บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและได้นำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกาย
2. ประเภทของการอบอุ่นร่างกาย
3. หลักการอบอุ่นร่างกาย
4. การยืดกล้ามเนื้อ
5. ผลของการยืดทางสรีรวิทยาต่อองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกายเป็นการเตรียมความพร้อมของร่างกาย โดยเฉพาะระบบและอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ กระดูก ข้อต่อ ระบบหายใจ และระบบไหลเวียนโลหิต เป็นต้น (ธวัช วีระศิริวัฒน์, 2537)

เจริญ กระบวนรัตน์ (2544) ให้ความหมายการอบอุ่นร่างกาย (Warming Up) คือการเตรียมอวัยวะระบบต่าง ๆ ของร่างกายให้พร้อมที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular system) ระบบหายใจ (Respiratory system) และระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory system) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายอีกทั้งยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกายด้วย ด้วยเหตุนี้การอบอุ่นร่างกายจึงเป็นสิ่งที่นักกีฬาพึงปฏิบัติก่อนการฝึกซ้อมหรือการแข่งขัน ซึ่งนอกจากจะช่วยให้การฝึกซ้อมหรือการแข่งขันได้ผลเต็มที่แล้ว ยังช่วยป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวอีกด้วย

ประเภทของการอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกายแบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้ (บันเทิง เกิดปรางค์, 2541)

1. แบบทั่วไป (General Exercise) เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายเพื่อต้องการให้ร่างกายมีการปรับตัวทั่ว ๆ ไป โดยมิได้เน้นที่อวัยวะใดเป็นหลัก เช่น การเดิน การวิ่งเหยาะ ๆ

2. แบบเฉพาะที่ (Specific Exercise) เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายเฉพาะส่วนนั้น ๆ ตามลักษณะที่ต้องการจะออกกำลังต่อไป หรือตามแต่ละชนิดของกีฬาที่จะฝึกซ้อมหรือแข่งขันโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อเตรียมความพร้อมให้กับกล้ามเนื้อหรือเอ็นข้อต่อ

3. แบบยืดเหยียด (Stretching Exercise) เป็นลักษณะที่มุ่งเน้นให้มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อข้อต่อ และเอ็น เพื่อเตรียมความพร้อมต่อการปฏิบัติกิจกรรมหนัก ๆ ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. แบบอ่อนตัว (Flexibility Exercise) เป็นการอบอุ่นร่างกายที่มุ่งเน้นมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้ได้มุมกว้างมากที่สุด เช่น โปรแกรมฝึกความอ่อนตัว

5. แบบกายบริหาร (Calisthenics Exercise) เป็นการออกกำลังกายที่มีการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมีการหดตัว เช่น ท่ากายบริหารตามส่วนต่าง ๆ

หลักการอบอุ่นร่างกาย

เจริญ กระบวนรัตน์ (2544) กล่าวว่า โดยทั่วไปการอบอุ่นร่างกายจะใช้เวลาประมาณ 20 - 30 นาที โดยมีขั้นตอนของการอบอุ่นร่างกาย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไป (General warm up) คือการอบอุ่นร่างกายทั่วไป เป็นช่วงเวลาที่นักกีฬาใช้ในการปรับอุณหภูมิกายให้สูงขึ้นอีก ประมาณ 2 - 3 องศาเซลเซียสโดยการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การวิ่ง การกระโดดเชือก หรือการทำกายบริหาร นักกีฬาควรใช้เวลาทำการอบอุ่นร่างกายช่วงนี้ประมาณ 5 - 10 นาที หรือจนกระทั่งเหงื่อเริ่มออก หรืออัตราชีพจรสูงขึ้นประมาณ 120 - 130 ครั้ง/นาที สอดคล้องกับ วุฒิพงษ์ ปรมัตถากร (2537) กล่าวว่า การอบอุ่นร่างกายทั่วไป เป็นการเตรียมพร้อมด้วยการฝึกกระตุ้นให้กล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีการเคลื่อนไหวก่อนการปฏิบัติจริง

2. การยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) คือ การยืดกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายรวมไปถึงกลุ่มกล้ามเนื้อมัดใหญ่ทุกกลุ่ม และกลุ่มกล้ามเนื้อสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวในแต่ละประเภทกีฬา เวลาที่ใช้ในช่วงนี้ ประมาณ 10 - 12 นาที จะเป็นการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (Static stretching) หรือเป็นวิธีการที่ให้ผู้อื่นช่วยในการยืด (Passive stretching)

3. การอบอุ่นร่างกายเฉพาะประเภทกีฬา (Specific warm up) เป็นการเคลื่อนที่ หลากหลายรูปแบบในแต่ละชนิดกีฬา รวมทั้งการนำทักษะพื้นฐานของแต่ละประเภทกีฬามาใช้ประกอบด้วยการเคลื่อนไหวหรือการอบอุ่นร่างกาย หรือมีการทำกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันจริง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 8 - 10 นาที เพื่อให้นักกีฬาควรอยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การยืดกล้ามเนื้อ

การยืดกล้ามเนื้อสามารถกระทำได้ 4 วิธีการดังนี้คือ (Alter, 1990; ศิริรัตน์, 2534)

1. การยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งค้างไว้ (Static Stretching) เป็นวิธีการยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า โดยที่กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการหดตัวออกแรงทำงานหดตัวในขณะที่กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ตรงกันข้ามผ่อนคลายและถูกยืดออก เมื่อถึงในตำแหน่งสุดท้ายของการเคลื่อนไหวให้หยุดค้างไว้ในตำแหน่งนั้น 10 - 30 วินาที ควรปฏิบัติการเคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ไม่กระตุกหรือกระชาก จากนั้นจึงกลับสู่ท่าเดิมหรือท่าเริ่มต้นควรผ่อนคลายกล้ามเนื้อประมาณ 5 วินาที จึงเริ่มปฏิบัติในครั้งต่อไป

2. การยืดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching, Ballistic Stretching) เป็นการปฏิบัติโดยการทำซ้ำ ๆ กัน โดยให้ส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไหวได้ยืดออกในช่วงของการเคลื่อนไหวที่กว้าง เช่น การกระโดดแยกขาและแขน ขณะลอยอยู่ในอากาศ เป็นต้น เป็นการปฏิบัติที่จะช่วยเพิ่มระยะหรือมุมการเคลื่อนไหวมากขึ้น ซึ่งความรุนแรงที่เกิดขึ้นภายในกล้ามเนื้อมีมากกว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่ง ในการปฏิบัติหากจะให้เกิดผลดีควรปฏิบัติภายหลังจากที่ได้มีการยืดกล้ามเนื้อแบบหยุดนิ่งแล้ว

3. การยืดกล้ามเนื้อแบบมีผู้ช่วย (Passive Partner Stretching) เป็นการปฏิบัติโดยใช้ผู้ช่วยในการยืดกล้ามเนื้อโดยออกแรงดันหรือผลักเบา ๆ รูปแบบการยืดและระยะเวลาในการยืดให้ทำเช่นเดียวกับการยืดแบบอยู่กับที่ ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อโดยใช้แรงจากผู้อื่นเป็นผู้กระทำให้นี้ สามารถช่วยเพิ่มระยะการเคลื่อนไหวของข้อต่ออย่างได้ผลดีที่สุด

4. การยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, PNF) เป็นการยืดกล้ามเนื้อที่ได้รับการพัฒนามาจากการยืดกล้ามเนื้อโดยใช้ผู้อื่นช่วยกระทำให้ โดยผู้ที่ทำหน้าที่ในการยืดจะต้องเป็นผู้ที่มีทักษะและความเข้าใจเทคนิคในการยืดเป็นอย่างดี

ขณะยืดกล้ามเนื้อจะเกิดการกระตุ้นที่ 2 บริเวณ คือ muscle spindles และ golgi tendon organ (GTOs) muscle spindles จะอยู่ภายใน intrafusal muscle fibers ซึ่งจะเรียงตัวขนานกับ extrafusal muscle fibers ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ส่วน GTO จะอยู่บริเวณรอยต่อของกล้ามเนื้อและเอ็น ตอบสนองต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นการยืดกล้ามเนื้อจะไปกระตุ้นอวัยวะทั้งสองทำให้เกิดกลไกขึ้น 3 แบบ ได้แก่

1. Stretch reflex

เมื่อใดก็ตามที่กล้ามเนื้อถูกยืดโดยเร็วทันทีแล้วทำให้เกิดการกระตุ้น muscle spindle ให้ส่งสัญญาณประสาทไปยังไขสันหลังผ่าน dorsal root ไปยังสมองหลังจากนั้นไขสันหลังจะส่งกระแสประสาทกลับลงมายังกล้ามเนื้อมัดนั้นให้มีการหดตัวซึ่งเป็นกลไก

ป้องกันอันตรายไม่ให้กล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บจากการยืดกล้ามเนื้อนั่นเอง ดังนั้นควรทำการเคลื่อนไหวช้าๆขณะยืดกล้ามเนื้อ เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถยืดยาวออกให้ได้มากที่สุด และไม่เป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อ

2. Reciprocal Inhibition

เมื่อกล้ามเนื้อด้านใดด้านหนึ่งเกิดการหดตัว (agonist) จะเกิดแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อไปกระตุ้น GTOs ให้ส่งสัญญาณประสาทไปยับยั้งการกระตุ้นของ motor neuron ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (antagonistic) ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่อยู่ด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่หดตัวนั้นคลายตัวลง การเกิด reflex นี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น การงอข้อศอกเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ biceps และการคลายตัวของกล้ามเนื้อ triceps

3. Autogenic Inhibition

เมื่อมีแรงในการยืดกล้ามเนื้อมากจนเกิดจุดวิกฤต (critical point) จะเกิด reflex ขึ้นทันทีซึ่งจะไปยับยั้งกระแสประสาทจาก anterior motor neurons ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อนั้น ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวแรงตึงที่เกิดจากการยืดจะลดลง กลไกนี้ป้องกันไม่ให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและเอ็น แต่กลไกนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ GTOs มีแรงมากพอที่จะเอาชนะกระแสประสาทจาก muscle spindle มิฉะนั้นจะเกิด Stretch reflex แทน

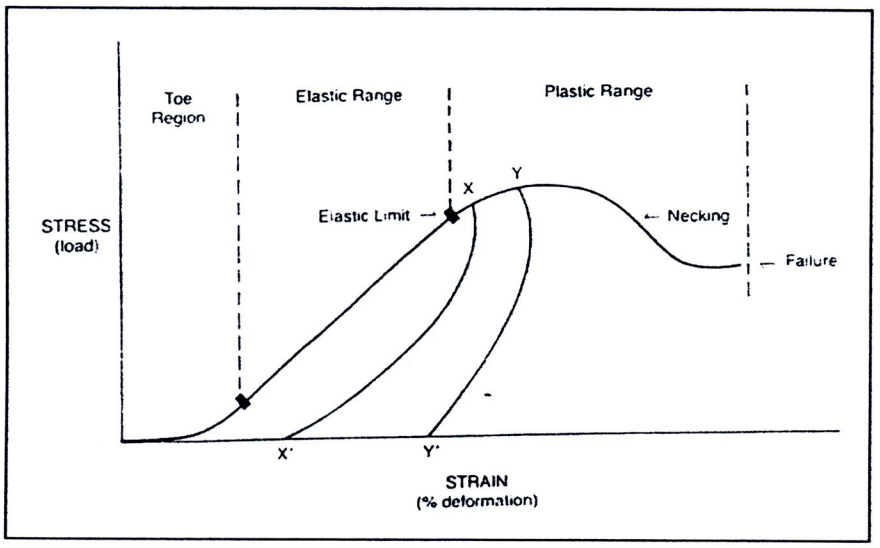
ผลของการยืดทางสรีรวิทยาต่อองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ (Alter, 1990; นุชรีย์, 2542) มี 2 ส่วน คือ

1. เนื้อเยื่อที่สามารถหดตัวได้ (contractile tissue)

มีการตอบสนองดังนี้ เมื่อทำการยืดแบบ Passive จะทำให้มีการยืดยาวออกของ Sarcomere บางส่วนและมีการแยกจากกันของ Actin และ Myosin และถ้ายืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เป็นเวลานาน จำนวน Sarcomere ที่ยืดยาวออกจะมากขึ้นทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวออกไปได้

2. เนื้อเยื่อที่ไม่สามารถหดตัวได้ (noncontractile tissue)

เนื้อเยื่อที่ไม่สามารถหดตัวได้ ได้แก่ เนื้อเยื่อที่ช่วยพยุงโครงสร้างต่างๆของร่างกาย เช่น ligament, tendon, joint capsule และ skin ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดพังผืดได้ง่าย เมื่อเกิดปัญหามีพังผืดขึ้นจำเป็นต้องใช้การยืด แรงกระทำในการยืดจะทำให้ noncontractile tissue นี้เกิดความเครียด (stress) คือ แรงกระทำต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ และความเค้น (strain) คือ จำนวนของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีแรงเครียดขึ้นได้



รูปที่ 1 แสดง stress-strain curve (Alter, 1990; นุชรีย์, 2542)

จากรูป stress-strain curve (Alter, 1990; นุชรีย์, 2542)

astic range	เป็นช่วงที่เนื้อเยื่ออ่อนสามารถต้านต่อแรงกระทำได้ และเมื่อแรงกระทำนั้นหมดไปเนื้อเยื่อนั้นสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้
Elastic limit	เป็นจุดที่เนื้อเยื่อจะไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้
Plastic range	เป็นช่วงที่เลยจากจุด Elastic limit จนถึงจุดที่มีการฉีกขาดของเนื้อเยื่ออ่อน และในจุดนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของเนื้อเยื่อ
Necking	เป็นช่วงที่อ่อนแอซึ่งเมื่อใช้แรงเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลงรูปได้
Failure	เป็นจุดที่เนื้อเยื่อเกิดการฉีกขาดหรือสูญเสียสภาพไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Turki *et al* (2011) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อรูปแบบต่าง ๆ โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 20 คนทำการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นสุ่มทำ 6 รูปแบบของการหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนี้ 1) กล้ามเนื้อหดตัวแบบสั้นเข้า (concentric) ที่ 3-RM ของท่า deadlift จำนวน 3 เซ็ต 2) กล้ามเนื้อหดตัวแบบเกร็งอยู่กับที่ (isometric) โดยทำท่า back squat เกร็งค้างไว้ 3 วินาที จำนวน 3 เซ็ต 3) พลัยโอเมตริก ในท่า tuck jumps จำนวน 3 เซ็ต 4) กล้ามเนื้อหดตัวแบบยืดยาวออก (eccentric) ในท่า modified drop jumps 3 ครั้ง 5) ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว และ 6) ไม่ทำการยืดกล้ามเนื้อใดๆ

เป็นกลุ่มควบคุม ทำการประเมินความสามารถในการกระโดดก่อนและหลังการศึกษาที่ 15 วินาที 4, 8, 12, 16 และ 20 นาที จำนวน 1 - 2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวให้ผลดีในการเพิ่มความสามารถในการกระโดด พลัง ความเร็วและแรงสูงสุดในการกระโดด ส่วนเวลาที่ให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกายภายหลังการยืดกล้ามเนื้อและหรือการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นคือ 3 - 5 นาที จึงสรุปได้ว่าเวลาในการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว 10 นาทีนั้นเพียงพอที่จะเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้

Perrier *et al* (2011) เปรียบเทียบผลของการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวต่อความสามารถในการกระโดดสูง ค่าปฏิกิริยาการตอบสนอง ความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างและกล้ามเนื้อ Hamstring ในนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศชาย จำนวน 21 คน อายุ 24.4 $\pm$ 4.5 ปี โดยทำการศึกษาซึ่งประกอบด้วยการอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งเหยาะบนสายพานเลื่อนเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการยืดกล้ามเนื้ออย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้คือ 1) ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อ 2) ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ 7 ท่า ๆ ละ 30 วินาที จำนวน 2 เซ็ต และ 3) ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว 11 ท่า ๆ ละ 2 รอบบนระยะทาง 18 เมตร ประกอบด้วยกระโดดสองขา (Skip) พร้อมกับเหวี่ยงแขน กระโดดไกลสองขาโดยใช้แรงเหวี่ยงจากแขน กระโดดสูงสองขาโดยใช้แรงเหวี่ยงจากแขน วิ่งถอยหลังโดยให้ส้นเท้าชิดพื้น วิ่งโดยไม่ยกเท้าพ้นพื้น (lateral low shuffle) ก้าวไปยืนขาเดียวในท่า Romanian dead lift เดินเฉียงสลับฟันปลา (walking diagonal lunges) ดึงเข่าสูงชิดอก (high knee pulls) Carioca ด้านหน้าและหลัง เดินเร็วด้วยการก้าวยาวขาเหยียดตรง (straight leg strides) ระยะพักระหว่างรอบ 20 วินาที และเร่งความเร็วที่ 50%, 75% และ 90% จำนวน 1 รอบ ซึ่งใช้เวลาโดยรวม 13.8 $\pm$ 1.7 นาที มีความหนักอยู่ที่ 5.2 $\pm$ 1.2 เมื่อประเมินด้วย Borg CR 10 scale เมื่อสิ้นสุดการยืดกล้ามเนื้อดังกล่าวทำการวัดความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ กระโดดสูง และปฏิกิริยาการตอบสนอง ผลการศึกษาพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูง ได้ดีกว่า การไม่ยืดกล้ามเนื้อและการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ส่วนการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูงได้ไม่แตกต่างจากการไม่ยืดกล้ามเนื้อ ในขณะที่การยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 รูปแบบไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาการตอบสนอง นอกจากนี้ยังพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวทำให้กล้ามเนื้อความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ทำการยืดกล้ามเนื้อ ส่วนความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน

Fletcher *et al* (2010) ศึกษาผลของการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อรูปแบบต่าง ๆ ในนักกีฬาฟุตบอลระดับวิทยาลัยจำนวน 21 คน อายุ 20.8 $\pm$ 2.3 ปี ทำการศึกษาโดยให้นักกีฬาอบอุ่นร่างกายทั้งสามรูปแบบ แบบสุ่ม ซึ่งประกอบด้วย 1) การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวด้วยการวิ่งจ๊อกกิ้งด้วยความเร็วที่กำหนดด้วยตนเอง เป็นเวลา 5 นาที 2) การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ประกอบด้วย hamstrings, quadriceps, gastrocnemius และ soleus มัดละ 15 วินาที จำนวน 2 เซ็ต ระยะพักระหว่างเซ็ต 5 วินาที ส่วน abductor, adductor, gluteus maximus, hip flexor ทำ 1 เซ็ต ตามวิธีการของ Faigenbaum *et al* (2005) ระยะเวลายืดกล้ามเนื้อโดยรวม 360 วินาที และ 3) การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ประกอบด้วย การดีดส้น (heel flick) ยกเข่าสูง (high knees) เดินไขว้ขา (hip rolls) เดินเขย่ง (calf raises) กระโดดสองขาเท้าไม่ยกพ้นพื้น ขาเหยียดตรง (straight leg skipping) และก้าวย่อ (lunging) ทำท่าละ 12 ครั้ง จำนวน 2 เซ็ต ระยะเวลายืดกล้ามเนื้อโดยรวม 360 วินาที ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนี้กระทำอยู่กับที่ในห้องทดสอบ (in situ) ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ความสามารถในการกระโดดสูง กระโดดไกล แรงบิดเชิงมุมสูงสุด (peak torque) อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด อุณหภูมิแกนกลาง คลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ และการเคลื่อนไหวแบบคิเนเมติกส์ ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการกระโดดสูง กระโดดไกล เพิ่มขึ้นจากการอบอุ่นร่างกายรูปแบบที่ 3 มากกว่ารูปแบบที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่าการอบอุ่นร่างกายรูปแบบที่ 3 มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่ารูปแบบที่ 1 และ 2 อย่างมีนัยสำคัญ และรูปแบบที่ 1 มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่ารูปแบบที่ 2 อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนผลการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อพบว่าการอบอุ่นร่างกายรูปแบบที่ 3 ส่งผลให้กล้ามเนื้อ Rectus Femoris มีการทำงานของกล้ามเนื้อมากกว่ารูปแบบ 2 อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่า การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายได้ดีกว่าการอบอุ่นร่างกายร่วมกับกลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ การเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อและแรงบิดเชิงมุมสูงสุด

Yamaguchi *et al* (2007) ศึกษาผลเฉียบพลันของการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวต่อสมรรถภาพทางกายขณะให้แรงต้านที่น้ำหนักต่าง ๆ เพื่อทำให้กล้ามเนื้อหดตัวแบบหดสั้น ทำการศึกษาโดยวัดแรงเหยียดเข่าในนักเรียนเพศชาย จำนวน 12 คน หลังการทดสอบ 2 ประเภทคือ 1) การยืดกล้ามเนื้อเหยียดเข่าแบบเคลื่อนไหวและการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวที่เลียนแบบการเหยียดเข่า จำนวน 2 เซ็ต ๆ ละ 15 ครั้ง ระยะพักระหว่างเซ็ต 30 วินาที ใช้เวลาโดยรวม 8 นาที ให้แรงต้านต่อการเคลื่อนไหวขณะทำการวัด power output ที่ 5, 30, and 60% ของแรงบิดเชิงมุมสูงสุดของการเหยียดเข่า และ 2) ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อโดยให้นั่งพักเป็นเวลา 8 นาที ผลการศึกษาพบว่า

หลังการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว power output มีค่ามากกว่าการไม่ยืดกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกช่วงของแรงต้าน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกาย ช่วยเพิ่มพลังของกล้ามเนื้อได้

Jessica *et al* (2005) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดด และศึกษาผลของระยะเวลาหลังการยืดกล้ามเนื้อที่มีต่อความสามารถในการกระโดด ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 16 คน ผลการศึกษาพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวให้ผลไม่แตกต่างกันในการพัฒนาความสามารถในการกระโดดทั้ง countermovement และ drop jumps และได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่าการยืดกล้ามเนื้อก่อนการแข่งขันนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่ฝึกมาเป็นอย่างดี

Unick *et al* (2005) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดด และพลังของกล้ามเนื้อหลังจากการยืดกล้ามเนื้อที่เวลา 15 และ30 วินาที โดยมีผู้เข้ารับการทดสอบทั้งหมด 16 คน ทำการฝึกการกระโดดขึ้นและลงจากที่สูงหลังจากที่ไม่ทำการยืดเหยียดในแต่ละครั้ง และหลังจากผู้ทดสอบทำการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว และยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ผลการศึกษาพบว่าการยืดกล้ามเนื้อทั้งสองแบบให้ผลในการเพิ่มความสามารถในการกระโดดและเพิ่มความยืดหยุ่นไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) และแนะนำให้มีการยืดกล้ามเนื้อก่อนการแข่งขัน เนื่องจากไม่ให้ผลด้านลบต่อความสามารถของนักกีฬา