วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

ผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างและการสั่นสะเทือนร่างกายต่อองศาการเคลื่อนไหวและความสามารถของการเดินในเด็กสมองพิการ

ธีราภรณ์ ตุพิมาย[1,2], พรรณี ปึงสุวรรณ[2,3]*, จารุวรรณ ใสสม[4], ลลิตา คุณะ[4], วิภาพร เปรี่ยมสุข[4], จิตรลดา ประเสริฐนู[5]

Received: *September 27, 2014*
Revised & Accepted: *December 16, 2014*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างและร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกายต่อองศาการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเดินของเด็กสมองพิการ ออกแบบการศึกษาเป็นแบบไขว้ (cross-over) อาสาสมัครเป็นเด็กสมองพิการอายุระหว่าง 6-18 ปี อายุเฉลี่ย 10.58 ± 2.35 ปี จำนวน 12 คน มีการสุ่มอาสาสมัครแบบแบ่งชั้นตาม เพศ อายุ และระดับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว (Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised) ระดับ 1-3 และแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 6 คน กลุ่มควบคุมจะได้รับการรักษาด้วยการยืนบนเตียงปรับระดับเป็นเวลา 40 นาที/ครั้ง ส่วนกลุ่มทดลองได้รับการรักษาโดยการยืนบนเตียงปรับระดับเป็นเวลา 30 นาที ต่อด้วยการสั่นสะเทือนร่างกายด้วยเครื่อง whole body vibration 10 นาที/ครั้ง ทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการรักษา 5 วัน/สัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 สัปดาห์ อาสาสมัครได้รับการวัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้า โดยใช้โกนิโอมิเตอร์และประเมินความสามารถในการเดิน 1 นาทีโดยใช้ 1 minute walk test (1MWT) ก่อนและหลังการฝึก 1 ครั้งและ 6 สัปดาห์ การศึกษาพบว่า ผลทันทีหลังการรักษา 1 ครั้ง องศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นในทิศทาง hip flexion (P = 0.012) และ ankle dorsiflexion (P = 0.032) ของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่า และทิศทาง hip flexion (P = 0.019) ของขาข้างที่หดเกร็งน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลอง แต่ไม่พบในกลุ่มควบคุม ในการเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มไม่พบการความแตกต่างทั้งองศาการเคลื่อนไหวและค่าเฉลี่ยของระยะทางของ 1MWT หลังการรักษา 6 สัปดาห์พบว่า องศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทาง ankle dorsiflexion (P = 0.002) ในกลุ่มควบคุม ส่วน knee flexion (P = 0.002) และ ankle dorsiflexion (P = 0.002) ในกลุ่มทดลองของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่า และในทิศทาง knee flexion (P = 0.021) ในกลุ่มควบคุม และ ankle dorsiflexion (P = 0.006) ในกลุ่มทดลองของขาข้างที่หดเกร็งน้อยกว่า และพบว่าค่าเฉลี่ยระยะทางของ 1MWT หลังรักษาเพิ่มขึ้นประมาณ 4.5 เมตร (P = 0.02) ในกลุ่มทดลองเช่นกัน สำหรับความแตกต่างระหว่างกลุ่มพบว่า องศาการเคลื่อนไหวในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทิศทาง knee flexion 4.31% (P = 0.001), และ ankle dorsiflexion 23.61% (P = 0.056) ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม และค่าเฉลี่ยระยะทางของ 1MWT หลังการรักษาทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน สรุปการศึกษานี้พบว่าการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกายสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเดินของเด็กและวัยรุ่นสมองพิการประเภท spastic ได้ วิธีการนี้จึงมีความเหมาะสม เนื่องจากสะดวกในการใช้ ประหยัดเวลา และพึ่งพาผู้รักษาหรือกายภาพบำบัดน้อย สำหรับการศึกษาในอนาคตควรศึกษาผลระยะยาวสำหรับตัวแปรอื่น ๆ ต่อไป

คำสำคัญ: สมองพิการ, องศาการเคลื่อนไหว, ความสามารถในการเดิน, การทดสอบการเดิน 1 นาที

[1] นักศึกษาปริญญาโท สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[2] ศูนย์วิจัยปวดหลัง ปวดคอ ปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[3] สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[4] นักศึกษาปริญญาตรี สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
[5] โรงเรียนศรีสังวาลย์ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น
* ผู้รับผิดชอบบทความ

วารสาร
เทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด
JOURNAL OF MEDICAL TECHNOLOGY AND PHYSICAL THERAPY

นิพนธ์ต้นฉบับ
ORIGINAL ARTICLE

Effects of prolonged muscle stretching and whole body vibration on range of motion and walking ability in children and adolescents with cerebral palsy

Teeraporn Tupimai[1,2], Punnee Peungsuwan[2,3]*, Jaruwan Saisom[4], Lalita Khuna[4], Wipaporn Praimsok[4], Jitlada Prasertnoo[5]

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effects of a prolonged muscle stretching (PMS) compared with the PMS and whole body vibration (WBV) on range of motion (ROM) and walking ability in children and adolescents with cerebral palsy (CP). A randomized crossover trial was assigned. Twelve children and adolescents with spastic CP aged 10.58 ± 2.35 (range 6 to 18) years were randomly allocated into either control (CG; n=6) or experimental (EG; n=6) group. In the CG, participants were performed to stand on a tilt table for 40 minutes/session/day. Individuals in the EG was conducted the same one for 30 minutes, WBV was subsequently applied for 10 minutes. Durations of immediate and short-term effects were once a day and 5 days/wk for 6 wks, and after a 1-day and 2-week washout, all participants were crossed over to the opposite arm, respectively. ROM and one minute walk test (1MWT) were measured before and after the treatment changes. For immediate effect, degree of ROM significantly increased in the hip flexion (P = 0.012) and ankle dorsiflexion (P = 0.032) of the higher spastic leg and hip flexion (P = 0.019) of the lower spastic leg in the EG, but no change in the CG. There was no significant difference in between groups. After a 6-week, degree of ROM significantly increased in the ankle dorsiflexion (P = 0.002) of the higher spastic leg and knee flexion (P = 0.021) of the lower spastic leg in the CG. ROM increased in the knee flexion (P = 0.002) and ankle dorsiflexion (P = 0.002) of the higher spastic leg and ankle dorsiflexion (P = 0.006) of the lower spastic leg in the EG. Distance of the 1MWT significantly increased in the EG (P = 0.02). When comparing between groups, ROM significantly better increased as 4.31% of knee flexion (P = 0.001) and 23.61% of ankle dorsiflexion (P = 0.056) of the higher spastic leg in the EG. One-MWT did not change significantly. Conclusion, the results suggest that a 6-week intervention of combining PMS with WBV can improve ROM of knee and ankle joint and walking ability in children and adolescents with spastic CP. This intervention is appropriate due to simple, less time and non-dependent on physical therapist. Further study should evaluate long-term effect in other outcomes.

Keywords : Cerebral palsy, Range of motion, Walking ability, One minute walk test

[1] Master Degree Student, [2] Research Center in Back, Neck, Other Joint Pain and Human Performance (BNOJPH), [3]School of Physical Therapy, [4] Undergraduate Student, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University
[5] Srisangwan Khon Kaen Special School, Khon Kaen Province, Thailand
* Corresponding author: (e-mail: ppunne@kku.ac.th)

บทนำ

ความผิดปกติในการเคลื่อนไหวเป็นปัญหาสำคัญในเด็กสมองพิการ เด็กสมองพิการประเภท spastic diplegia มีภาวะหดเกร็ง (spasticity) ของกล้ามเนื้อแขนและขาทั้ง 2 ข้าง ซึ่งขามีอาการหดเกร็งมากกว่าแขน[1] ทำให้เด็กทรงท่าและการเคลื่อนไหวลำบาก โดยเฉพาะท่ายืนและการเดิน เนื่องจากภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง และองศาการเคลื่อนไหวลดลง ทำให้ไม่สามารถเคลื่อนไหวข้อต่อได้อย่างอิสระและจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อ เกิดการหดสั้นหรือหดรั้งของกล้ามเนื้อ ส่งผลให้เด็กมีปัญหาการทรงตัวในท่ายืนและความสามารถในการเดินลดลง และส่งผลต่อการเคลื่อนไหวในการทำกิจวัตรประจำวันของเด็กด้วย[2]

หลักการรักษาเด็กสมองพิการในกลุ่มของ spastic diplegia ประกอบด้วย การยับยั้งอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อเพื่อช่วยให้กล้ามเนื้อเกิดการผ่อนคลาย และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของข้อต่อ ส่วนของลำตัว แขนและขาเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระและถูกต้องตามแบบแผน ในการเลือกเทคนิคการรักษาทางกายภาพบำบัดเพื่อการยับยั้งอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย การยืดกล้ามเนื้อที่หดเกร็งค้างแบบทำให้ (prolonged muscle stretch; PMS) หรือใช้อุปกรณ์ช่วย เช่น เตียงยืนปรับระดับ (tilt table) เทคนิคนี้เป็นการจัดท่าทางให้ถูกต้องร่วมกับการยืดกล้ามเนื้อที่มีปัญหาหดเกร็งหรือหดสั้น ซึ่งเป็นเทคนิคพื้นฐานในการรักษาที่นักกายภาพบำบัดนำมาใช้เป็นประจำ[3] นักวิจัยได้คิดค้นวิธีการรักษาแบบทางเลือกอื่นๆ อีก เช่น เครื่องสั่นสะเทือนร่างกายหรือเรียกว่า whole body vibration (WBV) เป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีการศึกษาพบว่า สามารถลดอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อ[4] ส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ[5,6], รักษาสมดุลของร่างกาย[7] และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวในผู้ป่วยสมองพิการได้[8] ซึ่งผลเหล่านี้สามารถช่วยเพิ่มความสามารถของการเดินได้[9] อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาเกี่ยวกับการสั่นสะเทือนร่างกายในเด็กสมองพิการยังมีน้อยและไม่ชัดเจน ถ้าเปรียบเทียบกับวิธียืดกล้ามเนื้อแบบค้างไว้ ยังไม่มีหลักฐานบ่งบอกว่าแบบใดให้ผลดีกว่าหรือเหมาะสมกว่า Pin และคณะ[10] ได้กล่าวสรุปในรายงานการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (systemic review) เกี่ยวกับประสิทธิภาพของ PMS ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน เนื่องจากงานวิจัยที่ศึกษายังมีจุดอ่อนในประเด็นของระเบียบวิธีวิจัย ขนาดของตัวอย่างที่น้อยเกินไป และมีจำนวนของการศึกษาไม่มาก นอกจากนี้ Pin และคณะได้แนะนำการรักษาด้วยวิธี PMS ควรจะประยุกต์ใช้กับเทคนิคการรักษาแบบอื่น ๆ รวมทั้งการยืดควรจะเป็นแบบค้างไว้นาน ๆ โดยการใช้อุปกรณ์ช่วย ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงวางแผนยืดกล้ามเนื้อที่หดเกร็งแบบค้างโดยใช้อุปกรณ์เตียงฝึกยืนปรับระดับหรือ PMS จะช่วยทำให้กล้ามเนื้อยืดค้างได้นานกว่าให้คนทำให้และน่าจะแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการลดอาการหดเกร็ง ป้องกันและลดกล้ามเนื้อตึงหรือหดสั้นได้ นอกจากนี้การใช้ WBV เป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะมีผลดีต่อกล้ามเนื้อขาคือช่วยลดภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อและเพิ่มองศาการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังประหยัดเวลา และพึ่งพาผู้รักษาหรือกายภาพบำบัดน้อยที่สุด คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลของ PMS อย่างเดียวกับผลของ PMS ร่วมกับ WBV โดยประเมินผลการเปลี่ยนแปลงขององศาการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเดิน โดยศึกษาผลการรักษาทันทีและผลการรักษา 6 สัปดาห์

วัสดุและวิธีการศึกษา

การวิจัยเป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่ม randomized controlled trial และออกแบบไขว้กัน (cross-over design) โดยมีการสุ่มแบ่งชั้น (stratified) ตามเพศ อายุ และระดับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว (Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised, GMFCS–E&R) ระดับ 1-3 แบ่งกลุ่มอาสาสมัครทั้งหมดที่ผ่านเกณฑ์การคัดเข้าเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อค้างไว้โดยใช้เตียงยืนปรับระดับ จำนวน 6 คน และกลุ่มทดลองจะได้รับการยืดกล้ามเนื้อค้างไว้โดยใช้เตียงยืนปรับระดับร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกาย จำนวน 6 คน

อาสาสมัคร

อาสาสมัครในการศึกษานี้เด็กและวัยรุ่นสมองพิการประเภท spastic ที่สามารถเดินเองได้เองหรือเดินได้โดยใช้เครื่องช่วยเดินที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 12 คน โดยมีเกณฑ์คัดเข้า คือ เด็กหรือวัยรุ่นสมองพิการที่มีช่วงอายุ 6–18 ปี มีระดับความรุนแรงจากการประเมินความสามารถด้านการเคลื่อนไหวตามเกณฑ์ GMFCS–E&R ที่ระดับ 1-3 ในช่วงอายุ 6-12 ปี และช่วงอายุ 12-18 ปี GMFCS–E&R ระดับ 1 คือ ความรุนแรงน้อยที่สุด โดยเด็กสามารถเดินได้โดยไม่มีข้อจำกัด ระดับ 2 คือ ความรุนแรงน้อย เด็กสามารถเดินได้แต่มีข้อจำกัด ซึ่งไม่

สามารถเดินในชุมชนได้ ระดับ 3 คือ ความรุนแรงปานกลาง เด็กสามารถเดินได้โดยใช้เครื่องช่วยเดิน ได้แก่ ไม้เท้า ไม้ค้ำยัน โครงหัดเดิน[11] อาสาสมัครจะต้องไม่เคยได้รับการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อค้างเป็นประจำ (3 วัน/สัปดาห์) กล้ามเนื้อขาหดสั้นที่ทำให้ข้อสะโพก และข้อเข่า ซึ่งมีองศาการเคลื่อนไหวของข้อไม่เต็มช่วงการเคลื่อนไหวเมื่อทำการเคลื่อนไหวแบบผู้อื่นทำให้ร่วมกับข้อต่อจำกัดมากกว่า 10 องศา อย่างน้อยมีหนึ่งทิศทางการเคลื่อนไหว ไม่ได้รับผ่าตัดทางด้านกระดูกและกล้ามเนื้อหรือได้รับการรักษาทางการแพทย์เกี่ยวกับอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อก่อนทำการทดลองอย่างน้อย 6 เดือน นอกจากนี้อาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการมีการรับรู้ปกติ สื่อสารรู้เรื่อง เข้าใจคำสั่ง และได้รับอนุญาตจากผู้ปกครองในการเข้าร่วมโครงการ สำหรับเกณฑ์การคัดออก ประกอบด้วย ผู้มีภาวะอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปนี้ มีปัญหาข้ออักเสบ (arthritis) หรือโรคข้อ มีอาการปวดขาหรือบาดแผลที่บริเวณขาหรือเท้า เด็กที่มีโรคประจำตัว ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคปอด โรคทางระบบประสาทและกล้ามเนื้อ และโรคติดต่ออื่นๆ ร่วมด้วย เป็นต้น และโครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (HE562221) คณะผู้วิจัยได้รับอนุญาตให้ดำเนินโครงการวิจัยจากผู้อำนวยการโรงเรียนศึกษาพิเศษ อาสาสมัครทุกคนได้รับทราบรายละเอียดของโครงการและเซ็นชื่อยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัยครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

ก่อนเริ่มทำการศึกษา ได้ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีการวัดในผู้วัดคนเดียวกัน (intra-rater reliability) วิเคราะห์โดย ICC (Intraclass Correlation Coefficient) ใช้ model 3, 1 และเปรียบเทียบวิธีการวัดในผู้วัด 2 คน (Inter-rater reliability) ใช้ ICC (model 2, 1) ทำการทดลองวัดในอาสาสมัครเด็กสมองพิการจำนวน 10 คน พบว่า intra-rater reliability อยู่ในระดับดีมาก (ICCs = 0.980 - 0.991) และ inter-rater reliability อยู่ในระดับดีเช่นกัน (ICCs = 0.880 - 0.967)

การแบ่งกลุ่มอาสาสมัครโดยการสุ่มเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง กลุ่มละ 6 คน อาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มจะได้รับการรักษาดังนี้

กลุ่มควบคุม คือ กลุ่มที่ได้รับการรักษาโดยการยืดกล้ามเนื้อค้างโดยใช้เตียงยืนปรับระดับ (prolonged muscle stretching, PMS) เป็นเวลา 40 นาที/วัน **(รูปที่ 1)** สำหรับกลุ่มทดลอง คือ กลุ่มที่ได้รับ PMS เวลา 30 นาที ตามด้วยการสั่นสะเทือนร่างกาย (whole body vibration, WBV) 10 นาที **(รูปที่ 2)** รวม 40 นาที/ครั้ง/วัน ทั้ง 2 กลุ่มได้รับการรักษา 1 ครั้ง และรักษาอย่างต่อเนื่อง 5 วัน/สัปดาห์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์

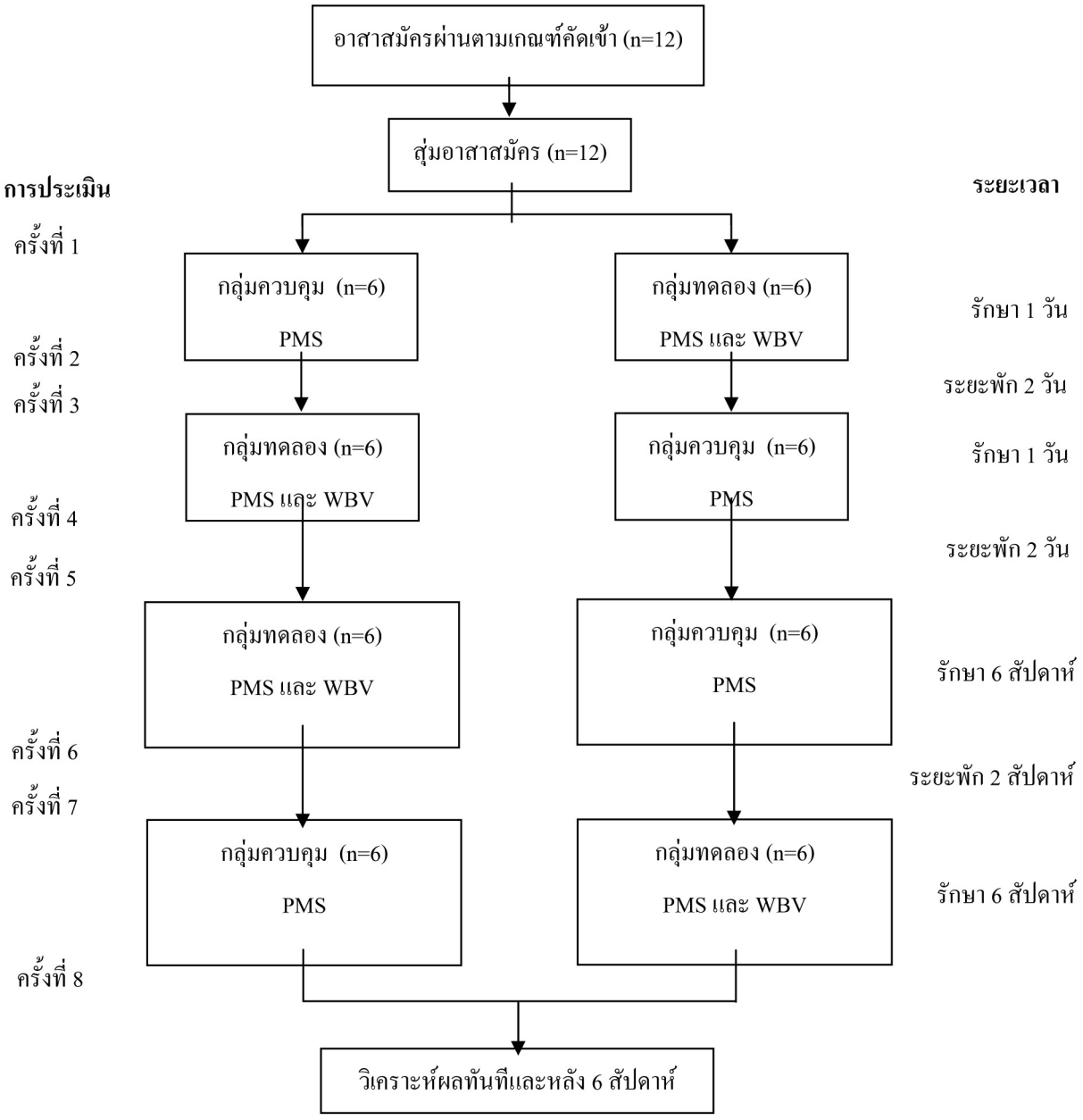


รูปที่ 1 การยืนบนเตียงปรับระดับ



รูปที่ 2 การสั่นสะเทือนร่างกาย

ผู้วิจัยวางแผนศึกษาแบบไขว้กันเพื่อศึกษาผลการทดลองทันที 1 ครั้ง และการรักษานาน 6 สัปดาห์ มีลำดับขั้นตอนดัง **รูปที่ 3** คือ อาสาสมัครทุกคนจะได้รับการวัดตัวแปรก่อนการรักษา 1 ครั้ง (ประเมินครั้งที่ 1) หลังจากนั้นวัดหลังการรักษา 1 ครั้ง (ประเมินครั้งที่ 2) อาสาสมัครหยุดพักการรักษา 2 วัน ก่อนสลับวิธีการรักษา 1 ครั้ง ผู้ประเมินวัดตัวแปรก่อนรักษา 1 ครั้ง (ประเมินครั้งที่ 3) หลังจากนั้นจึงวัดผลการศึกษา 1 ครั้ง (ประเมินครั้งที่ 4) จากนั้นศึกษาผลการทดลองนาน 6 สัปดาห์ อาสาสมัครหยุดพัก 2 วันก่อนเริ่มต้นรักษาใหม่ วัดตัวแปรก่อนการรักษา (ประเมินครั้งที่ 5) และหลังการรักษา ครบ 6 สัปดาห์ (ประเมินครั้งที่ 6) อาสาสมัครหยุดพักการรักษานาน 2 สัปดาห์ จากนั้นวัดตัวแปรก่อนการรักษา (ประเมินครั้งที่ 7) สลับวิธีรักษาของแต่ละกลุ่มเมื่อครบ 6 สัปดาห์ จึงวัดตัวแปรหลังการรักษา (ประเมินครั้งที่ 8)



รูปที่ 3 แผนภาพการไหลของผู้เข้าร่วมโครงการ

ตัวแปร คือ องศาการเคลื่อนไหวข้อสะโพก ข้อเข่า และข้อเท้าโดยใช้โกนิโอมิเตอร์ และประเมินความสามารถในการเดิน 1 นาทีโดยใช้ 1MWT ซึ่งเป็นตัวแปรหลัก (primary outcome)

1. **องศาการเคลื่อนไหว (ROM)**

วัดองศาการเคลื่อนไหวของข้อสะโพก, เข่า และข้อเท้า โดยใช้โกนิโอมิเตอร์ ทิศทางในการวัดประกอบด้วย 10 ทิศทาง ดังนี้ มุมการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกในทิศทางงอ (hip flexion) เหยียด (hip extension) กางออก (hip abduction) หุบเข้า (hip adduction) หมุนขาออก (hip external rotation) และหมุนขาเข้า (hip internal rotation) มุมการเคลื่อนไหวของข้อเข่าในทิศทางงอ (knee flexion) และเหยียด (knee extension) และมุมการเคลื่อนไหวของข้อเท้าในทิศทางงอ (ankle dorsiflexion) และเหยียด (ankle plantarflextion) ทั้งข้างซ้ายและขวา และได้กำหนดให้ขาข้างที่มีความตึงตัวกล้ามเนื้อที่มากกว่าอยู่ในกลุ่มเดียวกัน วิธีการวัด มีรายละเอียดดังนี้[12,13]

1. Hip flexion และ hip extension ให้อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงายงอสะโพกร่วมกับการงอเข่า ขาด้านตรงข้ามเหยียดตรง (กรณีที่เด็กสมองพิการบางคนไม่สามารถเหยียดขาได้ตรงให้ผู้วัดบันทึกค่าของเข่างอเพื่อกำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นเหมือนเดิมทุกครั้งที่วัด) จุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณ greater trochanter ของกระดูกต้นขา stationary arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของสะโพก และ movable arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านนอกของกระดูกต้นขา

2. Hip abduction และ hip adduction ให้อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย ข้อสะโพกหมุนออกเล็กน้อย ข้อสะโพกและข้อเข่าทั้ง 2 ข้างเหยียดตรง (กรณีที่เหยียดเข่าไม่ตรง เหตุผลเช่นเดียวกับที่กล่าวไปแล้ว) โดยมีจุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณจุดกึ่งกลางเหนือ anterior superior iliac spine, ASIS ด้านที่จะทดสอบ stationary arm ขนานไปตามแนวของ ASIS ทั้งสองข้าง และ moving arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านหน้าของกระดูกต้นขา ใช้กระดูก patella เป็นตำแหน่งอ้างอิง

3. Hip external rotation และ hip internal rotation ให้อาสาสมัครอยู่ในท่านั่งห้อยขา โดยมีจุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณที่กึ่งกลางของกระดูก patella ตำแหน่ง stationary arm ให้ตั้งฉากกับพื้น และ moving arm ขนานกับกระดูก tibia

4. Knee flexion ให้อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำ ลำตัวอยู่ในท่าปกติข้อสะโพกเหยียด ขาข้างตรงข้ามเหยียด ถ้าข้อสะโพกอยู่ในท่างอให้วัดมุมการงอของข้อสะโพกบันทึกไว้ จุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณกึ่งกลางของกระดูก lateral epicondyle of femur ตำแหน่ง stationary arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของกระดูกต้นขา และ moving arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของปลายขา ใช้ lateral malleolus เป็นจุดอ้างอิง

5. Knee extension ให้อาสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย ลำตัวอยู่ในท่าปกติ จัดท่าให้ข้อสะโพกและข้อเข่าอยู่ที่ 90 องศา จากนั้นให้เริ่มเหยียดให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และวัดในท่านั้น จุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณกึ่งกลางด้านนอกของข้อเข่า stationary arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของกระดูกต้นขา และ moving arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของปลายขา ใช้ lateral malleolus เป็นจุดอ้างอิง

6. Ankle dorsiflexion และ ankle plantarflexion ให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านอนหงาย จุดอ้างอิง คือ จุดหมุนอยู่บริเวณ lateral malleolus ตำแหน่ง stationary arm ขนานกับแนวกึ่งกลางด้านข้างของปลายขา และ moving arm ขนานกับแนวของกระดูกฝ่าเท้าชิ้นที่ 5

ในกรณีที่การจัดท่าทางเด็กสมองพิการไม่เป็นไปตามปกติ ผู้วิจัยได้กำหนดท่าทางของข้อสะโพก เข่า และเท้า ที่จุดเริ่มต้นเหมือนเดิมทุกครั้ง

2. การทดสอบการเดิน 1 นาที (1MWT)

1MWT เป็นการทดสอบความสามารถในการเดิน เหมาะสำหรับเด็กสมองพิการที่มีความลำบากในเดิน การทดสอบนี้ใช้ผู้วิจัย 2 คน ผู้วิจัยคนที่หนึ่งอธิบายวิธีการให้กับอาสาสมัครฟังก่อนทดสอบ และสาธิตวิธีการเดินให้ดูก่อนหนึ่งรอบ เป็นผู้ให้คำสั่งในการเริ่มและหยุดเดิน และเดินตามอาสาสมัครขณะทดสอบ เพื่อป้องกันการล้ม ผู้วิจัยคนที่สองเป็นผู้จับเวลาและบันทึกระยะทางทั้งหมดของการเดิน ในระหว่างที่ทดสอบให้อาสาสมัครสวมใส่เสื้อผ้าที่สบาย ใส่รองเท้าของตนเองหรือรองเท้ายางหุ้มส้น ใส่อุปกรณ์เสริมข้อเท้า (ถ้ามี) ร่วมกับใช้เครื่องช่วยเดินที่เหมาะสมของแต่ละคน ก่อนการทดสอบให้อาสาสมัครนั่งพัก 5 นาที จากนั้นให้อาสาสมัครยืนที่จุดเริ่มต้นที่ตำแหน่งเส้นตรงที่อยู่ตรงกลางของเส้นระยะทางกำหนดไว้ 50 เมตร โดยทำทางเดินให้มีความกว้างซึ่งวัดห่างจากเส้นตรงกลางกว้างข้างละ 30 ซม. อาสาสมัครจะได้รับคำสั่งจากผู้ทดสอบ เมื่อผู้ทดสอบให้คำสั่งเริ่ม อาสาสมัครต้องเดินให้

เร็วเท่าที่ทำได้และปลอดภัยโดยไม่อนุญาตให้วิ่งหรือกระโดด ระหว่างอาสาสมัครเดินผู้ทดสอบเตือนอาสาสมัครเมื่อเวลาผ่านไป 30 วินาที และเตือนอีกครั้งเมื่อเหลือเวลาอีก 10 วินาที เมื่อครบ 1 นาที บอกอาสาสมัครให้หยุดเดิน แล้วให้อาสาสมัครนั่งพัก 10 - 20 นาที ระหว่างการทดสอบรอบที่ 1 และ 2 ซึ่งอาสาสมัครจะได้รับการทดสอบ 1MWT ซ้ำ 2 รอบ แล้วหาค่าเฉลี่ยของ 2 ครั้ง

การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติพรรณนาแสดงลักษณะอาสาสมัคร ใช้สถิติ Shapiro wilk test เพื่อทดสอบการกระจายตัวของข้อมูล สำหรับตัวแปร 1MWT มีการกระจายตัวปกติ จึงวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติ paired t-test และ ANCOVA เพื่อประเมินความความแตกต่างของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการรักษาและความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มตามลำดับ สำหรับตัวแปรที่มีการกระจายตัวไม่ปกติคือ องศาการเคลื่อนไหว ใช้สถิติ Wilcoxon Signed Rank test และ Mann–Whitney U test เพื่อประเมินความความแตกต่างของตัวแปรระหว่างก่อนและหลังการรักษาและความแตกต่างของตัวแปรระหว่างกลุ่มตามลำดับ กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $P < 0.05$ ใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 17 ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษา

การศึกษามีอาสาสมัครจำนวน 12 คน เป็นเพศชาย จำนวน 6 คน หญิง 6 คน อายุเฉลี่ย 10.58 $\pm$ 2.35 ปี (ช่วงระหว่าง 6-18 ปี) มีระดับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว (GMFCS – E&R) ระดับ 1, 2 และ 3 อย่างละ 4 คน ความรุนแรงระดับน้อยถึงปานกลาง โดยเด็กสมองพิการประเภท spastic diplegia จำนวน 10 คน และ ประเภท athetiod with spastic จำนวน 2 คน ดังแสดงใน **ตารางที่ 1**

การศึกษาพบว่า ผลทันทีหลังการรักษา 1 ครั้ง ค่ามัธยฐานขององศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นในทิศทาง hip flexion ($P = 0.012$) และ ankle dorsiflexion ($P = 0.032$) ของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่า (higher spastic leg) และในทิศทาง hip flexion ($P = 0.019$) ของขาข้างที่หดเกร็งน้อยกว่า (lower spastic leg) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลอง แต่ไม่พบในกลุ่มควบคุม **(ตารางที่ 2)** และเมื่อพิจารณาความแตกต่างของค่ามัธยฐานก่อนและหลังรักษา (median difference) เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มพบว่า ค่าองศาการเคลื่อนไหวไม่แตกต่างกัน และค่าเฉลี่ยระยะทางหลังการรักษาของ 1MWT ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน **(ตารางที่ 3)**

สำหรับการรักษา 6 สัปดาห์ ใน**ตารางที่ 2** แสดงการเปรียบเทียบตัวแปรภายในกลุ่ม พบว่า หลังการรักษาค่ามัธยฐานขององศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่าในทิศทาง ankle dorsiflexion ($P = 0.002$) ในกลุ่มควบคุม และในทิศทาง knee flexion ($P = 0.002$) และ ankle dorsiflexion ($P = 0.002$) ในกลุ่มทดลอง และขาข้างที่หดเกร็งน้อยกว่าพบในทิศทาง knee flexion ($P = 0.021$) ในกลุ่มควบคุม และ ankle dorsiflexion ($P = 0.006$) ในกลุ่มทดลอง การเปรียบเทียบความสามารถในการเดินภายในกลุ่ม พบว่า ความแตกต่างเฉลี่ยระยะทางของ 1MWT ก่อนและหลังเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในกลุ่มทดลอง 4.50 เมตร (95% CI: 1.19 ถึง 7.84 เมตร, $P = 0.02$) ส่วนในกลุ่มควบคุมไม่พบการเปลี่ยนแปลง **(ตารางที่ 2) ตารางที่ 3** แสดงการเปรียบเทียบตัวแปรระหว่างกลุ่ม โดยพิจารณาความแตกต่างของค่ามัธยฐานก่อนและหลังรักษา พบว่า องศาการเคลื่อนไหวของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่า ในทิศทาง knee flexion เพิ่มขึ้น 0.7 องศา (ร้อยละ 9.75) ในกลุ่มควบคุม และ 9.2 องศา (ร้อยละ 14.06) ในกลุ่มทดลอง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.001$) และ ankle dorsiflexion เพิ่มขึ้น 1.6 องศา (ร้อยละ 14.58) ในกลุ่มควบคุม และ 4.8 องศา (ร้อยละ 38.19) ในกลุ่มทดลอง ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.056$) ในการประเมินค่าเฉลี่ยระยะทางหลังการรักษาของ 1MWT ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงมีแนวโน้มไปในทิศทางเพิ่มขึ้นทั้งสองกลุ่ม

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครสมองพิการ

ลักษณะทั่วไป (n = 12)	ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
เพศ (ชาย/หญิง) (คน)	6/6
อายุ (ปี)	10.58 ± 2.35
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	26.48 ± 7.95
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	127.25 ± 9.72
ระดับความสามารถด้านการเคลื่อนไหว	
(GMFCS: I/II/III) (คน)	4/4/4
การวินิจฉัย	
- Spastic diplegia	10
- Athetiod with spastic	2

วิจารณ์ผลการศึกษา

การศึกษานี้พบว่า โปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกาย สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวได้ทันทีในทิศทาง hip flexion และ ankle dorsiflexion ขณะที่หลังรักษานาน 6 สัปดาห์ knee flexion และ ankle dorsiflexion เพิ่มขึ้น และความสามารถในการเดินดีขึ้นในเด็กและวัยรุ่นสมองพิการ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาของ Tsai และคณะในปี 2001 ศึกษาเกี่ยวกับผล PMS ต่อภาวะหดเกร็งกล้ามเนื้อในผู้ป่วยหลอดเลือดสมอง พบว่า หลังการรักษาด้วย PMS สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการกระดกข้อเท้า (ankle dorsiflexion)[14] เช่นเดียวกันกับการศึกษาของ Preet ในปี 2010 ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง PMS โดยใช้เตียงยืนปรับระดับเปรียบเทียบกับการออกกำลังกายแบบผู้อื่นทำให้ (passive exercises) ในเด็กสมองพิการประเภทหดเกร็ง พบว่าสามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวได้ทั้งสองกลุ่ม[15] งานวิจัยของ Dickin และคณะในปี 2013 รายงานเกี่ยวกับผลทันทีของการสั่นสะเทือนร่างกายในผู้ป่วยสมองพิการ พบว่า สามารถเพิ่มความเร็วในการเดิน ความยาวของการก้าว และองศาการเคลื่อนไหวของข้อเท้า[9] เช่นเดียวกันกับงานวิจัยของ Miyara และคณะในปี 2013 ศึกษาผลของการใช้การสั่นสะเทือนร่างกายเพื่อควบคุมอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อในผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง พบว่าอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อ hip adductor, hamstring และ gastrocnemius ลดลง องศาการเคลื่อนไหวและความเร็วในการเดินเพิ่มขึ้น[8]

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาของ Semler และคณะในปี ค.ศ. 2007 ได้รายงานเป็นกรณีศึกษาในผู้ป่วยสมองพิการ พบว่าหลังจากการรักษาด้วยการสั่นสะเทือนร่างกาย มีการลดลงของอาการหดเกร็งกล้ามเนื้อในส่วนของรยางค์ส่วนล่างและมีการทำงานของข้อเท้าเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าในระยะเวลา 6 เดือน ความสามารถในการเดินเพิ่มขึ้น[16] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Ruck และคณะในปี ค.ศ. 2010 และงานวิจัยของ Lee และ Chon ในปี 2013 รายงานเกี่ยวกับการรักษาโดยการสั่นสะเทือนร่างกายในผู้ป่วยสมองพิการพบว่าความเร็วในการเดินเพิ่ม[17,18]

ตารางที่ 2 แสดงผลความแตกต่างภายในกลุ่ม

ตัวแปร	ผลทันที				ผลหลัง 6 สัปดาห์			
	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	
	ก่อนการรักษา	หลังการรักษา	ก่อนการรักษา	หลังการรักษา	ก่อนการรักษา	หลังการรักษา	ก่อนการรักษา	หลังการรักษา
ROM (องศา) median (Q1:Q3)								
Higher spastic leg								
HABD	35.3 (22.7:38.2)	31.8 (25.1:44.9)	26.7 (23.3:32.7)	31.5 (19.7:44.7)	29.8 (21.9:33.3)	30.5 (23.3:33.5)	29.8 (21.1:32.2)	29.0 (23.0:33.8)
HADD	22.0 (19.9:28.7)	24.3 (18.7:35.8)	24.8 (20.3:28.5)	25.2 (21.5:35.5)	24.8 (22.7:25.3)	25.0 (22.4:26.1)	25.2 (22.8:25.6)	25.2 (23.8:26.4)
HF	123.8 (118.7:129.9)	124.8 (114.1:123.3)	119.2 (103.4:126.0)	120.2 (121.0:133.7)*	125.7 (119.2:138.1)	126.2 (120.0:138.9)	127.3 (120.4:138.2)	127.5 (121.5:139.3)
HE	25.3 (18.4:30.8)	28.5 (19.5:34.3)	20.8 (13.2:32.8)	28.0 (21.2:40.4)	25.5 (20.8:29.2)	25.5 (21.8:29.9)	25.5 (21.9:29.4)	25.8 (22.8:30.2)
HIR	28.2 (24.7:42.1)	39.5 (22.5:63.1)	32.3 (21.7:39.6)	32.7 (21.0:61.2)	33.3 (29.3:34.3)	33.7 (30.0:34.3)	33.2 (29.3:33.9)	33.0 (30.5:34.6)
HER	25.5 (18.0:29.4)	26.0 (16.1:43.1)	19.3 (15.9:27.6)	29.0 (23.2:35.3)	29.7 (26.7:32.9)	30.7 (27.8:32.9)	29.3 (26.7:32.8)	29.3 (27.1:33.5)
KF	143.5 (120.0:151.7)	143.0 (132.1:147.6)	138.8 (130.5:152.8)	139.0 (134.6:155.5)	130.2 (121.0:142.4)	130.8 (122.4:141.9)	128.7 (124.8:138.9)	139.0 (134.3:144.7)*
KE	43.7 (41.7:50.7)	49.3 (44.8:67.1)	46.2 (43.3:58.8)	45.7 (43.3:58.8)	65.0 (46.0:70.3)	65.0 (46.6:70.0)	63.7 (46.9:69.0)	64.2 (47.5:69.3)
ADF	15.0 (13.2:16.6)	15.5 (14.8:16.3)	15.0 (13.0:16.8)	17.3 (15.3:18.7)*	15.0 (13.2 :16.6)	18.7 (15.7:20.0)*	14.5 (11.5:16.6)	20.0 (18.8:20.0)*
APF	34.0 (30.1:35.7)	33.5 (30.0:36.6)	34.0 (29.0:35.8)	35.0 (30.8:36.1)	34.0 (30.1:35.7)	31.0 (30.3:35.3)	34.0 (30.1:35.7)	33.5 (31.7:35.7)
Lower spastic leg								
HABD	34.8 (20.0:37.6)	34.5 (27.3:51.9)	27.5 (20.5:35.1)	33.8 (23.9:43.6)	29.5 (21.0:35.3)	29.7 (25.3:39.0)	29.5 (22.0:35.0)	30.7 (22.6:37.5)
HADD	23.7 (18.7:28.4)	21.7 (20.1:28.5)	22.2 (19.4:28.8)	28.5 (20.5:34.5)	25.5 (21.2:30.0)	25.8 (21.3:28.6)	25.5 (21.8:30.0)	28.5 (24.3:30.6)
HF	124.2 (116.8:131.3)	128.5 (116.1:136.6)	113.3 (94.7:126.3)	126.5 (114.8:136.5)*	132.5 (124.2:143.6)	135.5 (128.7:141.6)	134.2 (122.9:141.3)	138.8 (125.3:143.8)
HE	24.8 (18.4:31.0)	24.3 (18.7:33.2)	21.8 (13.9:31.3)	28.5 (20.5:33.8)	24.2 (20.3:31.4)	25.7 (20.3:30.2)	25.5 (21.1:30.0)	29.3 (22.0:38.0)
HIR	29.5 (23.0:42.1)	29.0 (22.9:68.3)	30.5 (23.4:37.5)	31.7 (23.4:48.5)	32.7 (30.1:35.3)	35.0 (33.3:35.9)	32.5 (30.1:38.3)	35.2 (30.7:41.5)
HER	27.0 (18.8:35.4)	29.3 (23.7:51.3)	19.17 (15.6 :35.8)	29.3 (20.6:37.9)	29.8 (25.8:34.6)	30.2 (26.8:35.3)	30.8 (26.8:35.6)	32.2 (27.3:38.7)
KF	143.5 (120.3:150.7)	141.2 (131.4:146.2)	138.8 (126.0 : 146.9)	138.2 (131.6:147.9)	143.2 (140.0:145.3)	147.3 (142.1:154.5)*	140.8 (139.2:144.2)	142.7 (136.1:153.7)
KE	48.8 (41.8:58.0)	49.2 (34.2:64.2)	46.3 (37.3:65.0)	50.0 (42.2:54.1)	59.3 (41.8:68.5)	54.5 (43.8:70.1)	53.2 (40.7:64.3)	59.5 (43.0:67.5)
ADF	16.5 (14.0:17.8)	17.0 (15.7:18.9)	16.5 (15.1:17.8)	16.7 (15.2:18.8)	16.5 (15.1:17.8)	16.7 (15.4:17.0)	16.5 (15.1:17.8)	18.8 (16.2:20.0)*
APF	34.5 (30.1:36.2)	35.0 (32.0:35.3)	35.0 (33.2:36.8)	35.2 (35.0:35.6)	34.5 (30.1:36.2)	35.2 (31.2:36.0)	35.5 (33.2:36.8)	34.5 (32.5:35.7)
1MWT (เมตร) mean (SD)	32.5 ± 19.2	30.0 ± 18.5	28.0 ± 16.7	29.3 ± 20.0	35.8 ± 18.5	37.2 ± 19.4	34.8 ± 17.9	39.3 ± 20.68*
95%CI	20.30 to 44.73	18.26 to 41.79	17.37 to 38.61	16.58 to 41.95	22.02 to 45.29	24.90 to 49.49	25.58 to 48.35	26.22 to 52.45

Q1 = Quatile1, Q3 = Quatile3, * คือ $P < 0.05$

HABD; Hip abduction, HADD; Hip adduction, HF; Hip flexion, HE; Hip extension, HIR; Hip internal rotation; HER; Hip external rotation, KF; Knee flexion, KE; Knee extension, ADF; Ankle dorsiflexion, APF; Ankle plantar-flexion

ตารางที่ 3 แสดงผลความแตกต่างระหว่างกลุ่ม

ตัวแปร	ผลทันที			ผลหลัง 6 สัปดาห์		
	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	*p*-value	กลุ่มควบคุม	กลุ่มทดลอง	*P*-value
ROM (องศา)	median difference (Q1:Q3)			median difference (Q1:Q3)		
Higher spastic leg						
HABD	4.3 (-0.6:8.7)	6.8 (-7.4:15.9)	0.453	0.3 (0.0:1.6)	1.2 (0.2:2.3)	0.369
HADD	1.3 (-5.2:8.3)	0.5 (-5.8:3.7)	0.773	0.8 (-0.3:1.3)	1.0 (0.1:1.6)	0.451
HF	5 (-10.7:15.8)	8.7 (-0.3:16.8)	0.356	1.2 (-0.4:2.0)	1.0 (0.4:1.3)	0.601
HE	3 (-4.4:6.0)	4.5 (-2.3:14.1)	0.453	0.5 (0.3:1.8)	1.0 (0.0:1.7)	1.000
HIR	5.0 (-6.4:22.3)	1.3 (-9.9:31.8)	0.840	0.3 (0.0:0.7)	0.8 (0.1:1.6)	0.270
HER	1.3 (-9.0:17.2)	7.2 (-5.0:15.3)	0.686	0.3 (0.0:1.2)	0.7 (-0.5:1.3)	0.728
KF	1.8 (6.1:17.4)	4.8 (-2.3:8.5)	0.862	0.7 (-0.6:1.6)	9.2 (5.3:10.3)	***0.001****
KE	5.2 (-4.2:16.2)	5.8 (-8.2:17.3)	0.817	0.2 (0.0:1.3)	0.8 (0.1:1.3)	0.414
ADF	1.5 (-3.6:17.3)	12.3 (5.4:21.1)	0.248	1.6 (1.1:3.2)	4.8 (1.5:8.0)	***0.056****
APF	4.3 (-2.6:9.4)	-1.3 (-10.0:2.2)	0.065	0.5 (0.5:1.2)	1.0 (0.2:1.3)	0.354
Lower spastic leg						
HABD	8.0 (1.8:14.1)	4.3 (-1.6:14.3)	0.386	3.7 (-0.4:5.1)	0.7 (-0.3:3.6)	0.371
HADD	-3.3 (-5.0:6.7)	2.8 (-5.6:11.5)	0.285	0.2 (-2.6:2.1)	1.2 (0.2:4.1)	0.141
HF	-2.7 (-5.6 : 12.3)	10.7 (1.5:19.9)	0.149	0.7 (-2.4:9.3)	1.7 (-0.4:4.8)	0.862
HE	-0.7 (-9.0:6.7)	4.0 (-4.8:12.1)	0.370	-1.0 (-3.9:5.2)	1.0 (-0.8:6.0)	0.298
HIR	3.5 (-6.4:21.3)	6.2 (-8.0:24.4)	0.908	1.7 (-0.9:4.8)	4.2 (0.5:6.6)	0.470
HER	4.3(-3.0:15.3)	4.7 (-8.3:15.9)	0.862	2.2 (0.2:5.7)	2.3 (0.2:3.7)	0.862
KF	0.7 (-8.9:14.5)	3.3 (-10.7:11.3)	0.908	3.2 (-0.3:9.2)	1.2 (-4.3:7.3)	0.371
KE	-0.7 (-10.8 : 3.0)	-0.5 (-12.4:8.4)	0.885	1.2 (-2.3:8.9)	1.2 (-1.6:9.8)	0.470
ADF	3.8 (-4.2:24.4)	2.8 (-3.6:14.8)	0.908	0.2 (-0.3:1.2)	1.5 (1.0:1.2)	0.054
APF	-0.0 (-5.7:11.9)	4.7 (-2.4:8.3)	0.564	1.8 (-2.3:11.6)	1.3 (-1.9:7.5)	0.908
1MWT (เมตร)	27.7	31.6	0.086	36.7	39.8	0.206
95%CI	24.5 to 30.9	28.4 to 34.8		33.2 to 40.2	36.3 to 43.4	

Q1 = Quatile1, Q3 = Quatile3

* คือ $P < 0.05$, ** คือ $P < 0.01$

การยืดกล้ามเนื้อแบบค้างในท่ายืนบนเตียงปรับระดับกลุ่มกล้ามเนื้อที่ถูกยืดคือ hamstrimgs, adductors และ gastrocnemius ซึ่งทำให้องศาการเคลื่อนไหวในทิศทาง hip flexion, knee flexion และ ankle dorsiflexion เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ hip adduction ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าอาจจะถูกยืดน้อยกว่ากล้ามเนื้อมัดอื่นๆ จากการศึกษาที่ผ่านมาได้แนะนำว่าวิธีการนี้สามารถช่วยลดภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อ เพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และเพิ่มองศาการ

เคลื่อนไหวได้[14, 15] การอธิบายกลไกทางสรีรวิทยาเกี่ยวข้องกับวงจรการยืดหรือเรียกว่า stretch reflex โดย muscle spindle ซึ่งเป็นหน่วยรับข้อมูลเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ซึ่งกระตุ้นผ่านเส้นใยประสาทรับ Ia และ II afferent fiber ส่งผ่านไปยังไขสันหลังไปกระตุ้น alpha-motorneurone และส่งข้อมูลผ่านทาง efferent fiber ทำให้ extrafusal fibers หรือกล้ามเนื้อหดตัว ซึ่งส่งผลต่อการยืด Golgi tendon organ ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างอาจเกิดจากกลไก inverse stretch reflex[19] คือ Golgi tendon organ เป็นตัวประสาทรับ (receptor) อยู่บริเวณเส้นเอ็นกล้ามเนื้อ (tendon) ซึ่งมีหน้าที่รับแรงตึงทั้งจากการยืดเอ็นและการหดตัวของกล้ามเนื้อ โดยที่ Golgi tendon organ จะมีเส้นใยประสาทรับนำสัญญาณประสาท ไปสู่ระบบประสาทส่วนกลางทำให้ Golgi tendon organ ถูกกระตุ้นและส่งสัญญาณประสาทไปตามเส้นใยประสาทรับและ synapse กับเซลประสาทชนิด inhibitory interneurone ทำให้เกิดการส่งสัญญาณประสาทไปยับยั้งเซลประสาทชนิด alpha-motor neurone มีผลทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว เป็นการเพิ่มความยืดหยุ่น

นอกจากนี้ในส่วนของการรักษาด้วยการสั่นสะเทือนร่างกาย เป็นวิธีการส่งผ่านการสั่นสะเทือนไปยังร่างกาย โดยผ่านกลไก joint mechanoreceptor ซึ่งจะไปกระตุ้น Golgi tendon organ เช่นกัน ซึ่งกลไกจากการสั่นสะเทือนร่างกายนี้จะส่งผลให้เกิดการยับยั้ง alpha-motorneurone เกิดการยับยั้งการหดตัวของกล้ามเนื้อเช่นกัน ผลทำให้กล้ามเนื้อมีการคลายตัว และลดภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อ[20] สำหรับความสามารถในการเดินเพิ่มขึ้น อาจจะเป็นผลจากการลดลงภาวะหดเกร็งกล้ามเนื้อและองศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในการศึกษานี้พบองศาการเคลื่อนไหวเพิ่มขึ้นของขาข้างที่หดเกร็งมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม และต้องใช้ระยะเวลาในการรักษานาน 6 สัปดาห์จึงพบการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการรักษาด้วยการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกายน่าจะเป็นวิธีการหนึ่งที่ส่งผลทำให้องศาการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเดินดีขึ้นในเด็กและวัยรุ่นสมองพิการ

การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนอาสาสมัครที่น้อยเกินไป อย่างไรก็ตามคณะผู้วิจัยได้คำนวณขนาดตัวอย่าง โดยคำนวณจากค่าความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวที่กำหนดมากกว่า 5 องศา ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับทางคลินิก ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคตควรมีการเพิ่มจำนวนอาสาสมัคร เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีการกระจายตัวปกติ และเพิ่มการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เช่น ภาวะหดเกร็งของกล้ามเนื้อ และกิจกรรมการทำงาน (functional activity) เป็นต้น นอกจากนี้การวัดองศาการเคลื่อนไหวในเด็กสมองพิการ ผู้วัดได้ฝึกฝนเพื่อให้เกิดความแม่นยำ เนื่องจากเด็กสมองพิการมีปัญหากล้ามเนื้อตึงและหดสั้นในบางมัด จึงเกิดการเคลื่อนไหวทดแทน (trick movement) ในขณะทำการเคลื่อนไหวข้อต่อบางข้อต่อ ผู้วิจัยจึงทดสอบค่าความเที่ยงขององศาการเคลื่อนไหวก่อนทำการทดลอง

สรุปผลการศึกษา

โปรแกรมการยืดกล้ามเนื้อแบบค้างร่วมกับการสั่นสะเทือนร่างกาย สามารถเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวและความสามารถในการเดินของเด็กสมองพิการ วิธีการทั้งสองมีความสะดวกในการนำไปใช้และปลอดภัยสำหรับเด็กสมองพิการประเภท spasticity นอกจากนี้ยังช่วยลดการพึ่งพานักกายภาพบำบัดอีกด้วย การศึกษานี้ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับจำนวนอาสาสมัคร การศึกษาในอนาคตควรมีการเพิ่มจำนวนอาสาสมัคร และเพิ่มการศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย จากคณะเทคนิคการแพทย์ และศูนย์วิจัยโรคปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ และสมรรถนะของมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดระยะเวลาการทำวิจัย และอาสาสมัครนักเรียนโรงเรียนศรีสังวาลย์ จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความสนับสนุนการวิจัยและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Damiano DL, Kelly LE, Vaughn CL. Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. Phys Ther 1995; 75: 658-67.
2. Wichers M, Hilberink S, Roebroeck ME, van Nieuwenhuizen O, Stam HJ. Motor impairments and activity limitations in children with spas-

tic cerebral palsy: a Dutch population-based study. J Rehabil Med 2009; 41: 367-74.
3. Webb D, Tuttle RH, Baksh M. Pendular activity of human upper limbs during slow and normal walking. Am J Phys Anthropol 1994; 93: 477-89.
4. Chan K, Liu C, Chen T, Weng M, Huang M, Chen C. Effects of a single session of whole body vibration on ankle plantarflexion spasticity and gait performance in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil 2012; 26: 1087-95.
5. Cochrane DJ, Stannard SR. Acute whole body vibration training increases vertical jump and flexibility performance in elite female field hockey players. Br J Sports Med 2005; 39: 860-5.
6. Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. Med Sci Sports Exerc 2003; 35: 1033-41.
7. Dickin DC, McClain MA, Hubble RP, Doan JB, Sessford D. Changes in postural sway frequency and complexity in altered sensory environments following whole body vibrations. Hum Mov Sci 2012; 31: 1238-46.
8. Miyara K, Matsumoto S, Uema T, et al. Feasibility of using whole body vibration as a means for controlling spasticity in post-stroke patient: A pilot study. Complement Ther Clin Pract 2014; 20: 70-3.
9. Dickin DC, Faust KA, Wang H, Frame J. The acute effects of whole-body vibration on gait parameters in adults with cerebral palsy. J Musculoskelet Neuronal Interact 2013; 13: 19-26.
10. Pin T, Dyke P, Chan M. The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2006; 48: 855-62.
11. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Gross motor function classification system expanded and revised. Dev Med Child Neurol 1997; 39: 214-23.
12. Cadenhead SL, McEwen IR, Thompson DM. Effect of passive range of motion exercises on lower-extremity goniometric measurements of adults with cerebral palsy: a single-subject design. Phys Ther 2002; 82: 658-69.
13. Clarkson HM, Gilewich GB. Musculoskeletal assessment: joint range of motion and manual muscle strength. Butler JP, editor. Baltimore: Williams & Wilkins, 1989.
14. Tsai KH, Yeh CY, Chang HY, Chen JJ. Effects of a single session of prolonged muscle stretch on spastic muscle of stroke patients. Proc Natl Sci Counc Repub China B 2001; 25: 76-81.
15. Preet Kamal Kaur. Effect of prolonged muscle stretch with tilt table and passive exercises on children with spastic cerebral palsy. J Indian Assoc Physiotherapist 2010; 26-30.
16. Semler O, Fricke O, Vezyroglou K, Stark C, Schoenau E. Preliminary results on the mobility after whole body vibration in immobilized children and adolescents. J Musculoskelet Neuronal Interact 2007; 7: 77-81.
17. Ruck J, Chabot G, Rauch F. Vibration treatment in cerebral palsy: A randomized controlled pilot study. J Musculoskelet Neuronal Interact 2010; 10: 77-83.
18. Lee BK, Chon SC. Effect of whole body vibration training on mobility in children with cerebral palsy: a randomized controlled experimenter-blinded study. Clinical Rehabilitation 2003; 27: 599–607.
19. Kisner C, Colby LA. Therapeutic Exercise : Foundations and Techniques. 3rd ed, Philadelphia: FA Davis, 1996.
20. Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. Exerc Sport Sci Rev 2003; 31: 3-7.