บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

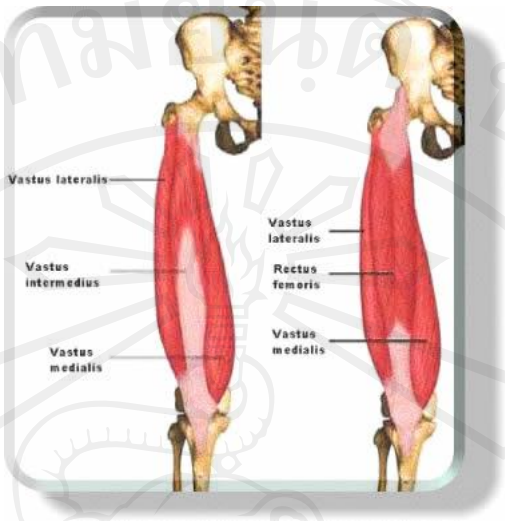
กายวิภาคศาสตร์ของกล้ามเนื้อ Quadriceps (Clem และ Floyd, 2001)

Quadriceps เป็นกล้ามเนื้อที่จำเป็นต่อการกีฬาที่ต้องใช้การกระโดดเกือบทุกชนิด กล้ามเนื้อ Quadriceps มีความจำเป็นในการลดความเร่งของการเคลื่อนไหวเมื่อต้องการเปลี่ยนทิศทาง และป้องกันการล้มขณะทำการลงสู่พื้นดินหลังจากการกระโดด การทำงานในการลดความเร่งสามารถนำมาใช้เมื่อต้องการหยุดการเคลื่อนไหวของร่างกายขณะทำการลงสู่พื้นดินจากการกระโดด การหดตัวของกล้ามเนื้อ Quadriceps ในการหยุดหรือลดความเร่งจะเป็นการหดตัวแบบ Eccentric ซึ่งการหดตัวแบบนี้จะใช้ควบคุมการเคลื่อนไหวที่ช้าในช่วงเริ่มต้นของการเล่นกีฬา

กล้ามเนื้อ Quadriceps เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยกล้ามเนื้อ 4 มัด (รูปที่ 1) คือ

1. Rectus femoris จุดเกาะต้นมี 2 หัว
   - Straight head เกาะจาก Anterior inferior iliac spine ของ Ilium
   - Reflected head เกาะจาก Superior margin ของ Acetabulum
2. กล้ามเนื้อ Vastus lateralis externus มีจุดเกาะต้นที่ Intertrochanteric line, Anterior และ Inferior borders ของ Greater trochanter, Gluteal tuberosity, Upper half ของ Linea aspera และ Entire lateral intermuscular septum
3. กล้ามเนื้อ Vastus intermedius มีจุดเกาะต้นที่ Upper two-thirds ของ Anterior surface ของ Femur
4. กล้ามเนื้อ Vastus medialis internus ซึ่งมีจุดเกาะต้นที่ Whole length ของ Linea Aspera และ Medial condyloid ridge ซึ่ง Tendon ของทุกมัดจะไปรวมกันที่ Patella เป็น Patella tendon ไปเกาะที่ Tuberosity of the tibia หน้าที่ เหยียดเข่า (Knee extension) และกล้ามเนื้อ Rectus femoris ยังช่วยในการงอสะโพก (hip flexion)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 1 แสดงส่วนประกอบของกล้ามเนื้อ Quadriceps
(อ้างอิงจาก www.criticalbench.com/quadricep-...cles.htm)

การยืดกล้ามเนื้อ (Stretching) (Anderson, 1985)

การยืดกล้ามเนื้อเป็นวิธีการทำให้เนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ที่มีพยาธิสภาพอันทำให้หดสั้น (Pathological shortened) ยืดยาวออกและเป็นผลให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหว

1. จุดมุ่งหมายในการยืดกล้ามเนื้อ (Anderson, 1985)

1.1 จุดมุ่งหมายทั่วไปเพื่อคงไว้ซึ่งช่วงการเคลื่อนไหวของข้อต่อ และการเคลื่อนไหวของเนื้อเยื่ออ่อนรอบๆ ข้อต่อ

1.2 จุดมุ่งหมายเฉพาะ

1) ป้องกันการหดสั้นของกล้ามเนื้อ

2) เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นของร่างกายก่อนจะออกกำลังกาย และ เพื่อป้องกันการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อจากการทำกิจกรรมหรือเล่นกีฬา

2. ข้อบ่งชี้ในการยืดกล้ามเนื้อ (Kisner และ Colby, 1985)

2.1 เมื่อช่วงการเคลื่อนไหวถูกจำกัดในการหดรั้ง (Contracture) พังผืด (Adhesion) และ แผลเป็น (Scar) ซึ่งทำให้เกิดการหดสั้นของกล้ามเนื้อและผิวหนัง

2.2 เมื่อเกิดการจำกัดการเคลื่อนไหวนั้นอาจนำไปสู่ความผิดปกติของโครงสร้าง

2.3 เมื่อภาวะหดรั้งของกล้ามเนื้อขัดขวางการทำงานหรือกิจวัตรประจำวันหรือการดูแลของพยาบาลเมื่อมัดกล้ามเนื้อด้านหนึ่งอ่อนแรง และด้านตรงข้ามกล้ามเนื้อที่มีความตึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

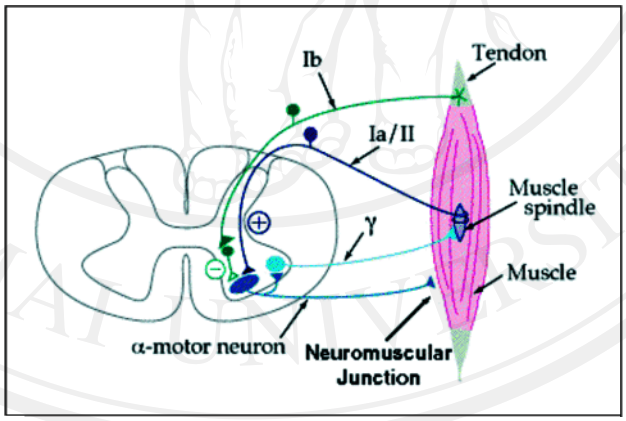
(Tightness) กลุ่มกล้ามเนื้อที่มีความตึงจะถูกทำให้ยืดยาวออกเพื่อกลุ่มกล้ามเนื้อที่อ่อนแรงจะได้สามารถถูกทำให้แข็งแรงขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่มีตัวขัดขวาง

3. ประสาทสรีรวิทยาที่เกี่ยวกับการยืดกล้ามเนื้อ (Alter, 1988 และ McAtee, 1999)

ขณะยืดกล้ามเนื้อจะเกิดการกระตุกที่ 2 บริเวณ คือ Muscle spindles และ Golgi tendon organs (GTO) Muscle spindles จะอยู่ภายใน Intrafusal muscle fibers ซึ่งจะเรียงตัวขนานกับ Extrafusal muscle fiber ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ส่วน GTO จะอยู่บริเวณรอยต่อของกล้ามเนื้อและเอ็น ตอบสนองต่อความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นการยืดกล้ามเนื้อจะไปกระตุ้นอวัยวะทั้งสองทำให้เกิดกลไกขึ้น 3 แบบ

3.1 Stretch reflex

เมื่อใดก็ตามที่กล้ามเนื้อถูกยืดโดยเร็วทันทีแล้วทำให้เกิดการกระตุ้น Muscle spindle ให้ส่งสัญญาณประสาทไปยังไขสันหลังผ่าน Dorsal root ไปยังสมอง (ภาพ 2) หลังจากนั้น ไขสันหลังจะส่งกระแสประสาทกลับมายังกล้ามเนื้อมัดนั้นให้มีการหดตัวซึ่งเป็นกลไกป้องกันอันตรายไม่ให้กล้ามเนื้อได้รับบาดเจ็บจากการยืดกล้ามเนื้อนั่นเอง ดังนั้นควรทำการเคลื่อนไหวช้าๆขณะยืดกล้ามเนื้อ เพื่อให้กล้ามเนื้อสามารถยืดยาวออกให้ได้มากที่สุด และไม่เป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อ



ภาพ 2 แสดงกลไกการทำงานของ Stretch reflex

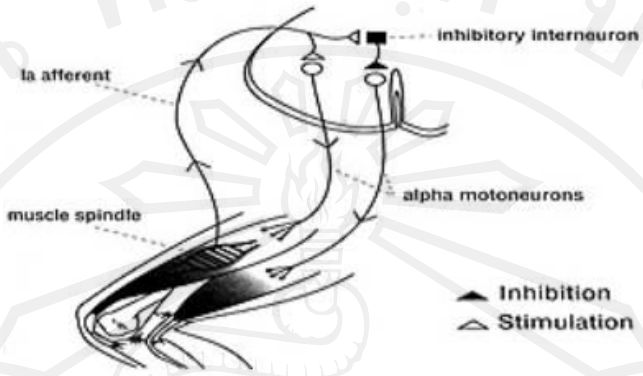
(อ้างอิงจาก www.scielo.br/scielo.php%3Fpid%3..._arttext)

3.2 Reciprocal inhibition

เมื่อกล้ามเนื้อด้านใดด้านหนึ่งเกิดการหดตัว (Agonist) จะเกิดแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อไปกระตุ้น GTO ให้ส่งสัญญาณประสาทไปยับยั้งการกระตุ้นของ Motor neuron ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อมัดตรงข้าม (Antagonistic) ทำให้กล้ามเนื้อมัดที่อยู่ตรงข้ามกับกล้ามเนื้อที่หดตัวนั้นคลายตัวลง (ภาพ 3) การเกิด Reflex นี้ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวต่างๆ ที่เกิดจากการทำงานของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อที่อยู่ตรงข้ามกัน เช่น การงอข้อศอกเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ Biceps และการคลายตัวของกล้ามเนื้อ Triceps



ภาพ 3 แสดงกลไกการทำงานของ Reciprocal Inhibition
(อ้างอิงจาก webpub.allegheny.edu/employee/a/...live.htm)

3.3 Autogenic inhibition

เมื่อมีแรงในการยืดกล้ามเนื้อมากจนเกิดจุดวิกฤต (Critical point) จะเกิด Reflex ขึ้นทันทีซึ่งจะไปยับยั้งกระแสประสาทจาก Anterior motor neurons ที่เลี้ยงกล้ามเนื้อตัวนั้น ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัวแรงตึงที่เกิดจากการยืดจะลดลง กลไกนี้ป้องกันไม่ให้เกิดการฉีกขาดของกล้ามเนื้อและเอ็น แต่กลไกนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อ GTO มีแรงมากพอที่จะเอาชนะกระแสประสาทจาก Muscle spindle ได้ มิเช่นนั้นจะเกิด Stretch reflex แทน

4. ประโยชน์ของการยืดกล้ามเนื้อ (Anderson, 1985)

1. ลดความตึงเครียดของกล้ามเนื้อ ทำให้ร่างกายรู้สึกได้ถึงความผ่อนคลาย ทำให้การเคลื่อนไหวคล่องขึ้น ตลอดจนการประสานงานดีขึ้น
2. เพิ่มพิสัยของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อและความราบเรียบขณะมีการเคลื่อนไหว
3. ป้องกันหรือลดอัตราเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ
4. เป็นการเตรียมหรือเตือนให้กล้ามเนื้ออยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงานหนักหรือรุนแรงต่อไปได้
5. ทำให้สภาวะจิตใจผ่อนคลาย
6. ทำให้มีความสมดุลในการทรงท่า
7. ช่วยให้ระบบการไหลเวียนโลหิตช่วยกระตุ้นการรับรู้ส่วนต่างๆของร่างกาย (Body awareness)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5 . ข้อควรระวังในการยืดกล้ามเนื้อ (Kisner และ Colby, 1985)

1. การยืดเกินช่วงการเคลื่อนไหวปกติ

2. ภายหลังการติดใหม่ของกระดูกที่หัก

3. หลีกเลี่ยงการยืดที่รุนแรงหรือมากเกินไป

4. ผู้ป่วยที่มีภาวะกระดูกบาง (Osteoporosis) อันเนื่องมาจากภาวะนอนนานหรือเป็นผู้สูงอายุ หรือมีการใช้ยาประเภทสเตอรอยด์ (Steroid) เป็นเวลานานๆ

5. ถ้าผู้ป่วยเจ็บในข้อต่อและกล้ามเนื้อนานกว่า 24 ชม หลังยืดกล้ามเนื้อแสดงว่าใช้แรงมากเกินไป

6. หลีกเลี่ยงการยืดกล้ามเนื้อในเนื้อเยื่อที่มีภาวะบวม เพราะจะทำให้เกิดการบาดเจ็บต่อเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้นได้

7. หลีกเลี่ยงการยืดที่มากเกินไปในกล้ามเนื้อที่อ่อนแรง โดยเฉพาะกล้ามเนื้อที่ทำให้เกิดความมั่นคงของโครงสร้างร่างกาย

6. ข้อห้ามในการยืดกล้ามเนื้อ (Kisner และ Colby, 1985)

1. มีการขัดขวางช่วงการเคลื่อนไหวที่มีสาเหตุมาจากส่วนของกระดูก (Bone block) ภายหลังกระดูกหักใหม่ๆ

2. มีอาการปวดอย่างเฉียบพลัน (Acute pain) ขณะมีการเคลื่อนไหวข้อต่อหรือกล้ามเนื้อถูกยืดออก

3. มีการอักเสบอย่างเฉียบพลัน (Acute inflammation) หรือมีการติดเชื้อ (infection) รอบๆ ข้อต่อ

4. เมื่อมีเลือดออก (Hematoma) หรือเกิดการบาดเจ็บของเนื้อเยื่อ (Tissue trauma)

5. เมื่อเนื้อเยื่อที่เกิดการหดค้างของกล้ามเนื้อนั้นเป็นตัวช่วยในการทำกิจกรรม หรือกิจวัตรประจำวัน โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่เป็นอัมพาต (Paralysis) หรือมีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้ออย่างมาก (Severe muscle weakness)

7. หลักการยืดกล้ามเนื้อ (Kisner และ Colby, 1985)

1. ควรทำการยืดกล้ามเนื้อโดยมีการเพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวช้าๆจนถึงจุดที่รู้สึกว่าตึงหรือจุดสุดท้ายของช่วงการเคลื่อนไหวเท่านั้น แต่ไม่ควรทำการยืดจนถึงจุดที่รู้สึกเจ็บ

2. ทำการยืดค้างไว้เป็นเวลาประมาณ 15-30 วินาที โดยไม่มีการขย่มหรือโยกตัวแรงๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ควรมีการผ่อนคลายขณะทำการยืดค้างไว้ มีการหายใจช้าๆ เป็นจังหวะ และไม่ควรกลั้นหายใจ ควรมีการเว้นช่วงเวลาขณะทำการยืดกล้ามเนื้อในแต่ละครั้ง เป็นเวลาประมาณ 10 วินาที เพื่อให้กล้ามเนื้อที่ถูกยืดเกิดการผ่อนคลาย

เทคนิคการยืดกล้ามเนื้อแบบ Proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) (Baechle และ Earle, 2000)

เป็นเทคนิคการยืดกล้ามเนื้อที่ได้รับการพัฒนาเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมการฟื้นฟูรักษาทางระบบประสาทและโครงร่างกล้ามเนื้อ เพื่อให้กล้ามเนื้อเกิดการผ่อนคลาย และเป็นการเพิ่มความตึงตัวและเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้เทคนิคนี้ถูกนำมาใช้ในการกีฬาเพื่อช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ PNF เป็นเทคนิคที่จะต้องมีผู้ที่กระทำการยืดคอยทำการยืดให้ โดยในการยืดด้วยเทคนิคนี้ประกอบไปด้วยการเคลื่อนไหวทั้งแบบที่มีผู้กระทำให้ (Passive movement) และแบบกระทำเอง (Active movement) โดยมีการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งแบบ Concentric และ Isometric เทคนิคการยืดแบบ PNF อาจเป็นเทคนิคขั้นสูงกว่าเทคนิคการยืดแบบอื่นๆ เพราะมีรูปแบบในการเร่งเร้าให้เกิดการยับยั้งการทำงานของกล้ามเนื้อที่ต้องการยืด อย่างไรก็ตามเทคนิคการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF ก็ยังไม่เป็นที่นิยมใช้กันมากนักเนื่องจากต้องอาศัยผู้ช่วยเหลือในการยืดที่มีประสบการณ์เพียงพอ

เทคนิค Hold-relax with agonist contraction

เทคนิคนี้แบ่งการยืดออกเป็น 3 ช่วง โดยเริ่มต้นด้วยวิธีการยืดแบบเดียวกับเทคนิค Hold-relax ในช่วง 2 แรก คือ ทำการ Passive ไปจนถึงจุดที่เริ่มรู้สึกไม่สบายค้างไว้ 10 วินาที จากนั้นผู้ทำการยืดจะต้องเพิ่มแรงร่วมกับการยืดและออกคำสั่งให้ผู้ถูกยืดออกแรงเกร็งต้านไว้ ซึ่งก็จะเป็นลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบ เกร็งอยู่กับที่ไอโซเมตริก (Isometric contraction) โดยกระทำไว้นาน 6 วินาที จากนั้นในช่วงที่ 3 ผู้ยืดจะทำการ Passive ต่อไป โดยที่ผู้ถูกยืดผ่อนคลายและผู้ยืดทำการ Passive ต่อไปจนถึงจุดที่ไม่สบายจุดใหม่ ร่วมกับการที่ผู้ถูกยืดทำการหดตัวของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นเข้าคอนเซนตริก (Concentric contraction) ของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อที่ทำการยืด เช่น ในการยืดกล้ามเนื้อ Hamstring ก็จะต้องทำ Concentric contraction ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ซึ่งในการยืดครั้งนี้จะต้องยืดค้างไว้ 30 วินาที โดยในการยืดด้วยเทคนิคนี้อาศัยกลไก Reciprocal inhibition ของกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับกล้ามเนื้อที่ทำการยืด และกลไก Autoginic inhibition ของกล้ามเนื้อที่ทำการยืด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (Static stretching) (Alter, 1988)

การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (Static stretching) จะใช้ในการยืดกล้ามเนื้อในขณะที่ร่างกายอยู่ในช่วงพักประกอบด้วยเทคนิคต่างๆซึ่งการยืดจะเป็นลักษณะการค่อยๆยืดกล้ามเนื้อเพื่อให้ไปจนถึงตำแหน่งที่กล้ามเนื้อมีการยืดออกไปจนถึงจุดที่รู้สึกไม่สบาย และจะต้องยืดค้างไว้ ณ ตำแหน่งนั้นเป็นเวลา 30 วินาทีหรือสามารถยืดค้างไว้ได้นานถึงสองนาที ซึ่งระยะเวลาการยืดค้าง 30 วินาทีเป็นระยะเวลาขั้นต่ำเพื่อให้ได้รับประโยชน์จากการยืด ในขณะที่ระยะเวลาการยืดสองนาทีจะเป็นเวลาสูงสุดที่สามารถทำได้ ถ้าหากตำแหน่งที่ทำการยืดสามารถจะทำค้างได้นานกว่าสองนาที ควรจะทำการยืดต่อออกไป หลังจากช่วงเวลาที่ยืดค้างนี้ ผู้ถูกยืดอาจรู้สึกไม่สบายเล็กน้อย หรือมีความรู้สึกอุ่นๆในกล้ามเนื้อ การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้เกี่ยวข้องกับตัวรับแรงตึงที่เฉพาะเจาะจงในกล้ามเนื้อ เมื่อทำอย่างถูกต้อง การยืดจะลดความไวของตัวรับความตึงได้เล็กน้อย ซึ่งจะช่วยให้กล้ามเนื้อผ่อนคลายและจะยืดยาวได้มากขึ้น

การวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อ (Range of motion measurement) (Clarkson, 2000)

การวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ เป็นวิธีการพื้นฐานในการตรวจประเมินปัญหาด้านการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย มีประโยชน์ทั้งในแง่ของการวินิจฉัยและการกำหนดวัตถุประสงค์การรักษา (Treatment goal) ทั้งยังสามารถใช้ในการประเมินความก้าวหน้า (Progression) ของการรักษาอีกด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดมุมการเคลื่อนไหวของข้อมีหลายแบบ ตั้งแต่แบบสลับซับซ้อนมากในห้องปฏิบัติการ ซึ่งต้องการความละเอียดอ่อนมาก ถึงแบบที่เรียบง่ายเพื่อใช้ในทางคลินิก เช่น เครื่องวัดมุมแบบสากล (Universal goniometer) เครื่องวัดมุมแบบไฟฟ้า (Electrogoniometer) เครื่องวัดมุมแบบศูนย์ถ่วง (Gravitational goniometer) เป็นต้น

1. เครื่องวัดมุมแบบสากล (Universal goniometer)

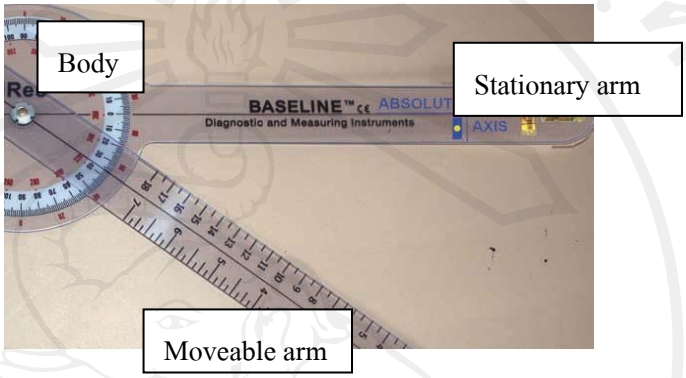
เป็นเครื่องมือวัดมุมที่นิยมใช้มากในทางคลินิกเพราะเป็นเครื่องมือที่ใช้ง่าย สะดวกและมีความน่าเชื่อถือสูง มีการผลิตออกมาหลากหลายและมากขนาด ซึ่งลักษณะของเครื่องมือประกอบด้วย แผ่นที่ใช้อ่านค่ามุม แกนอยู่กับที่และแกนหมุน (ภาพ 4)

- แผ่นที่ใช้อ่านค่ามุม (Body) มีสเกลแสดงค่ามุมตั้งแต่ 0-180 องศา ซึ่งจุดนี้เสมือนเป็นจุดหมุน (Axis) ของการเคลื่อนไหว

- แกนอยู่กับที่ (Stationary arm) เป็นแขนของ Goniometer ที่ติดกับส่วนที่ใช้อ่านค่ามุมไม่มีการเคลื่อนไหวขณะวัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- แกนหมุน (Moveable arm) เป็นแขนของ Goniometer อีกข้างหนึ่งที่สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระไปตามแนวของส่วนร่างกายที่เราต้องการวัด วัสดุที่ใช้อาจเป็นโลหะหรือพลาสติกก็ได้



ภาพ 4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องวัดมุมแบบสากล
(อ้างอิงจาก prohealthcareproducts.com/index/...ers_id/3)

2. หลักการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของเครื่องวัดมุมแบบสากล (Bohannon, 1987)

2.1 การพิจารณาท่าเริ่มต้น (Starting position หรือ zero position)

หมายถึงท่าทางของร่างกายที่ถือว่าข้อต่ออยู่ในลักษณะที่ไม่มีการเคลื่อนไหว หรือมีค่ามุม 0 องศา โดยจะถือท่าทางกายวิภาค (Anatomical position) เป็นท่าเริ่มต้น

2.2 การกำหนดจุดหมุนของข้อต่อ (Axis of joint หรือ axis of motion)

ตามปกติจุดหมุนของการเคลื่อนไหว (Axis of motion) ของข้อใดข้อหนึ่งมักจะไม่อยู่นิ่งกับที่ แต่จะเคลื่อนไปในขณะที่เกิดการเคลื่อนไหว ดังนั้นการวางตำแหน่งของเครื่องวัดมุมให้ตรงจุดหมุนของข้อต่อ (Axis of joint) ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวจึงทำได้ยาก นอกจากนี้การพยายามเคลื่อนจุดหมุนของเครื่องมือให้ตรงกับจุดหมุนของข้อต่อ มักทำให้เกิดความผิดพลาดได้มากขึ้นดังนั้นในการวัดจึงควรวางแกนให้อยู่กับที่และแกนที่หมุนเคลื่อนไปให้อยู่ใกล้และขนานกับส่วนของร่างกายให้มากที่สุด

2.3 การพิจารณาท่าสิ้นสุด (Final position)

หมายถึงท่าสุดท้ายของการเคลื่อนไหว ในภาวะปกติมักจะเคลื่อนไหวจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว (Full range of motion) ในภาวะที่มีพยาธิสภาพ เช่น มีการยึดติดของข้อต่อ (Joint stiffness) อาการปวด (Pain) จะทำให้การเคลื่อนไหวถูกจำกัด (Limit range of motion) การวัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จะกระทำถึงจุดจำกัดของการเคลื่อนไหวนั้น พร้อมทั้งบันทึกสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถทำการเคลื่อนไหวได้ตามปกติ

3. ข้อควรปฏิบัติในการวัดช่วงการเคลื่อนไหว

1. จัดให้ผู้ถูกวัดอยู่ในท่าทางที่ดี (Good body alignment) ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว
2. อธิบายให้ผู้ถูกวัดทราบถึงลักษณะการเคลื่อนไหวที่ผู้วัดต้องการ ได้แก่ ให้ผู้ถูกวัดเลื่อนไหวเอง (Active range of motion: AROM) หรือผู้วัดจะเคลื่อนไหวให้ (Passive range of motion: PROM) โดยพยายามไม่ให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ไม่ต้องการ (Compensatory movement) ซึ่งจะทำให้ค่าที่วัดได้ผิดพลาด
3. ในขณะที่ทำการวัด ไม่ควรให้ส่วนต่างๆ ของเครื่องวัดมุมสัมผัสกับผิวผู้ป่วย เพราะอาจทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้ดีเท่าที่ควร
4. เริ่มวัดจากท่า 0 องศา หรือค่าที่ใกล้ 0 องศามากที่สุด จนถึงท่าที่ผู้ถูกวัดเคลื่อนไหวได้มากที่สุด
5. การเข้าวัดมุมควรวางเครื่องวัดมุมทางด้านข้าง (Lateral) หรือด้านหลังของผู้ถูกวัด ยกเว้นในบางข้อต่อที่จำเป็นต้องวางเครื่องวัดมุมทางด้านใน (Medial) ของร่างกาย
6. การอ่านค่ามุมควรให้เครื่องวัดมุมอยู่ในระดับสายตา
7. บันทึกผลที่ได้ว่าเป็นค่ามุมการวัดแบบใด เช่น Active range of motion (AROM) หรือ Passive range of motion (PROM)
8. ควรวัดในท่าที่เกิดความเจ็บปวดเป็นท่าสุดท้าย และสังเกตว่าเกิดขึ้นในช่วงใด

4. ปัจจัยที่อาจมีผลต่อช่วงการเคลื่อนไหว

1. เพศ เพศหญิงจะมีช่วงการเคลื่อนไหวมากกว่าเพศชาย
2. อายุที่มากขึ้นจะทำให้ช่วงการเคลื่อนไหวลดลง
3. ลักษณะของอาชีพหรือกิจกรรมที่กระทำเป็นประจำ

5. การจำกัดช่วงการเคลื่อนไหว

การที่ข้อต่อไม่สามารถเคลื่อนไหวได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหว อาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ ดังนี้

1. กำลังของกล้ามเนื้อรอบข้อต่อ
2. การยึดติดภายในข้อต่อหรือเนื้อเยื่อที่อยู่รอบข้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3. ความเจ็บปวด (Pain)

4. อาการเกร็งของกล้ามเนื้อ (Spasm และ spasticity)

6. ลักษณะการวัดในทางคลินิก มี 2 แบบ

1. ผู้ถูกวัดเคลื่อนไหวเอง (Active range of motion : AROM)

2. ผู้วัดเคลื่อนไหวให้ (Passive range of motion : PROM) โดยการวัดแบบนี้สิ่งสำคัญ คือ End feel ของผู้ทำการวัด

End feel เป็นความรู้สึกของผู้วัด ขณะทำการเคลื่อนไหว ให้ผู้ถูกวัด (PROM) เคลื่อนไหว ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหว (End range of motion) โดยผู้วัดควรสังเกตถึง End feel ของการเคลื่อนไหวในแต่ละท่า Normal end feel อาจแบ่งออกเป็นดังนี้

1. Bone to bone เป็น Hard end feel คือ ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหวจะรู้สึกว่าข้อต่อไม่สามารถเคลื่อนต่อไปได้ เนื่องจากส่วนกระดูกชนกับกระดูก เช่น End feel ของ Elbow extension

2. Soft tissue apposition เป็น Soft end feel ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหวจะรู้สึกว่าข้อต่อไม่สามารถเคลื่อนต่อไปได้ เนื่องจากส่วนของเนื้อเยื่อหรือกล้ามเนื้อชนกัน เช่น End feel ของ Elbow flexion และ Knee flexion แต่ในบางครั้งคนที่ผอมอาจให้ End feel เป็นแบบ Bone to bone ได้

3. Tissue stretch เป็น Firm end feel ส่วนใหญ่ของการเคลื่อนไหวในท่าต่างๆ เช่น End feel ของ External rotation of shoulder, Extension of knee

การวัดช่วงการเคลื่อนไหวของข้อเข่า (Reese และ Bandy, 2002)

1. กายวิภาคศาสตร์และลักษณะการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นของข้อเข่า

ข้อเข่าประกอบไปด้วยจุดเชื่อมต่อ 3 จุด ภายในเยื่อหุ้มข้อ (Joint capsule) เดียวกัน จุดเชื่อมต่อจุดแรกอยู่ระหว่าง ส่วนเว้าของ Femoral condyle ของกระดูกต้นขา (Femur) และ Tibial condyle ของกระดูกหน้าแข้ง (Tibia) เรียกว่า Tibiofemoral joint และอีกจุดหนึ่งที่ระหว่างหมอนรองข้อเข่า (Meniscus) และจุดที่สามอยู่ระหว่างกระดูกสะบ้า (patella) กับผิวส่วนหน้าของปลายกระดูกต้นขา (Femur) เรียกว่า Patellofemoral joint เพราะฉะนั้นจึงทำให้ข้อเข่าประกอบไปด้วยข้อต่อย่อย 2 ข้อต่อด้วยกัน คือ Tibiofemoral joint และ Patellofemoral joint ซึ่งในการวัดช่วงการเคลื่อนไหว (Range of motion) ของข้อเข่า จะทำการวัดที่ข้อต่อ Tibiofemoral joint

การเคลื่อนไหวของข้อเข่าประกอบไปด้วยการงอ (Flexion) การเหยียด (Extension) ซึ่งเกิดขึ้นที่ Femoral condyle นอกจากนี้ยังมีการหมุน (Rotation) ที่บริเวณปุ่มกระดูก Intercondylar

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ด้านใน (Medial intercondylar tubercle) ของกระดูก Tibia การหมุนของข้อเข้านี้จะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติในขณะที่มีการงอและเหยียดเข่า เนื่องมาจากกลไกที่เรียกว่า Locking mechanism ของข้อเข่า การออกแรงให้เกิดการหมุนของ
ข่อเข้าจะเกิดขึ้นได้ขณะที่มีการงอเข่าเท่านั้น แต่จะไม่สามารถออกแรงเคลื่อนไหวให้เกิดการหมุนในขณะที่เข่าอยู่ในท่าเหยียดเต็มที่ (Fully extend)

2. การจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อเข่า

การงอเข่าจะถูกจำกัดโดยเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ที่อยู่ระหว่างต้นขาด้านหลังและน่องในกรณีที่สะโพกอยู่ในท่างอในบางช่วง และอาจถูกจำกัดการเคลื่อนไหวได้ในกรณีที่สะโพกอยู่ในท่าเหยียดจากแรงดึงของกล้ามเนื้อ Rectus femoris ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทอดผ่านทางด้านหน้าของทั้งข้อสะโพกและข้อเข่า การจัดท่าทางของผู้ถูกวัดในการวัดช่วงการเคลื่อนไหวของการงอเข่าจึงควรเป็นท่านอนหงายและงอสะโพกเพื่อป้องกันการจำกัดการเคลื่อนไหวจากสาเหตุดังกล่าวในขณะที่สะโพกเหยียดโครงสร้างของเยื่อหุ้มข้อและเอ็นรอบๆข้อต่อ (Capsular/ligamentous) จะจำกัดการเคลื่อนไหวของการเหยียดเข่า และเมื่อสะโพกงอก็จะทำให้การเหยียดเข่าถูกจำกัดการเคลื่อนไหวจากแรงดึงของกล้ามเนื้อ Hamstring ดังนั้น การงอเข่าเมื่อสะโพกงอจึงมีความรู้สึกในท่าสิ้นสุด(Normal end feels) ที่อ่อนนุ่ม จากการจำกัดของเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) และมีความรู้สึกในท่าสิ้นสุดที่แข็ง เมื่อสะโพกเหยียด จากการจำกัดของกล้ามเนื้อ ส่วนการเหยียดเข่าเมื่อสะโพกเหยียดจะมี ความรู้สึกในท่าสิ้นสุด จากการจำกัดของเยื่อหุ้มข้อและเอ็นรอบๆข้อต่อ และมี ความรู้สึกในท่าสิ้นสุดที่แข็ง เมื่อสะโพกงอ จากการจำกัดของกล้ามเนื้อ

เวลาการตอบสนอง (Response time) (Schmidt, 1991)

Response time คือ ช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มมีสิ่งเร้ามากระตุ้น จนกระทั่งการเคลื่อนไหวเพื่อตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นนั้นสิ้นสุดลง หรือ Response time = Reaction time + Movement time

Reaction time คือระยะเวลาตั้งแต่มีสิ่งมากระตุ้นจนถึงร่างกายเริ่มมีการตองสนองกลับต่อสิ่งกระตุ้นนั้นคือกล้ามเนื้อมีการหดตัว

Movement time คือ ระยะเวลาที่ร่างกายเริ่มมีการเคลื่อนไหวเพื่อตอบสนองต่อสิ่งที่มากระตุ้นจนถึงการเคลื่อนไหวสิ้นสุดลง

1. Reaction time สามารถแบ่งตามช่วงระยะเวลาได้ 2 ประเภทคือ

1.1 Central reaction time หรือ Premotor time คือช่วงเวลาที่ร่างกายได้รับสิ่งกระตุ้นจนเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของกระแสประสาท แต่ยังไม่มีการเคลื่อนไหว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.2 Peripheral reaction time หรือ Motor time คือช่วงเวลาที่กล้ามเนื้อมีการทำงานเพิ่มมากขึ้นจนเริ่มมีการเคลื่อนไหวของร่างกาย

2. ขั้นตอนการประมวลผลของ Reaction time

1. การจำแนกชนิดตัวกระตุ้น (Stimulus identification)
2. การเลือกการตอบสนองต่อตัวกระตุ้น (Response selection)
3. การวางแผนการตอบสนองต่อตัวกระตุ้น (Response programming)

3. ชนิดของการทดสอบ Reaction time

1. Simple reaction time คือการทดสอบแบบมีสิ่งกระตุ้นเพียงสิ่งเดียว และมีการตอบสนองกลับต่อตัวกระตุ้นนั้น

2. Choice reaction time คือการทดสอบที่มีตัวกระตุ้นหลายชนิด และจะต้องเลือกการตอบสนองให้สัมพันธ์กับตัวกระตุ้นนั้นๆ

3. Recognition reaction time คือการทดสอบที่มีการกระตุ้นหลายชนิด แต่จะมีการกำหนดการตอบสนองเพียงตัวเดียวเท่านั้น

เมื่อนำการตอบสนอง Reaction time ทั้ง 3 ชนิดมาเปรียบเทียบกันพบว่า ระยะเวลาเรียงลำดับน้อยไปมาก มีค่าดังนี้ Simple reaction time, Recognition reaction time และ Choice reaction time ตามลำดับ

4. ปัจจัยที่มีผลต่อ Reaction time (Kokinski, 2003)

1. รูปแบบของตัวกระตุ้น (Stimulus modality)

ตัวกระตุ้นแต่ละชนิดสามารถกระตุ้นให้มีการตอบสนองด้วยความเร็วที่แตกต่างกัน โดยเรียงลำดับค่า Reaction time จากระยะเวลาน้อยไปมาก ดังนี้ เสียง สัมผัส การมองเห็น ความเจ็บปวด และการรับกลิ่น

2. ความเข้มของตัวกระตุ้น (Stimulus intensity)

ระดับตัวกระตุ้นที่มีความเข้มต่ำๆ จะส่งผลให้ค่า Reaction time ยาวนานขึ้น แต่เมื่อความเข้มเพิ่มขึ้นจนถึงระดับหนึ่งการตอบสนองจะคงที่

3. ความตื่นตัว (Arousal)

Reaction time จะเร็วที่สุดเมื่อระดับ Arousal อยู่ในระดับปานกลาง แต่ถ้ามี Arousal ที่มากหรือน้อยเกินไปจะทำให้ค่า Reaction time เพิ่มมากขึ้น

4. อายุ (Age)

ค่า Reaction time จะมีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่ออายุมากขึ้น โดยในช่วงอายุ 19-25 ปี จะมีค่า Reaction time เร็วที่สุด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

5. เพศ (Gender)

เพศชายมีค่า Reaction time น้อยกว่าเพศหญิง แต่ระยะเวลาในการหดตัวของกล้ามเนื้อทั้งชายและหญิงเท่ากัน

6. สิ่งรบกวน (Distraction)

ในสภาวะที่มีสิ่งรบกวนจะส่งผลให้ค่า Reaction time เพิ่มมากขึ้น

7. ความแรงของตัวกระตุ้น (Stimulus intensity)

ความแตกต่างของความแรงของตัวกระตุ้นมีผลต่อค่า Reaction time จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่า Reaction time มีค่าเร็วขึ้นเมื่อตัวกระตุ้นมีความแรงมากขึ้น

8. สัญญาณเตือนล่วงหน้า (Warning of impending stimuli)

การมีสัญญาณเตือนล่วงหน้าทีจะมีตัวกระตุ้นจะทำให้ค่า Reaction time เร็วขึ้น สามารถอธิบายได้โดยความคาดหมายต่อเหตุการณ์ที่กำลังจะเกิดขึ้นจะเพิ่มระดับความเตรียมพร้อมที่จะตอบสนอง และระดับ Threshold ที่จะตอบสนองต่อตัวกระตุ้นลดลง มีผลทำให้ค่า Reaction time ลดลง ระดับของการเตรียมพร้อมที่จะเพิ่มขึ้นจะทำให้มีการกระตุ้นเซลล์ประสาทที่เหมาะสมและเพิ่มระดับความตื่นตัวและความตั้งใจ

9. การออกกำลังกาย (Exercise)

ผลของการออกกำลังกายต่อค่า Reaction time นั้น จากการศึกษาที่ผ่านมายังสรุปได้ไม่แน่ชัด แต่โดยส่วนใหญ่พบว่ามีผลทำให้ค่า Reaction time เร็วขึ้น

10. แอลกอฮอล์

ระดับของแอลกอฮอล์ในกระแสเลือดที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลทำให้ค่า Reaction time มีแนวโน้มที่จะยาวนานขึ้นด้วย

11. การฝึกฝนและความผิดพลาด (Practice และ error)

Sanders พบว่าเมื่อให้ผู้ร่วมการทดลองทำการทดลองเป็นครั้งแรก ค่า Reaction time ที่ได้จะช้ากว่าเมื่อเทียบกับการที่ได้มีการฝึกฝนอย่างเพียงพอ และถ้าผู้ร่วมการทดลองมีการทดลองผิดพลาดเช่น การกดแป้นคอมพิวเตอร์ก่อนที่จะมีสิ่งเร้ามากระตุ้น ค่า Reaction time ที่ได้ในการทดลองครั้งต่อไปจะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นเพราะผู้ร่วมการทดลองจะมีความระมัดระวังในการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นเพื่อป้องกันความผิดพลาด

12. ผลการเรียนรู้ (Learning effects)

Reaction time จะมีค่าลดลงถ้าผู้ร่วมการทดลองรู้ว่าต้องตอบสนองกลับต่อตัวกระตุ้นในลักษณะใด ก็จะสามารถเลือกตอบสนองกลับได้ทันทีเมื่อมีตัวกระตุ้นปรากฏขึ้น แต่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ค่า Reaction time จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อผู้ร่วมการทดลองต้องเลือกรูปแบบของการตอบสนองกลับจากหลายๆ รูปแบบ

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscle Strength) (พีระพงศ์, 2532)

หมายถึง ความสามารถของกล้ามเนื้อที่จะออกแรงให้มากที่สุดในการหดตัวแต่ละครั้ง ซึ่ง มี 2 ลักษณะ คือ

1. แบบไอโซเมตริก (Isometric) เป็นการออกแรงกระทำต่อวัตถุที่อยู่กับที่ โดยการเกร็งกล้ามเนื้อ ความยาวของกล้ามเนื้อคงที่

2. แบบไอโซโทนิก (Isotonic) เป็นการออกแรงกระทำต่อวัตถุหรือสิ่งต้านทานที่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยที่กล้ามเนื้อมีการหดสั้นและเหยียดออก

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1. ปัจจัยทางกายวิภาคศาสตร์และสรีรวิทยา (Anatomical และ physiological factors)

1.1 พื้นที่หน้าตัดของใยกล้ามเนื้อ (Cross sectional area of muscle fiber) กล้ามเนื้อที่ประกอบไปด้วยใยกล้ามเนื้อขนาดใหญ่จำนวนมากย่อมมีความแข็งแรงที่ดี

1.2 โครงสร้างของกล้ามเนื้อรอบๆ ข้อต่อ (Structure of muscle and joint)

1.3 ความสามารถในการระดมของหน่วยยนต์ (Motor unit recruitment) ของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อที่ได้รับการฝึกบ่อยๆ จะทำให้มีความสามารถในการระดมหน่วยยนต์ดีขึ้น

1.4 ชนิดของการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Type of muscle contraction) การหดตัวแบบ แบบไอโซเมตริก (Isometric) จะให้แรงหดตัวที่มากกว่าแบบไอโซโทนิก (Isotonic)

2. ปัจจัยทางด้านกลศาสตร์ (Mechanical factors)

2.1 ความเร็วในการหดตัว (Speed of contraction) การหดตัวที่เร็วจะทำให้ได้ความแข็งแรงที่น้อยกว่าการหดตัวแบบช้าๆ

2.2 ความยาวของคาน (Lever)

3. ปัจจัยด้านรูปร่างลักษณะของกล้ามเนื้อ (Architectural factors)

3.1 จำนวนของซาโคเมียร์ (Sarcomeres) การมีจำนวนซาโคเมียร์ในแนวตั้งที่มากจะทำให้ความแข็งแรงดีขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 การเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (Pinnation) เช่น กล้ามเนื้อที่มีการเรียงตัวของใยกล้ามเนื้อขนานกันจะมีความสามารถในการหดตัวน้อยกว่ากล้ามเนื้อที่มีการเรียงตัวของใยแบบขนนก

4. ปัจจัยอื่นๆ

4.1 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำจนเกินไปอาจเป็นอุปสรรคต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิร่างกายปกติเล็กน้อยจะช่วยให้กล้ามเนื้อหดตัวได้แรงและเร็วขึ้น

4.2 ปริมาณสารอาหารที่เก็บสะสมในร่างกาย หากปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อลดลงก็จะทำให้การหดตัวของกล้ามเนื้อลดลง

4.3 อายุ (Age) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ ช่วงอายุ 20-30 ปี เป็นช่วงที่มีความแข็งแรงสูงสุด หลังจากนั้นความแข็งแรงก็จะเริ่มลดลง เมื่อถึงวัย 60-65 ปี ความแข็งแรงจะลดลงเหลือประมาณ 20 % ของความแข็งแรงในช่วงอายุ 20-30 ปี

4.4 เพศ (Gender) พัฒนาการด้านความแข็งแรงในตัวเด็กชายจะมีมากกว่าในเด็กหญิงเมื่อเข้าสู่วัยรุ่นเนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมน Testosterone โดยเพศชายจะมีการพัฒนาขนาดกล้ามเนื้อและความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความแข็งแรงจะเพิ่มขึ้นถึง 4 ใน 5 ส่วน

ลำดับการทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Sequence of tests) (Baechle และ Earle, 2000)

ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์การออกกำลังกายสามารถช่วยในการกำหนดลำดับในการทดสอบและระยะพักระหว่างการทดสอบได้อย่างถูกต้องเหมาะสม เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือในการทดสอบ ยกตัวอย่างเช่น การทดสอบที่ต้องใช้พลังงานจากระบบ Phosphagen จะใช้ระยะเวลาในการฟื้นตัวประมาณ 3-5 นาที ในขณะที่การทดสอบที่ต้องอาศัยพลังงานจากระบบกรดแลกติก (Lactic acid energy system) จะใช้ระยะเวลาในการฟื้นตัวอย่างน้อยประมาณ 1 ชั่วโมง เพราะฉะนั้นการทดสอบที่ต้องใช้ทักษะที่สูงในการเคลื่อนไหว เช่น การทดสอบเวลาของปฏิกิริยาตอบสนอง (Reaction time) การทดสอบการประสามสัมพันธ์ (Coordination) ควรจะจัดให้มีการทดสอบก่อนการทดสอบที่สามารถทำให้เกิดความเมื่อยล้า หรือทำให้เกิดการรบกวนต่อการทดสอบในลำดับถัดไป โดยลำดับการทดสอบที่ดีควรเรียงลำดับดังนี้

1. การทดสอบที่ไม่ทำให้เกิดความเมื่อยล้า (Non-fatiguing tests) เช่น การวัดน้ำหนัก การวัดส่วนสูง การวัดความหนาของไขมัน (Skinfold) การวัดความสามารถในการกระโดดสูง (Vertical jump test)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. การทดสอบความคล่องตัว (Agility tests) เช่น T-test , Edgren side step test

3. การทดสอบความแข็งแรงและความทนทานสูงสุดของกล้ามเนื้อ (Maximum power and strength tests) เช่น การทดสอบ 1Repetition Maximum , Power clean

4. การทดสอบความเร็วในการวิ่ง (Sprint tests) เช่น 40-Yard (37 metre) Sprint

5. การทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกายโดยไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic capacity tests) เช่น 400 metre (437 Yard) Run, 300 Yard (257 metre) Shuttle run

6. การทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic capacity tests) เช่น 1.5 Mile (2.4 km) Run หรือ 12 Minute run เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่ดีควรจัดทำการทดสอบความสามารถในการทำงานของร่างกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic capacity tests) ในวันถัดไป แต่ถ้าหากจำเป็นต้องทดสอบในวันเดียวกันควรจะมีระยะพักก่อนการทดสอบที่นานหลายชั่วโมง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Egan และคณะ (2006) ศึกษาผลเฉียบพลันของการยืดแบบค้างไว้ (Static stretching) ต่อแรงบิดสูงสุด (Peak torque) และค่า Mean power output ในช่วงสูงสุด ในนักกีฬาบาสเกตบอลหญิงของ National Collegaiate Athletic Association Division I จำนวน 11 คน โดยอาสาสมัครทั้งหมดทำการออกแรงหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อเหยียดขาข้างที่ถนัดแบบ Isokinetic ที่ 60 และ 300 องศาต่อวินาที หลังจากการทดสอบ Isokinetic ครั้งแรก อาสาสมัครจะทำการยืดกล้ามเนื้อ ประกอบไปด้วย แบบทำเอง 1 ครั้ง และแบบมีผู้ช่วยเหลือ 3 ครั้ง Post stretching isokinetic มีการประเมินซ้ำที่ 5, 15, 30, และ 45 นาทีหลังจากที่ยืด (post - 5, post - 15, post - 30 และ post - 45) Peak torque และ Mean power output มีการบันทึกโดยโปรแกรมของเครื่องมือวัดแรง ผลการวิจัยไม่พบผลการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับการยืดต่อ Peak torque ($p = 0.161$) หรือ Mean power output ($p = 0.088$) ระหว่างก่อนยืดและหลังยืด ในทุกๆ ช่วงเวลาการทดสอบ (post - 5, post - 15, post - 30, และ post - 45)

Alpkaya และ Koceja (2007) ศึกษาเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการผลิตแรงระเบิดและเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองที่เป็นผลตามมาจากการยืดกล้ามเนื้อ Gastrocnemius และ Soleus แบบค้างไว้ (Static stretching) ในอาสาสมัครสิบห้าคน (อายุ: 25.07 ± 5.35 ปี ส่วนสูง : 1.76 ± 0.07 เมตร น้ำหนัก : 81.38 ± 17.28 กก. ก่อนทำการยืดกล้ามเนื้ออาสาสมัครจะถูกทดสอบเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองและแรง จากนั้นก็จะทำการอบอุ่นร่างกายด้วยการปั่นจักรยาน 5 นาที และตามด้วยการยืดกล้ามเนื้อ Plantar flexors หลังจากนั้นก็จะทำการวัดเวลาของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปฏิกิริยาตอบสนองและแรงอีกครั้งหนึ่ง ผลการศึกษาพบว่ามีไม่ความแตกต่างกันในเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองและแรง ระหว่างก่อนยืดและหลังยืด ($p > 0.05$) ผลเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าการยืดกล้ามเนื้อไม่ส่งผลต่อเวลาของปฏิกิริยาตอบสนองและแรงระเบิด

Behm และคณะ (2004) ศึกษาผลของการยืดอย่างเฉียบพลันของรยางค์ล่างต่อความสมดุลของร่างกาย (Balance), การรับรู้ของข้อต่อ (Proprioception) , ปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหว (Reaction and movement time) ในอาสาสมัครสิบหกคน ทดสอบก่อนและหลังทั้งการยืดแบบค้างไว้ของกล้ามเนื้อ Quadriceps, Hamstrings และ Plantar flexors วิธีการยืดประกอบไปด้วย การอบอุ่นร่างกาย 5 นาที ตามด้วยการยืดสามครั้ง โดยทำไปจนถึงจุดที่รู้สึกไม่สบาย ทำการยืด 45 วินาที มีระยะพัก 15 วินาทีในแต่ละกลุ่มกล้ามเนื้อ วัดค่าแรงหดตัวสูงสุด (Maximal voluntary contraction) ของกล้ามเนื้อเหยียดขา ความสามารถในการทรงตัวขณะที่ร่างกายอยู่นิ่งใช้แผ่นตรวจวัดความไม่มั่นคง ที่ประมวลผลโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ปฏิกิริยาและเวลาการเคลื่อนไหวของรยางค์ล่างของขาข้างที่ถนัด และ ความสามารถในการออกแรงของกล้ามเนื้อที่ 30% และ 50% MVC ที่มีและไม่มีการป้อนกลับทางสายตาทั้งก่อนยืดและหลังยืด ผลการศึกษาพบว่า ไม่มีการลดลงของแรง ระหว่างก่อนยืดและหลังยืด ($p < 0.009$) แต่มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญของความสมดุลของร่างกาย (9.2%) และมีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของเวลาของปฏิกิริยา (5.8%) และเวลาการเคลื่อนไหว (5.7%)

Higgs และ Winter (2009) ทำการศึกษาผลระยะยาวของการยืดกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค PNF เป็นเวลา 4 สัปดาห์ต่อการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหวและแรงบิดสูงสุดแบบ Isokinetic ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ในอาสาสมัครเพศหญิงที่เป็นนักกีฬาของมหาวิทยาลัยและเป็นผู้ที่มีกิจกรรมทางกายสม่ำเสมอจำนวน 9 คน ก่อนที่จะทำตามโปรแกรมการยืด อาสาสมัครจะถูกวัดช่วงการเคลื่อนไหว (Range of motion) และแรงบิดสูงสุดแบบ Isokinetic ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ที่มุม 120 และ 270 องศาต่อวินาที โปรโตคอลการยืด 4 สัปดาห์ประกอบไปด้วย การยืดกล้ามเนื้อด้วยเทคนิค PNF 3 รอบ ในแต่ละครั้ง โดยทำ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ หลังจากนั้นเมื่อครบ 4 สัปดาห์ก็จะทำการวัดช่วงการเคลื่อนไหว และแรงบิดสูงสุดแบบ Isokinetic ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ซ้ำอีกครั้ง ผลการศึกษาพบว่าหลังจากสิ้นสุดโปรแกรมการยืด 4 สัปดาห์ มีการเพิ่มขึ้นของช่วงการเคลื่อนไหวรวมทั้งหมด 9.2^0 และมีการเพิ่มขึ้นของช่วงการเคลื่อนไหวในแต่ละรอบของการยืด 3^0 แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของของแรงบิดสูงสุดแบบ Isokinetic ของกล้ามเนื้อ Quadriceps ทั้งในมุม120 และ 270 องศาต่อวินาที ($p = 0.9635$)

Dalrymple และคณะ (2010) ศึกษาผลของการยืดกล้ามเนื้อต่อความสามารถในการกระโดดสูงสุดโดยใช้การทดสอบ Countermovement Jumpในนักกีฬาวอลเลย์บอลหญิงของวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อายุ 19.5 ± 1.1 ปี ส่วนสูง 1.71 ± 0.06 เมตร น้ำหนัก 71.3 ± 8.54 กก.) โดยเปรียบเทียบการยืดแบบค้างไว้ (Static stretching) แบบยืดไดนามิก (Dynamic stretching) และแบบที่ไม่ทำการยืด (No stretching) โดยทำการประเมิน Countermovement jump ก่อนที่จะทำการยืดกล้ามเนื้อในแต่ละแบบ และทำการประเมินซ้ำอีกครั้ง เมื่อเสร็จโปรแกรมยืดในแต่ละแบบ ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันระหว่าง Static stretching, Dynamic stretching และ No stretching ต่อความสามารถในการกระโดดในแนวดิ่ง Vertical jump performance ($p > 0.05$)

Fowles และคณะ (2000) ศึกษาเพื่อประเมินผลความแข็งแรงหลังจากการยืดกล้ามเนื้อแบบมีผู้กระทำให้ (Passive) มากที่สุดที่พอทนได้ (PSmax) ในกลุ่มตัวอย่าง ชายหญิงจำนวนสิบคน (ชาย 6 คนและหญิง 4 คน) อาสาสมัครได้รับการยืดกล้ามเนื้อ Plantar flexors เป็นวงจรเป็นเวลา 30 นาที (ยืด13 ครั้งภายในระยะเวลา 135 วินาที ซึ่งแต่ละคน ใช้เวลามากกว่า 33 นาทีขึ้นไป) และมีระยะเวลาการควบคุมในช่วงที่ไม่ทำการยืดใกล้เคียงกัน ทำการวัดความแข็งแรงแบบไอโซเมตริก (แรงหดตัวโดยตั้งใจสูงสุด: maximal voluntary contraction) โดยใช้คลื่นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งมีการประเมินก่อน (pre), และหลังจาก PSmax ทันที (post) ได้แก่ที่เวลา 5, 15, 30, 45, และ 60 นาทีหลังจาก PSmax หรือหลังจากช่วงระยะเวลาควบคุม (con) โดยเปรียบเทียบกับก่อนทำ ผลการศึกษาพบว่ามีการลดลงของแรงหดตัวสูงสุดดังนี้ (28%) หลังจากการยืดทันที (21%) ที่ post 5, (13%) ที่ post 15, (12%) ที่ Post 30, (10%) ที่ post 45 และ (9%) ที่ post 60 ($p < 0.05$) การทำงานของหน่วยยนต์และ Electromyogram มีการลดลงอย่างมีนัยสำคัญหลังจาก PSmax แต่สามารถเริ่มฟื้นคืนสภาพได้ภายในระยะเวลา 15 นาที การทดสอบเพิ่มเติมช่วยยืนยันว่าแรงบิดของข้อต่ออาจมีการเปลี่ยนแปลงชั่วคราวเฉพาะช่วงหลังทำการยืดทันทีเท่านั้น ข้อมูลเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่าการยืดของกล้ามเนื้อเป็นเวลานานทำให้ความแข็งแรงลดลงถึง 1 ชั่วโมงหลังจากทำการยืด ซึ่งเป็นผลมาจากความบกพร่องในการทำงานและความบกพร่องของแรงหดตัวในระยะแรกของช่วงที่ความแข็งแรงลดลง และเป็นผลมาจากความบกพร่องของแรงหดตัวตลอดระยะเวลาทั้งหมดของช่วงที่ความแข็งแรงลดลง

Yuktasir และ Kaya (2007) ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลระยะยาวของการยืดแบบค้างไว้และ PNF ต่อช่วงของการเคลื่อนไหวของข้อต่อ (Range of Motion) และประสิทธิภาพในการกระโดดในอาสาสมัคร 28 คน เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ โดยอาสาสมัคร 10 คนได้รับการยืดแบบพาสซีฟเป็นแบบค้างไว้ และอาสาสมัคร 9 คนได้รับการยืดแบบ PNF (CRPNF) ส่วนอาสาสมัครที่เหลืออีก 9 คนไม่ได้รับการยืดใด ๆ (กลุ่มควบคุม) ผลการศึกษาพบว่าคะแนนความสามารถในการกระโดดระหว่างกลุ่มไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($F(2,27) = .41$, $p > .05$) ส่วนค่า ROM มีนัยสำคัญที่สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทางสถิติในกลุ่มที่ได้รับการยืดทั้งสองแบบ ในขณะที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มควบคุม จากผลการศึกษาจึงสรุปได้ว่าเทคนิคการยืดแบบค้างไว้และ PNF ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงช่วงการเคลื่อนไหว (ROM) แต่ไม่มีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อความสามารถในการกระโดด

O'Hora และคณะ (2010) ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิผลของการยืดต่อความยาวของกล้ามเนื้อ Hamstring โดยใช้การยืดแบบค้างไว้ 30 วินาที กับการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF ด้วยเทคนิค agonist contract เป็นเวลา 6 วินาที ซึ่งเป็นการยืดเพียงครั้งเดียวทั้งสองเทคนิค ในอาสาสมัคร 45 คน อายุระหว่าง 21 - 35 ปี โดยสุ่มเทคนิคการยืดเป็น กลุ่มที่ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ หรือกลุ่มที่ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF หรือเป็นกลุ่มควบคุมซึ่งจะไม่ได้รับการยืดกล้ามเนื้อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Hamstring วัดโดยช่วงการเคลื่อนไหวในท่า knee extension ภายหลังการศึกษาพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของช่วงการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งสองเทคนิค (static group, $p < 0.01$ และ PNF group, $p < 0.01$) โดยการยืดทั้งสองเทคนิคมีผลทำให้เพิ่มช่วงการเคลื่อนไหวอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p < 0.01$) และในกลุ่มที่ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบ PNF มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของช่วงการเคลื่อนไหวเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ (mean difference 4.27°, $p < 0.01$) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการยืดแบบค้างไว้และแบบ PNF ทำให้เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ Hamstring และการยืดกล้ามเนื้อแบบ agonist contract ให้ประสิทธิผลที่ดีกว่าการยืดแบบค้างไว้ โดยที่ทั้งสองเทคนิคเป็นการยืดเพียงครั้งเดียว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved