บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกยืดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้กับแบบพีเอ็นเอฟ อายุ 7 – 10 ปี ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร วารสาร ตำรา ตลอดจนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประกอบและเป็นแนวทางในการศึกษา ซึ่งได้เรียบเรียงไว้ดังนี้

ก. เอกสาร วารสาร ตำรา
   1. ความสำคัญของความอ่อนตัวในกีฬายิมนาสติก
   2. หลักในการสร้างโปรแกรมการฝึกฝนความอ่อนตัว
   3. ชนิดของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ
   4. การทำงานของกล้ามเนื้อ

ข. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   1. งานวิจัยในประเทศ
   2. งานวิจัยต่างประเทศ

เอกสาร วารสาร ตำรา

ความสำคัญของความอ่อนตัวในกีฬายิมนาสติก

ความอ่อนตัวมีความจำเป็นในการเคลื่อนไหวและการปฏิบัติทักษะโดยจะช่วยทำให้การเคลื่อนไหวราบเรียบและมีประสิทธิภาพ ดังนั้น หากคนเราขาดความอ่อนตัวก็จะทำให้การเคลื่อนไหวเกิดการติดขัดได้ ดังคำกล่าวที่ว่า เมื่อใดก็ตามที่การเดินหรือวิ่งไม่สามารถฝึกให้ดีขึ้นได้ ควรจะตรวจสอบความอ่อนตัวว่าอยู่ในช่วงปกติหรือไม่ และสังเกตกิจกรรมในกิจวัตรประจำวันด้วยซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่ต้องการความอ่อนตัวอยู่ในช่วงปกติ ทั้งนี้มีกิจกรรมบางประเภทที่ต้องการความอ่อนตัวเป็นพิเศษที่ข้อต่อบางข้อ เช่น กีฬายิมนาสติก บาเลท์ ว่ายน้ำ (ชูศักดิ์และกันยา, 2536) โดยเฉพาะในปัจจุบันความอ่อนตัวก็ได้รับความสนใจอย่างแพร่หลาย โดยสังเกตจากการจัดโปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อเข้าไว้ด้วยกันกับในโปรแกรมการฝึกซ้อมทักษะในกีฬา หรือในศูนย์สุขภาพ ตลอดจนโค้ช

หรือผู้ฝึกสอนกีฬาก็ยังยอมรับและให้ความสำคัญใน เรื่องความสมดุลของความแข็งแรงกล้ามเนื้อกับความอ่อนตัวในกล้ามเนื้อกลุ่มที่หดตัวออกแรงทำงาน (Agonist) กับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ตรงกันข้าม (Antagonist) โดยกำหนดให้มีจุดมุ่งหมายที่เหมาะสมกับทักษะกีฬาประเภทนั้น ความอ่อนตัวนอกจากจะเป็นตัวกำหนดช่วงการเคลื่อนไหว (Range of motion = ROM) ที่ความมั่นคงของข้อต่อแล้วยังจะชี้ให้เห็นว่าหากเพิ่มความอ่อนตัวของข้อต่อจะช่วยลดอัตราเสี่ยงการบาดเจ็บของข้อต่อด้วย และยังให้สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและสะดวกขึ้น โดยรวมถึงการงอและการเหยียดจะไม่มีการยึดติดภายในข้อหรือเนื้อเยื่อ ซึ่งความสามารถในการกีฬาส่วนใหญ่จะคำนึงถึงความอ่อนตัวด้วยเป็นสำคัญ ฉะนั้นความอ่อนตัวที่ดีก็จะช่วยส่งเสริมความสามารถทางการกีฬาได้ แต่ในทางตรงกันข้ามหากความอ่อนตัวมากจนเกินไป คือ เกินมุมปกติของข้อต่อจะต้องหลีกเลี่ยง เพราะจะทำให้ข้อต่อเสียสมดุลและเกิดการบาดเจ็บได้ง่าย โดยความอ่อนตัวนั้นเป็นความสามารถเฉพาะของข้อต่อ และเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อต่อแต่ละข้อจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะโครงสร้างของแต่ละบุคคล

หลักในการสร้างโปรแกรมการฝึกฝนความอ่อนตัว

ในการสร้างโปรแกรมการฝึกความอ่อนตัว ผู้ฝึกสอนกีฬาจะต้องรู้และเข้าใจถึงส่วนประกอบที่ทำให้เกิดความอ่อนตัว รูปแบบ วัตถุประสงค์ของการฝึกเพื่อให้โปรแกรมการฝึกนั้นเหมาะสมกับชนิดกีฬา และพัฒนาความอ่อนตัวให้มีประสิทธิภาพสูงสุดได้โดยรับทั้งความปลอดภัยและประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้น ตามที่ ไรเดอร์ (Reider, 1991 อ้างถึงใน จินตนา ประเสริฐศรี, 2541) รายงานว่า โปรแกรมการฝึกเพื่อพัฒนาความอ่อนตัวนั้นจะต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับนักกีฬาแต่ละบุคคลรวมถึงการคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ชนิดกีฬา ความเหมาะสม ช่วงเวลาในการฝึก เวลาแข่งขันประสบการณ์ของนักกีฬาแต่ละคนเพื่อนำมาพิจารณาในการจัดเตรียมโปรแกรมได้อย่างเหมาะสม ฉะนั้น ผู้ฝึกสอนจะต้องทราบถึงปัจจัยที่ทำให้เกิดความอ่อนตัว เช่น คุณสมบัติของเอ็นกล้ามเนื้อ กระดูกอ่อน กล้ามเนื้อ เยื่อหุ้มกล้ามเนื้อ การเรียงตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ตลอดจนภาวะกระดูกพรุน (Osteoporosis) หรือเมื่อยืดกล้ามเนื้อแล้วเกิดอาการปวดบริเวณข้อต่อและกล้ามเนื้อรวมทั้ง บริเวณที่มีการติดเชื้อและเกิดอักเสบเมื่อผู้ฝึกสอนทราบถึงปัจจัยดังกล่าวแล้ว ก็จะทำให้จัดโปรแกรมในการพัฒนาความอ่อนตัวได้อย่างเหมาะสมและจะส่งผลต่อความสามารถในการพัฒนาทักษะกีฬาในด้านต่าง ๆ ต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตามที่ วุฒิพงษ์ (2537 อ้างถึงใน จินตนา ประเสริฐศรี, 2541) รายงานว่า ความสามารถของความอ่อนตัว คือ ความสามารถของข้อต่อต่าง ๆ ที่เคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและกว้าง โดยการฝึกอย่างสม่ำเสมอในขณะเดียวกันหากไม่ได้รับการฝึกบ่อย ๆ หรือไม่ค่อยได้มีโอกาสได้ใช้ข้อต่อบริเวณนั้น ก็จะส่งผลให้กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณนั้นเสียความสามารถในการยืดตัว (Stretch) จะทำให้ความอ่อนตัวไม่ดีไปด้วย และจะส่งผลทำให้มีการสะสม

ของไขมันในเนื้อเยื่อบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นยิ่งเป็นการลดประสิทธิภาพของความอ่อนตัวในการเคลื่อนไหวเพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ เจริญ (2538) รายงานว่า วิธีการฝึกการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ไม่ควรปฏิบัติด้วยความรุนแรงและรวดเร็ว เพราะอาจจะก่อให้เกิดอันตรายกับกล้ามเนื้อและข้อต่อได้ วิธีการ ที่ดีควรมีการอบอุ่นร่างกายทั่วไปก่อนที่จะทำการยืดกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนโดยการพยายามเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อไปทีละน้อย และให้ปฏิบัติเป็นประจำสม่ำเสมอ โดยมีข้อควรคำนึง คือ ไม่ควรกระชากหรือกระตุกอย่างรุนแรงในการฝึก ควรฝึกหลังการอบอุ่นร่างกายทั่วไปเรียบร้อยแล้ว และควรฝึกก่อนที่จะฝึกความเร็ว และในการปฏิบัติแต่ละท่าควรหยุดนิ่งค้างไว้ และผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ควรฝึกทุกวัน หรือวันเว้นวัน ใช้เวลาในการปฏิบัติวันละไม่ต่ำกว่า 30 นาที ซึ่งสอดคล้องกับ ชูศักดิ์และกันยา (2536) รายงานว่า ปัจจัยในการยืดของกล้ามเนื้อและเอ็นสามารถเพิ่มขึ้นได้โดยการฝึก และในการเพิ่มมุมการเคลื่อนไหวต้องอาศัยความยาวและยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ฉะนั้น ต้องฝึกเป็นประจำสม่ำเสมอภายหลังการอบอุ่นร่างกายทั่วไปแล้ว และสิ้นสุดการฝึกซ้อมในแต่ละครั้ง

ชนิดของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ

มีหลายแบบ ฮับเล่ย์ โคเซ่ย์ (Hubley-Kozey, 1991) ได้กล่าวอย่างสั้น ๆ เกี่ยวกับเทคนิคฝึกที่ใช้เพิ่มความอ่อนตัวทั้ง 3 วิธี Ballistic stretching, Static stretching และ Proprioceptive Neuromuscular Facilitation

การยืดเหยียดแบบไม่อยู่กับที่ (Ballistic stretching) วิธีการนี้ใช้แรงการเหยียดของเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อ แต่โดยทั่วไปมักไม่นิยมใช้เพราะอาจเกิดจากการบาดเจ็บต่อกล้ามเนื้อ-เอ็นกล้ามเนื้อ เนื่องจาก

1. การยืดเร็ว ๆ อาจจะทำให้เกิดกลไกการเหยียดอัตโนมัติซึ่งส่งผลให้กระตุ้นกล้ามเนื้อขณะที่กำลังถูกยืดยาว

2. แรงความยืดเหยียดไม่ได้ถูกควบคุม ดังนั้นแต่ละคนถูกควบคุมแบบอัตโนมัติเพื่อป้องกันแรงที่มากเกินไป แต่อย่างไรก็ตามในกระบวนการนี้อาจเกิดการเสียหายของเนื้อเยื่อ การยืดเหยียดแบบไม่อยู่กับที่ (Ballistic stretching) เป็นเทคนิคการเหยียดยืดที่ใช้ในการเคลื่อนไหวที่มีการกระตุก การสะบัด การกระโดดเพื่อให้เกิดการยืดเหยียด กำลังการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายจะเป็นตัวทำให้ข้อต่อเคลื่อนไหวออกไปมากกว่ามุมของการเคลื่อนไหวเดิม เทคนิคนี้อาจก่อให้เกิดการฉีกขาดเล็กน้อยในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นผลให้เกิดการเจ็บของกล้ามเนื้อในด้านกลไกของระบบประสาทกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ (Static stretching) คือ การยืดเหยียดออกไปและค้างไว้ช่วงหนึ่งที่ตำแหน่ง ตำแหน่งสุดท้ายจะเป็นจุดที่กล้ามเนื้อรู้สึกถึงแรงแต่ไม่เจ็บ ช่วงเวลาในการเหยียดยืดแตกต่างกันออกไป บางท่านชี้ว่าต้องใช้เวลานานมากจึงจะทำให้กล้ามเนื้อถูก ได้มีการศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มความอ่อนตัวระหว่างการใช้เทคนิคการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ (Static) และการยืดเหยียดแบบไม่อยู่กับที่ (Ballistic) พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ การวิจัยทำในเอ็นหางหนู และในสิ่งมีชีวิตพบว่าการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ (Static) ด้วยความหนักไม่มากเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของกล้ามเนื้อเป็นผลให้กล้ามเนื้อมีความสามารถยืดมากขึ้น (Kottke, Pauley, and Ptak, 1996; Lehmann, Masock, Warren, and Koblanski, 1970; Sapege et al., 1981 อ้างถึงใน จินตนา ประเสริฐศรี, 2541) และยังมีรายงานว่าการใช้เทคนิคนี้จะช่วยลดอันตรายที่เกิดขึ้นกับเนื้อเยื่อ ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นที่นิยมมากกว่า เพราะมีปัจจัยเสี่ยงน้อยเป็นเทคนิคในการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่อย่างช้า ๆ กล้ามเนื้อจะถูกยืดเหยียดออกไปจนกระทั่งข้อต่ออยู่ที่ตำแหน่งปลายสุดของมุมการเคลื่อนไหว ในขณะที่กำลังรักษาตำแหน่งการยืดยาวของกล้ามเนื้อนี้ กำลังบิดที่กล้ามเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า เพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อต่อไปอีก เพราะส่วนที่เคลื่อนที่ขณะมัดกล้ามเนื้อจะปรับตัวอย่างรวดเร็วต่อตำแหน่งที่ยืดออกของกล้ามเนื้อ

การยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (Priproceptive Neuromuscular Facilitation stretching)การยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) เทคนิคนี้ใช้การหดหัวแบบคงความยาวตามด้วยการคลายตัว และการหดตัวของกล้ามเนื้อตรงข้าม การศึกษาส่วนใหญ่แสดงว่า การยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) สามารถเพิ่มมุมของการเคลื่อนไหวได้มากกว่าวิธีการอื่น ๆ (ฮับเล่ย์ โคเซ่ย์, 1991อ้างอิงการศึกษาของ Holt et al, 1970; Moore and Hutton, 1980; Tanigawa 1972; Willin, Ekblom, Grahn and Nordengorg, 1980)

ฮับเล่ย์ โคเซ่ย์ (Hubley - Kozey, 1991) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรจะทำการยืดเหยียดเป็นประจำและถือเป็นส่วนสำคัญในโปรแกรมการฝึกนักกีฬาเพื่อรักษา และปรับปรุงเรื่องความอ่อนตัว จุดสำคัญของแบบฝึกควรคำนึงว่าการฝึกจะมุ่งสู่มุมของการเคลื่อนไหวที่จะทำให้นักกีฬาสามารถกระทำทักษะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกีฬานั้น ๆ และก่อให้เกิดอันตรายต่อเนื้อเยื่อรอบ ๆ ข้อน้อยที่สุด การถึงซึ่งจุดสูงสุดของมุมการเคลื่อนไหวอาจจะไม่จำเป็น

การยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาน (Proprioceptive Neuromuscular Facilitation stretching)เป็นเทคนิคการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) เป็นวิธีที่นิยมใช้เพื่อเหนี่ยวนำให้เกิดการคลายตัวของกล้ามเนื้อผ่านวงจรอัตโนมัติที่ผ่านไขสันหลังในวิธีการหดตัว คลายตัว กล้ามเนื้อที่ถูกยืดเหยียดจะหดตัวแบบคงความยาวก่อนที่จะยืดเหยียดออกอย่างช้า ๆ (ขั้นการคลายตัว) ในกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกัน เทคนิคนี้ใช้หลักการยับยั้งแบบ 2 ด้าน (Reciprocal inhibition) ในทางทฤษฎีการหดตัวแบบคงความยาวของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานอยู่ (กลุ่มกล้ามเนื้อที่ถูกยืดเหยียด) จะเหนี่ยวนำให้

เกิดวงจรที่ช่วยทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้าม ซึ่งจะกดกระบวนหดตัวของกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ในช่วงที่ถูกยืดยาวออกอย่างช้า ๆ นอกจากนั้นการหดตัวแบบคงความยาวของกล้ามเนื้อจะกระตุ้นตัวรับรู้การหดตัวของกล้ามเนื้อ (Golgi Tendon organs) เป็นผลให้เกิดกลไกการคลายตัวของกล้ามเนื้อเดียวกัน อย่างไรก็ตามการหดตัวแบบคงความยาวจะช่วยเพิ่มสัญญาณยับยั้งในกลุ่มกล้ามเนื้อเดียวกันในช่วงการคลายตัว (การยืดเหยียดแบบอยู่นิ่ง) ของกระบวนการหดตัว-คลายตัว

ฮีเวิร์ด (Heyward, 1991 อ้างถึงใน จินตนา ประเสริฐศรี, 2541) ได้กล่าวอ้างถึงการศึกษาของมอร์และฮัทตัน (Moore and Hutton, 1998) ว่าการเปรียบเทียบระดับของค่าการคลายตัวของกล้ามเนื้อระหว่างการยืดเหยียดแบบอยู่กับที่ และการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) พบว่าวิธีการยืดเหยียดแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) ที่ใช้หลักการหดตัว-คลายตัว กับการหดตัวของกล้ามเนื้อตรงกันข้ามจะได้แรงการงอสะโพกสูงกว่า แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้จะให้ค่าคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อในกล้ามน่องสูงกว่า และได้ค่าในการรับรู้ที่ไม่สบายมากที่สุดในด้านอัตราการรับรู้การเจ็บปวด ข้อเสียที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเทคนิคของการยืดเหยียดแบบการกระตุ้นระบบประสาท (PFN) คือในบางรายไม่สามารถออกกำลังได้เพียงลำพังคนเดียว จะต้องให้คู่ช่วยออกแรงต้านการเคลื่อนไหวในช่วงการหดตัวแบบคงความยาว และเป็นแรงกระทำภายนอกต่อกล้ามเนื้อในช่วงการยืดเหยียด ดังนั้นจำนวนเวลาที่ใช้สำหรับแต่ละคนในการทำการออกกำลังกายเพื่อยืดเหยียดจนเสร็จสิ้นจึงเป็น 2 เท่า

ขั้นตอนที่ใช้เทคนิคการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกระตุ้นระบบประสาท (PNF) เพื่อเพิ่มความอ่อนตัวมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1.ยืดเหยียดกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่โดยการเคลื่อนข้อต่อไปยังปลายสุดของมุมการเคลื่อนไหว

2.ใช้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อหรือเกร็งกล้ามเนื้อต้านแรงต้านที่ไม่ได้เคลื่อนที่ (เช่นแรงของคู่ผู้ช่วยเหลือ หรือกำแพง)

3.ให้ผู้ช่วยค่อย ๆ ออกแรงต้านช้า ๆ แก่กล้ามเนื้อเพื่อยืดกล้ามเนื้อในเวลาเดียวกันกล้ามเนื้อตรงกันข้ามก็หดตัวแบบเกือบสูงสุดเพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อที่ทำงานอยู่ถูกยืดเหยียดออก

ตัวอย่างเช่น การเหยียดกล้ามเนื้อที่หน้าอกให้อยู่ในท่านั่งบนพื้น กางแขนออก กล้ามเนื้อหน้าอกจะหดตัวแบบคงความยาว โดยแรงช่วยของคู่ในแนวขนานต่อจากนั้นคู่ (ผู้ช่วยเหลือ) ค่อย ๆ ออกแรงด้านแก่กล้ามเนื้อหลังส่วนบนให้หดตัวอย่างช้า ๆ เพื่อให้เกิดการยืดเหยียดของกล้ามเนื้อด้านหน้าในแนวขนาน

โฮลคอมบ์ (Holcomb, 2000) ได้แบบการยืดเหยียดกล้ามเนื้อออกเป็น 4 แบบดังนี้

1. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้ (Static streth)

เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบช้า ๆ จนถึงจุดที่เกิดความรู้สึกตึงตัวเล็กน้อยแล้วค้างไว้ 30 วินาที การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้มีองค์ประกอบคือการทำให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและทำให้กล้ามเนื้อเพิ่มความยาวเพราะว่าเป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบช้า ๆ จึงไม่มีผลต่อปฏิกิริยาการตอบสนองของการยืดเหยียดกล้ามเนื้อฉะนั้นการบาดเจ็บจะเกิดขึ้นได้น้อยกว่าการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่ นอกจากนั้นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้ง่ายต่อการฝึกและมี ผลต่อการเพิ่มพิสัยของการเคลื่อนที่ ถึงแม้ว่าการบาดเจ็บที่กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันอาจจะเป็นผลมาจากการยืดเหยียดกดค้างไว้ที่รุนแรงและเป็นเทคนิคที่ต้องใช้เวลานาน การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้นี้เหมาะสำหรับนักกีฬาหลายชนิดกีฬาที่ใช้ในการเพิ่มความอ่อนตัวการนั่งใช้มือแตะปลายเท้าเป็นตัวอย่างที่ดีสำหรับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้การกระทำนี้เป็นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อคือให้นักกีฬานั่งกับพื้นขาทั้งสองข้างชิดกันเข่ายืดตรงออกไปโน้มตัวไปข้างหน้าอย่างช้า ๆ เอามือไปแตะปลายเท้า จนกว่าจะรู้สึกไม่สบายในกล้ามเนื้อแฮมสทริง(Hamstring) แล้วค้างไว้ 30 วินาที และค่อย ๆ กลับสู่ท่าเริ่มแบบท่านั่ง การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้เป็นการกระทำอย่างช้า ๆ และถึงจุดสุดท้ายแล้วค้างไว้โดยไม่มีการเคลื่อนไหวแต่อย่างใด

2. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่ (Ballistic streth)

เป็นชนิดที่เกิดจากการกระทำของกล้ามเนื้อมีผลกระทบและใช้สำหรับการเคลื่อนไหวที่ไม่อยู่กับที่ในตำแหน่งสุดท้ายไม่มีการค้างไว้ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่ใช้ในการอบอุ่นร่างกายก่อนการฝึกซ้อมแต่อย่างไรก็ตามการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่อาจทำให้กล้ามเนื้อเกิดการบาดเจ็บได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บมาก่อนแล้วการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่เป็นชนวนที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาของกล้ามเนื้อที่ไม่ยอมให้กล้ามเนื้อเกิดการผ่อนคลายซึ่งจะต่อต้านการยืดเหยียดกล้ามเนื้อตัวอย่างเช่น การนั่งแตะปลายเท้าเป็นการทำเหมือนกับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบกดค้างไว้ โดยนั่งแตะปลายเท้าแต่ไม่มีการค้างไว้นักกีฬากลับมาสู่ท่าเริ่มต้นแบบรวดเร็วและทำซ้ำอีก การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่เป็นการยืดเหยียดธรรมดาไม่ใช้เทคนิคและไม่ควรใช้กับนักกีฬาที่มีการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ แฮมสทริง(Hamstring) หรือกล้ามเนื้อหลัง

3. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ (Dynamic streth)

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ เกี่ยวกับความอ่อนตัวระหว่างที่มีการเคลื่อนไหวชนิดกีฬาแบบเฉพาะ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ มีลักษณะคล้าย ๆ กับการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่ที่มีความเร็วในการเคลื่อนที่ แต่การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบไม่อยู่กับที่จะหลีกเลี่ยงการเคลื่อนไหวแบบไม่อยู่กับที่และประกอบด้วยการเคลื่อนที่แบบเฉพาะของแบบกีฬาหรือรูปแบบการ

เคลื่อนไหว การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ คล้ายกับการอบอุ่นร่างกายแบบเฉพาะการเคลื่อนไหวที่ใช้เตรียมนักกีฬาสำหรับการแข่งขันโดยอนุญาตให้นักกีฬาเหล่านั้นเพิ่มความอ่อนตัวในกีฬาเฉพาะด้านเป็นสิ่งธรรมดาที่สุดในนักกีฬาประเภทลู่และลาน แต่ก็มีการใช้กับนักกีฬาประเภทอื่นๆ เช่น วอลเลย์บอล(Volleyball), ฟุตบอล (Soccer), กอล์ฟ (Golf), เบสบอล (Baseball) ตัวอย่างของ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบเคลื่อนที่ ใช้ในนักกีฬาประเภทลู่ นักกีฬาเดินทน นักกีฬาที่ใช้ข้อต่อมาก

4. การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ (PNF or Proprioceptive Neuromuscular Facilitation streth)

เป็นเทคนิคที่ต้องใช้ผู้ช่วยเข้ามาช่วยในการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ น่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดกว่าการยืดเหยียดแบบอื่นๆ เพราะว่า การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟจะช่วยให้กล้ามเนื้อมีแรงต้าน อย่างไรก็ตาม การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ มักจะใช้ไม่ได้เพราะผู้ฝึกขาดความรู้ความเข้าใจ ผู้ฝึกจะต้องมีความรู้ความเชี่ยวชาญในการปฏิบัติการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ

การยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟ มี 3 วิธีดังนี้

4.1 ยืดเหยียดค้างไว้ – ผ่อนคลาย (Hold – relax)

4.2 กล้ามเนื้อหดตัว – ผ่อนคลาย (Contract – relax)

4.3 ยืดเหยียดค้างไว้ – ผ่อนคลาย พร้อมด้วยกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว (Hold – relax With agonist Contraction)

4.1 ยืดเหยียดค้างไว้ – ผ่อนคลาย (Hold – relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬา ในขณะเดียวกันให้นักกีฬาสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ จนถึงจุดที่เกิดความรู้สึกตึงเล็กน้อย แล้วกดค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้นักกีฬาออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดเหยียดนั้น ในขณะเดียวกันให้ผู้ฝึกออกแรงต้านไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว ค้างไว้ 6 วินาที ขณะที่ค้างกล้ามเนื้อจะเกิดการทำงานแบบ(Isometric)

ขั้นที่ 3 ผู้ฝึกผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬา แล้วนักกีฬาผ่อนคลายกล้ามเนื้อโดยไม่ออกแรงต้าน จะทำให้ขาถูกผลักไปตามแรงของผู้ฝึกที่ออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อแล้วค้างไว้ 30 วินาที

4.2 กล้ามเนื้อหดตัว – ผ่อนคลาย (Contract – relax)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬา ในขณะเดียวกันให้นักกีฬาสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ จนถึงจุดที่เกิดความรู้สึกตึงเล็กน้อย แล้วกดค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 นักกีฬาออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อสะโพกต้านแรงจากผู้ฝึก ขณะนี้กล้ามเนื้อจะทำงานแบบคอนเซนตริก (Concentric) จนสุดพิสัยการเคลื่อนที่

ขั้นที่ 3 ผู้ฝึกผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬา แล้วนักกีฬาผ่อนคลายกล้ามเนื้อโดยไม่ออกแรงต้าน จะทำให้ขาถูกผลักไปตามแรงของผู้ฝึกที่ออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อแล้วค้างไว้ 30 วินาที

4.3 ยืดเหยียดค้างไว้ – ผ่อนคลาย พร้อมด้วยกล้ามเนื้อตรงข้ามหดตัว (Hold – relax With agonist Contraction)

ขั้นที่ 1 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬา ในขณะเดียวกันให้นักกีฬาสร้างความรู้สึกผ่อนคลายที่กล้ามเนื้อ จนถึงจุดที่เกิดความรู้สึกตึงเล็กน้อย แล้วกดค้างไว้ 10 วินาที

ขั้นที่ 2 ให้นักกีฬาออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดเหยียดนั้น ในขณะเดียวกันให้ผู้ฝึกออกแรงต้านไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหว ค้างไว้ 6 วินาที

ขั้นที่ 3 ให้ผู้ฝึกออกแรงยืดเหยียดกล้ามเนื้อให้กับนักกีฬาจนเกิดการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น ในขณะเดียวกันให้นักกีฬาออกแรงกล้ามเนื้อที่อยู่ตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อที่ได้รับการยืดเหยียดจนเกิดการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นอีก แล้วกดค้างไว้ 30 วินาที

การทำงานของกล้ามเนื้อ

การทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ (Lamb, 1984 อ้างถึงในถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2540)

1. การทำงานแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction)
2. การทำงานแบบไอโซโทนิก (Isotonic contraction)
3. การทำงานแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction)
4. การทำงานแบบคอนเซนตริกและเอ็คเซนตริก (Contraction และ Eccentric contraction)

การทำงานแบบไอโซเมตริก (Isometric contraction)

การทำงานของกล้ามเนื้อลายชนิดนี้เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายชนิดที่ไม่มีการเปลี่ยนมุมของข้อต่อที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนไม่มีการเปลี่ยนแปลงของความยาว (หรือถ้าเปลี่ยนก็เปลี่ยนน้อยมาก) ของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายที่หดตัว อย่างไรก็ดีการตึงตัวของกล้ามเนื้อลายจะมากขึ้น

ด้วยเหตุนี้การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายแบบไอโซเมตริกจึงไม่ทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหว ซึ่งผลก็คือ ทำให้ไม่มีงานเกิดขึ้นในแง่ของฟิสิกส์ เนื่องจากไม่มีระยะทางเข้ามาเกี่ยวข้อง ตัวอย่างเช่น การใช้นิ้วมือคีบกระดาษหรือการใช้มือทั้งสองข้างดันกำแพง เป็นต้น ซึ่งในกิจกรรมที่กล่าวมานี้ ไม่มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายหดตัว นอกจากกิจกรรมที่กล่าวมาแล้ว การหดตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายแบบไอโซเมตริกยังจะเกิดขึ้นในช่วงสั้น ๆ ของการเล่นกีฬาบางประเภท เช่น ในระหว่างช่วงต้นของการกระโดดน้ำ หรือในขณะที่นักยิมนาสติกอยู่บนราวคู่ เป็นต้น

การทำงานแบบไอโซโทนิก(Isotonic contraction)

การทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลาย ชนิดนี้เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายชนิดที่มีการเปลี่ยนมุมในข้อต่อที่เกี่ยวข้อง ในลักษณะที่มีน้ำหนักมาตรฐานคงที่เป็นส่วนประกอบ ซึ่งน้ำหนักมาตรฐานคงที่ ได้แก่ น้ำหนักของผู้ฝึก น้ำหนักของดัมเบลล์ และน้ำหนักของบาร์เบลล์ เป็นต้น

คำว่า ไอโซโทนิก หมายถึง การตึงตัวที่เท่ากัน (Equal tension) แต่การตึงตัวที่เท่ากันนี้ไม่ได้หมายความถึงการตึงตัวของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลาย เพราะกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายจะมีการตึงตัวต่างกันที่มุมต่าง ๆ ของข้อต่อซึ่งเคลื่อนไหวตามน้ำหนักภายนอกที่มีค่าคงที่ เพราะฉะนั้นการตึงตัวที่เท่ากันจึงหมายถึง การตึงตัวที่เท่ากันของน้ำหนักภายนอกที่มีค่าคงที่ตลอดมุมข้อต่อที่เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหว ตัวอย่างเช่น ในการยกดัมเบลล์ หนัก 20 ปอนด์ กล้ามเนื้อแขนจะต้องมีการงอซึ่งการงอของแขนนี้จะเพิ่มการตึงตัวที่มุมต่าง ๆ ของข้อต่อ เช่น การตึงตัวของกล้ามเนื้อที่มุมข้อต่อ 170 องศา จะมากกว่าการตึงตัวของกล้ามเนื้อที่มุมข้อต่อ 115 องศา เป็นต้น โดยน้ำหนักของดัมเบลล์จะอยู่ในลักษณะตึงตัวคงที่คือน้ำหนัก 20 ปอนด์ ตลอดการเคลื่อนไหวทุกมุมของข้อต่อ

การหดตัวแบบไอโซโทนิกจะทำให้มีงานเกิดขึ้นในแง่ของฟิสิกส์ ทั้งนี้ เนื่องจากมีระยะทางเข้ามาเกี่ยวข้อง

สูตรในการคำนวณหางานที่เกิดขึ้น เนื่องจากการทำงนของกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายแบบไอโซโทนิก ได้แก่

งาน = แรง X ระยะทาง

ตัวอย่างเช่น ถ้าระยะบาร์เบลล์หนัก 100 ปอนด์ขึ้นจากพื้นในระยะทาง 2 ฟุต งานที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนเท่าไร

สูตร งาน = แรง X ระยะทาง

= 100 ปอนด์ X 2 ฟุต

= 200 ปอนด์ / ฟุต

คำตอบก็คือ งานที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับ 200 ปอนด์ / ฟุต

การหดตัวแบบไอโซคิเนติก (Isokinetic contraction)

คำว่า ไอโซคิเนติก หมายถึง ความเร็วที่เท่ากัน (Equal speed) ฉะนั้น การทำงาน แบบนี้ จึงหมายถึง การที่มุมของข้อต่อเปลี่ยนด้วยอัตราความเร็วคงที่ เช่น 300 องศาต่อหนึ่งวินาที 180 องศาต่อหนึ่งวินาที หรือ 60 องศาต่อหนึ่งวินาที เป็นต้น ซึ่งในการที่จะทำให้ความเร็วคงที่ได้นั้น น้ำหนักของงานหรือแรงต้านทานของการเคลื่อนไหวจะต้องเปลี่ยนที่มุมต่าง ๆ ของข้อต่อซึ่งสามารถที่จะปฏิบัติได้โดยการใช้เครื่องมือที่มีราคาแพงมาก เช่น เครื่องมือที่เรียกว่า ไซเบคซ์ ไดนาโมมิเตอร์ (Cybex dynamometer) หรือเครื่องมืออะไรก็ตามสามารถตั้งความเร็วของการเคลื่อนไหวได้คงที่ตลอดมุมของข้อต่อที่เกี่ยวการเคลื่อนไหวโดยการปรับเพิ่มหรือลดน้ำหนักของงานได้ตลอดมุมต่าง ๆ ของข้อต่อ

การทำงานแบบคอนเซนตริกและเอ็คเซนตริก(Contraction และ Eccentric contraction)

การหดตัวแบบไอโซโทนิกและการหดตัวแบบไอโซคิเนติกอาจจะแบ่งประเภทเป็นการหดตัวแบบคอนเซนตริกหรือเอ็คเซนตริกก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับว่ากล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายหดตัวสั้นลงหรือยาวขึ้นระหว่างการเคลื่อนไหว

ตัวอย่าง ของการหดตัวแบบไอโซโทนิก ได้แก่ การดึงข้อ เป็นต้น ในขณะดึงข้อขึ้นกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายที่ใช้ในการงอข้อศอก ซึ่งได้แก่ กล้ามเนื้อไบเซบส์ งอหดตัวสั้นลงและมุมของข้อศอกจะลงลงจากมุม 180 องศา ไปจนถึงบางทีเป็นมุม 15 องศา เป็นต้น การที่กล้ามเนื้อหดตัวสั้นลงนี้เรียกว่า การหดตัวแบบคอนเซนตริก ในทางตรงข้ามเมื่อปล่อยตัวลงจากการดึงข้อ กล้ามเนื้อที่ช่วยในการงอข้อศอกจะยืดตัวยาวขึ้น การยืดตัวออกของกล้ามเนื้อไบเซบส์นี้จะทำให้มุมของข้อต่อค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งกลับคืนสู่ระดับมุม 180 องศา การที่กล้ามเนื้อยืดตัวยาวขึ้นนี้ เรียกว่า การหดตัวแบบเอ็คเซนตริก

สิ่งที่ควรพิจารณาอีกประการหนึ่งก็คือ ในขณะที่ปล่อยตัวลงจากการดึงข้อดูเหมือนว่าจะมีการยืดตัวออกของกล้ามเนื้อไบเซบส์ทั้งมัด อย่างไร ก็ตามเส้นใยกล้ามเนื้อบางเส้นจะมีการหดตัวสั้นลง เพื่อป้องกันไม่ให้ผู้ฝึกตกลงจากบาร์ที่ใช้ในการดึงข้อทันที การหดตัวสั้นลงของเส้นใยกล้ามเนื้อบางเส้นจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งกล้ามเนื้อลายทั้งมัดยืดตัวยาวเต็มที่

ในกรณีของการหดตัวแบบไอโซคิเนติก การหดตัวแบบคอนเซนตริกเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อหดตัวสั้นลง โดยมุมของข้อต่อเปลี่ยนด้วยอัตราความเร็วคงที่ หลังจากนั้นเส้นใยกล้ามเนื้อที่หดตัวสั้นลงจะถูกยืดออกให้ยาวขึ้น การที่เส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายหยุดการหดตัวเกิดขึ้น เนื่องจากเครื่องมือกลไกที่มีพลังมากกว่าจะค่อย ๆ ห้ามการหดตัวและยืดเส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายให้ยาวขึ้น แลมบ์ (Lamb, 1984 อ้างถึงใน ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2540) ได้ให้ข้อสังเกตว่าการที่เส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายมีลักษณะการยืดตัวออกในขณะกล้ามเนื้อกำลังมีการหดตัวแบบไอโซคิเนติคเกิดขึ้นจากการห้ามการหดตัวจากกระแสประสาทที่เกิดขึ้นจากการตึงตัวอย่างมากของกล้ามเนื้อลายหรือการที่ซาร์โคเมียร์บางหน่วยถูกยืดตัวให้ยาวขึ้นในขณะกล้ามเนื้อลายกำลังพยายามหดตัวสั้น ในช่วงที่เส้นใยกล้ามเนื้อโครงร่างหรือลายยืดตัวยาวออกนี้เรียกว่า การหดตัวแบบเอ็คเซนตริก

สรุป สำหรับการทำงานของกล้ามเนื้อโครงร่างตามลักษณะการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อได้ 3 แบบ กิจกรรมส่วนใหญ่ เช่น การวิ่ง และกระโดด จะครอบคลุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ทั้ง 3 แบบ

(Wilmore and Costill, 1999 อ้างถึงใน ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์, 2540)

1. การหดสั้น (Concentic action) การทำงานแบบหดสั้นเข้าบางทีเรียก "Dynamic action"
2. การทำงานแบบคงความยาวหรือเกร็งกล้ามเนื้อ (Static) กล้ามเนื้อทำงานได้โดยไม่ต้องเคลื่อนไหว
3. การทำงานเหยียดออก (Eccentric) แรงจะเกิดขึ้นเมื่อความยาวเส้นใยยาวออก

วิธีการวัดความอ่อนตัว

เครื่องมือที่นำมาใช้คือโกนิโอมิเตอร์(Goniometer) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดมุมของข้อต่อที่จุดปลายของการเคลื่อนไหวทั้ง 2 ด้านโกนิโอมิเตอร์มีลักษณะคล้ายไม้บรรทัดที่มีแขนซึ่งอาจจะเป็นเหล็ก หรือวัสดุคล้ายแก้ว แขนข้างหนึ่งจะยึดติดกับตำแหน่งศูนย์ของไม้บรรทัด ส่วนอีกข้างหนึ่งจะเคลื่อนที่โดย วิธีการใช้โกโอนิมิเตอร์ทำได้โดยวางจุดศูนย์กลางของเครื่องมือไว้ที่จุดหมุนของข้อต่อ แขนของโกนิโอมิเตอร์จะวางในแนวตามยาวของแกนของส่วนของร่างกายที่เคลื่อนไหวไป มุมของการเคลื่อนไหวหาได้จากความแตกต่างของมุมของข้อต่อ (เป็นองศา) ที่วัดได้ขณะเคลื่อนที่ไปจุดสุด

เครื่องวัดมุมของข้อต่อแบบไฟฟ้า (Electrogoniometer) จะมีเครื่องส่งสัญญาณไฟฟ้าซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับมุมที่เปลี่ยนไปของข้อต่อ สัญญาณที่บันทึกได้จะแสดงรายการบันทึกมุมของข้อต่อตลอดช่วงการเคลื่อนไหวนั้น ๆ

เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้วัดขนาดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ คือ ไลตัน เฟกโซมิเตอร์ (Leighton flexometer) เครื่องมือนี้ประกอบด้วยตุ้มน้ำหนักที่หมุนได้ 360 องศาและตุ้มที่เป็นตัวชี้มุม

ของการเคลื่อนไหวถูกวัดได้โดยการดึงลงตามแรงโน้มถ่วงของตุ้มที่หมุน และตัวชี้ นำเครื่องมือนี้ติดเข้ากับส่วนของร่างกายที่ต้องการวัด และตั้งตุ้มหมุนไว้ที่ศูนย์องศา ที่หลายด้านหนึ่งของจุดที่วัดมุมของการเคลื่อนไหว องศาของความโค้งของการเคลื่อนไหวสามารถอ่านได้โดยตรงจากตุ้มที่หมุน แบบทดสอบต่าง ๆ สามารถที่จะวัดมุมของการเคลื่อนไหวที่บริเวณ ลำคอ ลำตัว หัวไหล่ ข้อศอก ข้อมือ สะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า โดยใช้ไลตัน เฟกโซมิเตอร์ (Leighton; Verduci) แบบทดสอบมุมของการเคลื่อนไหวเหล่านี้มีความเชื่อถือได้สูง 0.09 - 0.99

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งภายในและต่างประเทศ สรุปได้ดังนี้

งานวิจัยในประเทศ

สุรัตน์ เสียงหล่อ (2529) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เมื่อทำการวัดในมุมข้อต่อสะโพกที่ต่างกัน ความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังระหว่างชายกับหญิง โดยทำการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังด้วยเครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง (Back strength dynamometer) ในขนาดของมุมข้อต่อที่สะโพก 90 110 130 150 และ 170 องศา โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒวิทยาเขตพลศึกษา ชาย 20 คน หญิง 20 คน

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังที่ทำการวัด ในขนาดของมุมข้อต่อที่สะโพกที่แตกต่างกัน ผลการวัดจะแตกต่างกันไปด้วยความแข็งแรงสูงสุดของทั้งชายและหญิง เป็นความแข็งแรงที่ได้มากจากการวัดในขนาดมุม 150 องศา และความแข็งแรงของทั้งชาย และหญิงที่รองลงมาจากการวัดในขนาดมุม 170 130 110 90 องศา จะลดลงมาตามลำดับ

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของทั้งชายและหญิง ที่ได้จากการวัดในขนาดของมุม 150 องศา ซึ่งเป็นความแข็งแรงสูงสุดนี้มีความแตกต่างกับความแข็งแรงที่ได้มาจากการวัดในขนาดมุม 110 และ 90 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับความแข็งแรงที่ได้จากการวัดในขนาดของมุม 170 และ 130 องศา

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลังของชายกับหญิง ในทุกขนาดของมุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เสริมวุฒิ ปานมาก (2529) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความแตกต่างของผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่ทำการทดสอบในขนาดมุมของข้อต่อที่เข่าต่างกัน โดยทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในขณะนอนคว่ำงอเข่า 70 90 110 130 องศา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาชายมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒวิทยาเขตพลศึกษา จำนวน 30 คน ซึ่งมีอายุ 20 - 25 ปี โดยสร้างส่วนประกอบเข้ากับเครื่องมือวัดความแข็งแรงของแรงบีบมือ (Grip strength dynamometer) เป็นเครื่องมือในการทดสอบ

ผลการวิจัยพบว่า

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อต่อที่เข่า 130 องศา เป็นความแข็งแรงสูงสุด และความแข็งแรงรองลงมาไปเป็นความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุม 110 90 70 องศา ตามลำดับ

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาได้จากการทดสอบในขนาดมุมของข้อต่อที่เข่า 130 องศา ซึ่งเป็นความแข็งแรงสูงสุดมีความแตกต่างกับความแข็งแรงที่ได้จากการทดสอบในขนาดมุม 110 90 70 องศา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05

เนื่องจากงานวิจัยที่เกี่ยวกับ การวัดมุมของข้อต่อที่มีผลต่อความอ่อนตัว ในประเทศไทยมีน้อยมาก คงมีแต่งานวิจัยในเรื่องอื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เช่น จุมพล ลัมพาภิวัฒน์ สุรัตน์ เสียงหล่อ และเสริมวุฒิ ปานมาก ได้ทำการวิจัยในเรื่องของมุมของข้อศอก ข้อสะโพก และข้อเข่าในการวัดความแข็งแรงในแต่ละส่วนซึ่งก็แสดงให้เห็นว่ามุมของข้อต่อและข้อต่อที่เปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการวัดด้วยเช่นกัน

มนตรี ผดุงรัตน์ (2536) ได้สร้างเครื่องมือวัดความอ่อนตัวของข้อเท้าที่มีความเที่ยงตรงนั้น ผู้วิจัยได้ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 ท่านพิจารณาในด้านเนื้อหาและด้านกลไกการเคลื่อนไหวและหาความตรงตามสภาพโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความอ่อนตัวของเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับคะแนนความอ่อนตัววัดได้จาก เครื่องมือวัดมุมมาตรฐานสากล และใช้การทดสอบซ้ำในการหาความเชื่อมั่นกับนักเรียนชายและนักเรียนหญิงระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 120 คน เป็นนักเรียนชาย 60 คน นักเรียนหญิง 60 คน

ผลการวิจัยพบว่า เครื่องมือวัดความอ่อนตัวของข้อเท้า มีค่าสหสัมพันธ์ความเที่ยงตรงอย่างมีนัยสำคัญมีระดับ .01 โดยนักเรียนชายมีค่าเท่ากับ .80 และ .98 สำหรับนักเรียนหญิง และมีความเชื่อมั่นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 โดยนักเรียนชายมีค่าเท่ากัน

ชุนห์ รุ่นประพันธ์ (2529) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความอ่อนตัวแบบบอลลิสติค ที่มีต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าครอร์ล ระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างเป็นนักกีฬาของสโมสรเขมะอนุสรณ์ อายุไม่เกิน 11 ปี 30 คน จำนวนแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ว่ายน้ำแบบครอร์ลอย่างเดียว และกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำแบบครอร์ลควบคู่กับการฝึก ความอ่อนตัวแบบบอลลิสติค ใช้เวลาในการทดลอง 8

สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน ผลของการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำแบบครอร์ลอย่างเดียวกับกลุ่มที่ฝึกว่ายน้ำแบบครอร์ลควบคู่กับการฝึกความอ่อนตัว แบบบอลลิสติคมีผลต่อความสามารถในการเพิ่มความเร็วในการว่ายน้ำแบบครอร์ลระยะทาง 50 เมตร ไม่แตกต่างกัน และการฝึกทั้งสองวิธีผลทำให้ความเร็วในการว่ายน้ำแบบครอร์ลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชัยรัตน์ ศรีเพ็ชรดี (2531) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกความอ่อนตัวของลำตัวและเปรียบเทียบผลการทดสอบแต่ละครั้ง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมปีที่ 1 ชาย จำนวน 30 คน และหญิง จำนวน 30 คน โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย ทำการฝึกตามโปรแกรมเป็นเวลา 6 สัปดาห์ ผลของการศึกษาพบว่า

1. ผลการทดสอบความอ่อนตัวของลำตัวของกลุ่มตัวอย่างชาย ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3, สัปดาห์ที่ 6, มีค่าเฉลี่ย 10.38 12.72 และ 15.57 ซม. คิดเป็นอัตราค่าเฉลี่ยขึ้นร้อยละ 22.53, 22.40 และ 56.29 ตามลำดับ

2. ผลการทดสอบความอ่อนตัวของลำตัวของกลุ่มหญิง ก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3, สัปดาห์ที่ 6, มีค่าเฉลี่ย 12.54 15.34 18.77 ซม. คิดเป็นอัตราค่าเฉลี่ยขึ้นร้อยละ 20.03, 22.76 และ 50 ตามลำดับ

3. ผลการทดสอบความอ่อนตัวของกลุ่มตัวอย่างก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 3 และสัปดาห์ที่ 6 ในทุกช่วงมีความอ่อนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งชายและหญิง

จินตนา ประเสริฐศรี (2540) มุ่งศึกษาถึงผลการฝึกความอ่อนตัวของข้อต่อสะโพกในนักกีฬายิมนาสติกลีลา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนหญิงที่สมัครเข้าเรียนยิมนาสติกลีลาของโรงเรียนเพชรอุยานาฏลีลา อำเภอบางใหญ่ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 7-9 ปี ทำการฝึกความอ่อนตัว ที่ข้อต่อสะโพก ตามโปรแกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นเวลา 8 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน วันละ 30 นาที และทดสอบมุม การเคลื่อนไหวของข้อต่อสะโพก ด้านหน้า ด้านข้าง และด้านหลังของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก จากนั้น ใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างก่อนและหลังการฝึกโดยใช้สถิติที (t-test dependent) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการวิจัยพบว่า 1. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความอ่อนตัวที่ข้อต่อสะโพกด้านหน้า ก่อนการฝึกเท่ากับ 112.73, 13.40 องศา หลังการฝึกเท่ากับ 123.33 , 15.29 องศา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความอ่อนตัวที่ข้อต่อสะโพกด้านข้าง ก่อนการฝึกเท่ากับ 112.07 , 16.47 องศา หลังการฝึกเท่ากับ 120.63 , 15.85 องศา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความอ่อน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตัวที่ข้อต่อสะโพกด้านหลัง ก่อนการฝึกเท่ากับ 49.50 , 17.02 องศา หลังการฝึกเท่ากับ 56.07 , 16.90 องศา มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กาญจนา กาญจนประดิษฐ์ (2543) ได้ศึกษา และหาค่าความแตกต่างของการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก การฝึกความอ่อนตัว และการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักร่วมกับการฝึกความอ่อนตัวที่มีต่อความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) จากนักศึกษาชายของวิทยาลัยพลศึกษาจังหวัดสุพรรณบุรี ที่ผ่านการเรียนวิชาว่ายน้ำเบื้องต้นแล้ว โดยมีอายุระหว่าง 19-20 ปี จำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 10 คน คือ กลุ่มควบคุมซึ่งจะฝึกโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียว กลุ่มทดลองที่ 1 ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่กับโปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มทดลองที่ 2 ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่กับความอ่อนตัว และกลุ่มทดลองที่ 3 ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่กับโปรแกรมฝึกด้วยน้ำหนักร่วมกับฝึกความอ่อนตัว ตามลำดับ การฝึกของทุกกลุ่มจะใช้เวลา 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way analysis of variance: ANOVA) และทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่โดยใช้วิธีของ Tukey ซึ่งกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย พบว่า ภายหลังการทดลองสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียวกับกลุ่มที่ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่กับการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนักร่วมกับการฝึกความอ่อนตัว มีความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อนำค่าเฉลี่ยของความเร็วในการว่ายน้ำท่าฟร้อนท์ครอว์ล ระยะทาง 50 เมตร ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 4 กลุ่มมาศึกษา พบว่า กลุ่มที่ฝึกด้วยโปรแกรมว่ายน้ำ ควบคู่กับโปรแกรมการฝึกน้ำหนักร่วมกับการฝึกความอ่อนตัว มีค่าเฉลี่ย ของความเร็วในการว่ายน้ำลดลงมากกว่ากลุ่มที่ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่กับการใช้โปรแกรมการฝึกด้วยน้ำหนัก กลุ่มที่ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำควบคู่การฝึกความอ่อนตัว และกลุ่มที่ฝึกโปรแกรมว่ายน้ำอย่างเดียวตามลำดับ จากข้อค้นพบครั้งนี้จะช่วยให้สามารถเลือกโปรแกรมการฝึกว่ายน้ำที่เหมาะสมและจะเป็นการช่วยพัฒนาความสามารถของนักกีฬาว่ายน้ำใน ท่าฟร้อนท์ครอว์ลต่อไป

งานวิจัยต่างประเทศ

ซัสบี้ (Shasby, 1977) ได้ศึกษาของโปรแกรมผลการฝึกยืดกล้ามเนื้อแบบคงที่ (Static stretching program) 8 สัปดาห์ ที่มีต่อความอ่อนตัวของเยาวชน และผู้สูงอายุกลุ่มเยาวชนที่อายุระหว่าง 14-18 ปี จำนวน 29 คน และกลุ่มผู้สูงอายุมีอายุระหว่าง 61-78 ปี จำนวน 32 คน แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ กลุ่มที่ 2 ฝึก 2 วันต่อสัปดาห์ และ กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่ม

ควบคุม (ไม่ฝึกอะไรเลย) ใช้เวลาในการฝึกวันละ 30 นาที ใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ ก่อนและหลังทดลองวัดความอ่อนตัวของไหล่ ลำตัว สะโพก และข้อเท้า ผลของการศึกษาพบว่ากลุ่มเยาวชนและกลุ่มผู้สูงอายุมีความอ่อนตัวเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกันกลุ่มที่ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จะมีผลต่อการเพิ่มความอ่อนตัวดีกว่าการฝึก 2 วันต่อสัปดาห์

เดอร์วรีส์ (Dervries, 1980) ได้ศึกษาการทดลองกลุ่มตัวอย่าง 3 วิธี คือ กลุ่มวิ่งระยะทาง 100 เพียงอย่างเดียว กลุ่มที่ฝึกวิ่ง 100 หลา ควบคู่กับการฝึกความอ่อนตัว และกลุ่มที่ฝึกวิ่ง ระยะทาง 100 หลาควบคู่กับการฝึก ยกน้ำหนัก ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่ฝึกวิ่งระยะทาง 100 หลา ควบคู่กับการฝึกความอ่อนตัว มีความเร็วในการวิ่งดีกว่ากลุ่มที่ฝึกวิ่งระยะทาง 100 หลา เพียงอย่างเดียวนั้นแสดงให้ว่าความอ่อนตัวสามารถเพิ่มช่วงก้าวของการวิ่ง

บลูม (Bloom, 1982) ได้ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบสแตติค และแบบบอลลิสติค ที่มีต่อความอ่อนตัว ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งสมมติฐานไว้ 2 ประการ คือ

1. หลังจากการยืดกล้ามเนื้อแบบสแตติค (Static stretching) และการยืดกล้ามเนื้อแบบบอลลิสติค (Ballisic stretching) เป็นเวลา 14 สัปดาห์ จะมีผลต่อความอ่อนตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. หลังจากการยืดกล้ามเนื้อแบบสแตติคและแบบบอลลิสติค เป็นเวลา 7 สัปดาห์จะสามารถเพิ่มความอ่อนตัวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การทดสอบความอ่อนตัว จะวัดการเอี้ยวคอ งอลำตัว บิดลำตัว แอ่นลำตัว ยืดเหยียดขาไปข้างหน้า และยืดเหยียดขาไปข้างหลัง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นนักศึกษาที่เรียนวิชาพลศึกษาในวิทยาลัยชุมชนนิวเจอร์ซี่ (New Jersey, Community College) ปี ค.ศ. 1980 แบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ฝึกการยืดกล่ามเนื้อแบบสแตติค กลุ่มที่ 2 ฝึกยืดกล้ามเนื้อแบบบอลลิสติค และกลุ่มที่ 3 ไม่ฝึกความอ่อนตัว แต่ละกลุ่มที่จะฝึกเป็นเวลา 16 สัปดาห์ สัปดาห์แรกจะทดสอบก่อนการฝึก สัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 15 ให้ฝึกตามตามรางของแต่ละกลุ่มทดสอบ

ผลการศึกษาพบว่าการฝึกยืดกล้ามเนื้อแบบสแตติค และแบบบอลลิสติคเพิ่มอ่อนตัวได้สูงกว่ากลุ่มควบคุมหลังจากฝึกผ่านไป 7 สัปดาห์ การฝึกยืดกล้ามเนื้อแบบสแตติคเพิ่มความอ่อนตัวสูงกว่าแบบบอลลิสติค หลังการฝึกผ่านไป 14 สัปดาห์ (ระยะทางการเคลื่อนไหวทุกข้อต่อยกเว้น การเอี้ยวคอและการบิดตัว)

จอห์น (John, 1973 อ้างถึงใน จินตนา ประเสริฐศรี, 2541) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายที่มีต่อความอ่อนตัวของข้อเท้า และผลที่มีต่อการเตะเท้าในการว่ายน้ำ 3 แบบ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 38 คน จากโรงเรียนในระดับเตรียมอุดมแห่งรัฐอิลลินนอยด์ ซึ่งเป็นนักว่ายน้ำที่มี

ประสบการณ์ในการแข่งขันว่ายน้ำแล้วอย่างน้อย 1 ปี ทำการฝึกการเตะเท้า 3 แบบ คือนอนคว่ำเตะเท้าแบบสลับขึ้นลง นอนหงายเตะเท้าแบบสลับขึ้นลง การเตะเท้าแบบปลาโลมา ในระยะทางมากกว่า 25 หลา โดยใช้แบบฝึกการยืดกล้ามเนื้อของเท้า ผู้รับการทดลองจะได้รับการทดสอบความอ่อนตัวของข้อเท้า และระยะเวลาของการเตะเท้าเคลื่อนที่ไปข้างหน้าให้ได้ระยะทางมากกว่า 25 หลา ก่อนและหลังฝึกทำการเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในการฝึกกลุ่มทดลองฝึกเตะเท้าควบคู่กับการฝึกยืดกล้ามเนื้อข้อเท้า ส่วนกลุ่มควบคุมการฝึกเตะเท้าในการว่ายน้ำเพียงอย่างเดียว

ผลจากการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองคือกลุ่มที่ฝึกเตะควบคู่กับการฝึกยืดกล้ามเนื้อข้อเท้า มีค่าเฉลี่ยของความยืดหยุ่นของข้อเท้าและแรงขับดันไปข้างหน้าทั้ง 3 แบบ เพิ่มขึ้น กว่ากลุ่มควบคุมซึ่งฝึกการเตะเท้าในการว่ายน้ำอย่างเดียว คือ ทำให้ข้อเท้าซ้ายมีความอ่อนตัวและแรงขับดันไปข้างหน้าเพิ่มสูงขึ้น ส่วนข้อเท้าขวาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการเตะเท้าทั้ง 3 แบบ ดังกล่าว และในการทดลองที่มีการฝึกเตะเท้าในการว่ายน้ำควบคู่กับการฝึกกล้ามเนื้อข้อเท้ามีการพัฒนาความอ่อนตัวของข้อเท้า และความเร็วในการขับดันไปข้างหน้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

งานวิจัยชิ้นนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความอ่อนตัวของข้อเท้าในการว่ายน้ำ ซึ่งในการเตะเท้าในการว่ายน้ำจะต้องอาศัยข้อต่อที่บริเวณข้อเท้าในการยืดและเหยียด ข้อเท้าอันจะส่งผลต่อความเร็วในการว่ายน้ำ

การวิจัยส่วนมากศึกษาเกี่ยวกับสมรรถภาพทางด้านความอ่อนตัวหรือศึกษาผลที่ได้รับจากการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบหลายชนิด และวิธีการฝึกที่แตกต่างกัน แต่ยังมีการวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาสมรรถภาพทางด้านความอ่อนตัวด้วยการยืดเหยียดกล้ามเนื้อแบบพีเอ็นเอฟนั้นค่อนข้างน้อย