

ประสิทธิผลของการผสมผสานการฝึกออกกำลังกายแบบความทนทานและแข็งแรงต่อการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่และขึ้น-ลงบันไดในเด็กสมองพิการ

ปัทมาวดี พาราสิลป¹, วัณกนา ศิริธรรวัต², จิตลดา ประเสริฐบุญ³, พรรณี ปิงสุวรรณ² *

บทคัดย่อ

การรักษาด้วยการออกกำลังกายมีประโยชน์สำหรับเด็กสมองพิการ การศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่มนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างความทนทานและแข็งแรงต่อความสามารถในการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่ (Gross Motor Function Measurement, GMFM) และการขึ้น-ลงบันได (Time Up and Down Stair, TUDS) ในเด็กสมองพิการ อาสาสมัครเป็นเด็กสมองพิการประเภทหัดเกร็งอายุเฉลี่ย 13.27 ± 3.57 (ระหว่าง 7-16) ปี มีความสามารถในการเคลื่อนไหวตามเกณฑ์ Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised ระดับ 1-3 จำนวน 15 คน ใช้วิธีการสุ่มเข้ากลุ่มออกกำลังกาย 8 คน และควบคุม 7 คน กลุ่มออกกำลังกายได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบผสมผสานเป็นเวลา 70 นาที/ครั้ง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โปรแกรมการฝึกประกอบด้วย การฝึกความแข็งแรงด้วยการลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้และก้าวขึ้น-ลงบันได โดยเพิ่มน้ำหนักทุก 2 สัปดาห์ และการฝึกความทนทาน แบ่งออกเป็น 3 สถานี คือ ปั่นจักรยาน เดินด้วยเครื่องเดินวงรี และนันทนาการด้วยการเดินเร็ว/วิ่ง อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มได้รับการประเมิน GMFM-88 และทดสอบ TUDS ก่อนและหลังการทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ ANCOVA เพื่อประเมินความแตกต่างของตัวแปรหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มออกกำลังกายมีค่าคะแนน GMFM-88 ในหัวข้อการยืน (dimension D) และการเดิน วิ่ง กระโดด (dimension E) มากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (คะแนนความแตกต่าง 4.3%, 95%CI: 0.96 ถึง 7.64% และ 6.71%, 95%CI: 0.48 ถึง 12.94% ตามลำดับ) รวมทั้งใช้เวลาในการทดสอบ TUDS น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (6.01 วินาที, 95% CI: 1.16 ถึง 10.85 วินาที) ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกออกกำลังกายแบบผสมผสานสามารถเพิ่มการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่ และความสามารถในการขึ้น-ลงบันไดในเด็กสมองพิการที่มีความสามารถด้านการเคลื่อนไหวระดับน้อยถึงปานกลางได้

คำสำคัญ: สมองพิการชนิดเกร็ง, การออกกำลังกาย, การประเมินการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³โรงเรียนศรีสังวาลย์ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ

Effectiveness of combined endurance and strength exercise training on gross motor function and up-down stair in children with cerebral palsy

Pattamavadee Parasin¹, Wantana Siritaratiwat², Jitlada Prasertnoo³, Punnee Peungsuwan^{2*}

Abstract

Therapeutic exercise program have been benefit for the individual with CP. This randomized controlled trial aimed to evaluate the effectiveness of combined endurance and strength exercise training on Gross Motor Function Measurement (GMFM) and Times Up and Down Stair (TUDS) in children with CP. Fifteen subjects with spastic CP aged 13.27 ± 3.57 (range 7 to 16) years with a Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised level I-III. They were randomly allocated into either exercise ($n = 8$) or control ($n = 7$) group. The combined exercise group performed 70 minutes/time, 3 times/week for 8 weeks. This program consisted of 1) the strength training (sit to stand and step up-down stair) to weigh progressive every 2 weeks, and 2) the endurance training: 3 stations of the stationary cycling, walking on a elliptical machine, and fast walking or running recreation. All subjects were measured the GMFM-88 and TUDS outcomes at before and after training. Analysis of covariance was used to analyze the mean difference of post-test outcomes between groups. Results were the score of GMFM-88 increased in the dimension D: standing (mean difference = 4.3%, 95%CI: 0.96 to 7.64%) and E: walking, running and jumping (mean difference = 6.71%, 95%CI: 0.48 to 12.94%) and TUDS decreased (mean difference = 6.01 seconds, 95%CI: 1.16 to 10.85 seconds) after training in the exercise group statistically ($P < 0.05$), when compared with the control group. This study indicated that combined endurance and strength program can improve the functional ability in mild to moderate level of the children with cerebral palsy.

Keywords: Spastic cerebral palsy, Exercise, Gross Motor Function Measurement (GMFM)

¹Master Degree Student, School of Physical Therapy,

²School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

³Srisangwan School, Khon Kaen Province

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

บทนำ

การทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่ (Gross Motor Function) โดยเฉพาะการยืน เดิน และวิ่ง เป็นความสามารถทางกายที่สำคัญในชีวิตประจำวัน และเป็นทักษะการเคลื่อนไหวทางกายสูงสุดสำหรับเด็กสมองพิการ ซึ่งการเดินและการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพต้องมีการควบคุมการทรงตัวผ่านการทำหน้าที่ของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ประสบการณ์การรับรู้สัมผัส⁽¹⁾ และระบบหายใจและหัวใจ มีรายงานกว่า 70 % ของเด็กสมองพิการที่สามารถเดินได้ด้วยตนเองโดยใช้หรือไม่ใช้เครื่องช่วยเดินมีประสิทธิภาพการเดินและการเคลื่อนไหวที่ลดลง และความสามารถทางกายลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น⁽²⁻³⁾ จากการศึกษาพบว่ากล้ามเนื้ออ่อนแรงเป็นปัญหาสำคัญในเด็กสมองพิการประเภทหัดเกร็ง⁽⁴⁾ ซึ่งเป็นสาเหตุของความผิดปกติทางการเคลื่อนไหว⁽⁵⁾ นอกจากนี้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรของการเดินและคะแนนของ GMFM (Gross Motor Function Measurement)⁽⁶⁾

ในการศึกษาโปรแกรมการรักษาเด็กสมองพิการด้วยวิธีออกกำลังกายแบบด้านใดด้านหนึ่ง (single specificity training) ช่วยส่งเสริมความสามารถในการเดิน⁽⁷⁾ การทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่⁽⁸⁾ และความสามารถทางกายของเด็กสมองพิการได้⁽⁹⁾ สำหรับการฝึกความแข็งแรงแบบ functional strengthening โดยการเคลื่อนไหวข้อต่อหลายๆ ข้อจากปลายรยางค์เข้าสู่แกนกลางลำตัว (closed-kinetic-chain) เช่น การฝึกจากนั่งไปยืน (sit to stand, STS) ได้แสดงให้เห็นว่ามีประสิทธิภาพสำหรับเด็กสมองพิการ โดยส่งเสริมให้ค่าคะแนนของ GMFM ดีขึ้นในเด็กสมองพิการประเภทหัดเกร็งเล็กน้อย แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงความเร็วในการเดินและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเหยียดเข้า⁽¹⁰⁾ เป็นที่น่าสังเกตว่าการออกกำลังกายโดยฝึก STS น่าจะเหมาะสำหรับการเพิ่มความสามารถของการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อใหญ่ แต่ไม่มีผลต่อความเร็วของการเดินและการขึ้น-ลงบันได นอกจากนี้เด็กสมองพิการยังมีความทนทานต่อการเดินต่ำเนื่องจากขณะเดินร่างกายเด็กต้องใช้พลังงานอย่างมาก⁽¹¹⁾ ซึ่งมากกว่าเด็กปกติในวัยเดียวกัน⁽¹²⁾ ทำให้ความสามารถในการเดิน วิ่ง และขึ้น-ลงบันไดลดลง มีรายงานว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) ช่วยเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจน และลดการใช้พลังงานขณะเคลื่อนไหวในเด็กสมองพิการได้⁽¹³⁾ ดังนั้นเด็กสมองพิการจึงควรได้รับการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก เพื่อส่งเสริมให้มีสมรรถภาพ

ของระบบหัวใจและหายใจ (cardiorespiratory fitness) ดีขึ้น

จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบได้เสนอแนะว่า กิจกรรมการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันของเด็กสมองพิการต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ รวมทั้งความทนทานของระบบหายใจและหัวใจ ดังนั้นการฝึกออกกำลังกายในเด็กกลุ่มนี้ควรผสมผสานทั้งสองอย่างจึงจะเหมาะสมเพื่อส่งเสริมความสามารถในการทำหน้าที่เคลื่อนไหวต่างๆ ของเด็กได้⁽¹⁴⁾ สอดคล้องกับคำแนะนำของวิทยาลัยเวชศาสตร์การกีฬาของสหรัฐอเมริกา (American College of Sport Medicine, ACSM)⁽¹⁵⁾ คือการฝึกแบบผสมผสานทั้งการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและความทนทานของระบบหัวใจและหายใจ ร่วมกับการฝึกที่จำเพาะกับความต้องการ (specific training)⁽⁷⁾ ของเด็กสมองพิการจะได้รับประโยชน์จากการฝึกมากที่สุด ดังนั้นในการศึกษานี้จึงออกแบบโปรแกรมการฝึกแบบผสมผสาน โดยเลือกการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมฝึกความแข็งแรงคือ การลุกขึ้นยืนจากนั่ง และการก้าวขึ้น-ลงบันได 1 ชั้น สำหรับโปรแกรมฝึกความทนทานคือ การเดิน การวิ่ง และการใช้อุปกรณ์ออกกำลังกาย โดยมีการควบคุมความหนักของการออกกำลังกายตามคำแนะนำของ ACSM คณะผู้วิจัยคาดว่าโปรแกรมออกกำลังกายนี้จะช่วยเพิ่มความสามารถในการเดินและการเดินขึ้น-ลงบันไดซึ่งเป็นเป้าหมายสูงสุดของการฟื้นฟูเด็กสมองพิการ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานต่อความสามารถในการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่ ในหัวข้อการยืน และการเดิน วิ่ง กระโดด และความสามารถในการขึ้น-ลงบันไดในเด็กสมองพิการ

วัสดุและวิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองแบบสุ่ม (randomized controlled trial) และมี single-blind โดยผู้วัดตัวแปร GMFM-88 ไม่ทราบว่าเป็นอาสาสมัครอยู่กลุ่มใด

อาสาสมัคร

อาสาสมัครเป็นเด็กและวัยรุ่นสมองพิการที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนศรีสังวาลย์ ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ทั้งหมด 15 คน ชาย 8 คน และหญิง 7 คน อายุระหว่าง 7-16 ปี เกณฑ์การคัดเลือก คือ เป็นเด็กสมองพิการประเภทหัดเกร็ง (spastic cerebral palsy) มีความสามารถด้านการเคลื่อนไหว

GMFCS-E&R (Gross Motor Function Classification System Expanded and Revised)⁽¹⁶⁾ ระดับ 1-3 (ระดับที่ 1 คือ เด็กเดินกลางแจ้ง ในที่ชุมชน เดินขึ้น-ลงทางลาด หรือ บันไดโดยไม่ต้องความช่วยเหลือทางกายหรือเกาะราว วิ่งหรือกระโดดได้ แต่ความเร็ว การทรงตัวและการประสาน สัมพันธ์ยังจำกัด ระดับที่ 2 คือ เด็กเดินได้ แต่มีความยาก ลำบากในการเดินในที่ชุมชน ระยะทางไกล การเดินบนพื้นผิว ทางลาด การขึ้น-ลงบันไดต้องเกาะราว หรือต้องการความช่วยเหลือทางกาย ระดับที่ 3 คือ เด็กต้องใช้อุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ใช้มือจับในร่ม การเดินทางไกลใช้อุปกรณ์ที่ใช้ล้อ การขึ้น-ลง บันไดต้องจับราวและมีคนคอยดูแล) อาสาสมัครสามารถพูดคุย สื่อสารได้เข้าใจ ฟังคำสั่งและออกกำลังกายตามโปรแกรมที่ได้รับ ตามข้อกำหนดของการศึกษา เกณฑ์การคัดออก คือ อาสาสมัครที่ฉีด botulinum-toxin หรือเข้ารับการผ่าตัดภาวะ กล้ามเนื้อหดเกร็ง ภายใน 3 เดือนก่อนเข้าร่วมการศึกษา มี ภาวะกล้ามเนื้อหดเกร็ง (spasticity) มากจนไม่สามารถออก กำลังกายได้หรือเมื่อออกกำลังกายแล้วความตึงตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น รวมทั้งมีความผิดปกติหรือโรคอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อการเข้าร่วมการศึกษา เช่น อาการชัก และหอบเหนื่อย เป็นต้น อาสาสมัครทุกคนได้รับความเห็นชอบจากผู้ปกครอง โดยลงนามยินยอมให้เข้าร่วมการศึกษา และการศึกษานี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น (รหัส HE532160)

ตัวแปรในการศึกษา มีดังนี้

1. แบบประเมินการทำหน้าที่การเคลื่อนไหวของ กล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Gross Motor Function Measurement, GMFM)

GMFM เป็นเครื่องมือทางคลินิกสำหรับตรวจประเมิน ความสามารถในการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในเด็ก สมองพิการ โดยการสังเกตพฤติกรรมเคลื่อนไหวของเด็ก ประกอบด้วย 5 หัวข้อ (dimension) คือ นอน นั่ง คลาน ยืน และเดิน การศึกษานี้ใช้ GMFM-88 ฉบับภาษาไทย⁽¹⁷⁾ มีทั้งหมด 88 ข้อ (item) มีเกณฑ์การให้คะแนนตั้งแต่ 0 ถึง 3 โดย 0 คือ ทำไม่ได้เลย 1 คือ เริ่มทำได้เล็กน้อย ประมาณ ร้อยละ 10 ของงาน 2 คือ ทำได้ประมาณร้อยละ 10 – 90 ของงานแต่ไม่สมบูรณ์ 3 คือ ทำได้ตามกำหนด การศึกษานี้เลือกประเมิน 2 หัวข้อหลักคือ การยืน (dimension D) และการเดิน วิ่ง กระโดด (dimension E) ซึ่งเป็นกิจกรรม การเคลื่อนไหวที่ยากสำหรับเด็กสมองพิการประเภทหดเกร็ง

ที่สามารถเดินได้ และทั้งสองหัวข้อยังเป็นเป้าหมายสำคัญ ในการรักษาเด็กสมองพิการ⁽¹⁸⁾ คณะผู้วิจัยได้ทดสอบความ เทียงตรงของการใช้เครื่องมือ GMFM-88 โดยเปรียบเทียบ ระหว่างผู้วิจัย 2 คน ซึ่ง 1 คนเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเด็กมี ประสบการณ์มากกว่า 15 ปี การทดสอบพบว่า มีค่า inter rater reliability ในระดับสูง (inter-class correlation ของ หัวข้อการยืน และการเดิน วิ่ง กระโดด คือ 0.96 และ 0.99 ตามลำดับ)

2. การใช้เวลาในการขึ้น-ลงบันได (Times Up and Down Stair Test, TUDS)

TUDS ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินความสามารถ ในการเคลื่อนที่ (functional mobility) ในเด็กสมองพิการ ประเมินโดยจับเวลา (วินาที) ตั้งแต่อาสาสมัครเดินขึ้นบันได ทั้งหมด 14 ขั้น หมุนตัวแล้วเดินลงบันไดกลับมายังจุดเริ่ม ต้น อาสาสมัครสามารถเดินขึ้นบันไดด้วยวิธีใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็น ก้าวขาสลับ ก้าวพัก ก้าวข้าม หรือวิ่ง แต่ต้องหันหน้าตรง ขึ้น-ลงบันไดเท่านั้น อาสาสมัครสามารถสวมรองเท้าและเกาะ ราวบันไดได้ 1 ด้าน เวลาในการขึ้น-ลงบันไดที่น้อยบ่งบอกถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่ได้ดี สะท้อนถึงประสิทธิภาพของ ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ และระบบประสาท ซึ่งสัมพันธ์ กับความสามารถในการควบคุมการทรงตัว⁽¹⁹⁾ อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ได้ประยุกต์ความสูงและจำนวนขั้นของบันไดเป็น 11.5 เซนติเมตร และ 9 ขั้นตามลำดับ ซึ่งเป็นความสูงของ บันไดที่นักเรียนโรงเรียนศรีสังวาลย์ขอนแก่นใช้ในชีวิตประจำวัน คณะผู้วิจัยได้ทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ TUDS โดยการทดสอบซ้ำในเด็กสมองพิการพบว่า มีค่า intra-class correlation คือ 0.99

โปรแกรมการฝึกออกกำลังกาย

อาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายได้รับโปรแกรมการ ออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างความทนทานและแข็งแรง ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัดโดยฝึกเป็นกลุ่ม ร่วมกับใช้เพลงประกอบตลอดการฝึก โปรแกรมการฝึกนี้ใช้ เวลาทั้งหมด 70 นาที/ครั้ง 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ประกอบด้วย

1) การอบอุ่นร่างกาย (warm up) ใช้เวลาประมาณ 5 นาที ประกอบด้วยการยืดกล้ามเนื้อด้วยตัวเองด้วยการ ดูดของผู้นั่ง โดยเน้นยืดกล้ามเนื้อน่อง (calf muscle) งอ เข่า (hamstring) เหยียดเข่า (quadriceps) งอสะโพก (hip flexor) กางขาและหมุนออกของข้อสะโพก (hip external

rotator and abductor) ทั้งหมด 4 ท่าคือ 1) ยืนหันหน้าเข้าหากำแพงก้าวขาข้างใดข้างหนึ่งไปด้านหน้าพร้อมกับย่อตัวขณะที่ขาด้านหลังเหยียดตรง 2) ยืนเกาะขอบโต๊ะ งอเข่าข้างที่จะยืดไปด้านหลัง ใช้มือจับข้อเท้าให้เข่าอและสะโพกเหยียดจนรู้สึกตึงบริเวณหน้าขา 3) นั่งเหยียดขา 1 ข้าง อีกข้างงอเข้าหรือพับขาในท่าขัดสมาธิ แล้วโน้มตัวเอื้อมมือไปแตะที่ปลายเท้าของขาข้างที่เหยียด โดยไม่ให้เข่าอ 4) นั่งให้ฝ่าเท้าทั้งสองชนกัน ใช้มือกดบริเวณเข่าให้เบาะขาออกจนรู้สึกตึง แต่ละท่ายืดค้างไว้ 15-30 วินาที ในเด็กบางคนต้องมีผู้ดูแล

2) การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength training) ใช้เวลา 20 นาที มุ่งเน้นฝึกความแข็งแรงกล้ามเนื้อเหยียดเข่าและสะโพก (knee and hip extensor) (รูปที่ 1) ประกอบด้วย 2 ท่า ท่าที่ 1. ฝึก STS โดยให้อาสาสมัครนั่งตัวตรงบนเก้าอี้ งอเข่าและสะโพก 90 องศา เท้าทั้งสองข้างวางราบบนพื้น ขณะฝึกให้อาสาสมัครที่มี GMFCS-E&R ระดับ 1-2 ยกแขนทั้งสองข้างขึ้นกอดอก ส่วนอาสาสมัครที่มี GMFCS-E&R ระดับ 3 สามารถใช้เครื่องช่วยพยุงได้ ท่าที่ 2. ฝึกก้าวขึ้น-ลงจากบันได 1 ขั้น (step up-down) อาสาสมัครยืนตัวตรงหันหน้าเข้าหาขั้นบันได วางเท้าสองข้างราบกับพื้น ให้อาสาสมัครก้าวขาขึ้น-ลงบันไดสลับข้าง กรณีอาสาสมัคร GMFCS-E&R ระดับ 3 สามารถเกาะราวจับหรือใช้เครื่องช่วยพยุงได้ โดยกำหนดความหนักของทั้งสองกิจกรรมที่ร้อยละ 60-70 ของน้ำหนักสูงสุดที่สามารถทำกิจกรรมนั้นได้เต็มช่วงการเคลื่อนไหวเพียง 1 ครั้ง (1 Repetition Maximum, 1RM) ซึ่งการหาค่า 1RM อ้างอิงจากการศึกษาของ Liao และคณะ ค.ศ. 2007⁽¹⁰⁾ แรงต้านการเคลื่อนไหวเกิดจากน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใส่ในกระเป๋าเสื้อกั๊กที่อาสาสมัครใส่ โดยเพิ่มน้ำหนักจากการหาค่า 1 RM ของอาสาสมัครแต่ละคน เพื่อเพิ่มน้ำหนักทุก 2 สัปดาห์ ขณะฝึกทำซ้ำท่าละ 8-12 ครั้ง/รอบ ฝึก 3-5 รอบ/วัน พักระหว่างรอบ 2-3 นาที⁽²⁰⁾

3) การฝึกความทนทาน ในรูปแบบวงจร (circuit training) ใช้เวลา 40 นาที แบ่งเป็น 3 สถานี (รูปที่ 2) สถานีที่ 1. การปั่นจักรยาน อาสาสมัครนั่งตัวตรงบนจักรยานซึ่งปรับตามความสูงของอาสาสมัครแต่ละคน โดยให้ข้อเข่าประมาณ 30 – 35 องศา มือทั้งสองข้างจับบริเวณที่จับทางด้านหน้า ผู้วิจัยให้อาสาสมัครปั่นจักรยานอย่างต่อเนื่อง เมื่ออาสาสมัครทำได้ขึ้นให้ปรับแรงต้านการปั่นจักรยานทุกๆ 2 สัปดาห์ สถานีที่ 2. การใช้เครื่องเดินวงรี (elliptical machine) ให้อาสาสมัครยืนบนที่วางเท้าของเครื่อง มือ

จับหรือเกาะคันโยก ผู้วิจัยให้อาสาสมัครเดินบนเครื่องเดินวงรีอย่างต่อเนื่อง สถานีที่ 3. นันทนาการด้วยการเดินเร็วหรือวิ่ง โดยแข่งขันเล่นเกมสเก็ตลูกบอลใส่ตะกร้าที่วางห่างกัน 20 เมตร ผู้วิจัยให้อาสาสมัครเดินให้เร็วที่สุดหรือวิ่งตามความสะดวกของอาสาสมัคร ในแต่ละสถานีได้ควบคุมความหนักโดยให้ฝึกที่ระดับปานกลางถึงหนัก หรือความหนักระหว่างร้อยละ 65 – 90 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (maximum heart rate, MHR)⁽¹⁵⁾ ซึ่งคำนวณจากอายุของเด็กแต่ละคน โดยมีการติดตามความหนักของการออกกำลังกายด้วยนาฬิกาวัดชีพจร (polar heart rate monitor) ซึ่งอาสาสมัครสามารถออกกำลังกายได้ตามที่กำหนด

4) การผ่อนคลายร่างกาย (cool down) ใช้เวลา 5 นาที ประกอบด้วยการฝึกหายใจ และยืดกล้ามเนื้อในกลุ่มกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับการอบอุ่นร่างกาย

ขั้นตอนการศึกษา

อาสาสมัครทั้งหมด 15 คน โดยมีเพศหญิง 7 คน และชาย 8 คน ได้รับการคัดเลือกเข้ากลุ่มด้วยวิธีสุ่มแบบ stratified ที่กำหนดระดับ GMFCS-E&R เพศ และอายุ เป็นเงื่อนไข แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มออกกำลังกายซึ่งได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายจำนวน 8 คน และกลุ่มควบคุมไม่ได้รับโปรแกรมการออกกำลังกาย จำนวน 7 คน โดยทั้งสองกลุ่มยังได้รับโปรแกรมการรักษาทางกายภาพบำบัดและเข้าเรียนพลศึกษาของโรงเรียนตามปกติ (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง) อาสาสมัครได้รับการประเมินความสามารถด้วย GMFM-88 และ TUDS ก่อนทดลองและ 8 สัปดาห์หลังทดลอง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การศึกษานี้วิเคราะห์ผลทางสถิติด้วยโปรแกรม STATA เวอร์ชัน 10 ใช้สถิติเชิงพรรณนาอธิบายลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครและตัวแปรต่างๆ สถิติ paired t-test สำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรภายในกลุ่มระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม และใช้สถิติ analysis of covariance (ANCOVA) สำหรับวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวแปรหลังเข้าร่วมโปรแกรมระหว่างกลุ่มทดลองและควบคุม กำหนดให้ค่าตัวแปรก่อนทดลองเป็นตัวแปรร่วม (co-variance) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า $P < 0.05$ การศึกษานี้ได้ตรวจสอบการกระจายตัวของตัวแปร GMFM และ TUDS พบว่า มีลักษณะการกระจายแบบปกติ จึงใช้สถิติพารามตริกในการวิเคราะห์ข้อมูล และใช้ intention to treat (ITT) ในการวิเคราะห์ผลการศึกษา



ก



ข

รูปที่ 1 การฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strength training) ก. การลุกขึ้นยืนจากเก้าอี้ ข. การก้าวขึ้นและลงบันได



ก



ข



ค

รูปที่ 2 การฝึกความทนทานของระบบหายใจและหัวใจ ก. การปั่นจักรยาน ข. การใช้เครื่องเดินวงรี ค. สันทนาการด้วยการเดินเร็วหรือวิ่ง

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครสมองพิการแสดงในตารางที่ 1 อาสาสมัครสมองพิการทั้งหมดจำนวน 15 คน แบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกายจำนวน 8 คน (ชาย:หญิง = 4 : 4) และกลุ่มควบคุมจำนวน 7 คน (ชาย:หญิง = 4 : 3) อาสาสมัครทั้งสองกลุ่มมีลักษณะพื้นฐานได้แก่ อายุ น้ำหนัก และส่วนสูง ใกล้เคียงกัน โดยอาสาสมัครที่มีความสามารถด้านการเคลื่อนไหว GMFCS-E&R ระดับ 1 จำนวน 4 คน จัดอยู่ในประเภท spastic hemiplegia ข้างขวา 1 คนและข้างซ้าย 1 คนในกลุ่มออกกำลังกาย ส่วนข้างขวาก็อีก 2 คนในกลุ่ม

ควบคุม อาสาสมัครที่มี GMFCS-E&R ระดับ 2 จำนวน 8 คน จัดอยู่ในประเภท spastic diplegia ทั้งหมด แบ่งเป็นกลุ่มออกกำลังกาย 4 คนและกลุ่มควบคุม 4 คน สำหรับอาสาสมัครที่มี GMFCS-E&R ระดับ 3 จำนวน 3 คน เป็นประเภท spastic diplegia ทั้งหมด โดยใช้เครื่องช่วยเดิน คือ ไม้ค้ำยัน 2 คน ในกลุ่มออกกำลังกาย และใช้โครงเหล็กหัดเดิน 4 ขา (walker) 1 คน ในกลุ่มควบคุม อาสาสมัครทุกคนมีความตึงตัวของกล้ามเนื้อในระดับน้อยถึงปานกลาง ซึ่งไม่ขัดขวางการออกกำลังกายและกิจกรรมการเคลื่อนไหวต่างๆ ในการทดสอบตัวแปร

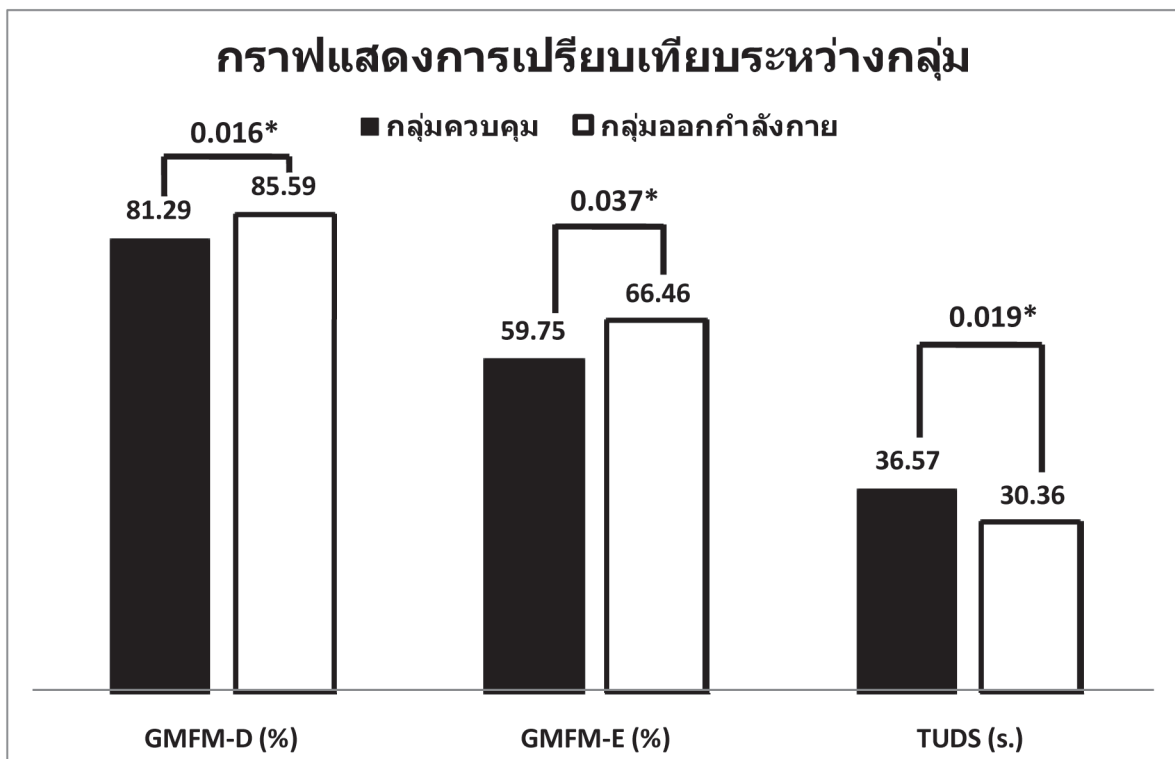
ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไปของอาสาสมัครสมองพิการ แสดงเป็นค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของอายุ ส่วนสูง และน้ำหนักของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มควบคุม (n = 7)	กลุ่มออกกำลังกาย (n = 8)
เพศ (ชาย/หญิง) (คน)	4/3	4/4
อายุ (ค่าต่ำสุด-สูงสุด) (ปี)	13 $\pm$ 4.16 (8 – 16)	13.62 $\pm$ 3.33 (7 – 16)
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	140.78 $\pm$ 18.03	139.37 $\pm$ 14.17
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	38.25 $\pm$ 13.26	37.62 $\pm$ 11.07
GMFCS-E&R (คน)		
■ ระดับ 1	2	2
■ ระดับ 2	4	4
■ ระดับ 3	1	2
เครื่องช่วยเดิน (คน)		
■ ไม้ค้ำยัน (crutches)	-	2
■ โครงเหล็กหัดเดิน 4 ขา (walker)	1	-
ประเภทของสมองพิการ (คน)		
■ Hemiplegia (Right:Left)	2:0	1:1
■ Diplegia	5	6

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบ GMFM-88 และ TUDS ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมในกลุ่มควบคุมและออกกำลังกาย แสดงข้อมูลเป็น ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวแปร	กลุ่มควบคุม (จำนวน = 7 คน)			กลุ่มออกกำลังกาย (จำนวน = 8 คน)		
	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	<i>P</i> -value	ก่อนทดลอง	หลังทดลอง	<i>P</i> -value
GMFM (%)						
Dimension D	82.42 $\pm$ 8.43	83.15 $\pm$ 9.11	0.1747	78.84 $\pm$ 9.47	83.97 $\pm$ 9.27	0.0052 **
Dimension E	62.5 $\pm$ 14.72	62.89 $\pm$ 14.36	0.3559	56.25 $\pm$ 25.48	63.72 $\pm$ 24.83	0.0229 *
TUDS (วินาที)	38.28 $\pm$ 19.15	38.55 $\pm$ 18.05	0.6845	33.98 $\pm$ 16.64	28.83 $\pm$ 13.89	0.0540

* มีนัยสำคัญทางสถิติ *P* - value < 0.05 ** มีนัยสำคัญทางสถิติ *P* - value < 0.01



รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบ GMFM-88 และ TUDS หลังการทดลองระหว่างกลุ่มควบคุมและออกกำลังกาย,
* มีนัยสำคัญทางสถิติ *P*-value < 0.05

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าคะแนน GMFM-88 และ TUDS ระหว่างก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรม พบว่า อาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายมีค่าคะแนน GMFM-88 ในหัวข้อ การยืน (dimension D) และการเดิน วิ่ง กระโดด (dimension E) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$ และ $P < 0.05$ ตามลำดับ) หลังออกกำลังกาย ขณะที่กลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การใช้เวลาในการขึ้น-ลงบันได (TUDS) ไม่พบความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังการทดลองทั้งสองกลุ่ม อย่างไรก็ตามกลุ่มออกกำลังกายมีแนวโน้มใช้เวลาลดลง (เฉลี่ย 5.15 วินาที, $P = 0.054$) ขณะที่กลุ่มควบคุมใช้เวลาในการทดสอบใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง นอกจากนี้ข้อมูลของค่าตัวแปรก่อนทดลองทั้งหมดได้นำมาวิเคราะห์พบว่า ทั้งสองกลุ่มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตัวแปรหลังทดลองระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ ANCOVA ซึ่งปรับค่าตัวแปรหลังการทดลอง

ใหม่ด้วยสมการที่มีค่าตัวแปรก่อนการทดลองเป็น covariance พบว่า กลุ่มออกกำลังกายมีค่าคะแนนของ GMFM-88 dimension D และ E สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.016$ และ $P = 0.037$ ตามลำดับ) โดยมีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยหลังการทดลองระหว่างกลุ่ม คือ 4.3 % (95% CI=0.96 ถึง 7.64%) และ 6.71 % (95% CI=0.48 ถึง 12.94%) ตามลำดับ (**รูปที่ 3**) เมื่อพิจารณาข้อมูลในแต่ละหัวข้อจะเห็นว่า อาสาสมัครในกลุ่มออกกำลังกายมีค่าคะแนนของ GMFM-88 เพิ่มขึ้น ขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าคะแนนเพิ่มขึ้น dimension ละ 1 คนเท่านั้น (**ตารางที่ 3**) สำหรับการเปรียบเทียบ TUDS หลังทดลอง พบว่ากลุ่มออกกำลังกายใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.019$) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ระหว่างกลุ่ม 6.01 วินาที (95% CI=1.16 ถึง 10.8 วินาที) ดัง **รูปที่ 3**

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนอาสาสมัครที่คะแนนแต่ละข้อของ GMFM-88 เพิ่มขึ้นหลังการทดลอง

GMFM-88	หัวข้อ	จำนวนอาสาสมัครที่มีการเปลี่ยนแปลงคะแนนดีขึ้นหลังทดลอง	
		กลุ่มควบคุม	กลุ่มออกกำลังกาย
Dimension D	D1 ยืนยกขาหนีไม่เกาะ	1	3
	D2 ลูกยืนจากพื้น ไม่เกาะ	0	1
	D3 ยืนแล้วลงมานั่งยอง	0	3
	D4 ยืนแล้วนั่งพื้น	0	2
Dimension E	E1 เดินไปข้างหน้า	0	1
	E2 เดินบนเส้นกว้าง 2 ซม.	0	2
	E3 วิ่งไปข้างหน้า แล้วกลับตัว	0	2
	E4 ก้าวขาข้ามสิ่งกีดขวาง	0	2
	E5 เตะบอลได้โดยไม่ล้ม	0	2
	E6 กระโดด 2 เท้าพื้น	0	1
	E7 กระโดดไปข้างหน้า	0	1
	E8 เดินขึ้น-ลง จักรว ไม่พักเท้า	1	1
	E9 เดิน ขึ้น-ลง บันไดไม่จับราว	0	3

วิจารณ์ผลการศึกษา

ผลของการออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างความทนทานและแข็งแรงในเด็กและวัยรุ่นสมองพิการประเภทหดรึง อายุระหว่าง 7-16 ปี ที่มี GMFCS-E&R ระดับ 1-3 ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัด โดยฝึกหลังเลิกเรียนนาน 60 นาที/ครั้ง ฝึก 3 ครั้ง/สัปดาห์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ความสามารถในการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (GMFM-88) ในหัวข้อการยืน เดิน วิ่ง และกระโดด และเวลาในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงบันได (TUDS) ของอาสาสมัครสมองพิการดีขึ้น

ในการศึกษานี้ คณะผู้วิจัยได้ออกแบบโปรแกรมออกกำลังกายแบบผสมผสานโดยฝึกแบบกลุ่ม ร่วมกับการเลือกอุปกรณ์การออกกำลังกายที่เหมาะสมกับความสามารถและวัยของเด็ก มีการใช้เสียงเพลง กระตุ้นให้เด็กออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดความสนุกสนาน และเกิดแรงจูงใจในการเข้าร่วมกิจกรรมมากขึ้น⁽⁹⁾ ความหนัก (intensity) ของโปรแกรมฝึกความทนทานที่ใช้ควรอยู่ในระดับปานกลางถึงหนัก (65-90 % MHR) ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วยสมองพิการ⁽¹⁵⁾ สำหรับโปรแกรมการศึกษานี้มีนักกายภาพบำบัดดูแลอย่างใกล้ชิด ทำให้ความหนักของการออกกำลังกายไม่ต่ำกว่าความหนักที่เด็กสมองพิการควรได้รับ⁽²¹⁾ ซึ่งมีระดับความหนักที่วัดจากอัตราการเต้นหัวใจเฉลี่ย 67.87 % MHR (ค่าต่ำสุด 66.27 % , ค่าสูงสุด 68.82 %) และโปรแกรมฝึกความแข็งแรงมีค่าเฉลี่ยของ 1RM เพิ่มขึ้นทุกๆ 2 สัปดาห์ จาก 9.4 เป็น 9.78, 10.65 และ 11.01 กิโลกรัมตามลำดับ

ผลการศึกษาพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อมัดใหญ่ในหัวข้อการยืน และการเดิน วิ่ง กระโดด เพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยการทรงตัวที่ดี การทำงานประสานสัมพันธ์กันระหว่างกล้ามเนื้อ agonist และ antagonist และที่สำคัญต้องมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วย⁽¹⁰⁾ การศึกษาของ Eck และ Backung ในปี ค.ศ. 2008 รายงานว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีอิทธิพลต่อความสามารถในการเดินและการทำหน้าที่ในการทรงตัวและเคลื่อนไหว (motor function) ของเด็กสมองพิการ ดังนั้น โปรแกรมการฝึกในการศึกษานี้อาจจะทำให้เกิดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และการทำงานประสานสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ จึงช่วยให้ความสามารถด้านการทรงตัวและเคลื่อนไหวในเด็กสมองพิการดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม มีอาสาสมัครประเภท diplegia ของกลุ่มออกกำลังกาย 1 คนที่มี GMFCS-E&R ระดับ 3 และใช้ไม้ค้ำยันในการเดิน ไม่พบการเปลี่ยนแปลงหลังการฝึก อาจเนื่องจากระหว่างฝึกอาสาสมัครคนนี้ได้เพิ่มระดับความหนักของการฝึกความแข็งแรงน้อยกว่าคนอื่น คือ 51.14 % ของ 1RM และจากการสังเกต ดูเหมือนว่าอุปกรณ์ที่ใช้ออกกำลังกายอาจจะยากเกินไปสำหรับอาสาสมัครที่ GMFCS-E&R ระดับ 3 หากมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้เหมาะสมตามความสามารถของแต่ละคน และเพิ่มน้ำหนักขณะฝึก STS หรือระยะเวลาในการออกกำลังกายมากกว่า 8 สัปดาห์ อาจจะช่วยให้อาสาสมัครที่ GMFCS-E&R ระดับ 3 สามารถออกกำลังกายจนมีความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาเพิ่มขึ้น และอาจส่งผลให้การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อมัดใหญ่ดีขึ้น เนื่องจากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามีความสัมพันธ์กับ GMFM^(6, 22) เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับการศึกษาของ Unnithan และคณะ ปี ค.ศ. 2010 ที่ศึกษาผลของการฝึกความทนทานและแข็งแรงในเด็กสมองพิการ GMFCS-E&R ระดับ 2-3 ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัด โดยฝึกครั้งละ 70 นาที สัปดาห์ละ 3 ครั้ง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกมีความสามารถในการยืน และการเดิน วิ่ง กระโดด ประเมินด้วย GMFM ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Unnithan และคณะ มีจำนวนอาสาสมัครที่มี GMFCS-E&R ระดับ 3 มากกว่า คือ 5 คน และใช้เวลาในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขามากถึง 40 นาที ขณะที่ฝึกความทนทานด้วยการเดินแบบที่มีการพักเป็นช่วงๆ (interval training) โดยใช้เวลาเพียง 20 นาที นอกจากนี้ยังฝึกนาน 12 สัปดาห์ ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า โปรแกรมออกกำลังกายในเด็กกลุ่ม GMFCS-E&R ระดับ 3 นี้จะต้องเพิ่มความหนักของการฝึกความแข็งแรง และใช้เวลาฝึกมากกว่า 8 สัปดาห์

การขึ้น-ลงบันไดเป็นกิจกรรมที่ยากและท้าทายความสามารถสำหรับเด็กสมองพิการ ซึ่งมีความแตกต่างจากการเดินอย่างชัดเจนคือ มีช่วงการเคลื่อนไหวของร่างกายร่วมกับข้อต่อต่างๆ มาก ที่สำคัญมีการใช้แรงและพลังงานมากกว่ากิจกรรมอื่นๆ⁽²³⁾ จากการศึกษาพบว่าเวลาที่ใช้ในการประเมิน TUDS ดีขึ้นหลังจากการฝึก อาจเกิดจากการฝึกโปรแกรมการฝึกก้าวขึ้น-ลงบันได ได้เพิ่มแรงต้านการเคลื่อนไหวทุก 2 สัปดาห์ ส่งผลให้กล้ามเนื้อขามีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น นอกจากนี้วิธี

การฝึกเป็นรูปแบบเดียวกับวิธีการทดสอบ TUDS จึงช่วยให้อาสาสมัครได้เรียนรู้การเคลื่อนไหว (motor learning) ในการขึ้น-ลงบันได ส่งผลให้อาสาสมัครมีความสามารถมากขึ้น การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gorter และคณะ ปี ค.ศ. 2009 ที่ศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายเป็นแบบวงจร ในเด็กสมองพิการอายุ 8-13 ปี จำนวน 13 คนโดยฝึกครั้งละ 30 นาที สัปดาห์ละ 2 ครั้ง เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่าเด็กสมองพิการใช้เวลาในการขึ้น-ลงบันไดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การศึกษาของ Gorter และคณะได้ฝึกในเด็กสมองพิการที่มี GMFCS-E&R ระดับ 1-2 ซึ่งต่างจากการศึกษานี้ที่มีเด็ก GMFCS-E&R ระดับ 3 เข้าร่วมการฝึกมีเพียงจำนวน 2 คน และมีการเปลี่ยนแปลงดีขึ้นด้วย อาจกล่าวได้ว่าการฝึกออกกำลังกายในรูปแบบนี้มีแนวโน้มส่งเสริมความสามารถในการขึ้น-ลงบันไดของเด็กสมองพิการ

ข้อดีของการศึกษานี้พบว่า การออกแบบโปรแกรมออกกำลังกายนี้ทำให้มีการยึดติดการฝึก (adherence) สูง จึงส่งผลดีต่อตัวแปร โดยกลุ่มออกกำลังกายมีจำนวนการฝึกเฉลี่ย 22.13 ครั้ง (92.2 %) จากทั้งหมด 24 ครั้ง และคณะผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ผลการทดลองด้วย ITT แบบ last observation carried forward คือ ใช้ข้อมูลการประเมินก่อนเข้าร่วมการศึกษาเป็นผลลัพธ์หลังการทดลอง⁽²⁴⁾ เนื่องจากเมื่อสิ้นสุดการศึกษามีอาสาสมัคร 1 คน จากกลุ่มควบคุมไม่ได้ประเมินผลหลังเสร็จสิ้นโปรแกรม อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ยังมีข้อจำกัด คือ จำนวนอาสาสมัครน้อย ทำให้ไม่สามารถสรุปผลโปรแกรมการออกกำลังกายในอาสาสมัครที่มีระดับ GMFCS-E&R ต่างๆได้ชัดเจน นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยได้เลือกประเมินการทำหน้าที่เคลื่อนไหวที่สำคัญที่ใช้ในชีวิตประจำวันของเด็กสมองพิการในโรงเรียนศรีสังวาลย์ขอนแก่น นั่นคือ การยืน เดิน และการขึ้น-ลงบันไดเท่านั้น หากมีการศึกษาต่อไปในอนาคตควรเพิ่มจำนวนอาสาสมัคร และศึกษาในเด็กกลุ่ม GMFCS-E&R ระดับ 3 มากขึ้น นอกจากนี้ตัวแปรอื่นๆ ที่สะท้อนถึงผลของการฝึกแบบความทนทานและการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขาโดยตรงควรได้รับการประเมินด้วย

สรุปผลการศึกษา

การฝึกเด็กสมองพิการที่ GMFCS-E&R ระดับ 1-3 ด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายแบบผสมผสานระหว่างความ

ทนทานและแข็งแรงแบบกลุ่ม ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ภายใต้การดูแลของนักกายภาพบำบัดสามารถเพิ่มการทำหน้าที่เคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อใหญ่ คือ การยืน การเดิน วิ่ง และกระโดด และลดระยะเวลาในการขึ้น-ลงบันไดในเด็กสมองพิการประเภทหัดเกร็งได้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยและคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคลากรและเด็กในโรงเรียนศรีสังวาลย์ขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ที่ให้ความสนับสนุนและเอื้อเฟื้อสถานที่ในการเก็บข้อมูลสำหรับการศึกษาในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Westcott SL. Examination/evaluation and interventions for children with postural control disorders. In: APTA, ed. Topics in Physical Therapy Pediatrics: Pediatric home study course. Alexandria: American Physical Therapy Association, 2001: 1-35.
2. Bjornson KF, Belza B, Kartin D, Logsdon R, McLaughlin JF. Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. Phys Ther 2007; 87: 248-57.
3. Stevens SL, Holbrook EA, Fuller DK, Morgan DW. Influence of age on step activity patterns in children with cerebral palsy and typically developing children. Arch Phys Med Rehabil 2010; 91: 1891-6.
4. Wiley M, Damiano D. Lower extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1998; 30: 100-7.
5. Damiano DL, Abel MF. Functional outcomes of strength training in spastic cerebral palsy. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79: 119-25.
6. Eek MN, Backung E. Walking ability is related to muscle strength in children with cerebral palsy. Gait & Posture 2008; 28: 366-71.

7. Gorter H, Holty L, Rameckers E, Elvers H, Oostendorp R. Changes in endurance and walking ability through functional physical training in children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2009; 21: 31-7.
8. Morton JF, Brownlee M, McFadyen AK: The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil* 2005; 19: 283-9.
9. Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil* 2003; 17: 48-57.
10. Liao HF, Liu YC, Liu WY, Lin YT. Effectiveness of loaded sit-to-stand resistance exercise for children with mild spastic diplegia: a randomized clinical trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2007; 88: 25-31.
11. Stout JL. Physical fitness during childhood and adolescence: Physical therapy for children. 3rd ed. Missouri: Saunders Elsevier, 2006: 257-8.
12. Unnithan VB, Dowling JJ, Frost G, Bar-Or O. Role of cocontraction in the O₂ cost of walking in children with cerebral palsy. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 1498-504.
13. Roger A, Futler BL, Brinks S, Darrah J. A systematic review of the effectiveness of aerobic exercise interventions for children with cerebral palsy: an AACPD evidence report. *Dev Med Child Neuro* 2008; 50: 808-14.
14. Verschuren O, Ketelaar M, Takken T, Helders PJM, Gorter JW. Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87: 404-17.
15. American College of Sports Medicine. ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. 3th ed. Champaign: Human Kinetics; 2010: 343-49.
16. Palisano R, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston M. Expanded and revised Gross Motor Function Classification System. Can Child Centre for Childhood Disability Research, Ontario: McMaster University 2007: 1-4.
17. กรกฎ เห็นแสงวิไล, อารยา ญาณกาย, มัทนา อังศุไพศาล, รัมภ์รดา อินทโธม. ความเที่ยงในการใช้ Modified Gross Motor Function Measurement-66 ฉบับภาษาไทยของนักศึกษากายภาพบำบัด. *วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด* 2552; 21: 169-84.
18. Unnithan VB, Katsimanis G, Evangelinou C, Kosmas C, Kandrali I, Kellis E. Effect of strength and aerobic training in children with cerebral palsy. *Med Sci Exerc* 2007; 39: 1902-9.
19. Zaino CAP, Marchese VG, Westcott SL. Timed Up and Down Stairs Test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility. *Pediatr Phys Ther* 2004; 16: 90-8.
20. American College of Sport Medicine. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 364-80.
21. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003; 45: 652-7.
22. Thompson N, Stebbins J, Seniorou M, Newhamb D. Muscle strength and walking ability in Diplegic Cerebral Palsy: Implications for assessment and management. *Gait & Posture* 2011; 33: 321-5.
23. Andriacchi TP, Andersson GB, Fermier RW, Stern D, Galante JO. A study of lower limb mechanics during stair climbing. *J Bone Joint Surg Am* 1980; 62: 749-57.
24. Streiner D, Geddes J. Intention to treat analysis in clinical trials when there are missing data. *Evid Based Mental Health* 2001; 4: 70-1.