การตรวจเอกสาร

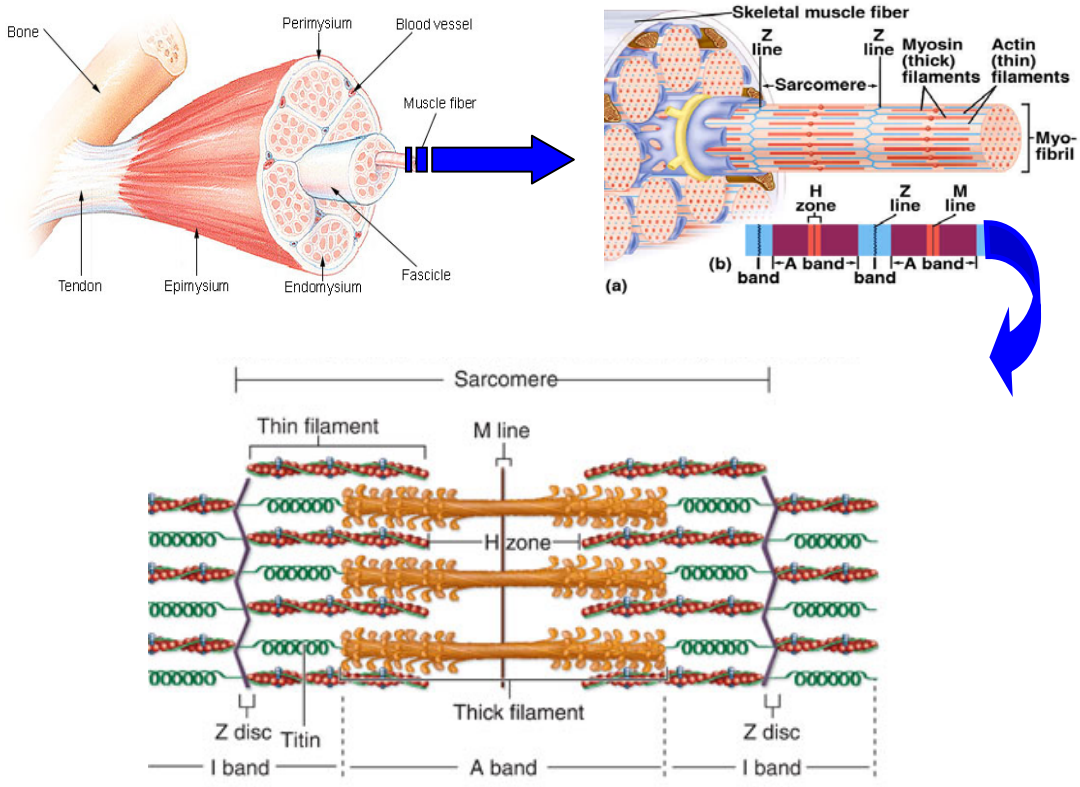
ในการตรวจเอกสารครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเสนอเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยดังนี้

1. ระบบกล้ามเนื้อ
2. การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย
3. การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย
4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
5. การซาวน่า
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบกล้ามเนื้อ

การทำงานของระบบกล้ามเนื้อเมื่อออกกำลังกาย

ชูศักดิ์ และ กันยา (2536) กล่าวว่าระบบกล้ามเนื้อถือได้ว่าเป็นระบบที่สำคัญที่สุดในการออกกำลังกาย เพราะทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย โดยอาศัยการหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อลาย ซึ่งมีน้ำหนักมากที่สุดในร่างกาย คือประมาณ 40% ของน้ำหนักตัว อีกทั้งราตรี (2539) กล่าวไว้สอดคล้องกับ กัลยพงษ์ (2542) ว่ากล้ามเนื้อลายจะทำงานอยู่ภายใต้อำนาจจิตใจเป็นส่วนใหญ่ และทำงานในรูปแบบของรีเฟล็กซ์ด้วย กล้ามเนื้อลายจะหดตัวเมื่อได้รับการกระตุ้นหรือสัญญาณไฟฟ้าจากมอเตอร์นิวรอน (motor neurons)



<u>ภาพที่1</u> แสดงกายวิภาคของกล้ามเนื้อลายที่เป็นพื้นฐาน

ที่มา: Lamb (1984)

1. กายวิภาคของกล้ามเนื้อลายที่เป็นพื้นฐานของการทำงาน

จงจินตน์ (2533) กล่าวไว้ซึ่งสอดคล้องกับ Robinson (1995); Wilmore et al (1994) ว่าโครงสร้างกล้ามเนื้อทั้งมัดเรียกว่า muscle ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือเซลล์กล้ามเนื้อ ที่เรียกว่า ใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber)กล้ามเนื้อแต่ละใยถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ที่เรียกว่าเอ็นโดไมเซียม (encomysium) ใยกล้ามเนื้อรวมกลุ่มกันกลายเป็นมัดเล็กๆ ที่เรียกว่า แฟสซิคูลัส (fasciculus) และถูกหุ้มด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่าเพอริไมเซียม (perimysium) ส่วนกล้ามเนื้อทั้งมัดมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันหุ้มรอบทั้งมัดที่เรียกว่าอิพิไมเซียม (epimysium) แผ่เป็นแผ่นพังผืด (fascia) ทำหน้าที่ป้องกันกล้ามเนื้อ และแผ่นพังผืดรวมตัวกันหนาขึ้นกลายเป็นเอ็น (tendon) เพื่อไปยึดติดกับกระดูกและกล้ามเนื้อลายถูกเลี้ยงโดยประสาทยนต์ (motor nerve) ใยประสาทส่งเข้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อตรงบริเวณรอยต่อประสาทและกล้ามเนื้อที่เรียกว่านิวโรมาสคิวลาร์จังชั่น (neuromuscular junction) กล้ามเนื้อแต่ละใยประกอบด้วยหน่วยเล็กลงไป

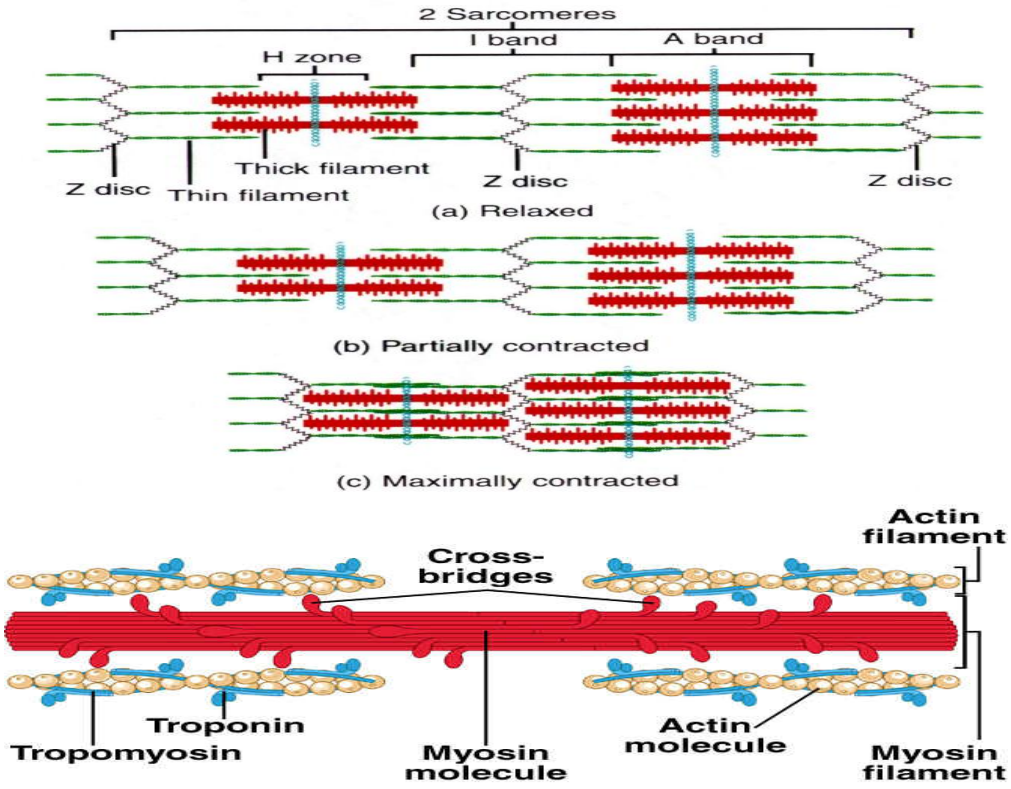
(myofibrils) ซึ่งแต่ละอันยังประกอบด้วยหน่วยย่อยลงไปอีก ที่เรียกว่าไมโอฟิลาเมนท์ (myofilaments) และไมโอฟิลาเมนท์ประกอบด้วยหน่วยย่อยอีก 2 ชนิด คือทิกฟิลาเมนท์ (thick filaments) ประกอบด้วยโปรตีนไมโอซิน(myosin) และทินฟิลาเมนท์ (thin filaments) ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนแอคติน (actin) การเรียงตัวของฟิลาเมนท์ ย่อยทั้งสองวางอยู่สลับกัน เนื่องจากทิกฟิลาเมนท์ มีสีเข้ม และทินฟิลาเมนท์ มีสีจางทำให้กล้ามเนื้อมีลักษณะเป็นลาย จึงเรียกว่ากล้ามเนื้อลาย (striated muscle) การจัดเรียงตัวของไมโอฟิลาเมนท์นี้จัดไว้เป็นชุดคือ ชุดหนึ่งเรียกว่าซาร์โคเมียร์ (sarcomere) ซึ่งประกอบด้วยทิกฟิลาเมนท์อยู่กลาง และมีทินฟิลาเมนท์อยู่สองข้างโดยมีเส้นที่เรียกว่าซีลาย (Z line) กั้นอยู่ระหว่างซาร์โคเมียร์แต่ละชุด ในกล้ามเนื้อแต่ละใยยังมีระบบท่อที่เรียกว่าซาร์โคพลาสมิค เรติคูลัม (sarcoplasmic reticulum) เพื่อทำหน้าที่นำสารที่จำเป็นสำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อเข้าไปภายในใยกล้ามเนื้อด้วย

ทินไมโอฟิลาเมนท์ (thin myofilaments) หรือแอคตินฟิลาเมนท์ (actin filaments) ยึดติดอยู่กับซีลายประกอบด้วย โปรตีนที่เรียกว่าแอคตินเป็นส่วนใหญ่โมเลกุลของแอคตินนั้น จัดเรียงตัวกันเหมือนเส้นเชือก 2 เส้น ที่บิดเป็นเกลียว โมเลกุลของแอคตินประกอบด้วยไมโอซินไบดิงไซด์ (myosin-binding site) ซึ่งจะมีปฏิกิริยากับครอสบริจ (cross bridge) ของโมเลกุลไมโอซินนอกจากนั้นทินไมโอฟิลาเมนท์ ยังประกอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนอีก 2 ชนิดนี้รวม เรียกว่าเป็น โทรโปไมโอซิน โทรโปนินคอมเพล็ก (tropomyosin-troponin coplex)

ทิกไมโอฟิลาเมนท์ (Thick myofilaments) หรือ ไมโอซินฟิลาเมนท์ (myosin filaments) ซ้อนทับอยู่กับปลายของทินไมโอฟิลาเมนท์ ประกอบด้วยโปรตีนไมโอซิน ซึ่งมีรูปร่างคล้ายกับไม้กอล์ฟ โดยประกอบด้วยส่วนหางซึ่งเปรียบเสมือนด้ามไม้กอล์ฟ และส่วนหัวซึ่งเปรียบเสมือนหัวของไม้กอล์ฟ ส่วนที่ยื่นออกไปจากหัวเรียกว่าครอสบริจ (cross bridges) ประกอบด้วยแอคตินไบดิงไซด์ (actin-binding site) และเอทีพี ไบดิงไซด์ (ATP-binding site)

ใยกล้ามเนื้อลายถูกเลี้ยงด้วยใยประสาทเส้นใหญ่ที่มีปลอกมัยอีลินหุ้มใยประสาทเส้นหนึ่งอาจแตกแขนงเพื่อส่งไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหลายร้อยใย รอยต่อระหว่างประสาทกับกล้ามเนื้อตรงบริเวณปลายใยประสาทจะแตกแขนงออกและฝังตัวเข้าไปในใยกล้ามเนื้อลาย และมีรูปร่างจำเพาะเรียกว่ามอเตอร์เอ็นเพลด (motor end-plate) ช่องว่างระหว่างใยประสาทกับใยกล้ามเนื้อลาย

เรียกว่าซินแนปส์ติกเครฟ (synaptic cleft) ที่บริเวณปลายใยประสาทมีถุงเล็กๆที่เรียกว่าซินแนปส์ติกเวสซิเคิล (synaptic vesicles) ภายในบรรจุอะซิทิลโคลีนบริเวณเอ็นเพลตยังมีเอ็นซัยม์อะซิทิลโคลีนสเตอร์เรส (acetyl cholinesterase) ซึ่งสามารถสลายอะซิทิลโคลีน (Ach) ได้



ภาพที่2 แสดงกลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ
ที่มา: Lamb (1984)

2. กลไกการทำงานของกล้ามเนื้อ

McArdle et al. (2000) อธิบายกลไกการทำงานโดยทฤษฎีที่เรียกว่า sliding filament theory หรือ cross bridge theory พบว่ามีกลไกทำให้ทิก ฟิลาเมนท์และทิน ฟิลาเมนท์เลื่อนเข้ามาหากันจึงทำให้กล้ามเนื้อหดสั้นเข้า เมื่อกล้ามเนื้อทำงานจะมีการหดตัว (contraction) แล้วตามด้วย

การคลายตัว (relaxation) การหดตัวของกล้ามเนื้อเมื่อใยกล้ามเนื้ออยู่ในระยะพักจะมีแคลเซียมอยู่ในซาโครพลาสซึมน้อย โดยเก็บไว้ในซาโคพลาสมิกเรติคูลัม แต่มีพลังงานความเข้มสูงเมื่อศักย์ไฟฟ้า กล้ามเนื้อ (muscle action potential) ผ่านมาถึงบริเวณซาร์โคพลาสมิกเรติคูลัมจะทำให้มีการปล่อยแคลเซียมจากที่เก็บและแคลเซียมจะรวมกับโทรโปนินกลายเป็นแคลเซียมไบดิงโปรตีน (calcium-binding protein) ซึ่งมีโครงสร้างเปลี่ยนแปลงไป จึงทำให้โทรโปนิน เคลื่อนออกไปและเปิดไมโอซินไบดิงไซด์ (myosin binding site) ส่วนไมโอซินครอสบริจ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเอ็นไซด์จะทำหน้าที่สลายเอทีพี พลังงานที่ได้จากการสลายเอทีพีนั้นจะทำหน้าที่เร่งไมโอซินครอสบริจให้ไปจับกับไมโอซินไบดิงไซด์ จึงเป็นผลให้มีการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของไมโอซินครอสบริจใหม่ซึ่งจะทำให้แอคตินฟิลาเมนท์ เคลื่อนเข้าไปหาไมโอซิน ไมโอฟิลาเมนท์จึงเป็นผลให้ซีลายของซาโครเมียร์ ถูกดึงเข้ามาหากันทำให้ซาโครเมียร์มีช่วงสั้นเข้า และใยกล้ามเนื้อก็หดสั้นเข้าด้วย ส่วนการคลายตัวของกล้ามเนื้อ เมื่ออะซิทิลโคลีนทำให้เกิดศักย์ไฟฟ้ากล้ามเนื้อแล้วจะถูกทำลายโดยเอ็นซัยม์อะซิทิลโคลีน (Ache) ซึ่งมีอยู่บริเวณผิวหน้าของซาโคเลมมาส่วนแคลเซียมถูกขนส่งกลับเข้าไปเก็บไว้ในซาโคพลาสมิกเรติคูลัมทั้งนี้เป็นการใช้พลังงานที่ต้องอาศัยเอทีพี เมื่อแคลเซียมถูกนำออกมาจากซาโครพลาสซึม แล้วโทรโปไมโอซิน โทรโปนิน คอมเพล็ก (tropomyosin-troponin complex) จะกลับไปจับกับแอคตินอีก จึงเป็นผลให้ไมโอซินไบดิงไซด์ถูกปิดไว้และไมโอซินครอสบริจถูกแยกจากแอคติน ทั้งนี้ก็ต้องอาศัยเอทีพีเพื่อแยก ครอสบริจออกด้วยผลที่ตามมาคือซาร์โคเมียร์ ถูกยืดยาวออก ความยาวของซาร์โคเมียร์นั้น สามารถเพิ่มได้เกินความยาวขณะพักถึง 20 % (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536)

<u>การใช้พลังงานในขณะออกกำลังกาย</u>

การออกกำลังกาย เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อ ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการเปลี่ยนพลังงานทางเคมีที่ได้จากอาหารเป็นพลังงานเพื่อใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ การใช้พลังงานของร่างกายมีแหล่งของพลังงาน 3 แหล่งด้วยกัน (Jack and David, 2000) คือ

1. แหล่งพลังงานจากระบบ ATP-PC (adenosine triphosphate – phosphocreatine)

ระบบนี้ได้พลังงานมาจาก ATP (adenosine triphosphate) และ PC (phosphocreatine) พบได้ในเซลล์ทั่ว ๆ ไป ในเซลล์กล้ามเนื้อ ร่างกายสามารถนำพลังงานชนิดนี้มาใช้ได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องการออกซิเจน ATP-PC จะถูกนำมาใช้ทันทีในช่วง 30 วินาทีแรกของการออกกำลังกาย

2. แหล่งพลังงานจากระบบไกลโคไลติก (glycolytic system)

ระบบนี้พลังงานได้จากการสลายอาหารประเภทกลูโคสที่ถูกเก็บสะสมอยู่ในรูปของไกลโคเจนโดยไม่ต้องใช้ออกซิเจน ได้ ATP และกรดแลคติกเป็นสารสุดท้าย สามารถให้พลังงานสำหรับการออกกำลังกายในระยะสั้นและความหนักปานกลาง ใช้แหล่งพลังงานที่สำคัญในช่วง 30-90 วินาทีของการออกกำลังกาย

3. แหล่งพลังงานจากระบบแอโรบิก (aerobic system)

ระบบนี้พลังงานมาจากการออกซิเดชั่น อาหาร 3 อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน โดยใช้ออกซิเจน ได้ เอทีพี (ATP) น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารสุดท้าย ให้พลังงานสูง ระบบนี้สามารถให้พลังงานสำหรับการทำงานได้นาน ใช้เป็นแหล่งพลังงานสำคัญหลังจากออกกำลังกายในนาทีที่ 2

ในขณะที่ออกกำลังกายนั้นร่างกายต้องใช้พลังงานจากทั้ง 3 ระบบ อย่างไรก็ดีบทบาทแต่ละระบบนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของการออกกำลังกาย ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การออกกำลังกายระยะสั้นที่ต้องทำเต็มที่ (maximum exercise) และการออกกำลังกายระยะยาวและทำในระดับต่ำกว่าระดับสูงสุด (submaximum exercise)

1. การออกกำลังกายในระยะสั้น เช่น การยกน้ำหนัก การกระโดดไกล การกระโดดสูง การวิ่งและหรือการว่ายน้ำระยะทาง 100 เมตร 200 เมตรและ 400 เมตร เป็นต้น รวมทั้งการออกกำลังกายอย่างอื่นที่มีความหนัก และสามารถกระทำได้ไม่เกิน 2-3 นาที การทำงานเช่นนี้ใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ รองลงไปคือไขมัน ระบบพลังงานที่สำคัญคือระบบแอนแอโรบิค ซึ่งจะมีความต้องการพลังงานจากระบบฟอสฟาเจนและการสลายไกลโคเจนด้วยวิธีแอนแอโรบิก ระบบนี้มีการขาดออกซิเจนตลอดช่วงของการออกกำลังกาย ทำให้เกิดกรดแลคติกคั่งในกล้ามเนื้อ การหดตัวของกล้ามเนื้อถูกยับยั้ง ทำให้เกิดการเมื่อยล้า

2. การออกกำลังกายในระยะยาว หมายถึง การออกกำลังกายที่นานกว่า 5 นาที ใช้พลังงานจากอาหารที่เป็นแหล่งพลังงานสำคัญ คือ คาร์โบไฮเดรตและไขมัน ในระยะแรกพลังงานที่สำคัญได้จากไกลโคเจน และในตอนท้ายของการออกกำลังกาย จะใช้ไขมันเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญ

เพราะไกลโคเจนที่สำรองอยู่ในกล้ามเนื้อและตับถูกใช้ไปหมดแล้วในการออกกำลังกายแบบนี้พลังงานส่วนใหญ่ได้มาจากระบบแอโรบิก ส่วนระบบแอนแอโรบิกและ ATP-PC จะเกี่ยวข้องด้วยในระยะแรกคือระยะก่อนที่ระดับของการใช้ออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นจนถึงระดับที่คงที่ ซึ่งเมื่อถึงระดับที่คงที่แล้วจะสามารถจ่าย ATP ได้เพียงพอ ไม่เกิดกรดแลคติก ความหนักเบาและเวลาที่ใช้ในการออกกำลังกายแตกต่างกัน ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานแตกต่างกัน ในการทำงานพลังงานที่ใช้อาจได้จากระบบแอโรบิคทั้งหมด และการทำงานหนักอาจใช้จากระบบแอนแอโรบิกด้วย ซึ่งทำให้เกิดกรดแลคติก กล้ามเนื้อต้องเป็นหนี้ออกซิเจน (Robert and Scott, 1997) เช่นในการวิ่ง 400 เมตร การสะสมของกรดแลคติกจะเพิ่มขึ้นในระดับสูงสุดหลังจากช่วงเวลาผ่านไป 35-40 วินาที ในขณะที่วิ่ง 800 เมตร อัตราการสะสมของกรดแลคติกจะเกิดขึ้นช้ากว่า สิ่งที่บ่งบอกว่ามีการสะสมของกรดแลคติกมากคือนักกีฬาจะมีอาการเมื่อยล้าเกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ในขณะพักแหล่งของพลังงานได้จากไขมัน 2/3 และที่เหลืออีก 1/3 ได้จากคาร์โบไฮเดรต ใช้แหล่งพลังงานจากระบบแอโรบิคอย่างเดียว มีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเลือดเล็กน้อย และมีจำนวนคงที่ คือ ประมาณ 10 มก./เลือด 100 ลบ.ซม. เนื่องจากระบบของกรดแลคติกคงที่ จึงเป็นไปได้ว่าร่างกายใช้ ATP จากระบบแอโรบิกเพียงอย่างเดียว ชูศักดิ์ และกันยา (2536) จึงได้แบ่งชนิดของการออกกำลังกายไว้ดังนี้

1. การออกกำลังกายอย่างเบา เป็นการออกกำลังกายที่ความหนัก 40-49 เปอร์เซ็นต์ของ VO_2 max ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดเกิดขึ้น 2-4 มิลลิโมลต่อลิตร ภายหลังการออกกำลังกายประเภทนี้กรดแลคติกไม่เพิ่มขึ้นจากสภาวะพัก

2. การออกกำลังกายปานกลาง เป็นการออกกำลังกายที่ความหนัก 50-74 เปอร์เซ็นต์ของ VO_2 max มีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 4-8 มิลลิโมลต่อลิตร กรดแลคติกจะแพร่กระจายไปในเลือดดำ เมื่อออกกำลังกายต่อไปกรดแลคติกจะลดลงสู่ระดับปกติสามารถทำงานต่อไปได้นานหลายชั่วโมง

3. การออกกำลังกายอย่างหนัก เป็นการออกกำลังกายที่ความหนัก 75-84 เปอร์เซ็นต์ของ VO_2 max มีระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด 8-12 มิลลิโมลต่อลิตร กรดแลคติกในเลือดมีความเข้มข้นมากและยังคงคั่งอยู่ตลอดระยะการทำงาน สามารถทำงานได้นานถึง 30 นาที หรือนานกว่านั้น

4. การออกกำลังกายอย่างหนักมาก เป็นการออกกำลังกายที่มีความหนักมากกว่า 85 เปอร์เซ็นต์ของ VO_2 max มีระดับความเข้นข้นของกรดแลคติกในเลือด 12-20 มิลลิโมลต่อลิตร กรดแลคติกในเลือดมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น การออกกำลังกายชนิดนี้ไม่สามารถทำงานได้เกิน 2-3 นาที

<u>ผลของการมีกรดแลคติกในเซลล์กล้ามเนื้อ</u>

กรดแลคติกเป็นของเสีย ตัวหนึ่งที่ได้จากการสร้างพลังงานของระบบแอนแอโรบิก (anaerobic system) เมื่อมีกรดแลคติกเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อ ในเซลล์มีสภาวะเป็นกรดมากขึ้น ทำให้การปล่อยแคลเซี่ยม (Ca^{++}) จาก sarcoplasmic recticulum ลดลง และจะเป็นการยับยั้งการทำงานของเอ็นไซด์ phospho fructokinase ซึ่งเป็นเอ็นไซด์สำคัญของกระบวนการ anaerobic glycolysis รบกวนการจับของแคลเซียม (Co^{++} troponin binding capacity) ทำให้ขัดขวางการทำงานของกล้ามเนื้อ โดย actin กับ myosin จะจับตัวกันได้ยากกล้ามเนื้อหดตัวได้ช้าส่งผลให้เกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อและถ้ามีกรดแลคติกสะสมในเซลล์กล้ามเนื้อในปริมาณที่มากจะไปกระตุ้นประสาทรับความรู้สึกด้านความเจ็บปวด (pain receptor) ทำให้มีอาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อ (ผกาวลี, 2538) สอดคล้องกับ Carolyn and Lynn (1991) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การล้าของกล้ามเนื้อที่มีสาเหตุเนื่องมาจากการใช้งานนั้น มีหลายปัจจัยได้แก่ การลดลงของพลังงานที่สะสม การขาดออกซิเจน และที่สำคัญคือการที่มีกรดแลคติกสะสมในกล้ามเนื้อมากการล้าของกล้ามเนื้อจะทำให้รู้สึกไม่สบายที่กล้ามเนื้อ หรือมีอาการปวดเกร็งกล้ามเนื้อร่วมด้วย เมื่อมีการล้าเกิดขึ้นกล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหวลำบาก เคลื่อนไหวได้ช้า ทำงานได้ไม่เต็มที่นอกจากนี้แล้วการที่มีกรดแลคติกมากยังส่งผลให้เลือดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดต่ำลง มีสภาพของความเป็นกรดมากขึ้น ดังนั้นการออกกำลังกายหนักจึงส่งผลให้เกิดภาวะการหายใจที่ตื้นและถี่ผิดปกติ (hyperpnea) และผลสุดท้ายทำให้หายใจลำบาก (dyspnea) ซึ่งเป็นผลมาจากการมีออกซิเจนต่ำมีประมาณการระบายอากาศหายใจต่อนาที (Minute Ventilation : VE) เพิ่มขึ้น เนื่องจากศูนย์ควบคุมการหายใจ (pneumotaxic center) ที่สมองส่วนของพอนส์ (pons) ถูกกระตุ้นและยังส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้น ทำให้ความดันโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระยะแรกของการออกกำลังกายแต่เมื่อการออกกำลังกายสิ้นสุด ความดันโลหิตจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 5-10 วินาที (ประทุม, 2537)

ปกติกรดแลคติกจะเกิดขึ้นในเซลล์กล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาสู่กระแสเลือดภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากเกิดกรดแลคติกขึ้น ภาวะปกติในเลือดจะมีความเข้มข้นของกรดแลคติกประมาณ 10 มิลลิกรัมต่อเลือด 100 มิลลิลิตร (10 มก.%) หากมีกรดแลคติกในเลือด

สูงถึง 0.03-0.1 กรัมเปอร์เซ็นต์ หรือในกล้ามเนื้อ 0.3-0.4 กรัมเปอร์เซ็นต์ กล้ามเนื้อจะหยุดทำงาน ระดับของกรดแลคติกในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้นมากภายใน 5-10 นาทีของการออกกำลังกายสูงสุด บนลู่กลซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15 มิลลิโมล/ลิตร โดยทั่วไปในคนปกติที่มีสมรรถภาพทางกายดีจะทนต่อการมีกรดแลคติกในเลือดได้ถึง 130 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์ และบางรายอาจสูงถึง 300 มิลลิโมลเปอร์เซ็นต์

การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย

การฟื้นตัวของกล้ามเนื้อหลังจากการออกกำลังกายขึ้นอยู่กับการเคลื่อนย้ายของเสีย คือ กรดแลคติก ไฮโดรเจนอิออน (H^+) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) รวมไปถึงการชดเชยพลังงานที่สะสมไว้ใช้ในระหว่างออกกำลังกาย (creatine phosphate, glycogen และ lipid) ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการออกกำลังกาย ความหนักในการออกกำลังกาย และวิธีที่ใช้ในการฟื้นตัว การออกกำลังกายเบา ๆ ที่ความหนัก 35-55 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด (VO_2 max) จะใช้เวลาในการฟื้นตัวน้อยกว่า 1 ชั่วโมง ในผู้ที่มีสุขภาพดีได้รับการฝึกกีฬาและออกกำลังกายสม่ำเสมอจะใช้ความหนักที่ 50 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด และถ้าออกกำลังกายที่ความหนักมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด อัตราการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจะน้อยกว่าการให้พักธรรมดา (rest recovery) นอกจากนี้การฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายยังขึ้นอยู่กับอาหารที่รับประทานด้วย ซึ่งสิ่งที่สามารถบอกได้ว่าร่างกายมีการฟื้นตัวหรือไม่ สามารถดูได้จากอัตราการเต้นของหัวใจ ความรู้สึกของตัวนักกีฬาในขณะนั้นเปรียบเทียบกับในขณะพัก ระดับของกรดแลคติกในเลือด (Robert and Scott, 1997) สอดคล้องกับชูศักดิ์ และ กันยา (2536) ได้กล่าวไว้ว่า จะต้องใช้เวลา 25 นาที สำหรับการฟื้นตัวโดยการพัก (rest recovery) ภายหลังการออกกำลังกายอย่างเต็มที่เพื่อเคลื่อนย้ายกรดแลคติกที่คั่งอยู่ออกไปได้ครึ่งหนึ่ง ในช่วงระหว่างการออกกำลังกายถ้าผู้ออกกำลังกายออกกำลังกายเบา ๆ แทนการพักอยู่เฉย ๆ จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไปจากเลือดและกล้ามเนื้อได้เร็วขึ้น เรียกว่าการฟื้นตัวโดยออกกำลังกาย (exercise recovery) ความหนักของการออกกำลังกายที่ 30-45 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุด จะทำให้มีการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกจากเลือดได้เร็วที่สุด และในผู้ที่ได้รับการฝึกมาดีจะใช้ความหนักในการออกกำลังกายที่ 50-65 เปอร์เซ็นต์ของการจับออกซิเจนสูงสุดนอกจากนี้กรดแลคติกส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกลูโคสและหรือ

ไกลโคเจนและถูกออกซิเดชั่นเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ กรดแลคติกสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เมื่อมีออกซิเจน คือจะเปลี่ยนเป็นกรดพลัยรูวิค แล้วจึงเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นดังสมการ (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536)

$$C_3H_6O_3 \longrightarrow C_3H_4O_3 + 3O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 3H_2O + \text{พลังงาน}$$

(กรดแลคติก) (กรดพลัยรูวิค)

$$\text{พลังงาน} + 16\ ADP + 16\ P1 \longrightarrow 16\ ATP$$

ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะเกิดขึ้นได้ต้องใช้เวลานาน นอกจากนี้ชนิดของใยกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อก็มีผลต่อการทำให้เกิดกรดแลคติกและการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกด้วย เชื่อกันว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีเส้นใยกล้ามเนื้อแบบหดตัวช้า (slow twist) หรือใยกล้ามเนื้อสีแดง สามารถออกซิเดชั่นกรดแลคติกได้ดีกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดหดตัวเร็ว (fast twist) หรือใยกล้ามเนื้อสีขาว ดังผลการศึกษาของ Donovan and Pagliassotti (2000) ที่กล่าวไว้ว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถออกซิเดชั่นกรดแลคติกได้ชัดเจนกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว และในการออกซิเดชั่นกรดแลคติกนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับของโคเลสเตอรอลชนิด ไฮ เดนซิตี้ ไลโปโปรตีน (LDH) และ Juel (1997) พบว่าเมตาบอลิซึมของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับความสามารถของกล้ามเนื้อในการทำให้เกิดกรดแลคติก โดยมีความแตกต่างกันในกล้ามเนื้อลายที่มี ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวและใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะทำให้เกิดกรดแลคติกมาก เนื่องจากได้พลังงานมาโดยไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงได้พลังงานมาจากการใช้ออกซิเจน จะทำให้เกิดกรดแลคติกน้อย เช่นเดียวกันกับการเคลื่อนย้ายกรดแลคติก ใยกล้ามเนื้อชนิดแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่า ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวจะเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้ช้ากว่า นอกจากนี้ Bonen (2000) ได้กล่าวว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรดแลคติกได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาว 37-109 % ใยกล้ามเนื้อชนิดสีขาวหดตัวได้เร็วให้พลังงานสูงและทำให้เกิดกรดแลคติกมากกว่าใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดง แต่ใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงสามารถเคลื่อนย้ายกรด แลคติกออกไปได้เร็วกว่าใยกล้ามเนื้อสีขาว ดังนั้นในระยะของการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายที่มีใยกล้ามเนื้อชนิดสีแดงมีความสำคัญมากกว่ากล้ามเนื้อลายชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อสีขาว จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ให้มีการออกกำลังกายเบา ๆ ในระยะฟื้นตัว เพราะมีทำงานของกล้ามเนื้อชนิดที่มีใยกล้ามเนื้อสีแดงมาก การทำให้เย็นลงภายหลังการออกกำลังกายจึงมีความจำเป็นมาก ไม่ว่าจะเป็นการปฏิบัติด้วยวิธีใดก็ตาม ซึ่งช่วยให้การฟื้นตัวเกิดเร็วขึ้น มีการปรับตัวของระบบต่าง ๆ ในร่างกายเข้าสู่สภาวะพัก

Astrand et al. (1986) ได้ทำการวิจัยถึงการสลายตัวของกรดแลคติก พบว่ากรดแลคติกเกิดขึ้นในกล้ามเนื้อก่อนแล้วแพร่กระจายออกมาในกระแสเลือด หลังจากการฟื้นตัวแล้ว 5 นาที ความเข้มข้นของกรดแลคติกในกล้ามเนื้อที่ทำงาน จะใกล้เคียงกับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด แล้วกลับสู่สภาวะปกติ (เท่ากับขณะพัก) เมื่อเวลาผ่านไป 58 นาที และ 60 นาที ตามลำดับ และจากการศึกษาของ Karlsson et al. (1981) พบว่ากรดแลคติกจะสลายในกล้ามเนื้อได้เร็วกว่าในเลือดเล็กน้อย และถ้ามีการสะสมไว้เป็นจำนวนมากกล้ามเนื้อจะไม่สามารถทำงานต่อไปได้ โดยปกติแล้วในเลือดจะมีกรดแลคติก 10 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกออกไป ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากปัจจัยหนึ่ง โดยมีเลือดเป็นตัวกลางในการนำออกซิเจนไปยังกล้ามเนื้อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และยังช่วยนำของเสียออกมาจากกล้ามเนื้อ ดังนั้นการที่มีระบบไหลเวียนเลือดดีจะช่วยให้การฟื้นตัวเกิดขึ้น กรดแลคติกถูกกำจัดออกไปได้เร็วในทางสรีรวิทยาการกำจัดกรดแลคติกสามารถทำได้หลายกระบวนการ ดังนี้ (ชูศักดิ์ และ กันยา, 2536)

1. ขับถ่ายออกทางปัสสาวะและเหงื่อ ประมาณ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

2. การเปลี่ยนไปเป็นกลูโคส และ/หรือไกลโคเจน เนื่องจากกรดแลคติกเป็นผลิตผลจากการสลายคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงสามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นไกลโคเจนและกลูโคสในกล้ามเนื้อและตับได้ แต่กระบวนการเป็นไปช้ามาก

3. การเปลี่ยนไปเป็นโปรตีน ซึ่งจะเกิดเพียงเล็กน้อยในทันทีของระยะฟื้นตัว

4. การออกซิเดชั่นเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ วิธีนี้ทำให้ขบวนการเคลื่อนย้ายกรดแลคติกเกิดขึ้นได้มากที่สุด กรดแลคติกสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้เมื่อมีออกซิเจน โดยเปลี่ยนไปเป็นกรดพลัยรูวิคก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

พิชิต (2535) ได้กล่าวถึงกระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายว่า กรดแลคติกที่เกิดขึ้นในกล้ามเนื้อจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดการออกซิเดชั่นในวัฏจักรเครบส์ (Drebs Cycle) ได้พลังงานออกมา เพื่อนำมาใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้ออีก ส่วนกรดแลคติกที่เหลือไม่ได้รวมกับออกซิเจนจะถูกส่งไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ดังต่อไปนี้

1. ไปที่ผิวหนังเพื่อขจัดออกทางเหงื่อ ประมาณ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

2. ไปที่กล้ามเนื้อหัวใจเพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจให้เร็วขึ้น

3. ไปที่ตับเพื่อเปลี่ยนเป็นไกลโคเจนเก็บสะสมและเปลี่ยนกลูโคสได้อีกเมื่อร่างกายต้องการ

4. ไปที่ไตเพื่อขจัดออกไปในรูปของ sodium lactate จะพบเกลือชนิดนี้ในปัสสาวะหลังจากออกกำลังกายแล้วประมาณ 30-50 นาที

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ หมายถึง การเพิ่มความยาวกล้ามเนื้อโดยจัดให้ส่วนของร่างกายอยู่ในท่าที่มีการยืดกล้ามเนื้อ ให้ปลายทั้งสองข้างของกล้ามเนื้อห่างจากกันมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (วีระชัย, 2537) วัตถุประสงค์ของการยืดกล้ามเนื้อทั่วไป คือ เพื่อรักษาหรือคงสภาพของความอ่อนตัวและช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อให้อยู่ในสภาพปกติ ช่วยเพิ่มความอ่อนตัว ป้องกันการบาดเจ็บ เพิ่มการไหลเวียนของโลหิตในบริเวณนั้น ๆ ทำให้เกิดการผ่อนคลายส่งผลให้เคลื่อนไหวได้ง่ายเป็นอิสระ นอกจากนี้ Hans et al (1991) ได้กล่าวไว้ว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อใช้ได้ทั้งในขณะที่อบอุ่นร่างกาย ขณะที่ทำให้ร่างกายเย็นลง ใช้ฝึกเพิ่มความอ่อนตัว และในช่วงหลังจากการทำงานในแต่ละวัน ซึ่งช่วยในการฟื้นตัวของร่างกายจากภาวะเครียดในการทำงาน การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบ่งเป็นหลายเทคนิค แต่ละเทคนิคมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน ดังจะกล่าวต่อไป โดยที่ Robert (1993); Michael (1998) ได้แบ่งการยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกเป็น 4 เทคนิค ดังนี้

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching)

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching)

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ (passive stretching)

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF (proprioceptive neuromucular facilitation)

1. <u>การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่ (static stretching)</u>

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อค้างอยู่กับที่ เป็นการทำให้เกิด stretch retlex มีกลไกในการทำงานดังนี้คือ เมื่อมีแรงจากภายนอกไปยืดกล้ามเนื้อ จะทำให้เกิดแรงตึงตัวไปกระตุ้นการทำงานของ golgi tendon ผ่านทางเส้นประสาท Ib (type A) นำสัญญาณเข้าสู่ไขสันหลังโดยตรงและนำไปที่ spinocerebellar tract ไปสู่สมองส่วน cerebellum ส่งสัญญาณกลับไปที่ไขสันหลังกระตุ้น inhibitory interneurons ให้สัญญาณผ่านไปทางเส้นประสาท Ia afferent น้อยลง ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่ golgi tendon ถูกกระตุ้นอยู่ได้รับกระแสประสาทจาก Ia afferent ลดลง กล้ามเนื้อมัดนั้นจะคลายตัว (ราตรี, 2539) ซึ่งวัตถุประสงค์ในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบนี้เพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัว

<u>ลำดับขั้นตอนของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่</u>

1. จัดท่าทางในการยืดให้ถูกต้อง ตรงกับกล้ามเนื้อที่ต้องการยืดค้างในท่านั้น ๆ
2. ใช้แรงต่ำ และเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ
3. ยืดกล้ามเนื้ออย่างช้า ๆ
4. ยืดถึงช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว หรือยืดถึงจะที่อาการตึงของกล้ามเนื้อ
5. ยืดค้างในเท่านั้น ๆ นานประมาณ 10 – 30 วินาที
6. ผ่อนคลายกล้ามเนื้อกลับสู่ท่าเริ่มต้น
7. ทำซ้ำวิธีเดิมจนกระทั่งรู้สึกว่ามีการผ่อนคลาย

ข้อควรระวังในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

1. กล้ามเนื้อเกร็ง (muscle spasm)

2. มีการเกร็งของกล้ามเนื้อ แบบ spasticity หรือ rigidity

3. กล้ามเนื้อหดสั้นหรือมีความตึงตัวสูง (muscle tightness)

4. ควรกระทำหลังการออกกำลังกาย (post exercise / cool down)

ข้อดีของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่

สามารถทำได้ง่าย ไม่จำกัดสถานที่ ไม่ต้องใช้แรงในการทำมาก เลือกทำในช่วงของการเคลื่อนไหว (rang of motion) และกล้ามเนื้อมัดที่ต้องการได้ ทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลาย สามารถทำได้ด้วยตนเอง

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ballistic stretching เป็นการยืดกล้ามเนื้อที่ไม่มีการหยุดอยู่กับที่ การเคลื่อนไหวจะเป็นจังหวะโดยให้มีการกระแทกแล้วกระดอนกลับ จังหวะการเคลื่อนไหวเร็ว ใช้แรงมากกว่าการยืดค้างอยู่กับที่ และทำในช่วงสั้น ๆ (short duration) การเคลื่อนไหวเป็น โมเมนตัม ใช้การเคลื่อนไหวของลำตัวหรือแขนขาเพื่อเป็นแรงช่วยในการทำให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวซึ่งกลไลการทำงานนั้นเมื่อความยาวของกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลงจะมีกระแสประสาทส่งไปทางเส้นประสาทชนิด Ia afferent ไปกระตุ้น antagonistic mucle และ synergistic muscle ส่งกระแสประสาทต่อไปเพื่อกระตุ้น gamma moter neuron ผ่านตัวรับที่ nuclear chain ใน muscle spindle ส่งสัญญาณไปตามเส้นประสาท Ia fiber และ II fiber ไปสู่ไขสันหลังกระตุ้น alpha moter neuron ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อมัดเดียวกับที่ตัวรับอยู่ ทำให้กล้ามเนื้อหดตัว (ราตรี, 2539) วัตถุประสงค์ของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (dynamic stretching) เพื่อใช้ในการอบอุ่นร่างกาย

ลำดับขั้นตอนของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

1. เคลื่อนที่เป็นจังหวะ สม่ำเสมอ

2. เคลื่อนไหวให้สุดช่วงการเคลื่อนไหว

3. เคลื่อนไหวอย่างรวดเร็ว และแรงโดยให้มีแรงกระดอนกลับในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว

4. ทำซ้ำ ๆ จนกระทั่งรู้สึกว่าสามารถเคลื่อนไหวได้สะดวกขึ้น

ข้อควรระวังในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

1. กล้ามเนื้อไม่มีความตึงตัว (atonia) หรือกล้ามเนื้ออ่อนปวกเปียก (facidity)

2. กล้ามเนื้ออ่อนแรง (muscle weakness)

3. ควรกระทำก่อนการออกกำลังกาย (pre-exercise)

ข้อดีของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ได้รับการพัฒนาโดย Zachazewski ในปี ค.ศ.1990 ใช้ชื่อว่า progressive velocity flexibility program (PVFP) เพื่อใช้ในการอบอุ่นร่างกายก่อนออกกำลังกาย วิธีนี้มีอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อและข้อต่อสูง ในการปฏิบัติต้องทำหลังจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบยืดค้างอยู่กับที่ก่อนหรือทำหลังจากการอบอุ่นร่างกายทั่วไปให้ร่างกายมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นก่อน เพราะการทำด้วยวิธีการดังกล่าวจะช่วยให้ร่างกายได้รับการกระตุ้น มีความตื่นตัวก่อน เป็นการเตรียมความพร้อมของกล้ามเนื้อ ข้อต่อ และระบบไหลเวียนโลหิต เพื่อทำงานหนักต่อไป และช่วยป้องกันการบาดเจ็บที่อาจจะเกิดขึ้นได้ (Michael, 1998)

3. <u>การยืดกล้ามเนื้อแบบใช้แรงภายนอกมากระทำ (passive stretching)</u>

เป็นเทคนิคการยืดกล้ามเนื้อที่มีแรงภายนอกมากระทำ โดยที่ผู้ถูกกระทำไม่ต้องเคลื่อนไหวด้วยตนเอง ใช้แรงภายนอกมากระทำให้หรืออาจเป็นเครื่องมือ อุปกรณ์ มาช่วยกระทำให้กล้ามเนื้อข้อต่อและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ยืดได้มากขึ้น โดยที่ขณะทำการยืดกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานตรงกันข้าม (antagonist) จะไม่ทำงาน การยืดกล้ามเนื้อแบบนี้นิยมนำมาใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพของผู้ป่วย ในนักกีฬาจะใช้เมื่อต้องการยืดกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติหรือต้องการเพิ่มความอ่อนตัวและช่วงการเคลื่อนไหวที่มากกว่าปกติโดยใช้ผู้ช่วยมากระทำให้แต่มีอัตราเลี่ยงต่อการเกิดการบาดเจ็บ เพราะผู้ช่วยไม่สามารถบอกความรู้สึกได้ เป็นการกระตุ้นให้เกิด stretch reflex วิธีหนึ่ง หลักในการยืดกล้ามเนื้อแบบนี้นั้นสามารถทำได้ทั้งแบบยืดค้างอยู่กับที่ (static stretching) หรือทำแบบเป็นจังหวะ (ballistic stretching) ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการปฏิบัติในแต่ละครั้ง (Robert, 1993) รายละเอียดดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้นนี้

4. <u>การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบ PNF (propioceptive neuromuscular facilitation)</u>

เป็นเทคนิคที่มีการกระตุ้นการทำงานของระบบประสาท โดยกระตุ้นผ่านทางระบบประสาทรับความรู้สึกของข้อต่อ (propioceptive sensation) สามารถทำให้มีช่วงการเคลื่อนไหว เพิ่มขึ้น นิยมใช้ในการรักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาของระบบประสาทที่มาควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อไม่ปกติ เริ่มแรกนั้นนักกายภาพบำบัดใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วย ในปัจจุบันได้มีการนำมาใช้นักกีฬามากขึ้น Robert (1993) ได้แบ่งออกเป็น 3 เทคนิค คือ

1. Hold Relax Technique

2. Contract-Relax Technique

3. Contract-Relax-Agonist-Contract Technique

โดยมีหลักการทั่วไปคือให้กล้ามเนื้อมีการหดตัวและการคลายตัว การทำต้องมีผู้อื่นมาช่วยยืดให้ โดยให้แรงต้านจากมือ (manual contract) ยืดแบบเร็ว (quick stretch) ทำที่อวัยวะส่วนปลายร่วมกับการให้คำสั่ง การยืดจะให้แรงกด (compression) ในทิศทางปกติก่อนแล้วค่อยให้ผู้ถูกกระทำ

ออกแรงต้านกลับมาอย่างรวดเร็วในทิศทางตรงกันข้าม ไม่ควรทำผ่านต่อ 2 ข้อต่อพร้อม ๆ กัน เพราะจะทำให้ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อและช่วงการเคลื่อนไหวได้ยาก ลำดับแรงในการยืดให้เริ่มจากการเคลื่อนไหวที่ง่ายและไม่ซับซ้อนก่อน (ผกาวลี, 2537)

การซาวน่า

ซาวน่า (sauna) ได้ถือกำเนิดขึ้นในดินแดนแถบสแกนดิเนเวีย ในประเทศฟินแลนด์ภาษาฟินแลนด์เรียกว่า “Suonje” หมายถึง หลุมหรือโพรงที่หิมะปกคลุม สัตว์ป่ามักใช้เป็นที่หลบภัยหรือพักผ่อน ต่อมาชาวฟินแลนด์ได้ดัดแปลงสร้างขึ้นเป็นกระท่อมลึกลงไปในพื้นดินเพื่อทำเป็นที่สำหรับอบตัวด้วยไอร้อน ซึ่งถือว่าเป็นต้นกำเนิดของซาวน่าตามแบบฉบับของชาวฟินแลนด์ ในปัจจุบันเป็นการอบร่างกายด้วยไอร้อนที่เกิดขึ้นจากเตาซึ่งเผาถ่านหินจนร้อน หรือทำให้เกิดความร้อนด้วยระบบไฟฟ้าในห้องที่สร้างด้วยไม้ ซาวน่าถูกนำมาใช้กับนักกีฬาตั้งแต่ ปี ค.ศ.1936 ในการแข่งขันกีฬาโอลิมปิคที่เมืองเบอร์ลิน ประเทศสหพันธ์รัฐเยอรมันนี ต่อมาในปี ค.ศ.1972 ที่เมืองนิวนิคประเทศเดียวกัน ในระหว่างที่มีการแข่งขันกีฬาโอลิมปิคนักกีฬาได้มีการใช้ซาวน่ากันอย่างแพร่หลาย และ เป็นวิธีการหนึ่งที่นักกีฬาจำนวนมากนิยมใช้ เนื่องจากไม่ได้ให้ผลเฉพาะลดความเครียดของกล้ามเนื้อเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผ่อนคลายทั้งร่างกายทำให้นักกีฬาลืมความเครียดจากการแข่งขันหรือการฝึกซ้อมที่หนัก ช่วยรักษาสภาพความสมบูรณ์ของร่างกาย ร่างกายมีภูมิต้านทานดี และยังเป็นการส่งเสริมความสามารถได้ดีอีกวิธีหนึ่ง (Werner, 1982)

อุณหภูมิในห้องอบซาวน่า

อุณหภูมิกายปกติของมนุษย์จะอยู่ที่ 37.5 องศาเซลเซียส แต่ในห้องอบซาวน่าจะใช้อุณหภูมิในระหว่าง 50 - 75 องศาเซลเซียส (Mihael, 2002) สอดคล้องกับ Lasse (2006) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การซาวน่าที่มีอุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส จะทำให้อุณหภูมิภายในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น ทำให้หลอดเลือดฝอยบริเวณผิวหนังและภายในกล้ามเนื้อขยายตัว มีผลทำให้การไหลเวียนเลือดเพิ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Masuda et al (2006) ที่พบว่าการซาวน่าที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส สามารถช่วยรักษาผู้ป่วยที่มีอาการล้าเรื้อรังและผู้ป่วยที่มีอาการปวดกล้ามเนื้อได้

ความชื้นของอากาศในห้องอบซาวน่า

จิตรลดา รโหฐาน (2531) ได้กล่าวไว้ว่าการวัดความชื้นในอากาศที่นิยมกันมากและที่ใช้โดยทั่วไป คือการวัดความชื้นในอากาศด้วยความชื้นสัมพัทธ์ (relative rumidity) ซึ่งสอดคล้องกับ อำพร (2544) ที่กล่าวไว้ว่า ความชื้นของอากาศที่เกิดขึ้นในห้องอบซาวน่าคือ ความชื้นสัมพัทธ์และค่าเปอร์เซ็นต์จะอยู่ในระหว่าง 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับว่าใช้ความร้อนมากแค่ไหนในอุณหภูมิที่ต่ำจะมีน้ำและความชื้นมากกว่า อุณหภูมิที่สูงก็จะมีความชื้นน้อยกว่าซึ่งเป็นผลดีกว่า ห้องที่ใช้อบซาวน่า จะสร้างด้วยไม้สนหรือไม้อื่น ๆ ที่สามารถเก็บความชื้นจากอากาศและความร้อนในห้องได้ดีโดย มีเทอร์โมมิเตอร์ (thermometer) สำหรับวัดอุณหภูมิและไฮโกรมิเตอร์ (hygrometer) สำหรับวัดความชื้นของอากาศที่เกิดขึ้นในห้องซาวน่า ซึ่งสามารถควบคุมอุณหภูมิได้

หลักการของซาวน่า

อาศัยหลักการทำงานแบบ contrast bath คือใช้ความร้อนสลับกับเย็น ซึ่งส่งผลให้เกิดการขยายตัวและหดตัวของหลอดเลือดสลับกัน โดยการใช้ความร้อนแห้งจากหินที่ถูกเผาและดูดซับความร้อนในเตาซาวน่าสะสมไว้ในตัวแล้วถ่ายเทความร้อนออกมาในรูปแบบของการพาความร้อน (convection) แล้วหลังจากนั้นให้อาบน้ำเย็นหรือแช่ตัวในอ่างน้ำเย็นทันที (อำพร, 2544)

ผลทางสรีรวิทยาจากการซาวน่า

Donald (1978) กล่าวไว้ว่าการซาวน่าทำให้ร่างกายมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีวิทยาดังต่อไปนี้

1. เพิ่มอุณหภูมิของร่างกาย โดยที่อุณหภูมิผิวกายอาจเพิ่มสูงถึง 40 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของร่างกายจะอยู่ระหว่าง 33-38.5 องศาเซลเซียส หลอดเลือดใต้ผิวหนังขยายตัว ทำให้เลือดไหลผ่านเพิ่มมากขึ้น รูขุมขนจะเปิดกว้างออกเพื่อระบายความร้อนจากร่างกาย ทำให้มีเหงื่อออกร่างกายจะเสียเหงื่อประมาณ 400-1000 กรัมต่อการเข้าซาวน่า 1 ครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในร่างกาย ความสามารถในการหลั่งเหงื่อ ความร้อน และความชื้นในห้องซาวน่า

2. กระตุ้นการไหลเวียนโลหิตและการทำงานของเมตาบอลิซึม จากการที่ร่างกายได้รับความร้อนและความเย็นสลับกัน จะทำให้เกิดการขยายตัว (vasodilation) และการหดตัว (vasoconstriction) ของหลอดเลือดใต้ผิวหนังสลับกัน ทำให้เลือดไหลผ่านบริเวณผิวหนังเพิ่มขึ้น

3. ช่วยเคลื่อนย้ายของเสีย (metabolic waster) ผลต่อเนื่องจากการที่มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น การขยายและหดตัวของหลอดเลือดใต้ผิวหนังสลับกัน มีการไหลเวียนมากขึ้น เกิดการหมุนเวียนของโลหิต ช่วยนำของเสียออกไปกำจัดได้เร็วขึ้น นอกจากนี้จากการที่มีการเปิดของรูขุมขนจะทำให้มีเหงื่อออกมากกว่าปกติ ของเสียส่วนหนึ่งถูกขับออกมาพร้อมกับเหงื่อ

4. อัตราการเต้นของหัวใจ (heart rate) เพิ่มขึ้นอาจถึง 120-130 ครั้ง/นาที ปริมาณเลือดที่ถูกส่งออกจากหัวใจ (cardiac output) ต่อนาทีเพิ่มขึ้นความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (systolic) เพิ่มขึ้น

5. ระบบประสาทอัตโนมัติ (autonomic nervous system) ทำงานมากขึ้นเนื่องจากร่างกายต้องปรับสภาพร่างกายเมื่อได้รับความร้อนและความเย็นสลับกัน ระบบประสาทถูกกระตุ้นอวัยวะที่ถูกควบคุมด้วยระบบประสาทชนิดนี้ โดยเฉพาะหัวใจและระบบไหลเวียนโลหิต สามารถปรับตัวต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

6. ฮอร์โมนต่าง ๆ โดยเฉพาะฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary) และจากต่อมหมวกไต (adrenal gland) มีการทำงานเพิ่มมากขึ้นซึ่งจะช่วยส่งเสริมสมรรถภาพในการทำงาน

<u>ผลทางด้านจิตใจจากการซาวน่า</u>

1. ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย
2. ช่วยลดความวิตกกังวล
3. มีสมาธิเพิ่มขึ้น
4. เกิดความรู้สึกสดชื่น กระปรี้กระเปร่า

ประโยชน์ของการซาวน่า

1. กล้ามเนื้อผ่อนคลาย ลดการเกร็ง
2. เพิ่มการไหลเวียนเลือด
3. ช่วยขับถ่ายและระบายของเสียได้เร็วขึ้น
4. เพิ่มความยืดหยุ่นของข้อต่อและกล้ามเนื้อ
5. อาการเจ็บระบบกล้ามเนื้อลดลง
6. เร่งให้เกิดกระบวนการซ่อมแซมเร็วขึ้น
7. ระบบประสาทอัตโนมัติทำงานได้ดีขึ้น

ข้อควรปฏิบัติในการซาวน่า

1. ต้องอาบน้ำทำความสะอาดร่างกายและเช็ดตัวให้แห้งก่อนเข้าห้องซาวน่าทุกครั้งเพื่อล้างสิ่งสกปรกที่อุดตันรูขุมขน

2. ควรเข้าห้องซาวน่า 2 หรือ 3 รอบ สลับกันกับระหว่างช่วงที่มีเหงื่อออกและช่วงที่เย็น (อาบหรือราดหรือแช่น้ำเย็น)

3. เข้าห้องซาวน่ารอบละ 10 ถึง 20 นาที โดยขึ้นอยู่กับความแตกต่างและวัตถุประสงค์ของแต่ละบุคคล

4. ในระยะที่ใช้ความเย็นเป็นระยะสำคัญที่ต้องมี อาจเริ่มด้วยการใช้อากาศที่เย็นอาบน้ำเย็นหรือการแช่ตัวในน้ำเย็น ต้องทำหลังจากอบไอร้อนมาแล้วอย่างรวดเร็วทันทีทันใด

5. หลังจากออกจากห้องซาวน่าควรอาบน้ำเย็นทุกครั้ง และพักอย่างน้อย 10-15 นาที เพื่อให้ร่างกายมีการปรับตัว อาจทำการนวดตัวเพื่อช่วยให้สบายขึ้นอีกก็ได้

6. ควรดื่มน้ำธรรมดา น้ำแร่ น้ำชา น้ำผลไม้ หรือเครื่องดื่มผสมเกลือแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในนักกีฬา

ในการประยุกต์ใช้ความร้อนประเภทต่าง ๆ กับร่างกาย เช่น การประคบร้อน การอบความร้อน การซาวน่า การแช่น้ำอุ่น เป็นต้น ผู้ใช้จะต้องคำนึงถึงข้อห้ามและข้อควรระวังดังต่อไปนี้ (สุภาพร, 2536)

1. ข้อห้ามอย่างเด็ดขาด

1.1 เป็นเนื้องอกชนิดร้ายแรง (malignant tumors) ผลจากความร้อน จะมีผลไปเพิ่มการทำงานของเซลล์เนื้องอก เพิ่มอัตราการแบ่งตัวแบบทวีคูณ (mitosis) ทำให้มีการแพร่กระจายของเซลล์เนื้องอกไปยังบริเวณอื่น ๆ เร็วขึ้น

1.2 ผู้ที่ใช้ pacemakers และผู้ที่เป็นโรคหัวใจขั้นรุนแรง ความร้อนจะไปกระตุ้นศูนย์ควบคุมความร้อน แล้วส่งสัญญาณมาเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจทำให้จังหวะการเต้นของหัวใจผิดปกติ (rhythm irregularity)

1.3 หญิงมีครรภ์ (pregnancy) ความร้อนจะมีผลต่อเนื้อเยื่อของตัวอ่อน (embryonic tissue) และรบกวนต่อเลือดที่ไปเลี้ยงรก (placenta)

1.4 ผู้ที่เป็นวัณโรค (tuberculosis)เชื้อวัณโรคที่ยังอยู่ในระยะแพร่กระจาย (active phase) เมื่อได้รับความรับจะกระจายไปสู่บริเวณอื่น ๆ ได้ โดย ผ่านทางกระแสเลือดทำให้มีการแพร่ของเชื้อไปยังบริเวณอื่น ๆ

1.5 มีไข้สูง (fever) ในภาวะที่มีไข้ set point ของศูนย์ควบคุมความร้อนจะสูงกว่าเดิมทำให้อุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นทำให้ช็อกหรือหมดสติได้

2. ข้อควรระวัง

2.1 ผู้ที่มีปัญหาทางระบบหลอดเลือด (arterial and venous circulation disorders)ในผู้ที่มีปัญหาหลอดเลือดแข็งตัว (athero sclerosis) ทำให้ขยายตัวได้ลำบากและในกรณีที่มีลิ่มเลือด

(thrombosis) เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เส้นเลือดขยายตัวส่งผลให้ก้อนหรือลิ่มเลือดหลุดเข้า ไปสู่กระแสเลือด (embolism) อาจเป็นอันตรายได้ถ้าไปอุดเส้นเลือดที่สมองหรือเส้นเลือดสำคัญอื่น

2.2 ผู้ที่มีปัญหาโรคหัวใจและการหายใจไม่ปกติ การที่ได้รับความร้อนจะเพิ่มการไหลเวียนโลหิตเพิ่มการทำงานของหัวใจ และเพิ่มอัตราการหายใจ ในผู้ที่มีปัญหาจะไม่สามารถปรับการทำงานของหัวใจ และการหายใจได้

2.3 ผู้ที่มีการรับความรู้สึกลดลง (hyposensitivity) ทำให้ไม่สามารถบอกถึงระดับของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงได้ จะเป็นอันตรายมากในกรณีที่มีอุณหภูมิสูง

2.4 ผู้ที่มีแผลเลือดออก (hemorrhage) รวมไปถึงผู้ที่มีแผลในกระเพาะอาหาร (gastric ulcer) ผู้ที่มีประจำเดือน (menstruation) การที่ได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้เลือดออกมากเกินปกติอาจเป็นอันตรายต่อร่างกายได้

2.5 ผู้มีอาการมึนงง วิงเวียนศีรษะ อึดอัด ตัวร้อนผิดปกติ ระบบการไหลเวียนที่เปลี่ยนไปและความร้อนที่ได้รับเพิ่มมากขึ้น จะทำให้มีอาการมากขึ้นได้

2.6 ผู้ที่มีชีพจรขณะพักเต้นเร็วและแรงผิดปกติ การได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจะทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้นอีกทำให้เกิดอันตรายได้

2.7 ผู้ที่เพิ่งรับประทานอาหารมาใหม่ ๆ (ไม่เกิน 1 ชั่วโมง) การเข้าห้องซาวน่าทำให้มีการไหลเวียนของโลหิตไปที่บริเวณผิวหนังมากขึ้น ทำให้การไหลเวียนของโลหิตที่กระเพาะอาหารลดลง ส่งผลให้ระบบการย่อยอาหารผิดปกติ

3.ข้อห้ามที่ยังไม่ได้รับการพิสูจน์ สำหรับผู้ที่มีสภาวะต่าง ๆ ต่อไปนี้ ควรได้รับคำแนะนำก่อนเข้าห้องซาวน่า คือ

3.1 กระดูกผุ (osteoporosis)

3.2 เลือดออกง่าย (hemophilia)

3.3 ผู้ที่ใช้ยาต้านการแข็งตัวของเลือด (use anticoagulant drugs)

3.4 ผู้ที่ได้รับการรักษาด้วยรังสี (deep x-ray therapy)

3.5 ผู้ที่เป็นลมชัก (epilepcies)

3.6 ผู้ที่มีปัญหาทางจิต (mental defects)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริพร (2530) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวและปริมาณกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจ ภายหลังจากการออกกำลังกาย ในกลุ่มตัวอย่าง ที่เป็นนักศึกษาชายของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร ที่มีอายุ 20-21 ปี จำนวน 15 คน โดยให้กลุ่มทำการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกายโดยการพักเฉย ๆ กับการพักแบบไม่หยุดนิ่งด้วยการปั่นจักรยานเบา ๆ และการก้มเงย โดยให้กลุ่มตัวอย่างปั่นจักรยานวัดงานติดต่อกันนาน 6 นาที ที่อัตราการเต้นของหัวใจ 170 ครั้งต่อนาที แล้วให้หยุดพัก ดูระยะเวลาในการฟื้นตัวจากการทดลอง 3 วิธี คือ การพักเฉย ๆ การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ และการพักโดยการก้มเงย โดยเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับกรดแลคติกในเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจขณะฟื้นตัว ผลการทดลองพบว่า การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆทำให้ระยะเวลาฟื้นตัวของอัตราการเต้นของหัวใจกลับสู่สภาพปกติได้เร็วที่สุด ส่วนการพักโดยการก้มเงย และการพักเฉย ๆให้ผลรองลงมาตามลำดับ และปริมาณกรดแลคติกในเลือด ขณะฟื้นตัวภายหลังจากการออกกำลังกาย โดยการพักเฉย ๆ การพักโดยถีบจักรยานเบา ๆ และการพักโดยการก้มเงยไม่มีความแตกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มาณพ (2539) ได้ศึกษาผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวภายหลังการออกกำลังกาย มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของความเย็นที่มีต่อระยะเวลาในการฟื้นตัวของร่างกายภายหลังการออกกำลังกาย โดยใช้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงเป็นตัวแปรในการวิจัย กระบวนการลดอุณหภูมิประกอบด้วยการนั่งพักเฉย ๆ การนั่งพักพร้อมกับดื่มน้ำเย็น การนั่งพักพร้อมกับเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น และการนั่งพักพร้อมกับดื่มน้ำเย็นควบคู่กับการเช็ดตัวด้วยผ้าเย็น กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่มีอายุระหว่าง 20 – 22 ปี จำนวน 15 คน ถีบจักรยานวัดงานโดยใช้วิธีของ Ramp จนอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ทุกคนทำการทดลองทั้ง 4 แบบ ทำการเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือด และบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจหลังจากฟื้นตัวโดยวิธีการทั้ง 4 แบบ ทุก 5 นาทีจนครบ 1 ชั่วโมง ผลการวิจัยพบว่ากระบวนการที่ทำให้ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจในระยะฟื้นตัวลดลงทุกช่วง 5 นาที ของช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ระดับความเข้มข้นของกรดแลคติกในเลือดระหว่างกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 55 และอัตราการเต้นของหัวใจระหว่างกลุ่มแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในนาทีที่ 25 30 35 40 และ 50 ตามลำดับ

วันดี (2542) ได้ศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายโดยใช้วิธีดื่มน้ำธรรมดากับดื่มน้ำเกลือแร่ โดยวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาของการฟื้นตัวของอัตราการเต้นของชีพจรหลังการออกกำลังกาย โดยการดื่มน้ำธรรมดา กับดื่มน้ำเกลือแร่ ใช้ระดับอัตราการเต้นของชีพจรที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นตัวแปรในการวิจัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นพลทหารโรงพยาบาลโรงเรียนนายร้อยพระจุลจอมเกล้า จำนวน 15 นาย ให้ถีบจักรยานวัดงานที่มีน้ำหนักถ่วง 3.5 กิโลปอนด์ ความเร็ว 50-60 รอบต่อนาที จนอัตราการเต้นของชีพจรอยู่ในระดับ 80 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้การคำนวณของ Fox แล้วดื่มน้ำธรรมดา ดื่มเกลือแร่ ผลการวิจัยพบว่าการดื่มน้ำธรรมดาและดื่มน้ำเกลือแร่ระยะฟื้นตัวหลังการออกกำลังกายไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อำพร (2544) ได้ศึกษาและหาค่าความแตกต่างของระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังการออกกำลังกายและทำให้เย็นลง โดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการซาวน่า กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักศึกษาเพศชายของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี จำนวน 15 คน โดยการวิ่งบนลู่กลจนกระทั่งถึงระดับ anaerobic threshold ให้หยุดวิ่ง แล้วทำการเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจทันที ต่อจากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างพัก 10 นาทีจึงเจาะเลือดและบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจอีกครั้งหนึ่ง ทำการทดลองตามลำดับขั้นตอนเดียวกัน โดยในครั้งที่ 2 และครั้งที่3 กลุ่มตัวอย่างจะทำการยืดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการซาวน่า ครั้งละ 10 นาที ตามลำดับ โดยทำการทดลองซ้ำวิธีละ 3 ครั้ง และการวิจัยพบว่าระดับกรดแลคติกในเลือดและอัตราการเต้นของหัวใจภายหลังกายออกกำลังกายแล้วทำการโดยการพัก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบอยู่กับที่และการซาวน่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Max et al. (1998) ได้ศึกษาถึงผลของการยกน้ำหนักและการวิ่งบนลู่ที่มีต่อ VO_2 max และกรดแลคติกในเลือด ภายหลังการออกกำลังกายทั้งสองวิธี ในผู้ชายที่มีสุขภาพดีอายุ 20-26 ปี มีประสบการณ์ในการฝึกยกน้ำหนัก และมีความคุ้นเคยกับวิธีการที่ใช้ในการทดลอง จำนวน 15 คน ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างวิ่งบนลู่กลจนถึงอัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นถึงระดับสูงสุด (max HR) และยกน้ำหนักแบบวงจรให้ท่ายกน้ำหนัก 8 ท่า ทำการยก 2 รอบ ศึกษาค่าของ VO_2 max ขณะพักก่อนการทดลองของทั้ง 2 วิธี และในช่วงการฟื้นตัวในนาทีที่ 30 60 และ 90 และศึกษาปริมาณกรดแลคติกที่ในช่วงเวลาเดียวกัน ผลการวิจัยพบว่าก่อนการทดลองค่าของ VO_2 max และกรดแลคติกที่เกิดขึ้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนปริมาณ

กรดแลคติกพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของการยกน้ำหนักมากกว่าการวิ่งบนลู่กล

Skurvydas et al. (2002) ได้มีการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อแรงในกล้ามเนื้อเหยียดเข่า ในช่วงที่มีการหดตัวและช่วงเวลาพัก ขณะที่กล้ามเนื้อเกิดความล้าและกล้ามเนื้ออยู่ในช่วงพักฟื้น หลังจากให้มีการออกกำลังกายอย่างหนักโดยได้ศึกษาในผู้มีสุขภาพดีและไม่ได้รับการฝึกใด ๆ ซึ่งมีอายุ 21 – 30 ปี จำนวน 9 คน โดยให้ทุกคนยินยอมเข้าร่วมรับการศึกษา มีการศึกษาถึงวิธีการ 2 วิธี วิธีการที่ 1 ให้มีการกระตุ้นกระแสไฟฟ้าความถี่สูง (high voltage) ให้ขนาดของแผ่นขั้วกระตุ้นมีขนาด 9 x 18 เซนติเมตร นำแผ่นขั้วกระตุ้นจุ่มน้ำเกลือและให้มีการกระตุ้นกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ต่ำกว่า 1 Hz , 20 Hz และ 50 Hz (ช่วงการกระตุ้น 1 มิลลิวินาที) จากนั้นทำการประเมินแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า และวิธีการที่ 2 ให้นำท่อนขาแช่ในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 44-45 องศาเซลเซียส จากนั้นประเมินความเข้มข้นของค่ากรดแลคติค ก่อนการออกกำลังกายและภายหลังการออกกำลังกาย 5 นาที และ 1 ชั่วโมงหลังจากให้มีการออกกำลังกายอย่างหนัก ซึ่งผลการวิจัยสรุป ได้ว่ากล้ามเนื้อที่มีความร้อนสามารถเพิ่มความเร็วในการเคลื่อนย้ายกรดแลคติคในเลือดและเพิ่มแรงของกล้ามเนื้อโดยผลการกระตุ้นไฟฟ้าความถี่ต่ำและกระแสไฟฟ้าความถี่สูง ไม่มีผลต่อการฟื้นตัวทั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อและการผ่อนคลายในช่วงระหว่าง 24 ชั่วโมง หลังจากการออกกำลังกายอย่างหนัก

จากเอกสารที่เกี่ยวข้องทั้งหมดดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่ามีเนื้อหาสาระและเรื่องราวที่น่าสนใจเป็นอย่างมากที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการสร้างกรอบแนวความคิด และกรอบวิธีการปฏิบัติของงานวิจัยเชิงทดลอง ตลอดจนจะเป็นข้อมูลที่นำไปใช้เพื่อการสนับสนุนผลการวิจัยครั้งนี้ต่อไป