

ท่าเริ่มต้นและช่วงการเคลื่อนไหวที่ทำให้ได้แรงกล้ามเนื้อขาสูงสุด: ผลการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี

นันท์นิภา จันทรกี, ทิวาพร ทวีวรรณกิจ, สุกัลยา อมตฉายา และ ลักขณา มาทอง*

Received: June 14, 2017

Revised: July 29, 2017

Accepted: August 8, 2017

บทคัดย่อ

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นสิ่งที่ยอมรับใช้ในการตรวจร่างกาย และติดตามผลการฟื้นฟูความสามารถของผู้ป่วย การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยอุปกรณ์ Hand-held dynamometer (HHD) มักมีท่าเริ่มต้นของการประเมินที่เป็นที่มาตรฐาน ซึ่งในผู้ป่วยที่มีปัญหาการทรงตัวหรือความตึงตัวของกล้ามเนื้อทำให้ไม่สามารถทำการประเมินในท่าเริ่มต้นเหล่านั้นได้ นอกจากนี้ การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวที่ต่างกัน มักส่งผลต่อแรงหดตัวของกล้ามเนื้อ ดังนั้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาท่าเริ่มต้นของการทดสอบที่เหมาะสม และเปรียบเทียบแรงหดตัวของกล้ามเนื้อขา 8 มัดในช่วงต้น ช่วงกลาง และช่วงปลายของการเคลื่อนไหวในอาสาสมัครสุขภาพดีจำนวน 9 คน วิเคราะห์ความต่างของแรงหดตัวกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนที่มีการวัดซ้ำ ผลการศึกษพบว่าแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อขาส่วนใหญ่มีแนวโน้มของแรงหดตัวสูงสุดเมื่อทดสอบในช่วงการเคลื่อนไหวต้น รองลงมาคือช่วงการเคลื่อนไหวกลาง และการเคลื่อนไหวปลาย ยกเว้นกล้ามเนื้อหุบสะโพก อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษพบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของแรงหดตัวกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวต้นและช่วงการเคลื่อนไหวกลาง ($p>0.05$) ของกล้ามเนื้อองสะโพก กล้ามเนื้อกางสะโพก กล้ามเนื้อหุบสะโพก กล้ามเนื้อเหยียดเข่าและกล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าขึ้น ผลการศึกษาที่พบน่าจะเป็นประโยชน์ในการจัดทำทางและเลือกช่วงการเคลื่อนไหวเริ่มต้นของการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อโดยใช้อุปกรณ์ HHD

คำสำคัญ: ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ, แรงหดตัว, ช่วงการเคลื่อนไหว

สาขาวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

กลุ่มวิจัยการพัฒนาศักยภาพทางกายและคุณภาพชีวิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*ผู้รับผิดชอบบทความ



Starting positions and range of motion to produce maximal force of lower limb muscles: data from healthy individuals

Nanniphada Chankavee, Thiwabhorn Thaweewannakij, Sugalya Amatachaya and Lugkana Mato*

Abstract

Muscle strength assessment is commonly used in physical examination and follow-up the rehabilitation of the patients. Muscle strength assessment using Hand-held dynamometer (HHD) equipment usually has standard starting positions assessment. It is difficult to assess muscle strength in the starting position of those in patients who have impaired balance or abnormal muscle tone. Moreover, muscle strength assessment in different range of motion (ROM) may affect to muscle force. Thus, the objective of this study was to investigate the appropriate starting position and compared muscle forces of each eighth muscles of lower extremity in different range of motion (ROM) include outer, middle and inner range in nine healthy female subjects. The different muscles forces in various ROM were analyzed using ANOVA with repeated measurement. The result demonstrated that muscle forces of lower extremity were likely to be highest in outer range followed by middle and inner range except hip adductor muscle. However, the results were shown that there were no significant differences of muscle force between outer and middle range ($p > 0.05$) in hip flexor, hip abductor, hip adductor, knee extensor and ankle dorsiflexor. The findings might be useful for the positioning and selected starting ROM in muscle strength assessment using by HHD.

Keywords: Muscle strength, Force, Range of motion

School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
Improvement of Physical Performance and Quality of Life (IPQ) Research Group, Khon Kaen University

*Corresponding author: (e-mail: yui@kku.ac.th)

บทนำ

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นต่อการระบุระดับความรุนแรงและสาเหตุของความบกพร่องทางการเคลื่อนไหว รวมถึงการติดตามผลการฟื้นฟูความสามารถของผู้ป่วยทางระบบประสาทกลุ่มต่างๆ เช่น ผู้ป่วยพาร์กินสัน ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง เป็นต้น⁽¹⁻⁴⁾ โดยปัจจุบันการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถทำได้หลายวิธี อาทิ การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยมือ (manual muscle test หรือ MMT) เป็นวิธีที่นิยมใช้ทางคลินิก เนื่องจากเป็นวิธีที่สะดวกและทำได้ง่าย แต่ผลการประเมินมักขึ้นกับประสบการณ์และความแข็งแรงของผู้ประเมิน รวมถึงผลการวัดแบ่งเป็นระดับ (grade) ที่ค่อนข้างหยาบทำให้มีปัญหาด้านความไวในการสะท้อนการเปลี่ยนแปลงความสามารถ (sensitivity)⁽⁵⁻⁷⁾ ด้วยเหตุนี้ ในการศึกษาวิจัยหรือการประเมินที่ต้องการผลการวัดที่ชัดเจนจึงนิยมใช้การประเมินด้วยเครื่องมือ เช่น isokinetic dynamometer และ hand-held dynamometer (HHD) เนื่องจากเป็นวิธีที่ให้ผลการวัดที่มีความต่อเนื่อง (continuous data) มีความเที่ยง ความตรง และความไวในการสะท้อนการเปลี่ยนแปลง⁽⁸⁾ อย่างไรก็ตาม isokinetic dynamometer เป็นเครื่องมือที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่และราคาแพง จึงนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการที่มีงบประมาณเพียงพอ⁽⁹⁾ ในขณะที่ HHD เป็นอุปกรณ์ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแบบพกพา ซึ่งให้ผลการวัดที่มีความต่อเนื่องและมีค่าความน่าเชื่อถือของเครื่องมือสูง ($r = 0.80 - 0.99$)^(10,11) โดยผู้วัดควรจะต้องมีความแข็งแรงมากกว่าผู้ถูกวัด เพื่อให้สามารถจับยึดอุปกรณ์ให้อยู่กับที่ได้^(12,13) จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมาพบการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยวิธี HHD ทั้งในอาสาสมัครสุขภาพดี และกลุ่มผู้ป่วยต่างๆ⁽¹⁴⁻¹⁶⁾ แต่วิธีการทดสอบมักจะประเมินในท่านั่งหรือท่านอนต่อแรงโน้มถ่วงโลก ซึ่งการทดสอบด้วยท่าทางเหล่านี้อาจไม่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ป่วยทางระบบประสาท เนื่องจากผู้ป่วยทางระบบประสาทมักมีปัญหาด้านการทรงตัว ความตึงตัวและการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อ ทำให้ขณะทดสอบอาจเกิดการชดเชยการเคลื่อนไหว

และส่งผลกระทบต่อค่าการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ เนื่องจากลักษณะท่าทางมีความมั่นคง และยากต่อการทดสอบในผู้ป่วยที่มีการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อค่อนข้างมาก ดังนั้น การศึกษานี้จึงต้องการหาท่าเริ่มต้นของการประเมินที่เหมาะสมที่ช่วยให้ผู้ป่วยสามารถออกแรงการหดตัวของกล้ามเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สูงสุด) จึงน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยทางกายวิจักษณ์หรือทางคลินิกต่อไป อย่างไรก็ตาม การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยโดยตรงอาจมีข้อจำกัดจากภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้น เช่น กล้ามเนื้อหดสั้น ความตึงตัวของกล้ามเนื้อและการรับรู้ความรู้สึกผิดปกติ ดังนั้น การศึกษาข้อมูลในอาสาสมัครสุขภาพดีจึงอาจช่วยให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการอ้างอิงและประยุกต์ใช้ในผู้ป่วยกลุ่มต่างๆ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาท่าเริ่มต้นที่เหมาะสม และเปรียบเทียบแรงหดตัวของกล้ามเนื้อขาเมื่อทดสอบในช่วงการเคลื่อนไหวต่างๆ กัน โดยใช้อุปกรณ์ HHD ในอาสาสมัครสุขภาพดี

วัสดุและวิธีการ

อาสาสมัคร

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (cross-sectional study) ในอาสาสมัครเพศหญิงสุขภาพดี มีดัชนีมวลกายอยู่ระหว่าง 18.5 – 24.9 กก./ตร.ม. ไม่ออกกำลังกายเป็นประจำต่อเนื่องมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์หรือนักกีฬา⁽¹⁷⁾ เกณฑ์การคัดออกประกอบด้วย อาการหรือความผิดปกติที่อาจส่งผลต่อการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เช่น มีการติดรูปหรือจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ ของขา และมีอาการเจ็บปวดของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการประเมินโดยใช้ visual analogue scale มากกว่า 5 ใน 10 คะแนน⁽¹⁸⁾ การคำนวณจำนวนอาสาสมัครจากสูตรสำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของประชากรมากกว่า 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยกำหนดอำนาจการทดสอบ 0.90 และระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05⁽¹⁹⁾ พบว่าการศึกษานี้ต้องการอาสาสมัครอย่างน้อย 6 คนที่เข้าร่วมงานวิจัย การวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE 591484) ก่อนเข้าร่วมงานวิจัย

อาสาสมัครจะได้รับการสัมภาษณ์ข้อมูลพื้นฐานและทำแบบสอบถามเกี่ยวกับกิจกรรมทางกาย จากนั้นอาสาสมัครที่ผ่านการคัดเลือกและยินดีเข้าร่วมการวิจัยได้ฟังข้อปฏิบัติตัวก่อนการทดสอบ เช่น หลีกเลี่ยงการทำงาน/การออกกำลังกายอย่างหนักที่ก่อให้เกิดการล้า รับฟังคำอธิบายวิธีการวิจัย และลงลายมือชื่อในใบยินยอมก่อนเข้าร่วมงานวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการพิจารณาทำเริ่มต้นการทดสอบและช่วงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม และการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาในช่วงการเคลื่อนไหวต่างๆ โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการวิจัยในแต่ละช่วงดังนี้

การพิจารณาทำเริ่มต้นการทดสอบและช่วงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสม

เนื่องจากผู้ป่วยที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวมักมีความบกพร่องด้านการทรงตัว ความยาวและความตึงตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้ไม่สามารถทดสอบในท่ามาตรฐานได้ ผู้วิจัยจึงเลือกท่าทางการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมัดต่างๆ ในท่านอนหงายและนอนตะแคง โดยจัดให้อาสาสมัครอยู่ในท่าทางที่มั่นคง ร่วมกับการยึดตรึงการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนอื่นๆ เพื่อลดการเคลื่อนไหวขดเขยที่อาจเกิดขึ้นขณะออกแรงทำการทดสอบ โดยจัดช่วงการเคลื่อนไหวแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ (1) การเคลื่อนไหวช่วงต้น (outer range) เป็นช่วงการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อมัดที่ทดสอบอยู่ในตำแหน่งที่มีการยืดออกมากที่สุด (2) การเคลื่อนไหวช่วงกลาง (middle range) เป็นช่วงการเคลื่อนไหวกึ่งกลางระหว่างการเคลื่อนไหวช่วงต้นและช่วงปลาย (3) การเคลื่อนไหวช่วงปลาย (inner range) เป็นช่วงการเคลื่อนไหวที่กล้ามเนื้อมัดที่ทดสอบอยู่ในตำแหน่งความยาวกล้ามเนื้อสั้นที่สุด⁽²⁰⁾

ตารางที่ 1 การจัดท่าทางและตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ HHD

กลุ่มกล้ามเนื้อ	มุม	การจัดท่า	ตำแหน่งอุปกรณ์
กล้ามเนื้อฮิสโฟก (Hip flexors)	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน เขยียดสะโพกไปทางด้านหลังจนสุดช่วงการเคลื่อนไหวและงอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุง และขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณด้านหน้าเหนือต่อข้อเข้าของขาข้างที่ทดสอบ
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน สะโพกเขยียดตรง งอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุง และขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	

ตารางที่ 1 การจัดท่าทางและตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ HHD (ต่อ)

กลุ่มกล้ามเนื้อ	มุม	การจัดท่า	ตำแหน่งอุปกรณ์
กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก (Hip extensors)	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน งอสะโพกไปทางด้านหน้าจนสุดช่วงการเคลื่อนไหวและงอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงและขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณด้านหลังเหนือต่อข้อพับเข้าของขาข้างที่ทดสอบ
	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน งอสะโพกไปทางด้านหน้าจนสุดช่วงการเคลื่อนไหวและงอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงและขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน สะโพกเหยียดตรง งอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงและขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	
กล้ามเนื้อกางสะโพก (Hip abductors)	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างที่ทดสอบอยู่ด้านบน เหยียดสะโพกไปทางด้านหลังจนสุดช่วงการเคลื่อนไหวและงอเข้า 90 องศา โดยมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุง และขาด้านล่างงอเข้างอสะโพกไปทางด้านหน้าเล็กน้อย	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณด้านนอกเหนือเข้าด้านข้างของขาข้างที่ทดสอบ
	outer	อาสาสมัครนอนหงาย กางขาข้างที่ไม่ได้ถูกทดสอบออก และหุบขาข้างที่ทดสอบเข้าจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	
	middle	อาสาสมัครนอนหงายกางขาข้างที่ไม่ได้ถูกทดสอบออก และขาข้างที่ทดสอบอยู่ในท่า mid line	
	inner	อาสาสมัครนอนหงาย กางขาข้างที่ทดสอบออกจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	

ตารางที่ 1 การจัดท่าทางและตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ HHD (ต่อ)

กลุ่มกล้ามเนื้อ	มุม	การจัดท่า	ตำแหน่งอุปกรณ์
กล้ามเนื้อหุบสะโพก (Hip adductors)	outer	อาสาสมัครนอนหงาย กางขาข้างที่ทดสอบออกจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณด้านในเหนือเข่า ด้านข้างของขาข้างที่ทดสอบ
	middle	อาสาสมัครนอนหงายกางขาข้างที่ไม่ได้ถูกทดสอบออก และขาข้างที่ทดสอบอยู่ในท่า mid line	
	inner	อาสาสมัครนอนหงาย กางขาข้างที่ไม่ได้ถูกทดสอบออก และหุบขาข้างที่ทดสอบเข้าจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	
กล้ามเนื้องอเข่า (Knee flexors)	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกและเข่าเหยียดตรง	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณเหนือข้อเท้า ด้านหลังของขาข้างที่ทดสอบ
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกเหยียดตรงและเข่างอ 90 องศา	
	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกออกไปด้านหน้าเล็กน้อยและงอเข่าไปทางด้านหลังจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	
กล้ามเนื้อเหยียดเข่า (Knee extensors)	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกออกไปด้านหน้าเล็กน้อยและงอเข่าไปทางด้านหลังจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณเหนือข้อเท้า ด้านหน้าของขาข้างที่ทดสอบ
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกเหยียดตรงและเข่างอ 90 องศา	
	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกและเข่าเหยียดตรง	

ตารางที่ 1 การจัดท่าทางและตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ HHD (ต่อ)

กลุ่มกล้ามเนื้อ	มุม	การจัดท่า	ตำแหน่งอุปกรณ์
กล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น (Ankle dorsiflexors)	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพก เข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าอยู่ในลักษณะถีบลงจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณหลังเท้าเหนือต่อนิ้วเท้าของขาข้างที่ทดสอบ
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกเข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าตั้งฉาก 90 องศา	
	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกและเข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าอยู่ในลักษณะกระดูกข้อเท้าขึ้นจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	
กล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลง (Ankle plantarflexors)	outer	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกและเข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าอยู่ในลักษณะกระดูกข้อเท้าขึ้นจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	ผู้วิจัยวางและยึด HHD บริเวณฝ่าเท้าเหนือต่อส่วนโค้งของฝ่าเท้าของขาข้างที่
	middle	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกเข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าตั้งฉาก 90 องศา	
	inner	อาสาสมัครนอนตะแคง ขาข้างทดสอบอยู่ด้านบนมีหมอนรองขาเพื่อช่วยพยุงสะโพกเข่งอไปทางด้านหน้าเล็กน้อย ปลายเท้าอยู่ในลักษณะถีบลงจนสุดช่วงการเคลื่อนไหว	

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแต่ละมัด ในช่วงการเคลื่อนไหวต่างๆ ผู้ทดสอบจับอุปกรณ์ HHD ให้สัมผัสกับส่วนปลายและตั้งฉากกับร่างกายส่วนที่ต้องการทดสอบ⁽²¹⁾ โดยมีการจัดทำทางและตำแหน่งในการวางอุปกรณ์ HHD ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยทำเริ่มต้นและวิธีการทดสอบที่ใช้ในการศึกษานี้ได้รับการพิจารณาความถูกต้องเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญการฟื้นฟูผู้ป่วยทางระบบประสาทมากกว่า 20 ปี จำนวน 2 ท่าน

การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา โดยใช้ HHD

การศึกษานี้ประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา 8 มัด ประกอบด้วยกล้ามเนื้อกางและหุบสะโพก กล้ามเนื้องอและเหยียดสะโพก กล้ามเนื้องอและเหยียดเข่า กล้ามเนื้อกระดกข้อเท้าขึ้นและถีบปลายเท้าลง ตามลำดับ (รูป ก-ข) โดยส้อมลำดับช่วงการเคลื่อนไหวเริ่มต้นสำหรับการประเมินกล้ามเนื้อแต่ละมัด



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ก การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้องอสะโพก



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ข การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ค การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกางสะโพก



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ง การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหุบสะโพก



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป จ การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อข้อเข่า



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ฉ การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข่า



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ช การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกระดูกข้อเท้าขึ้น



ช่วงการเคลื่อนไหวต้น



ช่วงการเคลื่อนไหวกลาง



ช่วงการเคลื่อนไหวปลาย

รูป ซ การประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลง

ก่อนการทดสอบผู้ประเมินทำการเคลื่อนไหวข้อต่อแบบทำให้ (passive movement) เพื่อให้ทราบช่วงการเคลื่อนไหวทั้งหมด แล้วจัดทำเริ่มต้นของกล้ามเนื้อต้นให้อยู่ในช่วงการเคลื่อนไหวที่ต้องการทดสอบ แล้วทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแต่ละมัดและแต่ละช่วงการเคลื่อนไหวโดยให้อาสาสมัครออกแรงสูงสุดโดยผู้ทดสอบช่วยยึดอุปกรณ์ HDD ให้ข้อต่ออยู่หนึ่งที่ ค้างไว้ 3 วินาที⁽²²⁾ ทำการประเมินซ้ำ 3 ครั้งแล้วนำไปหาค่าเฉลี่ยระหว่างการทดสอบแต่ละครั้ง อาสาสมัครสามารถพักได้ประมาณ 1 นาที หรือตามต้องการจนกว่าจะหายล้า

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายลักษณะของอาสาสมัครและผลการศึกษา ใช้สถิติ ANOVA with repeated measures เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อในแต่ละช่วงการเคลื่อนไหว และใช้สถิติ post-hoc (Bonferroni's) tests ในการระบุความแตกต่างระหว่างคู่ โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$

ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีอาสาสมัครเพศหญิง สุขภาพดี เข้าร่วมการวิจัยทั้งหมด 9 คน อายุเฉลี่ย 23.33 ± 0.71 ปี ส่วนสูงเฉลี่ย 157.89 ± 4.96 เซนติเมตร น้ำหนักเฉลี่ย 55.44 ± 8.05 กิโลกรัม มีคะแนนกิจกรรมทางกายเฉลี่ย 518.24 ± 31.17 MET มีดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ

ผลการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้อขาทั้ง 8 มัด มีแนวโน้มของแรงหดตัวสูงสุดเมื่อทดสอบในช่วง outer range รองลงมาคือช่วง middle range และช่วง inner range ตามลำดับ ยกเว้นกล้ามเนื้อหุบสะโพก ซึ่งพบแรงหดตัวสูงสุดในช่วง middle range โดยแรงหดตัวของกล้ามเนื้อในช่วง outer range และ middle range มีความแตกต่างจาก inner range อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$, ตารางที่ 2) นอกจากนี้ แรงหดตัวของกล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้องอเข่า และกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลงในช่วง outer range ยังมีความแตกต่างจาก middle range อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$, ตารางที่ 2)

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้ต้องการศึกษาท่าเริ่มต้นและช่วงการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมสำหรับการประเมินเพื่อให้ได้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อสูงสุด โดยผลการศึกษาพบว่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อขาส่วนใหญ่มีแนวโน้มของแรงในการหดตัวสูงสุดอยู่ในช่วง outer range ตามด้วย middle range และ inner range ตามลำดับ ยกเว้นกล้ามเนื้อหุบสะโพกที่พบแรงหดตัวสูงสุดในช่วง middle range โดยแรงหดตัวของกล้ามเนื้อในช่วง outer range และ middle range มีความแตกต่างจาก inner range อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.01$, ตารางที่ 2) นอกจากนี้กล้ามเนื้อเหยียดสะโพก กล้ามเนื้องอเข่า และกล้ามเนื้อถีบปลายเท้าลงในช่วงที่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแรงหดตัวของกล้ามเนื้อระหว่างช่วง outer range และ middle range ($p < 0.05$, ตารางที่ 2)

การศึกษานี้เลือกใช้ท่าเริ่มต้นการทดสอบในท่านอนหงายและท่านอนตะแคง และทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะที่มีการรบกวนจากแรงโน้มถ่วงของโลก (gravity) น้อยที่สุดเพื่อให้ร่างกายส่วนอื่นๆ ที่ไม่ได้รับการทดสอบมีความมั่นคง และลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากขนาดของร่างกายส่วนที่ต้องการทดสอบต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่วัดได้ (รูป ก-ข) ผลการศึกษาพบว่าแรงหดตัวของกล้ามเนื้อส่วนใหญ่มีค่าสูงสุดเมื่อทำการทดสอบในช่วง outer range อาจเนื่องมาจากในช่วงการเคลื่อนไหวนี้ขณะทดสอบกล้ามเนื้อได้รับการจัดให้มีความยาวเริ่มต้นมากที่สุดในลักษณะถูกยืดยาวออก (stretch) ทำให้กล้ามเนื้อสามารถสร้างแรงหดตัวผ่านการหดตัวกลับที่เดิมได้ (elastic recoil/passive contraction) ทำให้การสร้างแรงหดตัวของกล้ามเนื้อในช่วงการเคลื่อนไหวนี้มีการสร้างแรงหดตัวทั้งแบบ passive และ active contraction รวมกัน ดังนั้นจึงทำให้การทดสอบในช่วงการเคลื่อนไหวนี้มีแรงหดตัวของกล้ามเนื้อมากเมื่อเทียบกับการทดสอบในช่วง middle range ที่มีการหดตัวแบบ active contraction เพียงอย่างเดียว⁽²³⁾

ตารางที่ 2 แรงการหดตัวของกล้ามเนื้อช่วงของการเคลื่อนไหวต่างๆ

ข้อต่อ	กล้ามเนื้อ	แรงของกล้ามเนื้อ (กิโลกรัม)		
		ช่วงต้น	ช่วงกลาง	ช่วงปลาย
ข้อสะโพก	งอสะโพก	9.63±1.68 ^{ป**}	8.81±1.95 ^{ป**}	6.93±1.93
	เหยียดสะโพก	9.89±1.72 ^{ก**,ป**}	8.41±1.92 ^{ป**}	6.22±1.57
	กางสะโพก	9.04±1.59 ^{ป***}	8.33±1.75 ^{ป***}	5.67±1.63
	หุบสะโพก	8.81±1.42 ^{ป**}	8.85±1.94 ^{ป**}	7.11±1.51
ข้อเข่า	งอเข่า	9.81±1.86 ^{ก*,ป***}	8.70±1.98 ^{ป**}	6.22±1.38
	เหยียดเข่า	11.30±2.26 ^{ป***}	10.52±2.73 ^{ป**}	5.70±1.10
ข้อเท้า	กระดกข้อเท้าขึ้น	9.51±1.61 ^{ป**}	8.85±1.86 ^{ป**}	7.19±1.46
	ถีบปลายเท้าลง	9.82±2.36 ^{ก*,ป***}	7.96±2.80 ^{ป***}	5.70±2.18

หมายเหตุ

^ป แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของช่วงการเคลื่อนไหวนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงการเคลื่อนไหวปลาย (inner range)

^ก แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของช่วงการเคลื่อนไหวนั้นๆ เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงการเคลื่อนไหวกลาง (middle range)

* แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$

** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.01$

*** แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.001$

อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษายังพบว่าการออกแรง

ของกล้ามเนื้อในช่วง middle range ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับช่วง outer range ($p>0.05$, ตารางที่ 2) ซึ่งข้อมูลนี้พบนี้อาจสัมพันธ์กับความยาวกล้ามเนื้อขณะพัก (optimal length หรือ resting length) เป็นตำแหน่งที่ actin จับกับ myosin head ได้มากและพอเหมาะที่ทำให้เกิดแรงดึงสูงสุด จึงทำให้ได้แรงหดตัวของกล้ามเนื้อที่มาก⁽²⁴⁾ สอดคล้องกับการศึกษาของ Lieb และ Perry ที่พบว่าเมื่อกล้ามเนื้อหน้าขาอยู่ในตำแหน่ง 90 องศาของการงอเข้า ซึ่งเป็นตำแหน่ง optimal position ของกล้ามเนื้อหน้าขาจะเกิดการหดตัวสูงสุดของกล้ามเนื้อ⁽²⁵⁾ นอกจากนี้ลักษณะการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ซึ่งมักอยู่ในช่วง middle range ทำให้กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงค่อนข้างดีในช่วงการเคลื่อนไหวนี้แม้จะไม่ได้มีการจัดให้ยืดยาวออกเหมือนกับการทดสอบในช่วง outer range⁽²³⁾ ส่วนการทดสอบในช่วง inner range เป็นช่วงที่ความยาวตั้งต้นของกล้ามเนื้อหดสั้นมากที่สุด ทำให้เกิดการเหลื่อมซ้อนกันของโปรตีนสายบางและโปรตีนสายหนา จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อมีประสิทธิภาพในการสร้างแรงหดตัวน้อยที่สุด⁽²⁶⁾

ข้อมูลที่พบนี้น่าจะเป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ในการจัดทำทางและเลือกช่วงการเคลื่อนไหวเริ่มต้นของการประเมินความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยใช้อุปกรณ์ HHD ทางคลินิกและการวิจัยสำหรับผู้ที่มีความบกพร่องทางการเคลื่อนไหวกลุ่มต่างๆ ที่ต้องการผลของการประเมินที่ละเอียด อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ได้เป็นการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดี เพื่อให้ได้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการประยุกต์ใช้ในผู้ป่วยกลุ่มต่างๆ ต่อไป ดังนั้น การศึกษาในอนาคตจึงควรศึกษาในผู้ป่วยกลุ่มต่างๆ เพื่อให้ได้ผลของการศึกษาที่ยืนยันการประยุกต์ใช้ทางคลินิกและการวิจัยได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากกลุ่มวิจัยการพัฒนาความสามารถทางกายและคุณภาพชีวิต (Improvement of Physical Performance and Quality of Life [IPQ] Research Group) และ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

เอกสารอ้างอิง

1. Moriello C, Finch L, Mayo NE. Relationship between muscle strength and functional walking capacity among people with stroke. *J Rehabil Res Dev* 2011; 48(3): 267-75.
2. Kim CM, Eng JJ, Whittaker MW. Level walking and ambulatory capacity in persons with incomplete spinal cord injury: relationship with muscle strength. *Spinal Cord* 2004; 42(3): 156-62.
3. Inkster LM, Eng JJ, MacIntyre DL, Stoessl AJ. Leg muscle strength is reduced in Parkinson's disease and relates to the ability to rise from a chair. *Movement Disord* 2003; 18(2): 157-62.
4. Noreau L, Vachon J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. *Spinal cord* 1998; 36(10): 716-23.
5. Hislop H, Avers D, Brown M. Daniels and Worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination and performance testing. Elsevier Health Sciences; 2013.
6. Wadsworth CT, Krishnan R, Sear M, Harrold J, Nielsen DH. Intrarater reliability of manual muscle testing and hand-held dynamometric muscle testing. *Phys Ther* 1987; 67(9): 1342-7.
7. Noreau L, Vachon J. Comparison of three methods to assess muscular strength in individuals with spinal cord injury. *Spinal Cord* 1998; 36(10): 716-23.
8. Burns SP, Spanier DE. Break-technique handheld dynamometry: Relation between angular velocity and strength measurements. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(7): 1420-6.
9. Sisto SA, Dyson-Hudson T. Dynamometry testing in spinal cord injury. *J Rehabil Res Dev* 2007; 44(1): 123-36.

10. Wang CY, Olson SL, Protas EJ. Test-retest strength reliability: hand-held dynamometry in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehab* 2002; 83(6): 811-5.
11. Stratford PW, Balsor BE. A comparison of make and break tests using a hand-held dynamometer and the Kin-Com. *J Orthop Sport Phys* 1994; 19(1): 28-32.
12. Herbison GJ, Isaac Z, Cohen ME, Ditunno Jr JF. Strength post-spinal cord injury: myometer vs manual muscle test. *Spinal Cord* 1996; 34(9): 543-8.
13. Van der Ploeg RJ, Fidler V, Oosterhuis HJ. Hand-held myometry: reference values. *J NeurolNeurosurg Ps* 1991; 54(3): 244-7.
14. Surburg PR, Suomi R, Poppy WK. Validity and reliability of a hand-held dynamometer with two populations. *J Orthop SportPhys* 1992; 16(5): 229-34.
15. Febrer A, Rodriguez N, Alias L, Tizzano E. Measurement of muscle strength with a handheld dynamometer in patients with chronic spinal muscular atrophy. *J Rehabil Med* 2010; 42(3): 228-31.
16. Brinkmann JR. Comparison of a hand-held and fixed dynamometer in measuring strength of patients with neuromuscular disease. *J Orthop Sport Phys* 1994; 19(2): 100-4.
17. Chahal J, Lee R, Luo J. Loading dose of physical activity is related to muscle strength and bone density in middle-aged women. *Bone* 2014; 67: 41-5.
18. Gallagher EJ, Liebman M, Bijur PE. Prospective validation of clinically important changes in pain severity measured on a visual analog scale. *Ann Emerg Med* 2001; 38(6):633-8.
19. WaranuchPithipat. Research methodology in dentistry. 2nd Edition. KhonKaen: Publisher Khon Kaen University; 2557.
20. Palmer ML, Epler ME. Clinical assessment procedures in physical therapy. JP Lippincott; 1990.
21. Bohannon RW. Hand-held compared with isokinetic dynamometry for measurement of static knee extension torque (parallel reliability of dynamometers). *Clin Phys PhysiolMeas* 1990; 11(3): 217-22.
22. Eriksrud O, Bohannon RW. Relationship of knee extension force to independence in sit-to-stand performance in patients receiving acute rehabilitation. *Phys Ther* 2003; 83(6): 544-50.
23. Norris CM. The Complete Guide to Exercise Therapy. Bloomsbury Publishing 2014.
24. Lieber RL, Ward SR. Skeletal muscle design to meet functional demands. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 2011; 366(1570): 1466-76.
25. Lieb FJ, Perry J. Quadriceps Function: AN ELECTROMYOGRAPHIC STUDY UNDER ISOMETRIC CONDITIONS. *JBJS*. 1971; 53(4): 749-58.
26. Yang J, Lee J, Lee B, Kim S, Shin D, Lee Y, et al. The effects of elbow joint angle changes on elbow flexor and extensor muscle strength and activation. *J Phys Ther Sci* 2014; 26(7): 1079-82.