บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความสำคัญของกล้ามเนื้อลำตัว

ความแข็งแรงของแกนกลางร่างกาย คือ ความสามารถในการควบคุมกล้ามเนื้อบริเวณรอบกระดูกสันหลังในส่วนของ lumbar ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเฉพาะที่ (local muscle) ในการสร้างความมั่นคงในแก่แกนกลางของร่างกายเพื่อทำให้การเคลื่อนไหวนั้นมีประสิทธิภาพ (Akuthota and Nadler, 2004) ซึ่งในส่วนของ local muscle ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ transversus abdominus (TrA), multifidus, internal oblique, medial fibers of internal oblique, quadratus lumborum, diaphragm และกลุ่มกล้ามเนื้อบริเวณ pelvic floor กลุ่มกล้ามเนื้อเหล่านี้เป็นกล้ามเนื้อที่เชื่อมต่อโดยตรงกับกระดูกสันหลังเพื่อช่วยในการรักษาความมั่นคงให้กับกระดูกสันหลังขณะร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อ TrA และ multifidus (Faries and Greenwood, 2007) และเมื่อแกนกลางร่างกายมีความมั่นคงแล้วก็จะช่วยให้การถ่ายโยงแรงในการเคลื่อนไหวจากลำตัวไปสู่รยางค์นั้นดีขึ้นอันเป็นผลทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของรยางค์ส่วนบนและส่วนล่างนั้นมีประสิทธิภาพ (Hodges and Richardson, 1997; Kibler et al.,2006) ดังที่ในการศึกษาทางกายภาพบำบัดและทางกีฬาได้มองส่วนของลำตัวเป็นส่วนสำคัญที่เป็นจุดศูนย์กางที่เชื่อมต่อไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยที่การเคลื่อนไหวส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายนั้นจะส่งผลต่อร่างกายส่วนอื่นๆตามไปด้วยในลักษณะปฏิกิริยาลูกโซ่ (chain reaction) หรือ kinetic chain movement (Kisner and Colby, 2002) ข้อสำคัญอีกประการของการมีความมั่นคงของกล้ามเนื้อแกนกลางที่ดีคือร่างกายสามารถดูดซับแรงกระแทกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ได้ดีกว่าและสามารถลดปริมาณงานที่เกิดขึ้นในข้อต่อส่วนต่างๆ ได้ดีขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ทั้งยังสามารถช่วยให้ร่างกายปรับสมดุลระหว่างการเคลื่อนไหวได้ดียิ่งขึ้น (Handzel, 2003; Fredericson and Moore, 2005) แต่การที่จะฝึกแกนกลางร่างกายให้แข็งแรงขึ้นนั้นจำเป็นจะต้องใช้แบบฝึกที่เหมาะสมถึงจะสามารถเสริมประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บได้ (Willson et al., 2005) และในการออกโปรแกรมการฝึกไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่จะให้ความสำคัญขอการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ ความสมดุล และการทำงานร่วมกันของส่วนต่างๆของร่างกายร่วมด้วย (Liebenson, 1997) ด้วยเหตุนี้การฝึกเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงของร่างกายนั้นจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ควรจัดเป็นการฝึกพื้นฐานในโปรแกรมการฝึกซ้อมของนักกีฬาทั่วไป (Willardson, 2007) เพื่อให้การเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนเอวแต่ละข้อต่อ

กล้ามเนื้อลำตัวและเชิงกรานทุกมัดล้วนมีส่วนช่วยให้ความมั่นคงแก่กระดูกสันหลังส่วนเอวไม่มากก็น้อย (Richardson,1999; Bergmark, 1989) แต่มีเพียงบางมัดที่มีความสำคัญต่อการสร้างความมั่นคงต่อกระดูกสันหลัง Bergmark ได้จำแนกกล้ามเนื้อลำตัวออกตามความสามารถในการให้ความมั่นคงแก่กระดูกสันหลังออกเป็น 2 กลุ่ม คือ global muscle system และ local muscle system โดยกล้ามเนื้อในกลุ่ม global muscle system เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้น มีความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของสำตัว เช่น กล้ามเนื้อ rectus abdominis, external abdominal oblique, internal abdominal oblique (ชั้นตื้น) เป็นต้น ในขณะที่กล้ามเนื้อกลุ่มใหญ่ local muscle system เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ลึกใกล้แนวลำตัว มีความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น เช่น กล้ามเนื้อ transversus abdominis, internal abdominal oblique (ชั้นลึก), multifidus เป็นต้น จึงเห็นได้ว่า กล้ามเนื้อในกลุ่ม local muscle system น่าจะมีบทบาทหน้าที่ในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังแต่ละข้อได้มากกว่ากล้ามเนื้อกลุ่ม global muscle system

ในปัจจุบันกล้ามเนื้อที่ได้รับการยอมรับว่ามีบทบาทสำคัญต่อความมั่นคงของข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนเอว ได้แก่ กล้ามเนื้อ transversus abdominis, กล้ามเนื้อ lumbar multifidus, กล้ามเนื้อกระบังลม, และกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน (pelvic floor) ข้อมูลหลักฐานที่แสดงว่า กล้ามเนื้อเหล่านี้มีส่วนให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังมาจาก 2 แหล่ง คือ จากรูปแบบที่ระบบประสาทส่วนกลางใช้ควบคุมการทำงานกล้ามเนื้อ และจากลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ

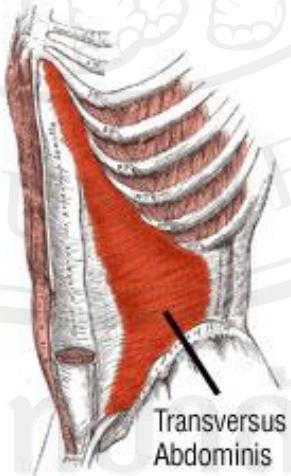
กล้ามเนื้อ Transversus abdominis (TrA)

กล้ามเนื้อ transversus abdominis (TrA) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ช่วยในการหายใจออก เมื่อหดตัวจะทำให้ลำตัวบริเวณระหว่างชายโครงกับ iliac crest เกิดการคอดตัวและเกิดแรงตึงขึ้นภายใน thoracolumbar fascia ส่งผลให้ intra-abdominal pressure เพิ่มสูงขึ้นโดยไม่ก่อให้เกิดการเคลื่อนไหวของลำตัว (Hodges,1997)

รูปแบบที่ระบบประสาทส่วนกลางใช้ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA เป็นลักษณะ feed forward หรือ pre-programmed คือกล้ามเนื้อ TrA จะทำงานก่อนกล้ามเนื้อมัดที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย เพื่อให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังอันเป็นการเตรียมพร้อมต่อสภาวะเสียสมดุลและการเปลี่ยนแปลงของศูนย์กลางมวลอันต่อเนื่องมาจากการเกร็งของกล้ามเนื้อลำตัว (Cresswell et al.,1994) หรือจากการเคลื่อนไหวของแขนขา (Aruin and Latash,1995; Hodges,1997, 2001) โดยปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเสมอในทุกทิศทางการเคลื่อนไหวของแขนขา (Hodges PW, 2001) กล้ามเนื้อทำงานอย่างต่อเนื่อง (tonic activity) ตลอดช่วงที่มีแรงกระทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ร่างกายเสียสมดุล(Richardson, 1997; Hodges, 2001) ซึ่งต่างจากการทำงานของกล้ามเนื้อท้องกลุ่มตื้นที่ทำงานควบคุมแรงกระทำต่อกระดูกสันหลังในทิศทางเฉพาะ หดตัวแบบเป็นช่วง (phasic activity) และปรับเปลี่ยนการเริ่มทำงานภายในระยะเวลาที่แตกต่างกันไปตามทิศทางของการเคลื่อนไหว เช่น เมื่อทำ shoulder extension จะมีการทำงานของกล้ามเนื้อ rectus abdominis, external abdominal oblique และ internal abdominal oblique เพื่อต้าน extension moment ของลำตัวที่เกิดขึ้นในช่วงต้นของการยกแขนไปด้านหลัง และเมื่อทำ shoulder flexion จะมีการทำงานของกล้ามเนื้อ erector spinae และไม่มีการทำงานของกล้ามเนื้อท้องมัดตื้น เพื่อต้าน flexion moment ของลำตัวที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงยกแขนไปด้านหน้า Hodges and Richardson (1997) อธิบายว่าการเริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อมัดที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายของกล้ามเนื้อ TrA ไม่น่าจะเป็นปฏิกิริยาตอบสนองแบบ reflex ของกล้ามเนื้อ TrA ต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย เนื่องจากปฏิกิริยาตอบสนองแบบ reflex ต้องมีข้อมูลส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลางก่อน แล้วจึงจะเกิดการตอบสนองของกล้ามเนื้อลำตัว ซึ่งกระบวนการนี้ควรเกิดขึ้นหลังการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายอย่างน้อย 50 มิลลิวินาที ความแตกต่างในรูปแบบการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA และกล้ามเนื้อท้องมัดตื้นนี้แสดงให้เห็นว่า ระบบประสาทส่วนกลางมีวิธีควบคุมการทำงานกล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มนี้แตกต่างกัน การเริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อมัดอื่นของกล้ามเนื้อ TrA ไม่ว่าต้นเหตุของการเสียสมดุลของร่างกายจะมาจากสาเหตุใด ช่วยสนับสนุนว่ากล้ามเนื้อมัดนี้น่าจะมีบทบาทในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลัง



ภาพ 1 กล้ามเนื้อ transversus abdominis (TrA)
(http://www.room4.co.uk/id72.html)

นอกจากนี้ยังพบว่า กล้ามเนื้อ TrA จะเริ่มทำงานก่อนการทำงานของกล้ามเนื้อมัดที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายเสมอ ไม่ว่าผู้ถูกทดลองจะทราบหรือได้รับข้อมูลการเตรียมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เคลื่อนไหวที่ถูกต้องหรือไม่ จากการศึกษาของ Hodges (1997) ซึ่งบอกให้ผู้ทดลองเตรียมเคลื่อนไหวแขนในทิศทาง shoulder flexion หรือ shoulder abduction โดยการศึกษาใน 3 กรณี คือ 1) บอกทิศทางการเคลื่อนไหวที่ตรงกันข้ามกับการเคลื่อนไหวจริง 2) บอกทิศทางการเคลื่อนไหวที่ไม่ตรงกับการเคลื่อนไหวจริง 3) ไม่ได้รับการบอกทิศทางการเคลื่อนไหวที่แน่ชัด ผลการศึกษาพบว่า ความรู้เรื่องทิศทางการเคลื่อนไหวของแขนไม่มีผลกระทบต่อระยะเวลาการเริ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA โดยกล้ามเนื้อเริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อยกแขนด้วยระยะเวลาใกล้เคียงกันในทุกสถานการณ์ ในขณะที่กล้ามเนื้อยกแขนและกล้ามเนื้อท้องมัดตื้นทำงานล่าช้าขึ้นในสถานการณ์ที่ผู้ถูกทดลองไม่ทราบทิศทางการเคลื่อนไหวที่แน่ชัดหรือได้รับข้อมูลการเตรียมตัวที่ไม่ถูกต้อง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า กล้ามเนื้อ TrA ทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อที่ให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลัง

อย่างไรก็ตาม กล้ามเนื้อ TrA จะทำงานเมื่อข้อต่อกระดูกสันหลังขาดความมั่นคงเท่านั้น กล่าวคือ ถ้ามีการเคลื่อนไหวของแขนหรือขาเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ยังไม่มีผลกระทบต่อความมั่นคงของกระดูกสันหลัง เราจะไม่พบการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA แต่ถ้าการเคลื่อนไหวนั้นเกิดขึ้นด้วยความเร็วตามธรรมชาติหรือเร็วกว่า เราจะพบการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA (Hodges and Richardson, 1997) และถ้าแรงกระทำต่อกระดูกสันหลังน้อย เช่น เมื่อมีการเคลื่อนไหวส่วนของข้อต่อขนาดเล็ก บริเวณนิ้วหัวแม่มือ หรือข้อมือ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อสมดุลของร่างกาย เราก็จะไปพบการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA (Hodges, 1999) เมื่อเปรียบเทียบความเร็วในการเริ่มการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA ในขณะที่เคลื่อนไหวแขนและขา พบว่ากล้ามเนื้อ TrA เริ่มการทำงานก่อนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ยกแขน 32 ± 10 มิลลิวินาที (Hodges and Richardson, 1997) และเริ่มการทำงานก่อนการการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเหยียดสะโพกล่วงหน้านานถึง 120 ± 25 มิลลิวินาที (Hodges, 1999)

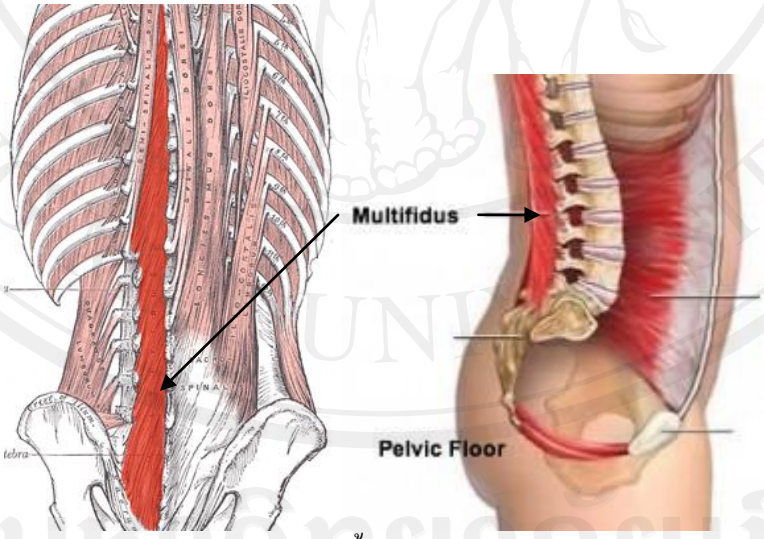
นอกจากนี้กล้ามเนื้อ TrA ยังทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจออกอีกด้วย จึงเป็นไปได้ว่า การทำงานของกล้ามเนื้อ TrA นี้จะแปรเปลี่ยนตามจังหวะการหายใจ Hodges et al. (1997) เปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA เมื่อผู้ถูกทดลองทำการเคลื่อนไหวแขนใน 4 ภาวะ คือ ขณะหายใจตามปกติ, หายใจเข้าอย่างแรงแต่หายใจออกตามปกติ, หายใจเข้าตามปกติแต่หายใจออกอย่างแรง และหายใจออกอย่างแรงระดับ submaximum ในช่วงการกลั้นหายใจอยู่ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการหายใจตามปกติกล้ามเนื้อ TrA เริ่มทำงานก่อนกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวแขน หรือทำหน้าที่ในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังได้ดีทั้งในช่วงหายใจเข้าและหายใจออก อย่างไรก็ตาม ในการหายใจเข้าหรือออกอย่างแรง กล้ามเนื้อ TrA สามารถทำหน้าที่ให้ความมั่นคงได้ดีเฉพาะในช่วงของการหายใจออกและการหายใจออกขณะกำลังกลั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หายใจ กล้ามเนื้อ TrA กลับเริ่มทำงานช้ากว่ากล้ามเนื้อที่ใช้ในการยกแขน 22 ± 8 มิลลิวินาที ทั้งนี้ Hodges et al. (1999) อธิบายการทำงานล่าช้าของกล้ามเนื้อ TrA ในภาวะนี้ว่า การกลั้นหายใจทำให้แรงดันภายในช่องท้องเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้กระดูกสันหลังมีความมั่นคงอยู่แล้ว กล้ามเนื้อ TrA จึงไม่จำเป็นต้องทำงานก่อนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวแขนก็ได้ โดยสรุปแล้วการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า บทบาทหน้าที่ของกล้ามเนื้อ TrA ในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลัง ซึ่งจะเด่นชัดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อต้องทำงานช่วยในการหายใจด้วย

กล้ามเนื้อ lumbar multifidus (MF)

กล้ามเนื้อ lumbar multifidus เกาะจาก spinous process และ lamina ของกระดูกสันหลังส่วนเอว ไปสิ้นสุดที่ mamillary process หรือ sacrum (Macintosh, 1986) เมื่อหดตัวทำให้เกิดการหมุนของกระดูกสันหลัง(Moore, 1985) การศึกษาทางชีวกลศาสตร์แบบ in vitro แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อมัดนี้สามารถทำหน้าที่ในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังได้ (Panjabi et al., 1989) Wilke และคณะ พบว่าความมั่นคงของข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนเอว (L4,5) ประมาณ 70% เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ lumbar multifidus



ภาพ 2 กล้ามเนื้อ lumbar multifidus (MF)

(http://en.wikipedia.org/wiki/Multifidus_muscle,
http://www.olympiasportschiropractor.com/2011/07/08/chiropractic-adjustments-increase-muscle-size-strength/)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

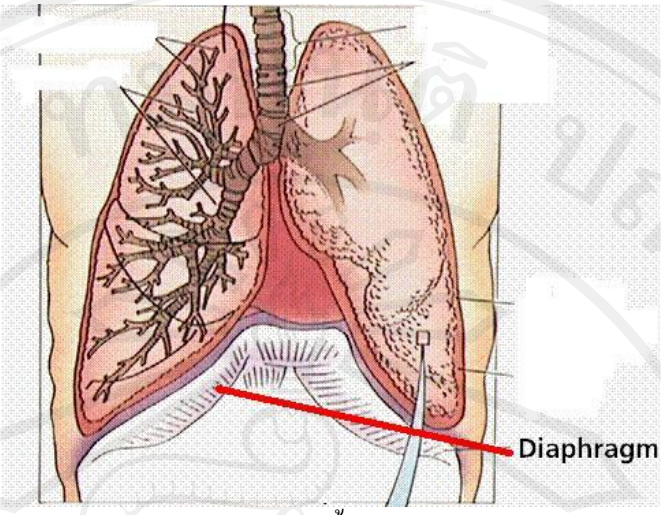
มีหลังฐานแสดงว่า รูปแบบที่ระบบประสาทส่วนกลางใช้ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ MF เป็นลักษณะ feedforward เช่นเดียวกับที่พบในกล้ามเนื้อ TrA ซึ่งแตกต่างจากกล้ามเนื้อ erector spinae ที่อยู่ตื้นกว่า โดยพบมีการทำงานของกล้ามเนื้อ lumbar multifidus ก่อนการทำงานของกล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกาย (Hodges and Richardson, 1997) ซึ่งกล้ามเนื้อ MF จะหดตัวอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่มีการเคลื่อนไหวและไม่ขึ้นกับทิศทางการเสียสมดุลของร่างกาย (Cholewicki et al., 1997) เนื่องจากกล้ามเนื้อ lumbar multifidus มีลักษณะการวางตัวที่แผ่กว้างและมีใยกล้ามเนื้ออยู่ถึง 5 ใย (Macintosh et al., 1986) จากการศึกษาที่ผ่านมามีการใช้ fine-wire electromyography electrode แทงเข้ากล้ามเนื้อ lumbar multifidus ที่ชั้นลึกแตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีเพียงเส้นใยกล้ามเนื้อ lumbar multifidus ที่อยู่ลึกลงไปในแนวกลางของลำตัวที่ทำงานก่อนการทำงานของกล้ามเนื้อ deltoids และเกิดขึ้นทุกทิศทางการเคลื่อนไหวของแขนในขณะที่เส้นใยกล้ามเนื้อที่อยู่ตื้นทำงานในลักษณะเดียวกับกล้ามเนื้อ erector spinae (Moseley et al., 2002)

กล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm)

กล้ามเนื้อ diaphragm นอกจากจะทำหน้าที่เป็นกล้ามเนื้อหลักที่ใช้ในการหายใจเข้าแล้ว ยังมีบทบาทในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังด้วย เห็นได้จากการที่กล้ามเนื้อ diaphragm เริ่มทำงานก่อนที่จะมีการเคลื่อนไหวของแขน (Hodges, 1999) นั้นคือระบบประสาทส่วนกลางควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ diaphragm ในลักษณะ feedforward

Hodges and Gandevia (2000) ให้ผู้ถูกทดลองขยับแขนสลับไป – มาด้วยการทำ shoulder flexion และ shoulder extension อย่างรวดเร็ว พบว่ามีการหดตัวของกล้ามเนื้อ diaphragm อย่างต่อเนื่องในขณะทำการเคลื่อนไหวแขน ทั้งในช่วงหายใจเข้า หายใจออก และเมื่อกลั้นหายใจ โดยกล้ามเนื้อ diaphragm ทำงานมากขึ้นในจังหวะที่มีการเคลื่อนไหวของแขน ขณะที่กล้ามเนื้อลำตัวมัดอื่นทำงานเป็นช่วงๆ ตอบสนองการเคลื่อนไหวแขนในทิศทางต่างๆ เฉพาะเท่านั้น นอกจากนี้การตอบสนองของกล้ามเนื้อ diaphragm ต่อการเคลื่อนไหวของแขนมีรูปแบบเหมือนกันไม่ว่าผู้ถูกทดลองจะขยับแขนในขณะที่พวกเขานั่งหรือยืน เนื่องจาก lordosis ของหลังช่วงล่างในท่ายืนมากกว่าท่านั่ง ผลการศึกษานี้จึงแสดงว่าการทำงานของกล้ามเนื้อ diaphragm ไม่ได้ถูกกำหนดด้วยท่าทางหรือรูปร่างของหลัง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3 กล้ามเนื้อ diaphragm

(http://sciencesmoking.weebly.com/respritory-system.html)

จุดที่น่าสนใจจากการทำงานของกล้ามเนื้อ diaphragm ขณะมีการเคลื่อนไหวของส่วนของร่างกาย คือ กล้ามเนื้อนี้เริ่มทำงานในจังหวะเดียวกันกับการเริ่มทำงานของกล้ามเนื้อ TrA (Hodges and Gandevia, 1997; 2000) หลักฐานนี้ร่วมกับแรงดันภายในช่องท้องที่เพิ่มสูงขึ้นจากภาวะปกติเมื่อมีการเคลื่อนไหวของแขน (Hodges and Gandevia, 1997; 2000) บ่งบอกว่า กล้ามเนื้อทั้งสองน่าจะทำงานร่วมกันเพื่อให้ข้อต่อกระดูกสันหลังมีความมั่นคง ในการศึกษาโดย Hodges and Gandevia (2002) รายงานการทำงานอย่างต่อเนื่องของกล้ามเนื้อ diaphragm และกล้ามเนื้อ TrA ขณะมีการเคลื่อนไหวแขนสลับไป – มาระหว่าง shoulder flexion และ shoulder extension แต่ก็พบว่า กล้ามเนื้อทั้งสองไม่ได้ทำงานด้วยระดับคงที่ตลอดวงจรการหายใจเข้า – ออก กล้ามเนื้อ diaphragm ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อในการหายใจเข้า ทำงานมากขึ้นในช่วงหายใจเข้า ขณะที่กล้ามเนื้อ TrA ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อในการหายใจออก ทำงานมากขึ้นในช่วงหายใจออก การค้นพบนี้แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อทั้งสองสามารถทำงานในหน้าที่ให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อบทบาทในการเป็นกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจ ซึ่งเป็นผลดีต่อร่างกาย

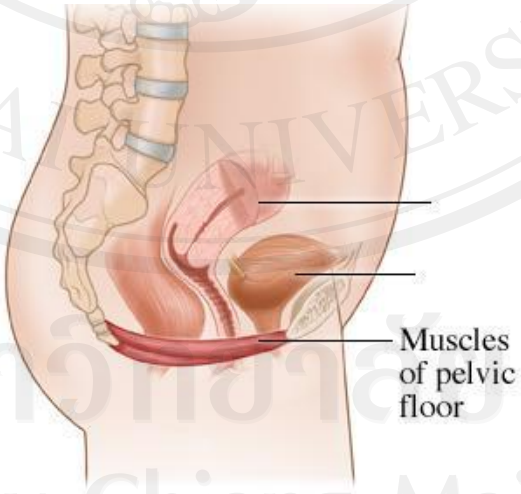
อย่างไรก็ตามหากร่างกายมีความต้องการในการหายใจมากขึ้น เช่น ในภาวการณ์ออกกำลังกาย หรือภาวการณ์ที่มีปัญหาในระบบทางเดินหายใจ กล้ามเนื้อ diaphragm และกล้ามเนื้อ TrA จะมีบทบาทในการให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังลดลง Hodges และคณะ ทำการศึกษาวัดการทำงานของกล้ามเนื้อ diaphragm และกล้ามเนื้อ TrA โดยให้ผู้ถูกทดลองหายใจเข้า – ออกทางปากผ่านท่อโดยมีจุดมุ่งหมายให้มีการเพิ่มขึ้นของ anatomical dead space เพื่อให้ร่างกายมีความต้องการหายใจเพิ่มขึ้นจากภาวะ hypercapnea แล้วบอกให้ผู้ทดลองทำการเคลื่อนไหวแขนทำ shoulder

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

flexion และ shoulder extension ผลการศึกษาภายใต้สถานการณ์นี้พบว่า ในขณะหายใจออกและในจังหวะที่มีการเคลื่อนไหวของแขนนั้น กล้ามเนื้อ diaphragm มีกรทำงานลดลงหรือไม่มีการทำงานเลย ส่วนในขณะหายใจเข้าและในจังหวะที่มีการเคลื่อนไหวของแขน กล้ามเนื้อ TrA มีการทำงานลดลงหรือไม่มีการทำงานเลย รวมทั้งมีการทดลองของแรงดันภายในช่องท้องด้วย ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า แม้ว่ากล้ามเนื้อ diaphragm และ TrA จะสามารถทำงานในบทบาทเป็นกล้ามเนื้อที่ให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังควบคู่กันไปด้วยดีในภาวะปกติ แต่ในภาวะที่ร่างกายมีความต้องการในการหายใจเพิ่มขึ้น ร่างกายจะเลือกให้กล้ามเนื้อทั้งสองทำงานในบทบาทที่จำเป็นต่อการมีชีวิตอยู่เพียงอย่างเดียว

กล้ามเนื้ออุ้งเชิงกราน (pelvic floor)

กล้ามเนื้อ pelvic floor เป็นกล้ามเนื้อที่เป็นพื้นของช่องท้อง ซึ่ง เป็นกล้ามเนื้อที่มีความสำคัญในการควบคุมการขับถ่าย และมีบทบาทให้ความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลังด้วย การศึกษาพบว่า เมื่อให้ผู้ถูกทดลองทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง pelvic floor ก็จะมีการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ TrA ร่วมกันด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ พร้อมกับการเพิ่มขึ้นของแรงดันภายในช่องท้อง (Neumann and Gill, 2002) และในทางกลับกัน เมื่อให้ผู้ถูกทดลองทำการเกร็งกล้ามเนื้อ TrA ก็จะมีการเกร็งของกล้ามเนื้อ pelvic floor ร่วมด้วยอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ (Sapsford and Hodges, 2001) และถ้าให้ผู้ถูกทดลองทำการเกร็งกล้ามเนื้อ pelvic floor ก็จะส่งช่วยส่งเสริมการทำงานของกล้ามเนื้อ TrA (Critchley, 2002)



ภาพ 4 กล้ามเนื้อ pelvic floor
(http://www.pelvicfloorexercise.com.au/pelvicfloor.htm)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยสรุป กล้ามเนื้อ TrA, MF, diaphragm และ pelvic floor สามารถทำงานร่วมกันเพื่อเสริมสร้างความมั่นคงให้แก่ข้อต่อกระดูกสันหลัง โดยกล้ามเนื้อเหล่านี้มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากกล้ามเนื้อมัดอื่นคือ กล้ามเนื้อเหล่านี้จะเป็นกล้ามเนื้อมัดแรกที่เริ่มทำงานตอบสนองต่อการเสียสมดุลของร่างกาย โดยไม่คำนึงถึงว่าการเสียสมดุลนั้นจะเกิดขึ้นในทิศทางใด หรือเราจะรู้ล่วงหน้าก่อนภาวะเสียสมดุลหรือไม่ และทำงานหดตัวอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่มีแรงกระทำต่อข้อต่อกระดูกสันหลัง

แนวทางการออกแบบโปรแกรมการฝึก

การฝึกความมั่นคงของกล้ามเนื้อลำตัวนั้นทำได้โดยการฝึกจัดท่าทางให้อยู่ในช่วงของการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามหลักชีวกลศาสตร์เพื่อให้สามารถทรงท่าอยู่ได้ตามตำแหน่งที่ต้องการเริ่มจากการฝึกความมั่นคงของลำตัวแบบอยู่กับที่ (isometric stabilization exercise) ซึ่งเป็นการฝึกการหดตัวที่สัมพันธ์กันของกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานและกล้ามเนื้อลำตัว รวมไปถึงความแข็งแรงและความทนทานแบบอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหว (Brooks and Fahey, 1985) นอกจากนี้เมื่อฝึกความมั่นคงของลำตัวแบบอยู่กับที่ได้ดีแล้วควรต้องเพิ่มความก้าวหน้าด้วยการฝึกความแข็งแรงและทนทานของลำตัวแบบการเคลื่อนไหว (function stabilization exercise) อันเป็นการหดตัวที่สัมพันธ์กันของอุ้งเชิงกรานและกล้ามเนื้อลำตัว รวมไปถึงความแข็งแรงและทนทานแบบที่มีการเคลื่อนไหวของลำตัวในช่วงที่เหมาะสม เป็นการกระตุ้นให้ระบบประสาทสั่งการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Hyman and Liebenson, 1996) โดยอาจมีน้ำหนักเข้ามาเกี่ยวของกับประสาทส่วนปลายของรยางค์ขึ้นอยู่กับความยากง่ายของโปรแกรมการออกกำลังกาย การออกกำลังกายแบบหลังนี้ต้องอาศัยการควบคุมสมดุลและความมั่นคงแกนกลางในระดับสูง ซึ่งควรจัดไว้เป็นช่วงสุดท้ายของโปรแกรมการฝึก (Escamilla et al., 1998) ซึ่งหลักการดังกล่าวสอดคล้องกับหลักการฝึกเพื่อสร้างความมั่นคงให้แก่แกนกลางร่างกายในผู้ที่มีปัญหาในการบาดเจ็บหรือปวดบริเวณหลังส่วนล่างที่แบ่งช่วงฝึกออกเป็น 3 ช่วงได้แก่ ช่วงที่ 1 คือ local segmental control เป็นการฝึกความแข็งแรงให้กับ local muscle ในช่วงสัปดาห์ที่ 1 และ 2 ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความเคยชินของการทำ abdominal drawing-in maneuver ที่ทำให้กล้ามเนื้อแกนกลางระดับลึกเช่น TrA และ multifidus ทำงานร่วมกันเป็นแบบแผนซึ่งเป็นการฝึกโดยไม่มีน้ำหนักหรือแรงต้านจากภายนอกมาเกี่ยวข้อง ในการฝึกช่วงแรกนี้เป็นการฝึกเพื่อปูพื้นฐานสำหรับการฝึกในช่วงถัดไป ส่วนในช่วงที่ 2 คือ closed chain segmental control เป็นการฝึกแบบ closed kinetic chain exercise ในช่วงสัปดาห์ที่ 3 และ 4 ซึ่งเป็นการออกกำลังกายที่มือหรือเท้าของโปรแกรมการฝึก ช่วงสุดท้ายของโปรแกรมการฝึกคือช่วงที่ 3 open chain segmental control คือการฝึกแบบ open chain exercise ซึ่งเป็นการออก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กำลังกายโดยการเคลื่อนไหวอย่างอิสระของมือและเท้า และมีน้ำหนักภายนอกหรือไม่มีก็ได้ขึ้นอยู่กับความยากหรือง่ายของโปรแกรมการออกกำลังกาย การฝึกในช่วงนี้อาจเป็นการฝึกเฉพาะเจาะจงต่อรูปแบบการใช้งานของกล้ามเนื้อในกีฬาประเภทต่างๆ และจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมสมดุลและความมั่นคงแกนกลางร่างกายระดับสูงซึ่งควรจัดไว้เป็นช่วงสุดท้ายของโปรแกรมการฝึกฝน (Escamilla et al., 1998; Richardson et al., 2004) และนอกเหนือจากการวางโปรแกรมการฝึกดังกล่าวแล้วในส่วนการเลือกใช้อุปกรณ์การฝึกที่เหมาะสมก็มีความสำคัญเช่นกัน ซึ่งในปัจจุบันมีหลักการออกกำลังกายที่ช่วยสร้างความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อส่วนต่างๆ ของร่างกายหลายรูปแบบ โดยมีการปรับปรุงมาจากการออกกำลังกายแบบเดิม เช่นเดียวกับการฝึกความมั่นคงให้กับแกนกลางร่างกายที่กำลังเป็นที่นิยมนั้น โดยใช้หลักการคล้ายกับลักษณะบำบัดในผู้ป่วยทางกายภาพบำบัด ซึ่งเน้นการออกกำลังกายแบบหดตัวอยู่กับที่ (isometric) ของกล้ามเนื้อลำตัวโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านหรือการใช้แรงต้านจากภายนอกในปริมาณไม่มาก ตัวอย่างเช่น การออกกำลังกายในท่า prone หรือ supine bridging และการฝึกเช่นนี้นิยมใช้ร่วมกับอุปกรณ์ที่ไม่มั่นคง เช่น swiss ball, wobble board, low density mat และ air-filled disc ประกอบกับท่าออกกำลังกาย (Willardson, 2007) ในส่วนของ swiss ball นั้นถูกนำมาใช้ในการเสริมความแข็งแรง การสร้างความมั่นคงให้กับกระดูกสันหลัง สร้างความสมดุล ตลอดจนการเสริมสร้างระบบการรับรู้ของร่างกาย และยังสามารถสร้างความหลากหลายให้กับการฝึกพร้อมทั้งสามารถเป็นสิ่งกระตุ้นให้การบำบัดหรือการออกกำลังกายให้น่าสนใจยิ่งขึ้น เพราะ swiss ball นั้นสามารถทำให้กิจกรรมหรือการออกกำลังกายมีความยากและซับซ้อนมากขึ้นกว่าการออกกำลังกายแบบปกติ

การทรงตัว (Balance) (Timothy et al., 1994)

ความสามารถทางร่างกาย เช่น ความเร็ว กำลัง ความแข็งแรง ความอ่อนตัว หรือ การประสานการเคลื่อนไหวพร้อมกัน เป็นการทำงานของกล้ามเนื้อประสาทส่วนกลางจะมีความสำคัญต่อศักยภาพของนักกีฬา ความสามารถที่แม่นยำในการเคลื่อนไหวอย่างเหมาะสม และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและโครงกระดูกมีความสำคัญต่อการทรงตัว ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างร่างกายและมีอาจมีผลอย่างมากในการพัฒนาการควบคุมระบบประสาทกับการใช้ทักษะ ในกิจกรรมต่างๆ เช่น ยิมนาสติก การดำน้ำ การว่ายน้ำ การชกมวย หรือกิจกรรมที่มีลูกบอล นอกจากนี้การควบคุมระบบประสาทกับความคล่องตัวขึ้นอยู่กับความสามารถในการรับรู้และวิเคราะห์สถานการณ์จริงในกีฬาประเภททีม เช่น ฟุตบอล ฮ๊อกกี้ บาสเกตบอล เป็นต้น

การรักษาการทรงตัวของร่างกายเป็นสิ่งสำคัญของทุกๆ กิจกรรม บางกีฬาต้องการการทรงตัวแบบหยุดนิ่ง ในทางตรงกันข้ามหลายกีฬาก็ต้องการให้นักกีฬารักษาการทรงตัวแบบหลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แนวแกนเช่นกัน การทรงตัวแบบหยุดนิ่ง เป็นการรักษาการทรงตัวของร่างกายในสถานการณ์ที่มีการจัดท่าทางที่หยุดนิ่งหรือไม่มีการเคลื่อนไหวในช่วงเวลาหนึ่ง เช่น การยิงธนู การยิงปืน การฝึกการทรงตัวและความมั้นคงของท่าทางจะต้องมีความสัมพันธ์กันจึงจะบรรลุเป้าหมายของการฝึกการทรงตัวแบบหยุดนิ่ง เช่น ยิมนาสติก, ดำน้ำ ความมั่นคงของร่างกายมีผลต่อความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหว และใช้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทำงานประสานกัน

การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ (Dynamic balance) (Timothy et al., 1994)

ความมั่นคงของลำตัวในนักกีฬาเป็นสิ่งจำเป็นการทรงตัวแบบเคลื่อนที่ในการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวแบบเคลื่อนที่และการพัฒนาศักยภาพด้านร่างกายเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อกีฬาที่ต้องเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว นักกีฬาต้องมีการตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์ แต่การทรงตัวแบบเคลื่อนที่เป็นสาเหตุหนึ่งที่เพิ่มการบาดเจ็บในนักกีฬาตลอดมา การใช้ทักษะในกลยุทธ์ของกีฬาต่างๆ นักกีฬาต้องรักษาและควบคุมการทรงตัวของร่างกานส่วนบนหรือความมั่นคงของข้อต่อต่างๆ เช่น ข้อเท้า ข้อเข่า หัวไหล่ หรือทั้งหมดพร้อมกัน ท่าทางของร่างกายส่วนบนและการเคลื่อนไหวมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเพิ่มประสบการณ์ของข้อต่อส่วนล่าง ดังนั้นความมั่นคงของร่างกายส่วนบนจึงมีผลต่อการบาดเจ็บในข้อต่อรยางค์ ด้วยเหตุนี้ เมื่อข้อต่อรยางค์ส่วนล่างต้องรับภาระหนัก จึงต้องการความมั่นคงของโครงสร้างภายในเพื่อป้องกันการบาดเจ็บ

การทดสอบการทรงตัว (Timothy et al., 1994)

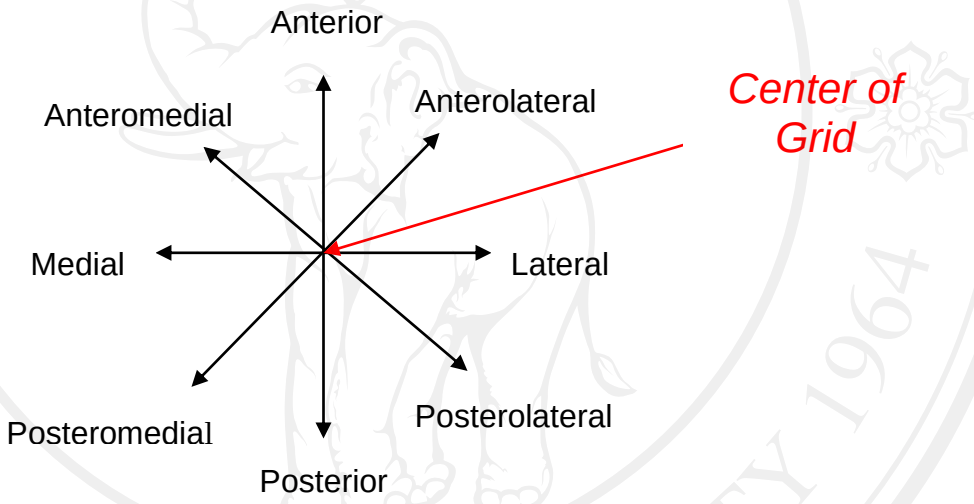
การทรงตัวแบบเคลื่อนที่ เป็นการทดสอบความสามารถของระบบประสาทในการส่งข้อมูลจากตัวรับความรู้สึกภายในร่างกาย และสามารถประสานงานได้อย่างเหมาะสมในการตอบสนองการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

The Star Excursion Balance Test (SEBT) (Sarah et al., 2003)

The Star Excursion Balance Test (SEBT) คือการทดสอบในท่ายืนขาเดี่ยว-บนขาข้างใดข้างหนึ่งตรงจุดศูนย์กลางของการตัดกันของเส้นตรงสี่เส้น (centre of grid) ขณะที่พยายามเหยียดขาอีกข้างออกไปให้ไกลที่สุดเท่าที่ทำได้ โดยการตัดกันของเส้นตรงสี่เส้นมีทั้งหมดแปดทิศทาง แต่ละทิศทางทำมุม 45 องศา ประกอบด้วยทิศทางดังนี้ ด้านหน้า (anterior; A), ด้านหน้าเฉียงทางขวาทำมุม 45 องศา (antero-lateral; AL), ด้านขวา (lateral; L), ด้านหลังเฉียงทางขวาทำมุม 45 องศา (postero-lateral; PL), ด้านหลัง(posterior; P), ด้านหลังเฉียงทางซ้ายทำมุม 45 องศา (postero-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

medial; PM), ด้านซ้าย (medial; M), ด้านหน้าเฉียงทางซ้ายทำมุม 45 องศา (antero-medial; AM) ดังแสดงในภาพ 5 และทำการวัดระยะทางของการเหยียดขาเป็นหน่วยเซนติเมตร โดยผู้ทำการทดสอบต้องรักษาสมดุลของร่างกาย เท้าที่อยู่ตรงกลางของจุดตัดต้องไม่ยกจากพื้น เท้าที่เหยียดออกไปต้องแตะบนเส้นของทิศทางที่กำหนด และสามารถกลับมายืนในท่าปกติได้สมบูรณ์ อีกทั้งต้องทำการทดสอบเรียงทิศทางเริ่มต้นจาก anterior แล้ววนทวนเข็มนาฬิกาไปทาง antero-medial, medial, postero-medial, posterior, postero-lateral, lateral, antero-lateral ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1 ทำทั้งหมด 3 รอบ นอกจากนี้จะต้องพักระหว่างการเหยียดขา 5 วินาที เพื่อหาค่า 1 RM ของแต่ละคน และต้องทดสอบในขณะที่ผู้ทดสอบมีสุขภาวะทางจิตปกติ



ภาพ 5 โครงร่างของแบบทดสอบ The Star Excursion Balance Test (SEBT)

ข้อดีของ SEBT คือ SEBT เป็นแบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้ได้ง่าย มีความแม่นยำของแบบทดสอบ และเหมาะสมสำหรับการวัดการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว (dynamic balance) อีกทั้งยังมีการใช้ SEBT อย่างแพร่หลาย

ข้อเสียของ SEBT คือ ต้องใช้เวลานานในการทำการทดสอบ และควรทดลองทำ SEBT อย่างน้อย 6 รอบ ก่อนการทดสอบจริง เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการทดสอบสูงสุด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การฝึกความมั่นคงของลำตัวเป็นการฝึกการจัดท่าให้อยู่ในช่วงของการเคลื่อนไหวที่ถูกต้องตามหลักชีวกลศาสตร์ของลำตัวให้สามารถทรงท่าอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ โดยเริ่มจากการฝึกความมั่นคงของลำตัวแบบอยู่กับที่ (isometric stabilization exercise) ซึ่งเป็นการฝึกการหดตัวที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัมพันธ์กันของกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานและกล้ามเนื้อลำตัว รวมไปถึงความแข็งแรงและความทนทานแบบอยู่กับที่ไม่มีการเคลื่อนไหว การฝึกความมั่นคงของลำตัวเป็นประจำ จะช่วยป้องกันการบาดเจ็บกล้ามเนื้อหลัง นอกจากนี้เมื่อฝึกความมั่นคงของลำตัวแบบอยู่กับที่ได้ดีแล้วควรเพิ่มความก้าวหน้าด้วยการฝึกความมั่นคงแบบการเคลื่อนไหว (functional stabilization exercise) อันเป็นการฝึกการหดตัวที่สัมพันธ์กันข้องกล้ามเนื้ออุ้งเชิงกรานและกล้ามเนื้อลำตัวรวมไปถึงความแข็งแรงและความทนทานแบบที่มีการเคลื่อนไหวของลำตัวในช่วงที่เหมาะสมเป็นการกระตุ้นให้ระบบประสาทสั่งการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความจำเป็นมากในการแก้ไขท่าทางที่ผิดปกติให้กลับมาถูกต้อง (Hyman & Liebenson, 1996)

ปริญญาและคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังส่วนเอวข้อที่สองต่อระดับความมั่นคงของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่ในเพศชายโดยศึกษาในนักศึกษาอาสาสมัครเพศชาย เป็นนิสิตของมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก อายุ ระหว่าง 18 – 25 ปี จำนวน 80 คน โดยทำการทดสอบความมั่นคงของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่เพื่อดูระดับความมั่นคงแล้วจึงแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 กลุ่ม ให้ทดลองออกกำลังกายแบบเกร็งค้างกล้ามเนื้อหน้าท้องเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลัง ผลพบว่า มีค่ากลางเริ่มต้นก่อนที่จะได้รับการฝึกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p=0.946) แต่เมื่อนำค่าระดับความมั่นคงของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่ภายหลังการฝึก 4 สัปดาห์ ของทั้ง 4 กลุ่ม (abdominal bracing, abdominal hollowing, abdominal bracing + abdominal hollowing, control) มาเปรียบเทียบ พบว่าระดับความมั่นคงของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.001) โดยเมื่อนำค่ากลางของระดับความมั่นคงของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่ของก่อนฝึกและหลังฝึกในแต่ละกลุ่มมาเปรียบเทียบในกลุ่มเดียวกันด้วย wilcoxon signed rank test พบว่า ก่อนและหลังการฝึกภายในกลุ่ม abdominal bracing, abdominal hollowing และแบบผสมสองวิธี มีค่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=0.001) ยกเว้นกลุ่ม control พบว่า ก่อนและหลังฝึกนั้นมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (p=0.782)

นอกจากนี้ ปริญญาและคณะ (2549) ได้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของกระดูกสันหลังส่วนเอว 2 วิธี ต่อความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่ (static abdominal endurance) และแบบเคลื่อนไหว (dynamic abdominal endurance) ในกลุ่มตัวอย่างเพศชาย ด้วยวิธี abdominal bracing, abdominal hollowing, และแบบผสม 2 วิธี (abdominal bracing + abdominal hollowing) โดยศึกษาในกลุ่มอาสาสมัครที่มีสุขภาพดีจำนวน 80 คน โดยทำการจับฉลากเพื่อแบ่งผู้เข้าร่วมการศึกษาออกเป็น 4 กลุ่มกลุ่มละ 20 คน กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย, กลุ่มที่สองทำการฝึกด้วยวิธี abdominal bracing, กลุ่มที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สามทำการฝึกด้วย abdominal hollowing และกลุ่มสุดท้ายทำการฝึกแบบผสม abdominal bracing + abdominal hollowing ผู้เข้าร่วมแต่ละคนจะได้รับการวัดความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนไหว ก่อนและหลังการฝึก ผลที่ได้พบว่า ภายหลัง 4 สัปดาห์ ค่าความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้องแบบอยู่กับที่และแบบเคลื่อนที่มีค่าเพิ่มขึ้นทุกกลุ่ม ($p<0.05$) ยกเว้นในกลุ่มควบคุมที่มีค่าความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้องไม่ต่างจากเดิม

Mulharn & George (1999) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของความทนทานของกล้ามเนื้อหน้าท้องกับท่าทางและอาการปวดหลังในนักกีฬายิมนาสติกชาย 12 คน และหญิง 10 คน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมโดยใช้เครื่อง pressure biofeedback unit (PBU) ในการวัดความทนทานกล้ามเนื้อ ใช้การสังเกต แยกแยะท่าทางและการใช้แบบสอบถามในการซักประวัติอาการปวดหลัง พบว่าความทนทานของกล้ามเนื้อในการทรงท่ามีความสามารถลดลงอย่างมีนัยสำคัญในนักกีฬายิมนาสติก ($p>0.05$) ท่าทางที่พบมากที่สุดคือ ท่ายืนแอ่นหลัง หรือ sway back (นักกีฬายิมนาสติกชาย 100%, กลุ่มควบคุมชาย 62.5%) หลังแอ่น หรือ Lordosis (นักยิมนาสติกหญิง 80%) และท่าทางปกติ (กลุ่มควบคุมหญิง 70%) ส่วนอาการปวดหลังส่วนล่างนั้น พบในนักยิมนาสติกหญิง 2 คน, กลุ่มควบคุมหญิง 2 คน,นักยิมนาสติกชาย 9 คน และกลุ่มควบคุมชาย 2 คน โดยรวมความทนทานของกล้ามเนื้อมีแนวโน้มที่จะลดลง ($P>0.05$) ในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง รวมกับท่าทางหลังแอ่น ผู้ที่มีท่ายืนหลังเอนมักจะมีโอกาสเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างได้ และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างอาการปวดหลังส่วนล่าง ท่าทางและความทนทานของกล้ามเนื้อในการทรงท่าในนักกีฬายิมนาสติกด้วย

Hodges and Richardson (1997) ศึกษาการหดตัวของ feedforward transversus abdominis ไม่ได้รับอิทธิพลจากทิศทางของการเคลื่อนไหวแขน ในกลุ่มตัวอย่างจำนวน 15 คน โดยใช้วิธีการวัดคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (EMG) ที่กล้ามเนื้อ พบว่า เมื่อกลุ่มตัวอย่างเริ่มเคลื่อนไหวแขน จะมีการหดตัวของกล้ามเนื้อ transversus abdominis, obliquus internus abdominis และ obliquus externus abdominis ก่อนการหดตัวของกล้ามเนื้อ rectus abdominis และ lumbar multifidus จึงสรุปได้ว่าโครงสร้างของกระดูกสันหลังมีส่วนช่วยในการควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนเพื่อช่วยรักษาจุดศูนย์ถ่วงของร่างกายขณะเคลื่อนไหว

Ludmila et al. (2003) ศึกษาผลของการใช้ physioball และแผ่นรองนั่งในการปรับตัวของการทรงตัว ความมั่งคงของกล้ามเนื้อแกนกลางส่วนท้องและหลัง ในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงจำนวน 15 คน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีความแข็งแรงใกล้เคียงกันจำนวน 15 คน โดยทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้ากล้ามเนื้อ(EMG) ที่กล้ามเนื้อ rectus abdominus และ erector spinae muscles (abdominal, back, and knee strength) ในการทดสอบด้วย unilateral stance balance tests พบว่าใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กลุ่มตัวอย่างมีค่าการทรงตัวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) และมีผลช่วยเพิ่มการทำงานของการส่ง EMG ได้รวดเร็วขึ้นด้วย

Robert et al. (2004) ศึกษาผลระยะสั้นจากการฝึกด้วย swiss ball ต่อความมั่นคงกล้ามเนื้อแกนกลางในนักวิ่งเพื่อสุขภาพ ในเด็กชายอายุประมาณ 15 ปี เป็นกลุ่มทดลองจำนวน 8 คน และเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมจำนวน 10 คน หลังจากฝึกด้วย swiss ball เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มทดลองมีความมั่นคงของกล้ามเนื้อแกนกลางเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

Nesser et al. (2007) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความมั่งคงกล้ามเนื้อแกนกลางกับสมรรถภาพของนักกีฬาฟุตบอลอาชีพ จากการทดสอบสมรรถภาพทางกายช่วงก่อนเปิดฤดูการแข่งขัน พบว่าความมั่งคงของกล้ามเนื้อแกนกลางมีผลต่อสมรรถภาพในระดับปานกลาง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved