

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา
และความสามารถในการทรงตัวที่วัดด้วย Star Excursion Balance Test ในผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีภาวะอ้วน

Relationship between lower limb muscle strength and balance measured
by Star Excursion Balance Test in obese young adults

■ วีระศักดิ์ ตะปัญญา
Weerasak Tapanya

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์มหาวิทยาลัยพะเยา จังหวัดพะเยา
Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, University of Phayao, Phayao Province, Thailand

* ผู้รับผิดชอบบทความ (Email: wee_pt2nu@hotmail.com)
* Corresponding author (Email: wee_pt2nu@hotmail.com)

Received July 2016
Accepted as revised September 2016

Abstract

Objectives: The purpose of this study was to determine whether lower limb muscle strength affects dynamic balance in obese young adults by exploring the relationship between variables obtained from Star Excursion Balance Test (SEBT). Six groups of lower limb muscle strength was obtained from Push-pull dynamometer.

Materials and methods: Thirty young adult participants with obesity (15 males and 15 females) were recruited in this study. Star Excursion Balance Test (SEBT) was performed and strength of six groups of lower limb muscles was measured using Push-pull dynamometer. Pearson's product moment correlation coefficient statistic was used to determine the relationship between these variables. The significant level was set at $p < 0.05$.

Results: The result showed that SEBT score was moderate to strong correlation with knee flexor and knee extensor strength ($r = 0.507$, $p = 0.002$ and $r = 0.693$, $p = 0.00$, respectively) and weak correlation with ankle plantarflexor strength ($r = 0.342$, $p = 0.032$). There was no correlation between SEBT score and hip flexor, hip extensor and ankle dorsiflexor strength.

Conclusion: Lower limb muscle strength is an important factor that affects dynamic balance in obese young adults.
Bull Chiang Mai Assoc Med Sci 2016; 49(3): 355-362. Doi: 10.14456/jams.2016.33

Keywords: Obesity, lower limb muscle strength, balance, fall

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาปัจจัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาที่มีผลต่อการทรงตัวในบุคคลวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีภาวะอ้วน โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาทั้ง 6 กลุ่ม และความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว ในอาสาสมัครที่มีภาวะอ้วนจำนวน 30 ราย

วัสดุและวิธีการศึกษา: อาสาสมัครที่มีภาวะอ้วนทุกราย (ชาย 15 ราย และหญิง 15 ราย) ได้รับการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่อง Push-pull Dynamometer และทดสอบการทรงตัวด้วย Star Excursion Balance Test (SEBT) ใช้สถิติ Pearson's correlation product moment เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ต้องการศึกษาโดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา: พบว่า SEBT score มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensors) และกล้ามเนื้องอเข่า (knee flexors) ในระดับปานกลางถึงสูง ($r = 0.693$, $p = 0.00$ และ $r = 0.507$, $p = 0.002$ ตามลำดับ) และมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อฝ่าเท้าหลัง (ankle plantarflexors) ในระดับต่ำ ($r = 0.342$, $p = 0.032$) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อสะโพก (hip flexors) กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (hip extensors) และกล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexors)

สรุปผลการศึกษา: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในคนที่มีภาวะอ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้ามเนื้อข้อเข่า

วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2559; 49(3): 355-362. Doi: 10.14456/jams.2016.33

คำรหัส: ภาวะอ้วน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา การทรงตัว การหกล้ม

บทนำ

ภาวะอ้วนเป็นปัญหาสุขภาพที่สำคัญในหลายภูมิภาคทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยที่มีแนวโน้มความชุกเพิ่มมากขึ้น จากผลการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยในปี พ.ศ. 2552 พบภาวะน้ำหนักเกินในประชากรอายุ 18 ปีขึ้นไป (ดัชนีมวลกาย > 25 กก./ม²) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 36.5 จากร้อยละ 28.1 ในปี พ.ศ. 2547 และพบภาวะอ้วน (ดัชนีมวลกาย > 30 กก./ม²) เพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 9.0 จากร้อยละ 6.9 ในปี พ.ศ. 2547 ความชุกของภาวะอ้วนที่เพิ่มขึ้นมีสาเหตุจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น พฤติกรรมการบริโภคอาหาร และการดำเนินชีวิตประจำวันที่มีกิจกรรมการเคลื่อนไหวลดลง เป็นต้น^{1,2} ภาวะอ้วนส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพรวมถึงการเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง ความดันโลหิตสูง ข้อเข่าเสื่อม หูดหยาบ ไขมันสะสม และมะเร็ง นอกจากนี้ภาวะอ้วนยังสัมพันธ์กับการทำงานของร่างกายที่แย่ลง และเป็นปัจจัยเสี่ยงสำหรับการบาดเจ็บและการหกล้ม^{3,4}

มวลกายที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ผู้มีภาวะอ้วนมีความสามารถในการทรงตัวลดลง และมีการเปลี่ยนแปลงการรับรู้

ของข้อต่อจากการลงน้ำหนักที่เท้าเพิ่มขึ้น เนื่องจากคนอ้วนต้องรับน้ำหนักในแนวตั้ง (vertical force) มากกว่าคนที่น้ำหนักปกติ จึงทำให้เกิดการเสื่อมข้อต่อและส่งผลต่อการรับรู้ของข้อต่อตามมา⁵ ภาวะอ้วนยังเป็นเหตุให้ลักษณะการเดินเปลี่ยนแปลงไป และเพิ่มความเสี่ยงในการหกล้มเนื่องจากความสามารถในการทรงตัวลดลง⁶ Matter และคณะ⁷ เปรียบเทียบลักษณะของการบาดเจ็บในผู้ที่มีภาวะอ้วนและผู้มีดัชนีมวลกายปกติ พบว่า ผู้มีภาวะอ้วนมีแนวโน้มที่จะบาดเจ็บกล้ามเนื้อและกระดูก เช่น เคล็ดขยี้ด ข้อหัก และเคลื่อนหลุดมากกว่า และล้วนเป็นผลจากการล้ม Singh และคณะ⁸ เปรียบเทียบการแกว่งของลำตัว (postural sway) ขณะยืนนิ่งระหว่างผู้ที่มีภาวะอ้วนกับผู้มีดัชนีมวลกายปกติ พบว่าผู้ที่มีภาวะอ้วนมีระดับการแกว่งของลำตัวเพิ่มขึ้นตั้งแต่เริ่มต้นการทดสอบและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วกว่า แสดงให้เห็นว่าภาวะอ้วนส่งผลให้เกิดความไม่มั่นคงและความสามารถในการทรงตัวซึ่งอาจนำไปสู่ความเสี่ยงในการหกล้มได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการศึกษเกี่ยวกับ การทรงตัวในผู้ที่มีภาวะอ้วนส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในผู้สูงอายุ แต่

ในปัจจุบันผู้มีภาวะอ้วนพบได้ในหลายวัย รวมทั้งมีจำนวนเพิ่มขึ้นในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น การศึกษาผลของการทรงตัวในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีภาวะอ้วนยังมีค่อนข้างน้อย และผลการศึกษา ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่ามีปัจจัยใดที่ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวในผู้มีภาวะอ้วนนอกจากค่าดัชนีมวลกาย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาค่าดัชนีมวลกายที่นอกจากมีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทรงตัวแล้ว ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาจะมีผลต่อความสามารถในการทรงตัวของผู้ที่มีภาวะอ้วนนั้นหรือไม่ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในกลุ่มผู้ที่มีภาวะอ้วนวัยผู้ใหญ่ตอนต้นอายุ 18-25 ปี

วัสดุและวิธีการศึกษา

อาสาสมัครเป็นบุคคลวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีภาวะอ้วน อายุระหว่าง 18–25 ปี จำนวน 30 ราย (ชาย 15 ราย และหญิง 15 ราย) คำนวณโดยใช้โปรแกรม G*Power เวอร์ชัน 3.1.5 อ้างอิงค่า correlation จากการศึกษาก่อนหน้าของ Haakonssen⁹ โดยกำหนดค่า power และค่า alpha level เท่ากับ 0.80 และ 0.05 ตามลำดับ ข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครแสดงดังตารางที่ 1 (Table 1) เกณฑ์คัดเข้าคือ มีค่าดัชนีมวลกายมากกว่า 30 กก./ม² ปริมาณไขมันในร่างกายมากกว่าร้อยละ 25 ในเพศชาย และมากกว่าร้อยละ 30 ในเพศหญิง¹⁰ เกณฑ์คัดออกคือ มีปัญหาเกี่ยวข้องกับระบบกระดูกและกล้ามเนื้อระบบประสาท และระบบรับรู้สัมผัสของร่างกายครึ่งล่างที่ส่งผลต่อการทรงตัว และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ อาสาสมัครทุกรายไม่มีประวัติการได้รับการบาดเจ็บของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และไม่เคยมีประวัติความผิดปกติของระบบประสาทที่ส่งผลต่อการรับรู้สัมผัสของร่างกายครึ่งล่างมาก่อน การศึกษาผ่านการพิจารณาจริยธรรมการทำวิจัยในมนุษย์จากมหาวิทยาลัยพะเยา (เลขที่ 57 02 01 0018)

Table 1 Subject demographic data (mean±standard deviation)

Variables	Total (N = 30)
Age (years)	19.93±1.70
Height (cm)	167.20±7.94
Mass (kg)	104.08±17.22
Body Mass Index (kg/m ²)	37.08±5.32
Leg length (cm)	91.60±4.32
Body fat (%)	33.70±5.74

ก่อนการทดสอบ วัดข้อมูลพื้นฐานทางกายภาพของอาสาสมัคร ได้แก่ น้ำหนัก ส่วนสูง ดัชนีมวลกาย ไขมันร่างกาย และความยาวขา

การทดสอบประกอบไปด้วย 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

1) ทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา

วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาด้วยเครื่อง Baseline® Push-pull dynamometer (Fabrication Enterprises Incorporated, New York USA) ในกลุ่มกล้ามเนื้อ 6 กลุ่ม ได้แก่ กล้ามเนื้องอและเหยียดสะโพก (hip flexors and extensors) กล้ามเนื้องอและเหยียดเข่า (knee flexors and extensors) กล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้นและลง (ankle dorsiflexors and plantar flexors) ตามลำดับ ให้ผู้ถูกทดสอบออกแรงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (maximum isometric contraction)¹¹ ทำการทดสอบทั้งหมด 2 รอบ และพักระหว่างรอบ 5 นาที ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดที่อาสาสมัครสามารถทำได้เพื่อวิเคราะห์ผลทางและวิธีการวัด (Figure 1)

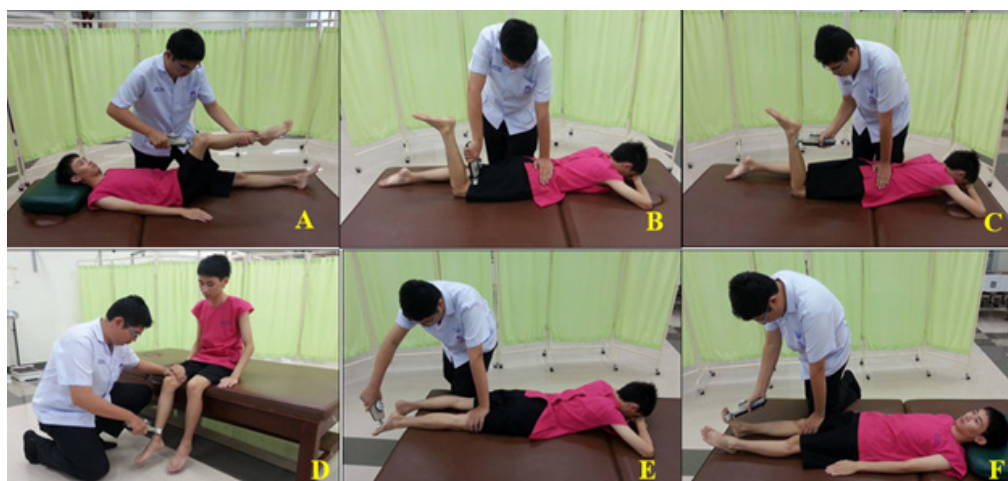


Figure 1 Maximum isometric voluntary contraction (MVC) of lower limb muscles measured by Push-pull dynamometer: - A, Hip flexors; B, Hip extensors; C, Knee flexors; D, Knee extensors; E, Ankle plantarflexors; F, Ankle dorsiflexors

2) ทดสอบความสามารถในการทรงตัวด้วย Star excursion balance test

Star excursion balance เป็นการทดสอบความสามารถในการทรงตัวในขณะที่มีการเคลื่อนไหวซึ่งเป็นตามหน้าที่ (functional balance test) ที่ไม่ต้องใช้เครื่องมือวัดราคาแพงในการทดสอบ และมีความตรงกับการทดสอบการทรงตัวในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น มีความน่าเชื่อถือในการวัดสูง (intratester reliability = 0.85-0.89 และ intertester reliability = 0.97-1.00)¹²

ผู้วิจัยติดสายวัดบนพื้นเรียบโดยให้ทำมุมกัน 135° และ 90° เป็น 3 ทิศทาง ได้แก่ anterior, posterolateral และ posteromedial อาสาสมัครยืนตรงบนขาข้างที่ถนัดในตำแหน่ง

จุดกึ่งกลางของเส้น มือทั้งสองข้างจับไว้บริเวณสะโพก พยายามยื่นปลายเท้าของขาข้างที่ไม่ถนัดไปแตะเส้นในแต่ละทิศทางให้ไกลที่สุด โดยที่ไม่ลงน้ำหนัก (Figure 2) หลังจากนั้นผู้ถูกทดสอบดึงเท้ากลับมายืนลงน้ำหนักในท่าเดิม ผู้วิจัยวัดระยะทางบนเส้นจากจุดศูนย์กลางถึงจุดที่เท้าแตะ¹³ ทำการทดสอบในแต่ละทิศทางทั้งหมด 3 รอบ โดยพักระหว่างรอบเป็นเวลา 10 วินาที และเมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางให้พักเป็นเวลา 20 วินาที ผู้วิจัยบันทึกค่าสูงสุดในแต่ละทิศทาง และคำนวณค่าตัวแปรเป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของ SEBT มีหน่วยเป็นร้อยละ ตามสูตร¹⁴

SEBT score = (Anterior distance + Posterolateral distance + Posteromedial distance) x 100 / 3 (Leg length)

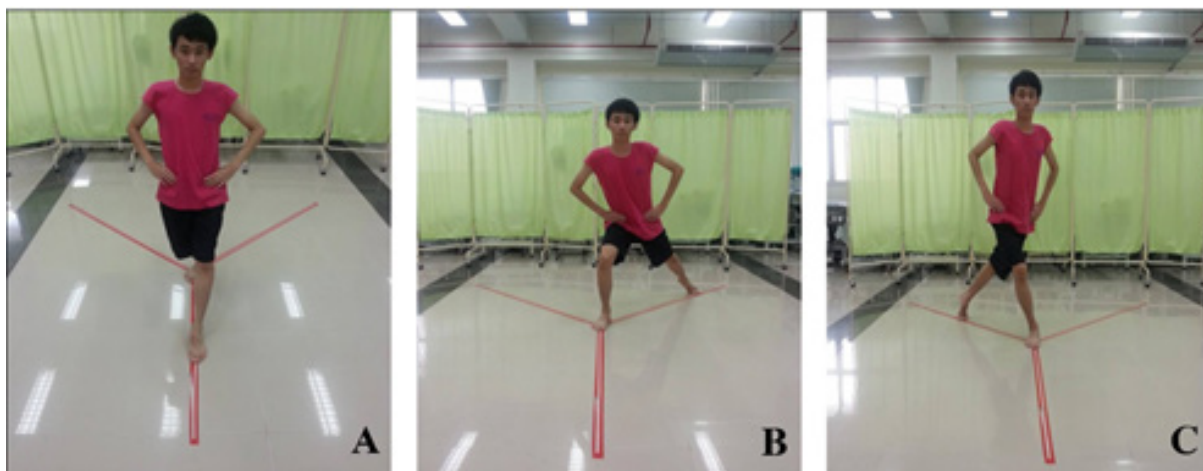


Figure 2 Star excursion balance test; SEBT

A, Anterior direction; B, Posterolateral direction; C, Posteromedial direction

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) อธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัคร ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และค่าคะแนนของการทดสอบ SEBT ใช้สถิติ Pearson's product moment correlation coefficient หาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา และค่าคะแนนของการทดสอบ SEBT ข้อมูลทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSS version 17.0 กำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (lower limb muscle strength) และการทดสอบความสามารถในการทรงตัว (Star excursion balance test)

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาพบว่า ค่าเฉลี่ยของกล้ามเนื้อองสะโพก (hip flexors) กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (hip extensors) กล้ามเนื้อองเข่า (knee flexors) กล้ามเนื้อเหยียดเข่า

(knee extensors) กล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexors) และกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลง (ankle plantarflexors) เท่ากับ 50.93 ± 12.11 , 44.27 ± 8.00 , 32.37 ± 9.92 , 61.40 ± 14.58 , 39.80 ± 10.24 และ 56.70 ± 7.85 ปอนด์ ตามลำดับ ส่วนการทดสอบความสามารถในการทรงตัว พบว่า มีค่าเฉลี่ยของคะแนนรวมของ SEBT เท่ากับ $77.48 \pm 13.35\%$ (Table 2)

Table 2 Lower limb muscle strength and Star Excursion Balance Test (SEBT scores) (mean±SD).

Variables	Total (N = 30)
Hip flexors (lb)	50.93±12.11
Hip extensors (lb)	44.27±8.00
Knee flexors (lb)	32.37±9.92
Knee extensors (lb)	61.40±14.58
Ankle dorsiflexors (lb)	39.80±10.24
Ankle plantarflexors (lb)	56.70±7.85
SEBT scores	77.48±13.35

ความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา (lower limb muscle strength) และการทดสอบความสามารถในการทรงตัว (Star excursion balance test)

ความสามารถในการทรงตัว (SEBT) มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลางถึงสูงกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอเข่า (knee flexors) และกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensors) ($r=0.507$, $p=0.002$ and $r=0.693$, $p<0.001$ ตามลำดับ) และมีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับต่ำกับกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลง (ankle plantarflexors) ($r=0.342$, $p<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 3 (Table 3) และกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของขากับคะแนนรวมของ SEBT ในรูปที่ 3 (Figure 3)

Table 3 Relationship between lower limb muscle strength and Star Excursion Balance Test (SEBT scores).

Lower limb muscle strength	The composite Star excursion balance score	
	Pearson Correlation	p-value
Hip flexors	0.211	0.131
Hip extensors	0.126	0.253
Knee flexors	0.507**	0.002
Knee extensors	0.693**	0.000
Ankledorsiflexors	0.228	0.113
Ankle plantarflexors	0.342*	0.032

* Correlation is significant at the 0.05 level

** Correlation is significant at the 0.01 level

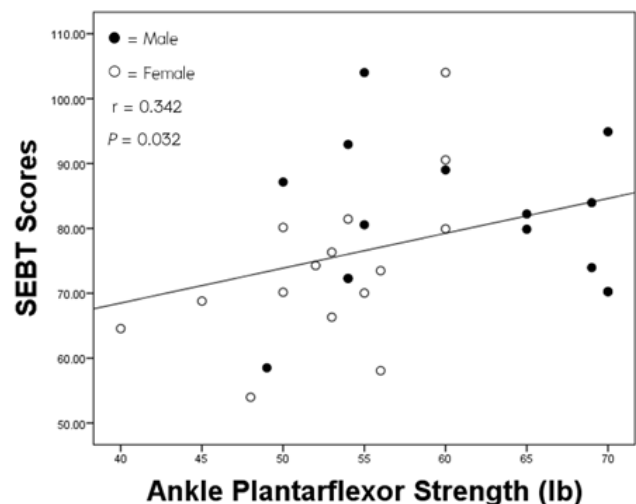
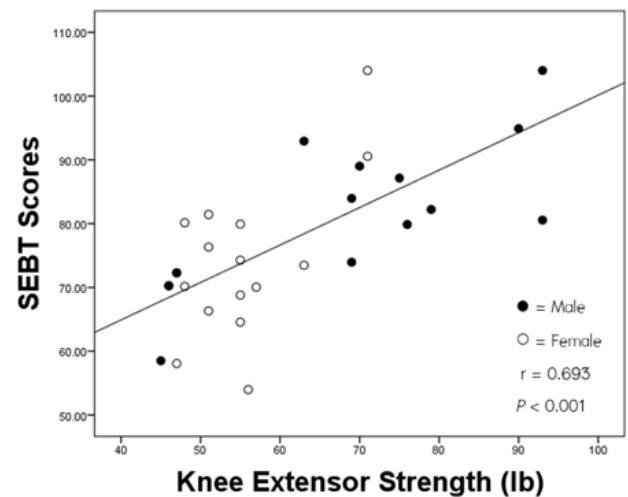
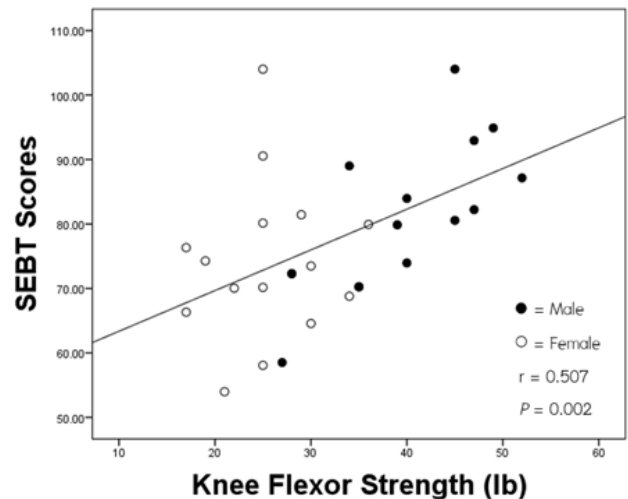


Figure 3 Relationship between lower limb muscles strength and SEBT scores

การศึกษาในครั้งนี้หาความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาและความสามารถในการทรงตัวในผู้ใหญ่อ่อนต้นที่มีภาวะอ้วน พบว่าคะแนนรวมของ SEBT เท่ากับ $77.48 \pm 13.35\%$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบการศึกษาก่อนหน้านี้ที่วัดในผู้ที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ^{14,15} การแปลผลค่าคะแนน SEBT ที่มีค่าคะแนนน้อยหมายความว่าอาสาสมัครมีความสามารถในการทรงตัวขณะที่มีการเปลี่ยนแปลงจุดศูนย์กลางมวลได้น้อยตามไปด้วย ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผู้มีภาวะอ้วนมีความสามารถในการรักษาการทรงตัวต่ำกว่าผู้ที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ปกติ นอกจากนี้ยังพบว่าคะแนนรวมของการทดสอบ SEBT มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่า (knee flexors) และกล้ามเนื้อเหยียดเข่า (knee extensors) ในระดับปานกลางถึงสูง ($r=0.50$ และ $r=0.693$ ตามลำดับ) และมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก้นปลายเท้า (ankle plantarflexors) ในระดับต่ำ ($r=0.342$, $p<0.05$) และไม่มีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพก (hip flexors) กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (hip extensors) และกล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น (ankle dorsiflexors) แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเป็นหนึ่งในปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในผู้มีภาวะอ้วน โดยเฉพาะกล้ามเนื้อข้อเข่า สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Haakonssen⁹ ที่พบว่า Leg press strength มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลางกับความสามารถในการรักษาการทรงตัวในขณะที่โน้มตัวไปข้างหน้าโดยวัดจากองศาที่ทำมุมกับแนวตั้งฉากจากพื้น (maximum forward lean angle) ($r=0.575$, $p=0.02$)

ในการรักษาการทรงตัวขณะมีการเคลื่อนไหวหรือเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล (center of mass) ร่างกายต้องใช้ความแข็งแรงของขาในการรักษาสมดุลไม่ให้ล้ม การศึกษาของ Wolfson และคณะ¹⁶ พบว่า ความผิดปกติด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาจะเพิ่มปัจจัยเสี่ยงต่อการล้มได้ นอกจากนี้ การศึกษาของ Son และคณะ¹⁷ ที่ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน (resistance exercise) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาต่อความสามารถในการทรงตัวแบบเคลื่อนไหว (dynamic balance) ในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองที่เดินได้เอง พบว่าการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านสามารถลดการเสียสมดุลในทิศทางหน้า-หลัง (antero-posterior sway) และทิศทางด้านข้าง (lateral sway) ได้ เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการออกกำลังกายแบบไม่มีแรงต้าน แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเพิ่มความสามารถในการทรงตัวได้อย่างไรก็ตาม ยังคงมีปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อความสามารถในการรักษาการทรงตัว ได้แก่ ระบบการมองเห็น (vision) ระบบ

เวสติบูลาร์ (vestibular) การรับความรู้สึกของข้อต่อ (proprioception) และระบบสั่งการประสาทกล้ามเนื้อ (neuromuscular control) เป็นต้น⁵ ทุกปัจจัยดังกล่าวทำงานร่วมกันเพื่อรักษาการทรงตัว และหากสูญเสียการทำงานของระบบใดระบบหนึ่งจะมีการรับรู้สึกจากระบบอื่นๆ ที่เหลือทดแทน การศึกษานี้เป็นการศึกษาในวัยผู้ใหญ่ตอนต้นที่มีภาวะอ้วนที่ไม่มีโรคหรือภาวะแทรกซ้อนของระบบต่างๆ ที่กล่าวมา จึงทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถในการทรงตัวและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอยู่ในระดับปานกลาง

เมื่อวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของการทดสอบการทรงตัวด้วย SEBT จะเห็นได้ว่า ในขณะที่อาสาสมัครยืนปลายเท้าไปแตะเส้นให้ได้ไกลที่สุดในแต่ละทิศทางนั้น ขาข้างที่ทรงตัวอยู่มีการย่อตัวลงเล็กน้อยเพื่อรักษาสถิตจากการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวล ในทำนองนี้ อาสาสมัครจะต้องมีการหดตัวแบบยืดยาวออก (eccentric contraction) ของกล้ามเนื้อในการเหยียดเข่า ในขณะเดียวกัน กล้ามเนื้อในการงอเข่าต้องมีการหดตัวแบบหดสั้น (concentric contraction) เพื่อไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระดูก Tibia ไปข้างหน้ามากเกินไป และเมื่อพิจารณาที่ข้อเท้าจะพบว่าการกระดกของข้อเท้าขึ้นเล็กน้อย ด้วยทำนองนี้จะต้องอาศัยการหดตัวแบบยืดยาวออกของกล้ามเนื้อก้นปลายเท้าลงเพื่อไม่ให้เกิดการกระดกข้อเท้าขึ้นมากเกินไป ลักษณะการเคลื่อนไหวดังกล่าวมีความสอดคล้องกับผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าความสามารถในการทรงตัวในขณะทดสอบ SEBT มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางถึงสูงกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและงอเข่า และมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำกับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก้นปลายเท้าลง การเคลื่อนไหวขณะทดสอบ SEBT มีความคล้ายคลึงกับการทดสอบ Sit to stand (STS) การศึกษาของ Schenkman และคณะ¹⁸ ที่วิเคราะห์การทำงานของกล้ามเนื้อระหว่างการเคลื่อนไหว STS พบว่า กล้ามเนื้อเหยียดเข่าเป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานหลักของ 2 ใน 4 ช่วงการเคลื่อนไหวของการทดสอบ STS คิดเป็นสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 60 ของระยะเวลาการเคลื่อนไหวทั้งหมด นอกจากนี้ Khemlani และคณะ¹⁹ ที่ศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าขณะเคลื่อนไหวในการทดสอบ STS ด้วยการวัดสัญญาณไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (electromyography) สรุปว่าจะมีการทำงานของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพกแบบยืดยาวออกในการชะลอหรือลดความเร็วของการงอสะโพก ก่อนที่จะมีการเหยียดสะโพกเพื่อลุกขึ้นยืนในกล้ามเนื้อเหยียดเข่าจะมีการหดตัวแบบหดสั้นเพื่อทำให้เกิดการเหยียดเข่าขึ้น ในขณะที่กล้ามเนื้องอเข่าทำหน้าที่ในการดึงกระดูกหน้าแข้งกลับให้ตรงเพื่อควบคุมความมั่นคงของเข่า กล้ามเนื้อข้อเท้ามีส่วนร่วมในการปรับการทรงตัวและความมั่นคงในการทรงตัวระหว่างการสอบ STS อย่างไรก็ตาม

การศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง SEBT score กับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสะโพกและเหยียดสะโพก อาจเนื่องจากการทดสอบ SEBT ไม่ค่อยมีการเคลื่อนไหว ในลักษณะสะโพกเท่ากับการทดสอบ STS จึงทำให้ไม่ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการเหยียดและงอสะโพกในการรักษาสถิตมากนัก

เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการหกล้มในผู้ที่มีภาวะอ้วนได้ อย่างไรก็ตาม ยังมีอีกหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการทรงตัวขณะเคลื่อนไหว เช่น ลักษณะและองศาการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนล่าง ระบบประสาท การควบคุมการทำงานของร่างกายส่วนล่าง (neuromuscular control) ซึ่งควรทำการศึกษาต่อไปในอนาคต

สรุปผลการศึกษา

ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการทรงตัวขณะเคลื่อนไหวในผู้ที่มีภาวะอ้วนโดยเฉพาะกล้ามเนื้อข้อเข่า ดังนั้น ผู้ที่มีภาวะอ้วนอาจเกิดการสูญเสียการทรงตัวและมีความเสี่ยงต่อการหกล้มได้ง่ายกว่าผู้ที่มีน้ำหนักในเกณฑ์ปกติ และการออกกำลังกาย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยพะเยา ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Aekplakorn W, Hogan MC, Chongsuvivatwong V, Tatsanavivat P, Chariyalertsak S, Boonthum A, et al. Trends in obesity and associations with education and urban or rural residence in Thailand. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15: 3113-21.doi: 10.1038/oby.2007.371.
2. Aekplakorn W, Mo-Suwan L. Prevalence of obesity in Thailand. *Obes Rev* 2009; 10: 589-92.doi: 10.1111/j.1467-789X.2009.00626.x.
3. Lang IA, Llewellyn DJ, Alexander K, Melzer D. Obesity, physical function, and mortality in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56: 1474-8.doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.01813.x.
4. Bethesda. Clinical guidelines on the Identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: The evidence report: NHLBI obesity education initiative expert panel on the identification, evaluation, and treatment of obesity in adults (US); 1988 [cited 2015 september 07]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK1995/>
5. Wang L, Li JX, Xu DQ, Hong YL. Proprioception of ankle and knee joints in obese boys and nonobese boys. *Med Sci Monit* 2008; 14: CR129-35.
6. Sturnieks DL, St George R, Lord SR. Balance disorders in the elderly. *Neurophysiol Clin* 2008; 38: 467-78.doi: 10.1016/j.neucli.2008.09.001.
7. Matter KC, Sinclair SA, Hostetler SG, Xiang H. A comparison of the characteristics of injuries between obese and non-obese inpatients. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15: 2384-90.
8. Singh D, Park W, Levy MS, Jung ES. The effects of obesity and standing time on postural sway during prolonged quiet standing. *Ergonomics* 2009; 52: 977-86.doi: 10.1080/00140130902777636.
9. Haakonssen EC. The association of obesity and muscle strength and power with the ability to recover balance from a forward leaning position [Master thesis]. North Carolina, United States: Wake Forest University; 2010.
10. Corbin. C, Welk. G, Corbin. W, Welk. K. Concepts of physical fitness: active lifestyles for wellness. New York: McGraw-Hill Publishing; 2013.

11. Manual guide of baseline® push-pull dynamometer for muscle strength testing. New York: Fabication Enterprises Incorporated.
12. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: aliterature and systematic review. *J Athl Train* 2012; 47: 339-57. doi: 10.4085/1062-6050-47.3.08.
13. Bouillon LE, Baker JL. Dynamic balance differences as measured by the star excursion balance test between adult-aged and middle-aged women. *Sports Health* 2011; 3: 466-9.
14. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2010; 40: 551-8. doi: 10.2519/jospt.2010.3325.
15. Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield BM. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance Test and the Y Balance Test. *J Athl Train* 2012; 47: 366-71. doi: 10.4085/1062-6050-47.4.03.
16. Wolfson L, Judge J, Whipple R, King M. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1995; 50: 64-7.
17. Son SM, Park MK, Lee NK. Influence of resistance exercise training to strengthen muscles across multiple joints of the lower limbs on dynamic balance functions of stroke patients. *J Phys Ther Sci* 2014; 26: 1267-9.
18. Schenkman M, Berger RA, Riley PO, Mann RW, Hodge WA. Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys Ther* 1990; 70: 638-48.
19. Khemlani MM, Carr JH, Crosbie WJ. Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. *Clin Biomech* 1999; 14: 236-46.