึ่งมีผลในการกระตุ้นการตอบสนองของระบบประสาท ในการระงับการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำการยืดระหว่างที่ยืดกล้ามเนื้อนั้น เป็นผลให้ลดแรงต้านทานและช่วยเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ ซึ่งนอกจากจะมีผลต่อตัวรับทั้งสองแล้วการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทยังมีผลต่อตัวรับความรู้สึกภายในข้ออีกด้วยโดยเพิ่มการกระตุ้นปลาย

ประสาทบริเวณข้อต่อต่าง ๆ ที่คอยบอกตำแหน่งและทิศทางที่ข้อต่อเคลื่อนไหว สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sandy (1982) ที่ได้ศึกษาผลของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบบอลิสติก แบบสแตติก และแบบกระตุ้นระบบประสาท ที่มีผลต่อความอ่อนตัว โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมไม่มีการฝึกความอ่อนตัว กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบบอลิสติก กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบสแตติก กลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท ทำการฝึกเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

นอกจากนี้แล้วเมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำของค่าเฉลี่ยความอ่อนตัวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าภายในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า มีการพัฒนาดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการศึกษา ยังไม่สามารถบ่งชี้ได้อย่างชัดเจนว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันมีผลทำให้ความอ่อนตัวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าแตกต่างกัน แต่ทั้งนี้จากผลที่ได้พบว่ากลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหว ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 เทียบกับก่อนการฝึก ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 1 เนื่องจากพบว่าการเปลี่ยนแปลงเกือบทุกทิศทางของ

การเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ยกเว้นการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวในท่าหมุนข้อสะโพกเข้าด้านใน และการเหยียดข้อเข่าของกลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 ตามลำดับ ในช่วงสัปดาห์ที่ 4 เปรียบเทียบกับก่อนการฝึกที่ไม่มีในขณะที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 1 พบว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวในการงอข้อสะโพก และการหมุนข้อสะโพกเข้าด้านในอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ส่วนในกลุ่มควบคุมไม่มีการพัฒนาขึ้นของความอ่อนตัวในหลายทิศทางของการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งอาจเป็นผลเนื่องมาจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค CR และ SRHR เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อโดยมีการหดตัวของกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (antagonist) ในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หดตัวออกแรงทำงาน (agonist) มีการคลายตัว และเนื่องจากในการศึกษานี้ไม่มีการอบอุ่นร่างกายก่อนทำการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ซึ่งอาจส่งผลให้อุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อยังไม่เหมาะสมเพียงพอ ในการพัฒนาช่วงการเคลื่อนไหวจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่มีการอบอุ่นร่างกายก่อนได้รับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ทำให้ผลที่ได้ยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะระบุว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทเทคนิคใดพัฒนาความอ่อนตัวได้มากที่สุด ดังที่ เจริญ (2538) ที่กล่าวว่า การฝึกความอ่อนตัวควรกระทำ

หลังจากได้มีการอบอุ่นร่างกายพร้อมแล้ว หรือเมื่ออุณหภูมิกล้ามเนื้อได้รับการปรับให้สูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากเอ็นและกล้ามเนื้อที่ได้รับการอบอุ่นพร้อมแล้วจะมีการยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อดีกว่าเมื่อตอนที่ยังไม่ได้อุ่นร่างกาย

ตอนที่ 4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

จากการศึกษาผลของโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่แตกต่างกันที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา นั้น ก่อนเริ่มทำการฝึกได้ทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาของกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองที่ 1 กลุ่มทดลองที่ 2 และกลุ่มทดลองที่ 3 มีค่าเป็น 117.72 108.27 118.63 และ 128.00 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ก่อนการฝึกของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างในช่วงต่างๆ และใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำเพื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างภายในกลุ่มเดียวกันเมื่อฝึกต่อเนื่องกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

เมื่อเข้าสู่โปรแกรมการฝึก มีการบันทึกผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาทุกๆ 2 สัปดาห์ คือ ทำการทดสอบช่วงสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ดังแสดงในตารางที่ 18 ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อทดสอบความแตกต่างที่เป็นผลมาจากการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่ต่างกัน พบว่า ระยะเวลาในช่วงสั้นๆ คือ ในช่วงภายหลังการฝึก 2 สัปดาห์ถึงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 ยังไม่ทำให้ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ระหว่างกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่เมื่อระยะเวลาของการฝึกยาวนานมากขึ้นเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า กลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อพิจารณาถึงค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ภายในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม พบว่า กลุ่มการทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีแนวโน้มการพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอัตราที่สูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม เมื่อระยะเวลาผ่านไปเป็นเวลา 8 สัปดาห์ ทั้งนี้ เนื่องจากโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท สามารถช่วยพัฒนาความแข็งแรงได้ ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas (1994) ที่กล่าวว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท นอกจากจะช่วยให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวแล้วยังมีประโยชน์

ในด้านอื่นๆ อีก โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เนื่องจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ กระตุ้นระบบประสาทนี้ มีการหดตัวแบบ isometric และแบบ concentric ของกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่หลักในการหดตัว เช่นเดียวกับที่ Alter (2004) กล่าวว่า ประโยชน์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทมีมากมายหลายด้าน รวมทั้งการเพิ่มในเรื่องความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ การเพิ่มความสามารถในการควบคุมรักษาท่าทางของร่างกายให้สมดุลและช่วยเพิ่มความมั่นคงของ ข้อต่อให้ดียิ่งขึ้น

นอกจากนี้ ยังพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขาดีกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองที่ 2 คือ มีความแตกต่างมากถึง 5.97 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และ 5.74 กิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 3 เนื่องจากในกลุ่มทดลองที่ 1 เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค HR กล้ามเนื้อมีการหดตัวแบบ isometric ด้านแรงผู้ช่วยปฏิบัติซึ่งถือว่าการฝึกโดยมีแรงต้านทาน ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 2 เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค CR ซึ่งกล้ามเนื้อกลุ่ม agonist ไม่มีการหดตัวมีเพียงกล้ามเนื้อกลุ่ม antagonist ที่ทำการหดตัวในขณะที่นักกีฬาเคลื่อนไหวในทิศทางเดียวกับที่ผู้ช่วยปฏิบัติออกแรงยืดกล้ามเนื้อ เป็นผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในกลุ่มทดลองที่ 1 มีการพัฒนาในเรื่องความแข็งแรงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มทดลองที่ 2

จากการแยกวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มภายหลังการฝึกด้วยโปรแกรมการฝึกที่แตกต่างกัน ในระยะเวลายาวนานต่างกันเป็นเวลา 2 4 6 และ 8 สัปดาห์ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวแบบวัดซ้ำ พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาภายในกลุ่มทุกกลุ่ม โดยพบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่ม มีการพัฒนาความแข็งแรงตั้งแต่ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 แต่อย่างไรก็ตามพบว่า กลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม มีการพัฒนามากยิ่งขึ้นเมื่อระยะเวลาการฝึกยาวนานมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังนี้

1. ภายในกลุ่มควบคุม ภายหลังการฝึกในช่วง 2 สัปดาห์แรก ยังคงไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ แต่เมื่อระยะเวลาในการฝึกยาวนานมากขึ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เริ่มพบการเปลี่ยนแปลงของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มมากขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนการฝึก และมีแนวโน้มดีขึ้นเมื่อระยะเวลายาวนานเพิ่มขึ้น และยังพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 มากกว่าภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 ด้วย ซึ่งการพัฒนาที่ต่ำที่สุด (0.54 กิโลกรัม) พบช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เปรียบเทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และการพัฒนาสูงสุด (2.36 กิโลกรัม) พบช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เปรียบเทียบกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 โดยมีพัฒนาการความแข็งแรงเพิ่มขึ้นรวม 6.18 กิโลกรัม ตลอดการฝึก 8 สัปดาห์ (ตารางที่ 19)

2. ภายในกลุ่มทดลองที่ 1 ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Hold-Relax (HR) ผ่านไป 2 สัปดาห์ ยังไม่พบความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อระยะเวลาการฝึกผ่านไป 4 สัปดาห์พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และเมื่อผ่านการฝึกเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้นถึง 13.27 กิโลกรัม โดยเห็นการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในช่วงภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 เทียบกับสัปดาห์ที่ 8 ถึง 6.73 กิโลกรัม (ตารางที่ 19)

3. ภายในกลุ่มทดลองที่ 2 ภายหลังจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Contract-Relax (CR) พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแข็งแรงเพิ่มขึ้นเพียง 6.30 กิโลกรัม ตลอดระยะเวลาการฝึก 8 สัปดาห์ โดยเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง

ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 ซึ่งความแข็งแรงมีอัตราการเพิ่มอย่างช้า ๆ และเพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงสัปดาห์ที่ 2 เทียบกับสัปดาห์ที่ 4 และในช่วง 2 สัปดาห์สุดท้ายของการฝึก (ตารางที่ 19)

4. ภายในกลุ่มทดลองที่ 3 พบว่า ภายหลังการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Slow-Reversal-Hold-Relax (SRHR) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อระยะเวลาการฝึกผ่านไป 4 สัปดาห์ และการเปลี่ยนแปลงนี้ยังคงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องในช่วงทุกๆ 2 สัปดาห์ จนกระทั่งเมื่อผ่านการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาแข็งแรงเพิ่มขึ้นถึง 8.41 กิโลกรัม ซึ่งความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นในกลุ่มนี้เป็นการพัฒนาการที่ตรงจากกลุ่มทดลองที่ 1 (ตารางที่ 19)

จากผลการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่เกิดขึ้นภายในกลุ่มทดลองทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ในช่วงแรกการเปลี่ยนแปลงยังไม่ชัดเจน อาจเป็นผลมาจากการเมื่อยล้าจากการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาทที่มีการเกร็งของกล้ามเนื้อ ดังที่ เจริญ (2547) กล่าวไว้ว่า กิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อการเสริมสร้างร่างกาย ไม่ว่าจะรูปแบบใดก็ตามจะมีผลให้กล้ามเนื้อมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นเสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วง 2-3 สัปดาห์แรกของการฝึก แต่อย่างไรก็ตามเมื่อระยะเวลาการฝึกยาวนานมากขึ้น พบว่า การเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มดีขึ้นอย่างชัดเจน ดังที่ Browman and Freeman (1991) กล่าวว่า ร่างกายจะมีการปรับตัวตามความหนักในการฝึกและสมรรถภาพของร่างกายจะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการฝึกที่หนักมากกว่าปกติ (principle of overload)

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ภายใน
กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่ม^a ก่อนการฝึก ภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8
(หน่วย: กิโลกรัม)

กลุ่มตัวอย่าง	ช่วงเวลา	ภายหลังการฝึก (สัปดาห์)			
		2	4	6	8
<u>กลุ่มควบคุม</u>	ก่อนการฝึก	1.78	3.28*	3.82*	6.18*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		1.50	2.04	4.40*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			0.54	2.90
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				2.36
<u>กลุ่มทดลองที่ 1</u>	ก่อนการฝึก	0.45	3.82*	6.54*	13.27*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		3.35*	5.49*	12.82*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			2.72	9.45*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				6.73*
<u>กลุ่มทดลองที่ 2</u>	ก่อนการฝึก	0.41	3.64*	4.09*	6.30*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		3.23*	3.68*	5.89*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4			0.45	2.66*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6				2.21*
<u>กลุ่มทดลองที่ 3</u>	ก่อนการฝึก	1.04	4.27*	5.18*	8.41*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2		3.23*	4.14*	7.37*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4	*		0.91	4.14*
	หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6	*			3.23*

หมายเหตุ a เปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของ Tukey

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ทั้งนี้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่ได้จากการศึกษานี้ พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ของกลุ่มควบคุมกับกลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 1 กับกลุ่มทดลองที่ 2 เท่านั้น ส่วนกลุ่มตัวอย่างที่เหลือกลับไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการขาดการควบคุมตัวแปรที่เกี่ยวกับการล้าของกล้ามเนื้อจากการใช้งานกล้ามเนื้อที่มากกว่าปกติในการเข้าร่วมการแข่งขันกีฬาของผู้เข้าร่วมการวิจัย ส่งผลให้การพัฒนาในเรื่องความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ สอดคล้องกับ ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) ที่กล่าวว่า ตำแหน่งที่เป็นสาเหตุของการล้า พบด้วยกัน 3 ตำแหน่ง คือ ที่ neuromuscular junction เนื่องจากเชื่อว่าเกิดจากสารสื่อประสาท คือ อะเซทิลโคลีนลดน้อยลง ส่วนต่อมาเกิดจาก contractile mechanism โดยมีปัจจัยหลายอย่างทางด้านกลไก การหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดการล้า เช่น มีการค้างของกรดแลคติก การหมดไปของ ATP และ CP ที่สะสมไว้ การหมดไปของกลัยโคเจนที่สะสมไว้ หรือจากปัจจัยอื่น เช่น การขาดออกซิเจนและการที่กล้ามเนื้อมีเลือดมาเลี้ยงไม่พอ และส่วนสุดท้ายเกิดการล้าที่ระบบประสาทที่ส่งขึ้นไปยังสมองจาก local disturbances ที่เกิดจาก contractile fatigue

จากการติดตามผลของเวลาปฏิบัติตอบสนอง ความอ่อนตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นสมรรถภาพทางกายพื้นฐานที่นักกีฬาจำเป็นต้องมีแล้ว สมรรถภาพด้านอื่นๆ เช่น ด้านกำลัง ด้านความอดทน ความคล่องตัวก็มีความจำเป็นต่อนักกีฬาเช่นกัน ซึ่งถ้าหากสามารถฝึกได้เต็มที่อย่างสมบูรณ์แล้วจะมีประโยชน์ต่อนักกีฬามาก เพราะจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักกีฬาได้อย่างมาก ดังที่ วาสนา (2542) กล่าวว่า สมรรถภาพทางกายที่ดีสามารถทนต่อความเมื่อยล้าได้เป็นเวลานานกว่าผู้ที่มีสมรรถภาพทางกายไม่ดี โดยเฉพาะในการฝึกนักกีฬาเบดมินตัน และเทนนิส จำเป็นต้องมีการฝึกเฉพาะส่วนเพื่อช่วยเพิ่มกำลังให้แก่กล้ามเนื้อที่ใช้งานมากที่สุด ในการเล่นทั้งในระยะสั้น และระยะเวลานานๆ ซึ่งจากการฝึกตามโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิคที่ต่างกันนี้ เป็นการฝึกที่มีความเฉพาะเจาะจงกับกลุ่มกล้ามเนื้อหลัก รวมทั้งยังเปิดโอกาสให้กลุ่มกล้ามเนื้อด้านตรงข้ามและกลุ่มกล้ามเนื้อเสริมได้รับการฝึกด้วยเป็นผลให้สมรรถภาพด้านความอ่อนตัวได้พัฒนาอย่างสมบูรณ์ ลดแรงต้านทานภายในกล้ามเนื้อได้ดี ทำให้มีการพัฒนาเวลาปฏิบัติตอบสนองของตากับเท้าได้ดีกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ นอกจากนั้นแล้วยังมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีการพัฒนาสมรรถภาพด้านความแข็งแรงร่วมด้วย แต่อย่างไรก็ตามผลที่ได้จากการศึกษาจะพบว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 สามารถพัฒนาสมรรถภาพที่ทำการศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในขณะที่กลุ่มทดลองที่ 3 ซึ่งมีรูปแบบการฝึกที่รวมรูปแบบของกลุ่มทดลอง

ที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2 เข้าไว้ด้วยกัน กลับไม่สามารถพัฒนาสมรรถภาพดังกล่าวได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งเป็นผลมาจากระยะเวลาการฝึกที่ยาวนานมากเกินไปจึงเกิดความล้าในกล้ามเนื้อ แต่อย่างไรก็ตามหากมีการปรับลดระยะเวลาการฝึกให้ยาวนานเท่าๆ กัน ผลที่ได้ก็น่าจะสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ดีกว่ากลุ่มทดลองที่ 1 และกลุ่มทดลองที่ 2

จากการศึกษาครั้งนี้ จึงเป็นแนวทางในการเลือกโปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ และการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทเพื่อให้มีความเหมาะสมสูงสุดกับจุดประสงค์ของการพัฒนาสมรรถภาพร่างกายและประเภทของกีฬา ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาเป็นดังนี้

1. โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Hold-Relax เหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านเวลาปฏิกิริยาตอบสนอง
2. โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Contract-Relax เหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความอ่อนตัว
3. โปรแกรมการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาทด้วยเทคนิค Hold-Relax เหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถภาพทางกายด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ