บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. การเคลื่อนไหวพื้นฐานของร่างกาย
2. การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์
3. การเก็บข้อมูลทางคิเนมาติกส์
4. การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวชนิด 2 มิติ
5. การเตรียมอุปกรณ์การเก็บข้อมูลทางคิเนมาติกส์
6. การอบอุ่นร่างกาย
   6.1 ความหมายของการอบอุ่นร่างกาย
   6.2 ชนิดของการอบอุ่นร่างกาย
   6.3 ผลของการอบอุ่นร่างกายต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา
7. การยืดกล้ามเนื้อ
   7.1 ประสาทสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการยืดกล้ามเนื้อ
   7.2 ชนิดของการยืดกล้ามเนื้อ
   7.3 ผลของการยืดกล้ามเนื้อ
8. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การเคลื่อนไหวพื้นฐานของร่างกาย (Well, 1960)

การเคลื่อนไหวพื้นฐานของร่างกาย มีองค์ประกอบของร่างกายทั้งหมด เช่น ศีรษะ ลำคอ ลำตัวรวมทั้งแขนและขา การเคลื่อนไหวของร่างกายจะมีความสัมพันธ์กับระนาบและแกน

1. การเคลื่อนไหว Sagittal Plane แบ่งออกเป็น 3 อย่างคือ
   1.1 Flexion จะทำให้มุมของข้อต่อลดลง เช่น การงอแขน การงอขา
   1.2 Extension เป็นการเคลื่อนไหวที่ทำงานตรงกันข้ามแบบงอเข้า เช่น การเหยียดแขน การเหยียดขา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 Hyperextension เป็นการเคลื่อนไหวที่เหยียดร่างกายออกเกินขอบเขต ที่สามารถเคลื่อนไหวได้ตามปกติ เป็นการเหยียดออกจนเคลื่อนที่ผ่านแนวเหยียดเดิมในท่าเริ่มต้น

2. การเคลื่อนไหว Frontal Plane แบ่งเป็น 3 อย่าง คือ

2.1 Abduction เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายที่ห่างออกจากแกนกลางของลำตัว จากแนวตั้งฉากไปสู่แนวขนานขอบฟ้า หรือขนานกับฐาน เช่น การกางแขนขึ้น การแยกขา

2.2 Adduction เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายในส่วนที่กางขึ้น หรือกางออกให้เข้าหาแกนกลางของลำตัว เช่น หุบแขนเข้าหาลำตัว หุบขาเท้าชิดกัน

2.3 Lateral Flexion เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกาย เช่น ศีรษะและลำตัวไปทางซ้ายหรือทางขวา

3. การเคลื่อนไหว Horizontal Plane แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

3.1 Rotation เป็นการหมุนรอบแกนของตัวเองของส่วนนั้นของร่างกาย ในขณะที่อยู่ในแนวดึง แบ่งออกเป็น 2 อย่างคือ

3.1.1 การหมุนออกจากลำตัว (Outward Rotation) เป็นการเคลื่อนไหวไปทางด้านข้าง เช่น การหมุนของแขนท่อนล่างออกไปข้าง

3.1.2 การหมุนเข้าหาลำตัว (Inward Rotation) เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายตรงกันข้าม กับข้อที่กล่าวมา คือการหมุนกลับเข้าที่เดิม

3.2 Circumduction การเคลื่อนไหวส่วนใด ๆ ของร่างกาย ในระนาบขนานขอบฟ้ารอบๆแกนดิ่ง หรือในระนาบใด ๆ รอบแกนที่ทำให้จุดหมุนเกิดเป็นรูปกรวย เช่น การหมุนแขนเหนือศีรษะ การหมุนแขนไปข้างหน้าหลัง การหมุนแขนขึ้นลง

ภาพ 1 แสดงระนาบการเคลื่อนไหวของร่างกาย (Ackland et al., 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนไหวทางชีวกลศาสตร์ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. Kinematics เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือร่างกายโดยคำนึงถึงลักษณะและส่วนประกอบของการเคลื่อนไหวที่มีการเปลี่ยนแปลง โดยไม่นำเรื่องแรง พลังงานหรือโมเมนตัมเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ และการเคลื่อนไหวของร่างกายอยู่ในระนาบใด ข้อต่อมีการเปลี่ยนแปลง อย่างไรในแต่ละช่วงของการเคลื่อนไหว เช่น การงอขา เหยียดขา กางขา หุบขา เป็นต้น

2. Kinetics เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือร่างกาย โดยคำนึงถึงลักษณะ และส่วนประกอบของการเคลื่อนไหว อาจเกิดจากแรงภายในกล้ามเนื้อ หรือแรงภายนอกร่างกาย ในการศึกษา Kinetics ของการเคลื่อนไหวของร่างกาย จะศึกษาถึงแรงดึงของกล้ามเนื้อแรงดึงดูดของโลก และแรงตอบโต้ ซึ่งแรงเหล่านี้จะทำให้วัตถุหรือร่างกาย เกิดการเคลื่อนที่ เป็นต้น

การเก็บข้อมูลทางคิเนมาติกส์ (Griffith, 2006)

เก็บข้อมูลทางคิเนมาติกส์ เช่น มุมการเคลื่อนไหวขณะเกิด Dynamic Motion ของข้อต่อ และ Body Segments ขณะเคลื่อนไหว สามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน วิธีที่ใช้มากในปัจจุบัน ได้แก่ Electrogoniometer, Accelerometer และ Imaging System โดยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ Imaging System ซึ่งเกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้

Imaging Measurement Techniques

ปัจจุบันการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวทางการกีฬาโดยอาศัยข้อมูลจากการบันทึกภาพกำลังได้รับความนิยม เนื่องจากมีความสลับซับซ้อนน้อย สะดวก และ ประหยัดเวลา รวมทั้งให้ข้อมูลที่เชื่อถือได้ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลจากภาพการเคลื่อนไหว และใช้เทคนิคการหยุดภาพการเคลื่อนไหวเป็นภาพนิ่ง (Frame) โดยการใช้กล้องวิดีโอ หรือกล้องถ่าย ภาพยนตร์ บันทึกการเคลื่อนไหวร่วมกับการติดเครื่องหมาย (Marker) บริเวณข้อต่อต่าง ๆ ของร่างกายที่ต้องการศึกษา แล้วทำการวัดมุมข้อต่อส่วนที่ต้องการข้อมูลทางคิเนมาติกส์ เช่น Joint Force ต่อไปได้ ความละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับอัตราการจับภาพต่อวินาที (Frame Rate) ของอุปกรณ์บันทึกภาพเคลื่อนไหว

Cinematography เป็น Imaging System ที่ใช้ในยุคแรก ๆ ของการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยภาพ ใช้วิธีการบันทึกด้วย ฟิล์มภาพยนตร์ จึงทำให้ภาพถ่ายมีคุณภาพสูง แต่เนื่องจากใช้เวลานานในการวิเคราะห์ข้อมูล และมีราคาแพง จึงไม่เป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

Optoelectronic Systems ประกอบด้วย Active Marker ที่เป็น Light Emitting Diodes (LED's) ชนิด Infrared โดย Marker นี้จะติดบนร่างกาย และส่งข้อมูลเข้าระบบประมวลผลอัตโนมัติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แต่มีข้อเสียคือ ต้องมี Wire Connection ที่ต่อไปยัง LED ทำให้ขัดขวางการเคลื่อนไหวขณะบันทึกข้อมูลได้

Videography ประกอบด้วย กล้องเพื่อจับภาพการเคลื่อนไหวของ Passive Marker ชนิด Reflective ให้ภาพสะท้อนกลับไปยังกล้องที่ทำการบันทึก กล้องแต่ละตัวสามารถให้ข้อมูลพิกัดของ Marker ในแนวราบ และแนวดิ่ง ดังนั้นในการวิเคราะห์การเคลื่อนไหวแบบ 2 มิติ มีข้อตกลงเบื้อต้นว่า การเคลื่อนไหวที่ทำการวิเคราะห์นั้น เกิดขึ้นบนระนาบเดียว ซึ่งเป็นระนาบที่ตั้งฉากกับแกนหมุนของกล้อง (Camera Axis) ซึ่งระบบ 2 มิติ จะให้ข้อมูลที่มีความผิดพลาดมากกว่าระบบ 3 มิติ ที่ใช้ข้อมูลประกอบจากกล้องหลายตัว (มากกว่า 2 ตัวขึ้นไป) เพื่อใช้ข้อมูลพิกัดจากระบบ 2 มิติ ไปคำนวณหาพิกัด 3 มิติ โดยใช้หลักการของ Optical Triangulation

การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวชนิด 2 มิติ (2-Dimensional Video Analysis)

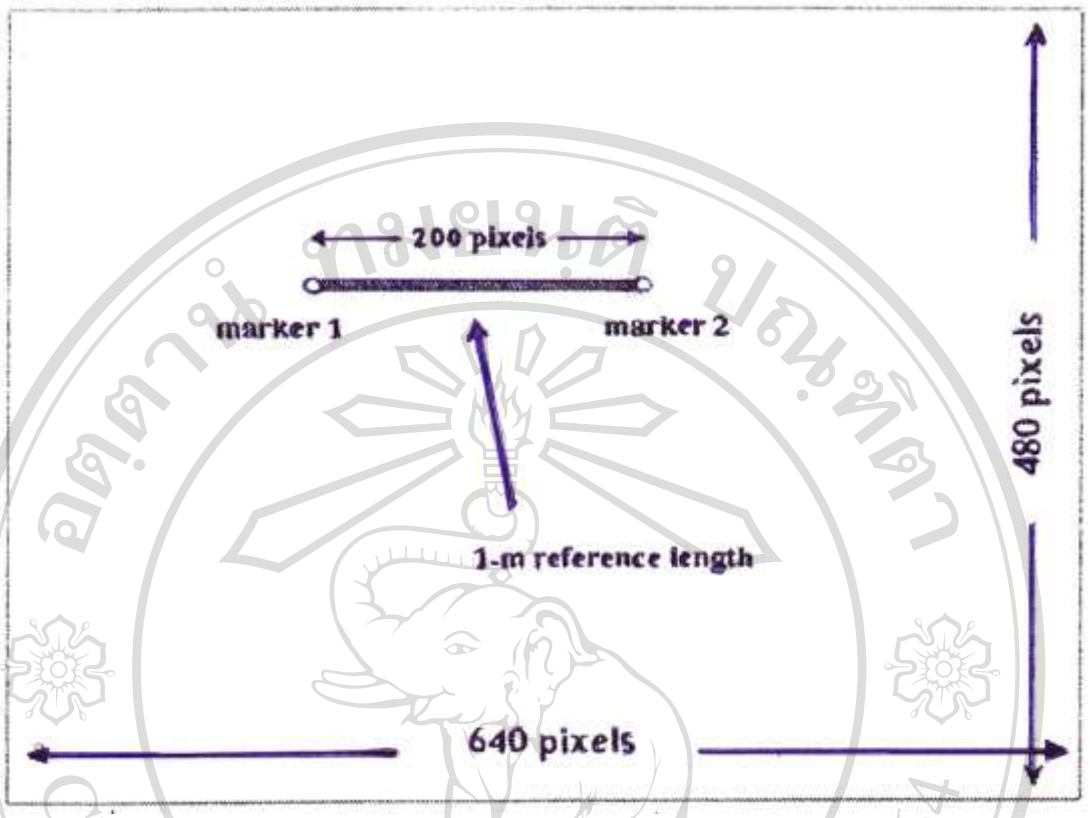
การบันทึกภาพการเคลื่อนไหว สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การบันทึกด้วย Digital Video Camera ลงบน Digital Vide Tape หรือ Digital Video Disk โดยที่ Digital Video Camera มีความสามารถในการเก็บข้อมูลที่ frame rate 25 หรือ 30 Hz ขึ้นกับระบบภาพว่าเป็นระบบ PAL หรือ NTSC

ตำแหน่งของ Marker บนร่างการของผู้ถูกทดสอบ ได้มาโดยการ Digitization ได้ข้อมูลพิกัด (Coordinates) x และ y สำหรับภาพนิ่งหนึ่ง ๆ จากภาพเคลื่อนไหวทั้งหมดเรียงลำดับจำนวน Marker 1 ถึง n (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) , ... (X_n, Y_n)

Calibration of Motion Analysis System

Video-Based Two Dimensional System ภาพจากกล้องวีดีโอสามารถนำมาหาค่าพิกัดเทียบกับ Resolution ความละเอียดของภาพได้ จากรูปที่ 2 เป็นภาพที่ให้ความละเอียด 640 x 480 Pixels ดังนั้นสามารถทำการ Calibration ได้เมื่อรู้ขนาดที่แน่นอนของวัตถุเทียบค่า (Calibration Object) ความยาว Calibration สามารถเทียบค่าออกเป็นอัตราส่วนต่อ Pixel ของภาพนิ่งที่ถ่ายไว้ได้ ตัวอย่างเช่น ความยาว 1 เมตร ของค่าอ้างอิงจากวัตถุเทียบค่าเท่ากับ 200 Pixel ของ Video Screen ดังนั้นแต่ละขนาด 1 Pixel บน Video Screen จะเท่ากับ 0.005 เมตร ของวัตถุจริง สิ่งที่ควรคำนึงถึงคือ ภาพ Distortions ที่อาจเกิดขึ้นได้ บริเวณห่างจากจุดศูนย์กลางภาพออกไป โดยเฉพาะบริเวณขอบภาพ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2 แสดงการเทียบความยาว Calibration Object เป็นจำนวน Pixel บนภาพถ่ายวีดีโอ

การเตรียมอุปกรณ์การเก็บข้อมูลทางคิเนมาติกส์ด้วย Imaging Measurement Techniques

ข้อมูลทางคิเนมาติกส์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยภาพ 2 มิติ สามารถอธิบายการเคลื่อนไหวได้ เฉพาะในระนาบที่ทำการบันทึกภาพเท่านั้น ไม่อาจอ้างอิงถึงข้อมูลที่เกิดขึ้นบนระนาบอื่นได้ จากข้อจำกัดนี้ การศึกษาทางด้านคิเนมาติกส์ ด้วยระบบ 2 มิติ จึงเหมาะสมที่จะใช้วัดการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนในระนาบใดระนาบหนึ่ง เช่น Hip และ Knee Joint Kinamatics ของการเดินหรือการวิ่ง ส่วนข้อมูล Kinamatics ของระบบ 3 มิติ สามารถบอกการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นได้ครบทั้ง 3 ระนาบของการเคลื่อนไหว เช่น การเคลื่อนไหวของข้อสะโพกทั้ง 3 ทิศ คือ Flex/Extension, Abduction/Adduction, Internal/External Rotation

Laboratory configuration

การจัดสถานที่ทำการเก็บข้อมูล Video Motion Analysis ควรคำนึงถึงการจัดกล้องให้ได้เหมาะสมมากที่สุดกับสภาพพื้นที่ที่มีอยู่ โดยมีหลักการคราว ๆ คือ จำนวนกล้องที่ควรมีขึ้นกับการกระจายของ Marker มาก เช่น มีการติด Marker ทั่วร่างกาย จำเป็นต้องใช้กล้อง 6 ตัวขึ้นไป สำหรับ Marker แต่ละอัน ต้องมองเห็นจากกล้องอย่างน้อย 2 ตัวขึ้นไป และกล้องแต่ละตัวควรทำมุมห่างกันมากกว่า 60 องศา เพื่อให้ได้ความแม่นยำของ Marker Coordinate Determination

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Marker Placement

การทำงานของ Marker แบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ

1. Active Marker (Actively Illuminated Marker) เป็น Marker ที่ส่องแสงออกมาได้จากตัวมันเอง ต้องใช้ Power Packs ติดอยู่ที่ตัวผู้ถูกวิจัย เป็นลักษณะการทำงานของ Light Emitting Diodes (Predetermined Frequency)
2. Passive Reflective Marker เป็น Marker ที่สามารถสะท้อนแสง ไม่ต้องใช้ Power Packs จะต้องมีแหล่งกำเนิดแสง เพื่อให้ Marker เกิดการสะท้อนแสง

สำหรับระบบที่ใช้ Passive Marker ใช้ Double-Sided Tape ติดระหว่าง Marker และผิวหนังของผู้เข้าร่วมการทดสอบ ขนาดของ Marker สำหรับการเก็บภาพ Full Body Capture คือ ขนาด 25 มิลลิเมตร ผู้ที่ติด Marker ควรมีความรู้และความสามารถในการติด Marker ลงบนตำแหน่งร่างกายได้อย่างถูกต้อง International Society of Biomechanics มีข้อแนะนำเกี่ยวกับข้อกำหนดของการติด Marker ให้สัมพันธ์กับ Joint Coordinate System ให้มีมาตรฐาน ตัวอย่างของคำแนะนำจุดติด Marker สำหรับการทำ Gait Analysis คือ Modified Helen Hayes Marker Set ใช้ 13-15 Marker ในการติดบน 7 Body Segments

การอบอุ่นร่างกาย

การที่จะทำให้ระบบการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายสามารถปฏิบัติงานได้อย่างดีนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการอบอุ่นร่างกายก่อนทุกครั้ง ช่วยให้อัตราการหายใจและไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้น ทำให้เลือดไหลเวียนไปสู่กล้ามเนื้อมากขึ้น ลดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ ข้อพลิก ข้อแพลง จากการเคลื่อนไหวที่ไม่คาดคิด ซึ่งหากไม่มีกิจกรรมให้ร่างกายได้ปรับตัวกับสภาวะความเครียดที่เกิดขึ้นจะทำให้กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย ร่างกายรู้สึกอ่อนเพลียและเหนื่อยเร็ว เพราะการเคลื่อนไหวร่างกายที่มีความซับซ้อน บางครั้งร่างกายใช้ปฏิกิริยาอัตโนมัติ (Conditioned Reflex) โดยที่ไม่รู้ตัว ปฏิกิริยาอัตโนมัติ (Conditioned Reflex) นี้จะใช้ไม่ได้ ถ้าหากร่างกายต้องออกกำลังกายหรือทำงานหนักในทันทีทันใด โดยไม่ได้เตรียมตัวด้วยการอบอุ่นร่างกายให้พร้อมก่อน (ชูศักดิ์และกันยา, 2536)

การอบอุ่นร่างกาย (Warming Up) เป็นการเตรียม ระบบต่าง ๆ ของร่างกายให้พร้อมที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular System) ระบบหายใจ (Respiratory System) และระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory System) ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องและควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย อีกทั้งยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานของร่างกาย ด้วยเหตุนี้การอบอุ่นร่างกายจึงเป็นสิ่งที่นักกีฬาพึงปฏิบัติก่อนการฝึกซ้อมหรือการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แข่งขัน ซึ่งนอกจากจะช่วยให้การฝึกซ้อมหรือการแข่งขันได้ผลเต็มที่แล้ว ยังช่วยป้องกันการบาดเจ็บที่อาจเกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อ เอ็น และข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนไหว โดยทำให้ร่างกายมีอุณหภูมิสูงขึ้น เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อและข้อต่อต่าง ๆ เป็นการรวมสมาธิ ฝึกทบทวนทักษะต่างๆที่จำเป็นต่อการฝึกซ้อมและการแข่งขัน (เจริญ, 2548; วีระชัย, 2542; วุฒิพงษ์ และอารี, 2542; Rushall et al., 1991; Schnittger, 1977; Whitehead, 1990)

มีรายงานว่าการอบอุ่นร่างกาย หากอุณหภูมิร่างกายเพิ่มขึ้น 2 องศาเซลเซียส ช่วยให้ความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 20% ถึงแม้ว่าหลักฐานยืนยันในภายหลังยังมีไม่มากก็ตาม แต่เป็นที่ยอมรับชัดเจนว่า อัตราความเร็วในการหดตัวของกล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของร่างกายหรือกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากความหนืด (Viscosity) ในกล้ามเนื้อลดลง อันเป็นผลเนื่องจากอุณหภูมิในร่างกายเพิ่มขึ้น (เจริญ, 2548; ชูศักดิ์, 2538; อนันต์, 2538) ทำให้อัตราของปฏิกิริยาทางเคมีขึ้น เป็นผลดีต่อการสร้างพลังงานและความสามารถในการกระตุ้นระบบประสาทในอัตราที่รวดเร็วทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้อย่างคล่องแคล่ว (Astran and Rodahl, 1970)

ชนิดของการอบอุ่นร่างกาย (เจริญ, 2544; มงคล, 2549)

การอบอุ่นร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. Active Warm Up

เป็นการอบอุ่นร่างกายด้วยตนเองที่ไม่เกี่ยวข้องกับการแข่งขัน หรือเป็นกิจกรรมที่ไม่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติของทักษะนั้น ๆ เช่น การวิ่งเหยาะ ๆ ที่กำหนดความเร็วด้วยตนเอง การยืดกล้ามเนื้อ ซึ่งจะได้ผลดียิ่งขึ้นหากรู้จักเลือกวิธีการหรือกิจกรรมที่จะทำให้ร่างกายค่อย ๆ ปรับตัวเข้ากับสภาพที่ร่างกายจะต้องทำงานหนัก การอบอุ่นร่างกายที่ดีจะต้องทำให้ร่างกายรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า คล่องตัว และไม่นำมาซึ่งความเมื่อยล้า โดยให้มีการทำงานของกล้ามเนื้อที่จะใช้ในการออกกำลังกาย เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวหรือคลายตัวจะทำให้เลือดไหลเวียนมายังกล้ามเนื้อมากขึ้น มีการเพิ่มการเผาผลาญภายในเซลล์กล้ามเนื้อเพื่อเกิดพลังงานมากขึ้น จึงทำให้อุณหภูมิกายของร่างกาย และอุณหภูมิกล้ามเนื้อเพิ่มสูงขึ้น

2. Passive Warm Up

การอบอุ่นร่างกายในลักษณะนี้ ร่างกายจะได้รับการกระตุ้นจากภายนอก ได้แก่ การนวด การใช้คลื่นไฟฟ้า หรือใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ช่วยเพิ่มอุณหภูมิกล้ามเนื้อให้สูงขึ้น แม้แต่การเข้าห้องอบซาวน่า ผลจากการอบอุ่นร่างกายลักษณะนี้ ให้ผลดีในการกระตุ้นการเคลื่อนไหวต่อกล้ามเนื้อและข้อต่อ รวมทั้งระบบหายใจและไหลเวียนเลือด แต่เพิ่มขบวนการเผาผลาญพลังงาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของร่างกายได้ค่อนข้างต่ำ รวมทั้งช่วยผ่อนคลายอาการล้าทางกายและจิตใจได้ในระดับหนึ่ง โดยเฉพาะในกรณีที่นักกีฬาต้องทำการแข่งขันหลายประเภทหรือหลายรายการในวันเดียวกัน

2.1 Specific Warm Up หรือ Formal Warm Up เป็นการเตรียมทักษะเฉพาะที่จะใช้ในการปฏิบัติจริง เพื่อกระตุ้นประสาทและกล้ามเนื้อที่จะถูกใช้มาก

2.2 Combination Warm Up คือ กิจกรรมที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกายใช้ทั้งการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไป และการอบอุ่นร่างกายเฉพาะกีฬา

หลักการอบอุ่นร่างกาย (เจริญ, 2544; วุฒิพงษ์, 2537; วีระชัย, 2537; มงคล, 2549; Han et al., 1991)

การอบอุ่นร่างกายควรมีความเกี่ยวข้องกับการแข่งขัน กระทำอย่างต่อเนื่องโดยใช้การอบอุ่นร่างกายแบบผสมผสานระหว่างการอบอุ่นร่างกายแบบทั่วไปและการอบอุ่นร่างกายแบบเฉพาะกีฬา โดยทั่วไปจะใช้เวลาประมาณ 20–30 นาที โดยมีขั้นตอนของการอบอุ่นร่างกาย 3 ขั้นตอน คือ

1. การอบอุ่นร่างกายโดยทั่วไป (General Warm Up)

เป็นการเตรียมพร้อมด้วยการฝึกกระตุ้นให้กล้ามเนื้อของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีการเคลื่อนไหวก่อนการปฏิบัติจริง เช่น การวิ่ง การกระโดดเชือก หรือการทำกายบริหาร นักกีฬาควรใช้เวลาทำการอบอุ่นร่างกายช่วงนี้ประมาณ 15–30 นาที หรือจนกระทั่งเหงื่อเริ่มออก หรืออัตราชีพจรสูงขึ้นประมาณ 120–130 ครั้ง/นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการฝึกซ้อมของนักกีฬา สภาพอากาศ เป็นช่วงเวลาที่นักกีฬาใช้ในการปรับอุณหภูมิของร่างกายให้สูงขึ้นประมาณ 2–3 องศาเซลเซียส โดยการเคลื่อนไหวของร่างกายด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ส่วนการออกกำลังกายเพื่อสุขภาพนั้น ควรทำการอบอุ่นร่างกาย ประมาณ 3-5 นาที

2. การยืดกล้ามเนื้อ (Stretching)

เป็นการเพิ่มความยาวกล้ามเนื้อโดยจัดให้ส่วนของร่างกายอยู่ในท่าที่มีการยืดกล้ามเนื้อ ให้ปลายทั้งสองข้างของกล้ามเนื้อห่างจากกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ วัตถุประสงค์ของการยืดกล้ามเนื้อทั่วไป คือเพื่อรักษาหรือคงสภาพของความอ่อนตัว และช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้อยู่ในสภาพปกติ ช่วยเพิ่มความอ่อนตัว ป้องกันการบาดเจ็บ เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตในบริเวณนั้น ๆ ทำให้เกิดการผ่อนคลายส่งผลให้เคลื่อนไหวได้ง่ายเป็นอิสระ กระทำโดยยืดกล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติทักษะการเคลื่อนไหวในแต่ละประเภทกีฬา ซึ่งสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว หรือการยืดกล้ามเนื้อโดยมีผู้อื่นกระทำให้ ใช้เวลาในช่วงนี้ประมาณ 10–12 นาที

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. Specific Warm Up

ใช้เวลาประมาณ 8–10 นาที เพื่อให้ร่างกายอยู่ในสภาพที่พร้อมจะทำการแข่งขันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการเคลื่อนที่ที่หลากหลายรูปแบบ รวมทั้งการนำทักษะพื้นฐานของแต่ละประเภทกีฬามาใช้ประกอบ มีการทำกิจกรรมที่จะต้องปฏิบัติในการฝึกซ้อมหรือแข่งขันจริง

ผลทางสรีรวิทยาของการอบอุ่นร่างกาย

การอบอุ่นร่างกายมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา ได้แก่ เพิ่มอุณหภูมิกล้ามเนื้อและอุณหภูมิแกนกลางของร่างกาย เพิ่มเมตาบอลิซึม และกระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจและหลอดเลือด และเพิ่มสมรรถภาพทางกายได้ (Bishop, 2003) นอกจากนี้ยังมีผลในการเพิ่มการนำออกซิเจนไปสู่กล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น เพิ่มการขยายตัวของหลอดเลือด (McCutcheon et al., 1999) เพิ่มปฏิกิริยาของเอนไซม์ในการผลิตพลังงาน (Thibodeau and Patton, 1999) เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว (Goat, 1994) เพิ่มอัตราการนำกระแสประสาท (Bishop, 2003) เพิ่มความเร็วในการหดตัวและการผ่อนคลายของกล้ามเนื้อ ซึ่งการเพิ่มอุณหภูมิภายในกล้ามเนื้อส่งผลให้เกิดการเพิ่มขบวนการเมตาบอลิสมภายในเซลล์ของกล้ามเนื้อ เพิ่มอัตราการไหลเวียนเลือด ลดความหนืดของกล้ามเนื้อทำให้การประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและประสาท และระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อด้วยกันเป็นไปอย่างราบรื่นและถูกต้อง (Arnheim, 1989)

นอกจากนี้การอบอุ่นร่างกายยังมีผลต่อจิตใจ คือ ช่วยกระตุ้นจิตใจให้อยู่ในสภาวะที่พร้อมจะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยเพิ่มความมั่นใจให้นักกีฬา กระตุ้นให้เกิดมโนภาพ และจินตภาพในการเคลื่อนไหว รวมทั้งกระตุ้นระบบประสาทกลไกการทำงานในสภาวะเหมือนจริง

ประสาทสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการยืดกล้ามเนื้อ (Alter, 1988)

ขณะยืดกล้ามเนื้อจะก่อให้เกิดการกระตุ้นใน 2 บริเวณ คือ Muscle Spindles และ Golgi Tendon Organ (GTOs) โดย Muscle Spindles ซึ่งอยู่ภายใน Intrafusal Muscle Fibers จะเรียงตัวขนานกับ Extrafusal Muscle Fibers และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ส่วน GTOs จะอยู่บริเวณรอยต่อของกล้ามเนื้อและเอ็น ตอบสนองต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้น ซึ่งการยืดกล้ามเนื้อจะไปกระตุ้นอวัยวะทั้งสองทำให้เกิดกลไกการตอบสนอง 3 แบบ ได้แก่

1. Stretch Reflex

เมื่อกล้ามเนื้อถูกยืดโดยเร็วทันที จะกระตุ้นให้ Muscle Spindle ส่งสัญญาณประสาทไปยังไขสันหลังผ่าน Dorsal Root ไปยังสมอง หลังจากนั้นไขสันหลังจะส่งกระแสประสาทกลับลงมายังกล้ามเนื้อมัดนั้นให้มีการหดตัว เพื่อเป็นกลไกป้องกันอันตรายไม่ให้กล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยืดกล้ามเนื้อ ดังนั้นควรทำการเคลื่อนไหวช้า ๆ ขณะยืดกล้ามเนื้อ เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถยืดยาวออกให้ได้มากที่สุด และไม่เป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อ

2. Reciprocal Inhibition

เมื่อกล้ามเนื้อด้านใดด้านหนึ่งเกิดการหดตัว (Agonist) จะเกิดแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อไปกระตุ้น GTOs ให้ส่งสัญญาณประสาทไปยับยั้งการกระตุ้นของ Motor Neuron ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonistic) ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่อยู่ด้านตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่หดตัวนั้นคลายตัวลง การเกิด Reflex นี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวต่าง ๆ ที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น การงอข้อศอกเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ Biceps และการคลายตัวของกล้ามเนื้อ Triceps

3. Autogenic Inhibition

เมื่อมีแรงในการยืดกล้ามเนื้อมากจนเกินจุดวิกฤต (Critical Point) จะเกิด Reflex นี้ขึ้นทันที ซึ่งจะไปยับยั้งกระแสประสาทจาก Anterior Motor Neurons ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อนั้น ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว แรงตึงที่เกิดจากการยืดกล้ามเนื้อจะลดลง กลไกนี้ป้องกันไม่ให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและเอ็น แต่กลไกนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ GTOs มีแรงมากพอที่จะเอาชนะกระแสประสาทจาก Muscle Spindle มิฉะนั้นจะเกิด Stretch Reflex แทน

การยืดกล้ามเนื้อสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 เทคนิค ดังนี้

1. การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (Static Stretching)

การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ เป็นการทำให้เกิด Stretch Reflex มีกลไกในการทำงานดังนี้ คือ เมื่อมีแรงจากภายนอกไปยืดกล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดแรงตึงตัวไปกระตุ้นการทำงานของ Golgi Tendon ผ่านทางเส้นประสาท Ib (type A) นำ สัญญาณเข้าสู่ไขสันหลังโดยตรงและนำไปที่ Spinocerebellar Tract ไปสู่สมองส่วน Cerebellum ส่งสัญญาณกลับไปที่ไขสันหลังกระตุ้น Inhibitory Interneurons ให้สัญญาณผ่านไปทางเส้นประสาท Ia Afferent น้อยลง ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่ Golgi Tendon ถูกกระตุ้นอยู่ได้รับกระแสประสาทจาก Ia Afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดนั้นจะคลายตัว (ราตรี, 2539) ซึ่งมีผลในการลดความสามารถในการวิ่งระยะสั้น (Fletcher and Jones, 2004)

2. การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Stretching)

การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Stretches) โดยควบคุมการเคลื่อนไหวผ่าน Active Range of Motion ของแต่ละข้อต่อ ซึ่งมีผลในการเพิ่มความสามารถของกล้ามเนื้อเมื่อออกแรงสูงสุดในเวลาอันสั้น เช่น เพิ่มความสูงในการกระโดด เพิ่มแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อ เพิ่มพลังในการเหยียดขา ใช้เวลาในการวิ่งระยะสั้นลดลง (Fletcher and Jones, 2004; Faigenbaum et al.,

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2005; Fletcher and Anness, 2007; Holt and Lambourne, 2008; Little and Williams, 2006; Manoel et al., 2008; Pearce et al., 2009)

3. การยืดกล้ามเนื้อแบบขย่ม (Ballistic Stretching)

การยืดกล้ามเนื้อแบบขย่ม โดยให้กล้ามเนื้อเหยียดออกให้เท่าที่จะทำได้ และจะยืดออกกว้างขึ้นเมื่อทำซ้ำอีก มักจะไม่ค่อยใช้ในคนทั่วไปที่ไม่ใช่นักกีฬาหรือไม่ฟิตพอเพราะอาจบาดเจ็บภายในกล้ามเนื้อ ถ้ากล้ามเนื้อหดตัว Muscle Spindle ซึ่งมีส่วนของประสาทรับความรู้สึกมาเชื่อมโยง จะกระตุ้นให้เหยียดออกโดยอัตโนมัติเพื่อช่วยป้องกันการฉีกขาด แต่ถ้าการยืดนั้นรวดเร็วและรุนแรงปฏิกิริยาในการเหยียดยืดนั้นจะรุนแรงตามไปด้วย ซึ่งอาจจะทำให้กล้ามเนื้อฉีกขาดได้ โดยเฉพาะในบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬา

4. การยืดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ (Passive Stretching)

เป็นเทคนิคการยืดกล้ามเนื้อที่มีแรงภายนอกมากระทำโดยที่ผู้ถูกกระทำไม่ต้องเคลื่อนไหวด้วยตนเอง ใช้แรงภายนอกมากระทำให้หรืออาจเป็นเครื่องมืออุปกรณ์มาช่วยกระทำ ให้กล้ามเนื้อข้อต่อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ยืดได้มากขึ้น เป็นการให้แรงกระทำเพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้ยาวออกอย่างช้า ๆ (Mohr et al., 1998) โดยที่ขณะทำการยืดกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานตรงกันข้าม (Antagonist) จะไม่ทำงาน ซึ่งส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ พลังกล้ามเนื้อและความเร็วในการวิ่งลดลง (Fletcher and Anness, 2007; Bacurau et al., 2008; Sayers et al., 2008; Samuel et al., 2008; Herda et al., 2008; Young and Elliot, 2001)

ผลของการยืดทางสรีรวิทยาต่อองค์ประกอบของกล้ามเนื้อ (Alter, 1990)

กล้ามเนื้อแบ่งตามลักษณะการหดตัวได้ 2 ส่วน คือ

1. Contractile Tissue

เมื่อทำการยืดแบบ Passive จะทำให้มีการยืดยาวออกของ Sarcomere บางส่วน และมีการแยกจากกันของ Actin และ Myosin และถ้ายืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เป็นเวลานาน จำนวน Sarcomere ที่ยืดยาวออกจะมากขึ้นทำให้กล้ามเนื้อยืดยาวออกไปได้

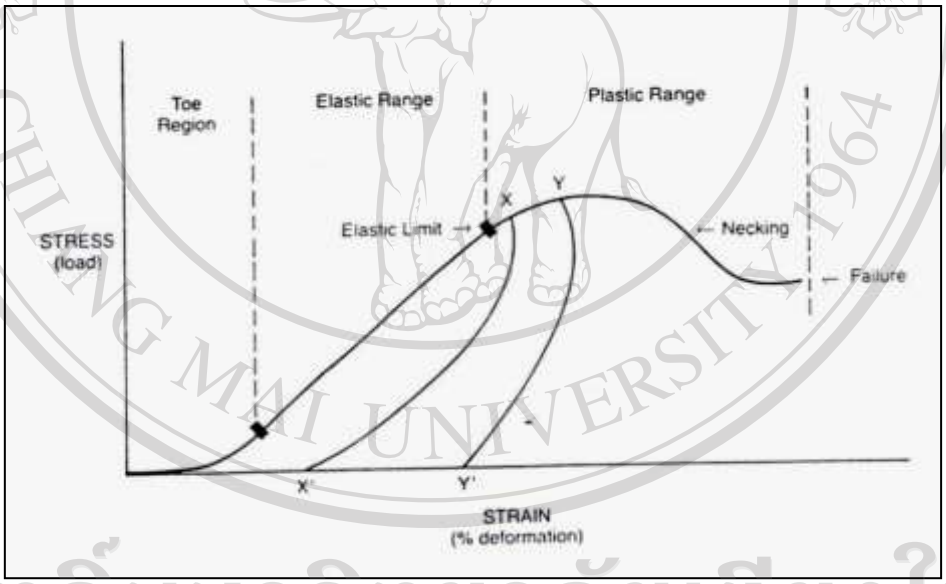
2. Noncontractile Tissue

ซึ่งได้แก่ เนื้อเยื่อที่ช่วยพยุงโครงสร้างต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น Ligament, Tendon, Joint Capsule และผิวหนัง ซึ่งมีคุณสมบัติในการเกิดพังผืดได้ง่าย เมื่อเกิดปัญหามีพังผืดขึ้นจำเป็นต้องใช้การยืด Noncontractile Tissue นี้จะตอบสนองต่อแรงยืดตามความสัมพันธ์ Stress-Strain Curve (ภาพที่ 3) ซึ่ง Noncontractile Tissue จะมีการตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อการยืดกล้ามเนื้อดังนี้คือถ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีการยืดกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วจะไปกระตุ้นต่อ Stretch Reflex และถ้ามีการยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ แล้วค้างไว้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมจะไปกระตุ้นให้เกิด Gongi Tendon Reflex

Stress-Strain Curve เป็นความสัมพันธ์ระหว่างการให้แรงภายนอกกระทำต่อเนื้อเยื่อหรือสสารนั้น และการเปลี่ยนรูปร่างของเนื้อเยื่อหรือสสาร ความชันของกราฟขึ้นกับความต้านทาน (Resistance) ของเนื้อเยื่อต่อแรงกระทำภายนอก ซึ่งจะเห็นได้ว่า Elastic Range เป็นช่วงที่เนื้อเยื่ออ่อนสามารถต้านต่อแรงกระทำได้ และเมื่อแรงกระทำหมดไป เนื้อเยื่อสามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้ ส่วน Elastic Limit เป็นจุดที่เนื้อเยื่อจะไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมได้และ Plastic Range เป็นช่วงที่เลยจากจุด Elastic Limit ไปจนถึงจุดที่มีการฉีกขาดของเนื้อเยื่ออ่อน ซึ่งในจุดนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างของเนื้อเยื่อ ส่วน Necking เป็นช่วงที่อ่อนแอ ซึ่งเมื่อใช้แรงเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้เนื้อเยื่อเปลี่ยนแปลงรูปได้ และ Failure เป็นจุดที่เนื้อเยื่อเกิดการฉีกขาดหรือสูญเสียสภาพไป (Kisner and Colby, 1990)



ภาพ 3 แสดง Stress-Strain Curve (Kisner and Colby, 1990)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สำหรับ Tendon และ Ligament Stress-Strain Curve มีลักษณะเป็นคลื่น โดยในช่วงแรกเป็น Toe Region ซึ่งเป็นลักษณะของ Collagen Fiber ในขณะพัก มีลักษณะเป็นเส้นตรง ในช่วงนี้การให้แรงยืดเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำการยืดได้ ช่วงนี้ Tendon และ Ligament จะหย่อน(Slack) เมื่อยืดผ่านช่วงนี้ไปจะมีลักษณะเป็น Elastic โดยกล้ามเนื้อสามารถยืดยาวออกได้ (Strain) ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับแรง Stress ที่ได้รับ และถ้า Tendon จะกลับคืนที่เดิม (Recoil) หลังจากที่นำแรงที่ใช้ในการดึงออก แต่ถ้าให้แรงที่มากถึงระดับหนึ่งก็จะเข้าสู่ช่วง Plastic Region เป็นช่วงที่

Collagen เกิดการยืดยาวออก และถ้าให้แรงในการยืดมากเกินจะทำให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อ และไม่สามารถยืดออกได้อีกไม่ว่าจะให้แรงในการยืดมากขึ้นเท่าใด (Lehmkuhl and Smith, 1983; Levangie, 1983)

ผลของการยืดต่อ Noncontractile Tissue มี 3 ภาวะ ได้แก่

1. Resilience คือ ความสามารถในการซึมซับแรงในช่วง Elastic Range ซึ่งเมื่อแรงกระทำหมดไปเนื้อเยื่อก็สามารถกลับสู่สภาพเดิมได้อีก
2. Toughness คือ ความสามารถในการซึมซับแรงในช่วง Plastic Range โดยปราศจากการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ แต่ถ้ามีการซึมซับแรงมากเกินไปอาจทำให้เกิดการฉีกขาดได้
3. Creep เมื่อให้แรงยืดเป็นเวลานาน ทำให้เนื้อเยื่อยืดยาวออก ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ถึงขึ้นอาจทำให้เกิดการฉีกขาดได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าหลายการศึกษามีการอบอุ่นร่างกายและการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวและแบบค้างไว้ที่แตกต่างกันทั้งรูปแบบ และระยะเวลาของการอบอุ่นร่างกาย จำนวนมัดกล้ามเนื้อที่ถูกยืด ระยะเวลาและท่าทางในการยืด โดยหวังให้เกิดประโยชน์สูงสุดกับกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งสรุปได้โดยสังเขปดังนี้

1. การอบอุ่นร่างกาย มีหลายรูปแบบที่แตกต่างกันตามประเภทของกีฬา

1.1 วิ่งเหยาะที่ควบคุมความเร็วด้วยตนเองเป็นเวลา 5 นาที สำหรับนักฟุตบอลกึ่งอาชีพ (Fletcher และ Monte-Colombo, 2010) วิ่งเหยาะ 13 นาที และพัก 2 นาทีสำหรับนักฟุตบอล (Wong et al., 2011)

1.2 วิ่งเหยาะ ๆ ด้วยความเร็วที่กำหนดเองบนสายพานเลื่อนเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นกระโดดสูงโดยใช้แขนเหวี่ยงในระดับ Submaximal (Perrier et al., 2011) วิ่งเหยาะที่ควบคุมความเร็วด้วยตนเองเป็นเวลา 5 นาที เป็นอย่างน้อยประกอบด้วย วิ่งไปด้านหน้า 3 นาที วิ่งไปด้านข้างและด้านหลังอย่างละ 1 นาที จากนั้นยืดกล้ามเนื้อแบบใดแบบหนึ่งแล้วตามด้วยการอบอุ่นร่างกายที่จำเพาะเจาะจง (a Specific Explosive Warm-Up) 5-7 นาที เพื่อพัฒนาความเร็วและความคล่องแคล่วว่องไว (Chaouachi et al., 2010) สำหรับนักศึกษาระดับมหาวิทยาลัยเพศชาย

1.3 วิ่งไป-กลับระยะทาง 200 เมตร 3 รอบ สำหรับนักกีฬาระดับมหาวิทยาลัย ดิวิชั่น 1 (Christensen and Nordstrom, 2008)

1.4 วิ่ง 800 เมตร ด้วยความเร็วที่กำหนดด้วยตนเองจากนั้นทำการเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้อง เช่น วิ่งออกตัว วิ่งเร็ว กระโดดข้ามสิ่งกีดขวาง เป็นต้น โดยใช้เวลารวมประมาณ 25 นาที สำหรับนักกีฬาประเภทลู่และลาน (Kistler et al., 2010)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้

2.1 การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่กล้ามเนื้อ Hamstrings, Quadriceps, Abductors, Adductors, Gluteus Maximus, Hip Flexors, Gastrocnemius และ Soleus ยืดค้างไว้มัดละ 15 วินาที ทำซ้ำ 2 เซ็ต สำหรับกล้ามเนื้อ Hamstrings, Quadriceps, Gastrocnemius และ Soleus ส่วนกล้ามเนื้อ Abductors, Adductors, Gluteus Maximus, และ Hip Flexors ทำการยืดเซ็ตเดียว (Fletcher and Monte-Colombo, 2010)

2.2 การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่กล้ามเนื้อ Hamstrings, Quadriceps, Adductors, Hip Flexors, Piriformis, Lower Back, Gastrocnemius ท่าละ 30 วินาที จำนวน 2 เซ็ต (Perrier et al., 2011)

2.3 การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่กล้ามเนื้อ Hamstrings, Quadriceps และ Gastrocnemius ท่าละ 30 วินาที จำนวน 4 เซ็ต ระยะพักระหว่างเซ็ต 20 วินาที (Kistler et al., 2010)

2.4 การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ที่กล้ามเนื้อ Hamstrings, Quadriceps, Adductors, Hip Flexors, Gluteus Maximus, Gastrocnemius และ Soleus ท่าละ 30 วินาที จำนวน 2 เซ็ต ระยะพักระหว่างเซ็ต 10 วินาที (Chaouachi et al., 2010)

3. การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว

3.1 ยืดกล้ามเนื้อมัดเดียวกันกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ เช่น Heel Flicks, High Knees, Hip Rolls, Walking on Toes, Straight Leg Skipping และ Walking Lunges ท่าละ 12 ครั้ง ทำ 2 เซ็ต (Fletcher and Monte-Colombo, 2010)

3.2 ยืดกล้ามเนื้อ 8 ท่า ๆ ละ 5 ครั้ง ในท่า Skipping for Height, Walking Lunges, Side Shuffling, Short-Step Carioca, Low, Carioca High Knee Action, Backward Run, High Knee Running, Butt Kickers และวิ่งไป-กลับระยะทาง 200 เมตร จำนวน 3 รอบ (Christensen & Nordstrom, 2008)

3.3 ยืดกล้ามเนื้อ จำนวน 2 ครั้งบนระยะทาง 18 เมตร ในท่าดังนี้ Easy Skip with Arm Swings, Skip for Distance using Arm to Drive Forward, Skip for Height using Arm to Drive Forward, Backward Run, Lateral Low Shuttle, Step into Single Romanian Dead Lift, Walking Diagonal Lunges, High Knee Pulls, Carioca, Straight Leg Strides แล้วค่อย ๆ เพิ่มความเร่งในการวิ่งที่ 50%, 75% และ 90% ของแรงพยายามสูงสุด ความเร็วละ 1 รอบ (Perrier et al., 20011)

3.4 ยืดกล้ามเนื้อมัดเดียวกันกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ในข้อ 2.4 เป็นเวลา 10 นาที (Chaouachi et al., 2010)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4. เวลาที่ใช้ในการยืดกล้ามเนื้อ

การยืดกล้ามเนื้อโดยทั่วไปที่นิยมปฏิบัติกันคือ การยืดกล้ามเนื้อ 10-15 วินาทีต่อมัดกล้ามเนื้อ จำนวน 1-2 ครั้ง (Kistler et al., 2010) แต่หลายการศึกษาก็มีวิธีปฏิบัติที่แตกต่างกันไป เช่น Behm et al. (2001) ใช้เวลาในการยืดกล้ามเนื้อ 45 วินาทีต่อมัดกล้ามเนื้อ จำนวน 5 ครั้ง และ Marek et al. (2005) ใช้เวลาในการยืดกล้ามเนื้อ 30 วินาทีต่อมัดกล้ามเนื้อ จำนวน 4 ครั้ง

5. ระยะเวลาของการทดสอบสมรรถนะภายหลังการอบอุ่นร่างกาย

การทดสอบความแข็งแรงและพลังของรยางค์ส่วนบน 5 นาที หลังการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เป็นเวลา 15 วินาที จำนวน 2 เซ็ต พบว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้กับกลุ่มควบคุม (Zaruta, 2008) สอดคล้องกับการศึกษาของ DePino et al. (2000) ที่ยืดกล้ามเนื้อ Hamstrings เป็นเวลา 30 วินาที จำนวน 4 เซ็ต และมีระยะพักระหว่างเซ็ต 15 วินาที พบว่าผลของยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้จะยังคงอยู่เพียง 3 นาทีแรกหลังจากหยุดการยืดกล้ามเนื้อ โดยในนาทีที่ 6 ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อจะกลับเข้าสู่ค่าเดิมก่อนถูกยืด ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะนำว่าเวลาที่เหมาะสมที่จะลดผลในเชิงลบของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้คือ ต้องมีระยะพักมากกว่า 3 นาที

นอกจากนี้ยังมีการทบทวนผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการอบอุ่นร่างกาย การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวและการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

DePino et al. (2000) ทำการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเพิ่มความยืดหยุ่นภายหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นอาสาสมัครเพศชาย จำนวน 30 คน อายุเฉลี่ย 19.8±5.1 ปี ส่วนสูง 179.4± 18.7 เซนติเมตร น้ำหนัก 78.5±26.9 กิโลกรัม ที่เหยียดเข่าได้ไม่สุดช่วงการเคลื่อนไหว แล้วแบ่งแบบสุ่มออกเป็นกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง โดยอบอุ่นร่างกายในท่าเหยียดเข่า 6 ครั้ง จากนั้นยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มัดละ 30 วินาที จำนวน 4 เซ็ต ระยะพักระหว่างเซ็ต 15 วินาที จากนั้นใช้การทดสอบ an Active Knee-Extension Test เพื่อวัดมุมการเคลื่อนไหวในการเหยียดเข่า ในนาทีที่ 1, 3, 6, 9, 15, และ 30 ผลการศึกษาพบว่ามุมในการเหยียดข้อเข่าที่เพิ่มขึ้นจะยังคงอยู่ภายใน 3 นาที ภายหลังการยืดกล้ามเนื้อ และหลังจากนั้นจะไม่มีความแตกต่างจากกับก่อนการยืดกล้ามเนื้อ และยังพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ครั้งที่ 1 และ 6 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการเพิ่มมุมในการเหยียดข้อเข่า

Zakas et al. (2003) ศึกษาผลของการอบอุ่นร่างกายต่อความอ่อนตัวของรยางค์ส่วนล่างและลำตัวในนักกีฬาแฮนด์บอล โดยให้กลุ่มทดลองทำการอบอุ่นร่างกายและยืดกล้ามเนื้อต่อเป็นเวลา 20 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมทำการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว จากนั้นวัดมุมของข้อสะโพก ข้อเข่า ข้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เท้า และลำตัว โดยใช้เครื่องวัดมุมโกนิโอมิเตอร์ (Goniometer) ผลการศึกษาพบว่า ความอ่อนของรยางค์ส่วนล่างและลำตัวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทั้งสองกลุ่ม ($p<0.01$ และ $p<0.001$)

Unick et al. (2005) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และการยืดกล้ามเนื้อแบบบอลลิสติค (Ballistic Stretching) ต่อความสามารถในการกระโดด และพลังของกล้ามเนื้อภายหลังการยืดกล้ามเนื้อในนาทีที่ 15 และ 30 โดยมีผู้เข้าร่วมการศึกษา จำนวน 16 คน ทดสอบการกระโดดดังนี้ คือ Countermovement Jumps และ Drop Jumps ภายหลังการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว ภายหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบบอลลิสติค และภายหลังยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ผลการวิจัยพบว่าการอบอุ่นร่างกายทั้ง 3 รูปแบบ ไม่มีผลแตกต่างกัน ($p<0.05$) ในการกระโดด ซึ่งการศึกษานี้แนะนำให้มีการยืดกล้ามเนื้อแบบใดก็ได้ก่อนการแข่งขัน เนื่องจากไม่มีผลลบต่อความสามารถของนักกีฬา

Jessica et al. (2005) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ที่มีผลต่อความสามารถในการกระโดด และศึกษาผลของระยะเวลาหลังการยืดกล้ามเนื้อที่มีต่อความสามารถในการกระโดด ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวให้ผลไม่แตกต่างกันในการพัฒนาความสามารถในการกระโดดทั้ง Countermovement Jumps และ Drop Jumps และได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการยืดกล้ามเนื้อก่อนการแข่งขันนั้นไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพทางกายของนักกีฬาที่ฝึกมาเป็นอย่างดี

McMillian et al. (2006) ทำการเปรียบเทียบผลของการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหว (Dynamic Warm Up) กับการอบอุ่นร่างกายแบบยืดค้างไว้ (Static-Stretching Warm Up) ต่อกำลังและความคล่องแคล่วว่องไว ผู้เข้าร่วมการศึกษาเป็นนักเรียนวิชาทหาร จำนวน 30 คน เพศหญิง 14 คน เพศชาย 16 คน อายุ 18-24 ปี ทำการวิจัยแบบสุ่มโดยอบอุ่นร่างกายแบบใดแบบหนึ่งเป็นเวลา 10 นาที ติดต่อกัน 3 วัน หรือไม่อบอุ่นร่างกาย พัก 1-2 นาที จากนั้นประเมินกำลังและความคล่องแคล่วว่องไว 3 ทำการทดสอบโดยเรียงลำดับดังนี้ T-Shuttle Run, ระยะทางในการโยนเมดิซินบอล (Medicine ball) ใต้มือ และ 5-Step Jump ผลการศึกษาพบว่าการอบอุ่นร่างกายแบบเคลื่อนไหวให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มกำลังและความคล่องแคล่วว่องไว ส่วนการอบอุ่นร่างกายแบบยืดค้างไว้มี T-Shuttle Run, ระยะทางในการโยนเมดิซินบอล (Medicine ball) ใต้มือ ไม่แตกต่างจากการไม่อบอุ่นร่างกาย แต่มีคะแนนในการทำ 5-Step Jump ที่ดีกว่าการไม่อบอุ่นร่างกายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Perrier et al. (2011) เปรียบเทียบผลของการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวต่อความสามารถในการกระโดดสูง ค่าปฏิกิริยาการตอบสนอง ความยืดหยุ่นของหลังส่วนล่างและกล้ามเนื้อ Hamstring ในนักศึกษามหาวิทยาลัยเพศ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชาย จำนวน 21 คน อายุ 24.4±4.5 ปี โดยทำการศึกษาซึ่งประกอบด้วย การอบอุ่นร่างกายด้วยการวิ่งเหยาะบนสายพานเลื่อนเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำการยืดกล้ามเนื้ออย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้ คือ ไม่มีการยืดกล้ามเนื้อ ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ 7 ท่า ๆ ละ 30 วินาที จำนวน 2 เซ็ต และยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเป็นเวลา 13.8±1.7 นาที ซึ่งมีความหนักอยู่ที่ 5.2±1.2 เมื่อประเมินด้วย Borg CR 10 Scale เมื่อสิ้นสุดการยืดกล้ามเนื้อดังกล่าวทำการวัดความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ กระโดดสูง และปฏิกิริยาการตอบสนอง ผลการศึกษาพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูง ได้ดีกว่าการไม่ยืดกล้ามเนื้อและการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ส่วนการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ช่วยพัฒนาความสามารถในการกระโดดสูงได้ไม่แตกต่างจากการไม่ยืดกล้ามเนื้อ ในขณะที่การยืดกล้ามเนื้อทั้ง 3 รูปแบบ ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาการตอบสนอง นอกจากนี้ยังพบว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวทำให้กล้ามเนื้อความยืดหยุ่นเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มที่ไม่ทำการยืดกล้ามเนื้อ และความยืดหยุ่นที่เพิ่มขึ้นของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนั้นมีค่าไม่แตกต่างกัน

Fletcher et al. (2010a) ทำการศึกษากลไกเพื่ออธิบายผลการเปลี่ยนแปลงภายหลังการอบอุ่นร่างกายรูปแบบต่าง ๆ ในนักกีฬาฟุตบอลระดับวิทยาลัยจำนวน 21 คน อายุ 20.8±2.3 ปี ทำการอบอุ่นร่างกายทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ และการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ตัวแปรที่ทำการศึกษาประกอบด้วย Countermovement Jump, Drop Jump แรงบิดเชิงมุมสูงสุด (Peak torque) อัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด การเคลื่อนไหวเชิงมุม และคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ ผลการวิจัยพบว่า Countermovement Jump, Drop Jump เพิ่มขึ้นในกลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว มากกว่ากลุ่มที่อบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวและ กลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวมีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่ากลุ่มที่อบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวและกลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนกลุ่มที่อบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว มีอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุดมากกว่ากลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษาคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อพบว่ากล้ามเนื้อ Rectus Femoris มีการทำงานของกล้ามเนื้อในกลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวมากกว่ากลุ่มที่อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญ จึงสรุปได้ว่ากลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวมีสมรรถภาพทางกายที่ดีกว่ากลุ่มที่ยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของอัตราการเต้นของหัวใจ การทำงานของกล้ามเนื้อ และแรงบิดเชิงมุมสูงสุด (Peak Torque)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Fletcher et al. (2010b) ทำการศึกษาผลของการอบอุ่นร่างกายรูปแบบต่าง ๆ ต่อความสามารถในการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงในนักฟุตบอล จำนวน 27 คน ทำการศึกษาโดยให้อบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว อบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว และอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ บันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ ความสูงที่กระโดดได้ เวลาที่ใช้ในการวิ่ง 20 เมตร ความคล่องแคล่วว่องไว ภายหลังการอบอุ่นร่างกายแต่ละรูปแบบ ผลการวิจัยพบว่าภายหลังการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว และการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว ความสูงในการกระโดดและอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 20 เมตร และความคล่องแคล่วว่องไวภายหลังการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มีค่ามากกว่าการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว และการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ การอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนั้นให้ผลต่อดีต่อเวลาในการวิ่งและความคล่องแคล่วว่องไวมากกว่าการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนะไว้ว่าสมรรถภาพทางกายที่เพิ่มขึ้นภายหลังการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว และการอบอุ่นร่างกายร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวนั้นมีความเกี่ยวข้องกับอัตราการเต้นของหัวใจที่เพิ่มขึ้น และเพื่อให้ได้สมรรถภาพทางกายสูงสุด ควรทำการอบอุ่นร่างกายโดยมีการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวร่วมด้วย

Kistler et al. (2010) ทำการศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ภายหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว โดยเปรียบเทียบกับการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวต่อความสามารถในการวิ่ง 100 เมตร ในนักศึกษาวิทยาลัยเพศชาย เมื่อประเมินเวลาที่ใช้ในการวิ่ง 100 เมตร ภายหลังการยืดกล้ามเนื้อดังกล่าวทันที ผลการศึกษาพบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับการอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียว ผู้เข้าร่วมการวิจัยใช้เวลาในการวิ่งช่วง 20-40 เมตร เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงการใช้เวลาโดยรวมในการวิ่ง 100 เมตร พบว่าทั้ง 2 วิธีการใช้เวลาในการวิ่งไม่แตกต่างกัน จึงสรุปได้ว่าการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้นั้น ให้ผลในทางลบต่อความสามารถในการวิ่ง

Sotiropoulos et al. (2010) ทำการศึกษาผลของการอบอุ่นร่างกายที่จำเพาะเจาะจง โดยการกระโดดสลับขา (Half-Squats) ที่ระดับความหนักระดับต่ำและปานกลางต่อความสามารถในการกระโดดและการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ โดยทำการศึกษาในอาสาสมัครเพศชาย จำนวน 26 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มจำนวนเท่า ๆ กัน กลุ่มละ 13 คน คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายความหนักต่ำและกลุ่มที่ออกกำลังกายความหนักปานกลาง กลุ่มที่ออกกำลังกายความหนักต่ำให้อบอุ่นร่างกายโดยกระโดดสลับขา ร่วมกับมีน้ำหนักถ่วง 25% และ 35% ของ 1RM ส่วนกลุ่มที่ออกกำลังกาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความหนักปานกลางให้อบอุ่นร่างกายโดยกระโดดสลับขา ร่วมกับมีน้ำหนักถ่วง 45และ 65% ของ 1RM ทั้งสองกลุ่มทำการกระโดด Countermovement Jump (CMJ) ก่อน และในนาทีที่ 3 หลังการอบอุ่นร่างกาย รวมทั้งบันทึกการหดตัวแบบหดสั้นของกล้ามเนื้อ Quadriceps และกล้ามเนื้อ Gastrocnemius โดยเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณพลังของกล้ามเนื้อ บันทึกคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ Vastus Lateralis, Vastus Medialis, และ Rectus Femoris ระหว่างการกระโดดแล้วหาค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อ quadriceps ทั้งหมด ผลการศึกษาพบว่าการอบอุ่นร่างกายที่ความหนักต่ำ และปานกลางช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดด และเพิ่มพลังกล้ามเนื้อ 3.5% และ 6.3% ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่ากล้ามเนื้อ Quadriceps และ Vastus Lateralis มีการทำงานเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ 5.9% และ 8.5% ตามลำดับ สรุปได้ว่าการอบอุ่นร่างกายที่จำเพาะเจาะจง เช่น การกระโดดสลับขา (Half-Squats) ที่ความหนักต่ำถึงปานกลางช่วยเพิ่มความสามารถในการกระโดด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ

Turki et al. (2011) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อรูปแบบต่าง ๆ ผู้เข้าร่วมการศึกษาจำนวน 20 คน ทำการศึกษายืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นสุ่มทำ 6 รูปแบบ ของการหดตัวของกล้ามเนื้อดังนี้

1. กล้ามเนื้อหดตัวแบบสั้นเข้า (Concentric) ที่ 3-RM ของท่า Dead Lift จำนวน 3 เซ็ต
2. กล้ามเนื้อหดตัวแบบเกร็งอยู่กับที่ (Isometric) โดยทำท่า Back Squat เกร็งค้างไว้ 3 วินาที จำนวน 3 เซ็ต
3. พลัยโอเมตริก (Plyometric) ในท่า Tuck Jumps จำนวน 3 เซ็ต
4. กล้ามเนื้อหดตัวแบบยืดยาวออก (Eccentric) โดยทำท่า Modified Drop Jumps 3 ครั้ง
5. ยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียว และ
6. ไม่ทำการยืดกล้ามเนื้อใดๆ เป็นกลุ่มควบคุม

ประเมินความสามารถในการกระโดดก่อนและหลังการวิจัยที่ 15 วินาที นาทีที่ 4, 8, 12, 16 และนาทีที่ 20 จำนวน 1-2 ครั้ง ผลการศึกษาพบว่า การยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวร่วมกับการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น และการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหวเพียงอย่างเดียวให้ผลดีในการเพิ่มความสามารถในการกระโดด พลัง ความเร็วและแรงสูงสุดในการกระโดด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มน้ำหนักในท่า Dead Lift ไม่ได้มีส่วนช่วยในการเพิ่มสมรรถภาพทางกาย ส่วนเวลาที่ให้ผลดีต่อสมรรถภาพทางกายภายหลังการยืดกล้ามเนื้อและ/หรือการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นคือ 3-5 นาที จึงสรุปได้ว่าเวลาในการยืดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนไหว 10 นาที นั้นเพียงพอที่จะเพิ่มความสามารถในการกระโดดได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Wong et al. (2011) ทำการศึกษาความสามารถในการวิ่งหลังการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เป็นเวลา 3 วันในกลุ่มนักฟุตบอลจำนวน 20 คน อายุ 16.8+0.4 ปี ทำการทดสอบ 2 เงื่อนไขคือ ทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 13 นาที และทำการอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 10 นาที ร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ 3 นาที แต่ละเงื่อนไขจะทำติดต่อกันเป็นเวลา 5 วัน และประเมินความสามารถในการวิ่งซ้ำ 9 ครั้ง บนระยะทาง 30 เมตร โดยมีระยะพักระหว่างเซ็ต 25 วินาที ผลการวิจัยพบว่า การอบอุ่นร่างกายเพียงอย่างเดียวและการอบอุ่นร่างกายร่วมกับยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ไม่มีความแตกต่างกันในการวิ่งซ้ำ ($p>0.05$) การศึกษานี้จึงแนะนำว่าสามารถนำการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้มาเป็นส่วนหนึ่งของการอบอุ่นร่างกายได้ เนื่องจากไม่มีผลลบต่อความสามารถในการวิ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved