Original Article

การพัฒนาอุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินที่สามารถปรับความกว้างได้

ภัทร์ธิรา มีเศรษฐี[1], จันทิมา ทองสมบัติพาณิช[1], สุดคนึง แววสูงเนิน[1], นิธินันท์ ชัยคีรี[2] และ รัมภา บุญสินสุข[2]*

[1] ขณะดำเนินการวิจัยเป็นนิสิตชั้นปีที่ 4 คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

[2] สาขากายภาพบำบัด คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

* Corresponding author: rumpa@swu.ac.th

บทคัดย่อ

หลักการและเหตุผล: การฝึกให้ผู้ป่วยทางระบบประสาทเดินโดยมีการช่วยพยุงน้ำหนักของผู้ป่วยในขณะเดินบนลู่เดินทำให้การเดินของผู้ป่วยดีขึ้น แต่การใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินในประเทศไทยยังไม่เป็นที่แพร่หลาย เนื่องจากมีราคาแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ อีกทั้งความกว้างของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่กำหนดไว้อย่างแน่นอน ทำให้ใช้ได้กับลู่เดินเพียงบางรุ่นเท่านั้น **วัตถุประสงค์:** เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินที่ถอดประกอบและปรับความกว้างได้ สามารถพยุงน้ำหนักได้ 1 - 40 กก. **วิธีการศึกษา:** ประดิษฐ์อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่สามารถถอดประกอบได้ จากนั้นทดสอบความแม่นยำในการยกน้ำหนักของเครื่อง โดยเปรียบเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน ตั้งแต่ 1 - 40 กก. และเทียบกับอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (Biodex®) โดยยกน้ำหนักขณะยืน 30% ของน้ำหนักตัว ในคนสุขภาพดี 15 คน ที่มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 40 - 120 กก. โดยเปรียบเทียบน้ำหนักที่ยกได้และน้ำหนักที่เหลือบนเครื่องชั่งน้ำหนัก วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติแบบ intraclass correlation และทดสอบความคงที่ในการพยุงน้ำหนักขณะฝึกเดิน ในคนสุขภาพดีจำนวน 7 คน ขณะเดินบนลู่เดินและใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักทั้ง 2 ประเภท โดยบันทึกค่าน้ำหนักที่ยกขึ้นขณะเดินทุก ๆ 5 นาที แล้วนำมาทดสอบทางสถิติด้วย 2-way repeated measures ANOVA **ผลการศึกษา:** ผลการทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักกับน้ำหนักมาตรฐาน พบความคลาดเคลื่อนจากน้ำหนักมาตรฐานคิดเป็น 2% ของน้ำหนักมาตรฐาน ผลการทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักโดยเทียบกับอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ พบว่ามีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (r = 0.993) และผลการทดสอบความคงที่ในการพยุงน้ำหนักของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักขณะเดินในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ และอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น พบว่าทั้ง 2 อุปกรณ์มีความคงที่ในการพยุงน้ำหนักตลอดช่วงเวลา 20 นาที ขณะเดินบนลู่เดินเทียบเท่ากัน **สรุป:** อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่นั้น มีโครงสร้างที่สามารถถอดประกอบได้ง่าย การขนย้ายสะดวก สามารถประกอบเข้ากับลู่เดินส่วนใหญ่ที่ใช้ภายในศูนย์ฟื้นฟูภายในประเทศไทย และมีความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักเทียบเท่ากับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ

คำสำคัญ: body weight support, adjustable BWS, gait rehabilitation, treadmill, gait training

ไทยเภสัชศาสตร์และวิทยาการสุขภาพ 2553;5(1):45-53[§]

บทนำ

การเดินเป็นการเคลื่อนไหวที่สำคัญในการพาร่างกายไปสู่จุดหมายที่ต้องการ โดยอาศัยการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่าง ๆ บริเวณขาและเชิงกราน ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทและกล้ามเนื้อ ผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพทางระบบประสาท เช่น ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง มักมีความเสียหายของระบบประสาทส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ส่งผลให้กล้ามเนื้ออ่อนแรง การเคลื่อนไหวของแต่ละข้อต่อไม่ประสานกัน และมีความตึงตัวของกล้ามเนื้อที่ผิดปกติ ปัญหาดังกล่าวทำให้การยืนและเดินของผู้ป่วยทางระบบประสาทบกพร่อง[1] ซึ่งผู้ป่วยจำต้องได้รับการรักษาและการฟื้นฟูสมรรถภาพการเดินจากทีมบุคลากรด้านสุขภาพ งานวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการฟื้นฟูสมรรถภาพการเดินของผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพทางระบบประสาทควรเริ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยหากเริ่มการฟื้นฟูการเดินภายในระยะเวลาสามเดือนแรกหลังจากมีพยาธิสภาพที่สมอง จะทำให้ผู้ป่วยสามารถกลับมาเดินได้ใกล้เคียงปกติมากที่สุด[2,3] อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติ การที่จะเริ่มฝึกการเดินให้กับผู้ป่วย มักไม่สามารถเริ่มต้นได้เร็วนัก เนื่องจากต้องรอให้กล้ามเนื้อขามีความแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักตัวได้ และร่างกายมีการทรงตัวในท่ายืนที่ดี ซึ่งกระบวนการดังกล่าวอาจใช้ระยะเวลามากกว่า 3 เดือน ทำให้ผ่านช่วงเวลาที่มีประสิทธิภาพสำหรับการฟื้นตัวของระบบประสาท ส่งผลให้ผู้ป่วยไม่สามารถฟื้นฟูสมรรถภาพการเดินได้เต็มที่

ในการฟื้นฟูสมรรถภาพการเดินของผู้ป่วยทางระบบประสาทด้วยวิธีการทางกายภาพบำบัดนั้น นักกายภาพบำบัดเริ่มการฝึกเดินแก่ผู้ป่วยให้เร็วที่สุด เมื่อผู้ป่วยสามารถนั่งทรงตัวได้ดีแล้ว โดยนักกายภาพบำบัดอาจต้องช่วยพยุงตัวและช่วยเคลื่อนไหวขาให้ผู้ป่วย แต่การจะทำเช่นนั้นได้จำเป็นต้องมีนักกายภาพบำบัดหลาย

§ 15th year of Srinakharinwirot Journal of Pharmaceutical Science

คนร่วมกันฝึกผู้ป่วย ซึ่งเป็นไปได้ยากที่จะมีนักกายภาพบำบัดเพียงพอสำหรับการฝึกนี้ จากข้อจำกัดนี้ทำให้นักวิจัยได้คิดค้นและพัฒนาอุปกรณ์ช่วยพยุงน้ำหนักตัวผู้ป่วย (body weight support system; BWS) ตั้งแต่ปี 1987 โดยใช้ระบบการแขวน (suspension system) เพื่อช่วยพยุงน้ำหนักของผู้ป่วยในขณะที่กำลังยืน ช่วยลดแรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational) ที่กระทำต่อกล้ามเนื้อขา อีกทั้งการใช้อุปกรณ์ช่วยพยุงน้ำหนักตัวทำให้เกิดความปลอดภัยและความมั่นคงกับผู้ป่วยในขณะที่กำลังเดินบนลู่เดิน ส่งผลให้ผู้รักษาสามารถมุ่งเน้นการฝึกการเคลื่อนไหวของร่างกายส่วนสะโพกและขาขณะเดินได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยงานวิจัยที่ศึกษาตามมาได้ข้อสรุปเพิ่มว่า การใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักร่วมกับการใช้ลู่เดิน (treadmill) จะช่วยกระตุ้นการเดินได้ดีกว่าการใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักเพียงอย่างเดียว[4,5]

ส่วนประกอบหลักของ BWS ได้แก่ แถบรัดลำตัว ระบบเชือกและรอกที่ใช้ในการยกผู้ป่วยและระบบถ่วงสมดุลเพื่อรักษาน้ำหนักที่พยุงให้คงที่ อุปกรณ์ BWS มีหลายประเภท ตั้งแต่ประเภทที่พยุงน้ำหนักคงที่ค่าเดียว โดยอาจใช้ระบบรอกและเชือก ระบบสปริง หรือระบบถ่วงน้ำหนัก ไปจนถึงระบบที่ปรับน้ำหนักที่พยุงให้ไม่คงที่ตามการเคลื่อนที่ของจุดศูนย์ถ่วงร่างกายขณะเดิน[6] แต่ประเภทของ BWS ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในทางคลินิกคือ ระบบพยุงน้ำหนักที่คงที่ค่าเดียว ซึ่งใช้เชือกและรอกต่อกับเครื่องมือฉุดวัตถุที่มีน้ำหนักมากที่มีระบบการทำงานหลากหลาย เช่น อาจอาศัยแรงหมุนจากมือคน หรืออาศัยกระแสไฟฟ้าในการขับเคลื่อน หรืออาศัยการเคลื่อนที่ของของเหลวเป็นกลไกหลักในการพยุงน้ำหนัก โดยน้ำหนักตัวที่เหมาะสมที่จะพยุงขึ้นคือ 20 - 40% ของน้ำหนักตัว[4] ซึ่งเป็นการพยุงเพื่อลดน้ำหนักที่ขาทั้งสองข้างต้องรับขณะยืน ช่วยลดแรงดึงดูดของโลกที่กระทำต่อกล้ามเนื้อลำตัวและขา ทำให้การเคลื่อนไหวของขาในการเดินทำได้ง่ายขึ้น แต่แรงพยุงที่คงที่อาจจำกัดการเคลื่อนไหวศูนย์กลางมวลของร่างกายในแนวดิ่งขณะเดิน อาจส่งผลให้รูปแบบการเดินเปลี่ยนไปจากรูปแบบปกติที่ศูนย์กลางมวลจะเคลื่อนไหวขึ้นลงในแนวดิ่งได้[6] แต่อย่างไรก็ตาม ในการนำไปใช้งานจริงไม่พบว่าเครื่อง BWS แบบพยุงน้ำหนักคงที่ค่าเดียวทำให้การเดินของผู้ป่วยที่มีพยาธิสภาพทางระบบประสาทแตกต่างไปจากการใช้เครื่อง BWS แบบที่สามารถปรับการเคลื่อนไหวของจุดศูนย์กลางมวล[7]

งานวิจัยหลายชิ้นต่างสนับสนุนประสิทธิภาพของการใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักตัวร่วมกับลู่เดินสำหรับฟื้นฟูสมรรถภาพการเดินของผู้ป่วยทางระบบประสาทในหลายด้าน เช่น ทำให้การเกร็งตัวของกล้ามเนื้อลดลง[8] ทำให้ความหนาแน่นของกระดูกเพิ่มขึ้นจากการที่ได้มีการลงน้ำหนักบางส่วน[9] ทำให้มวลกล้ามเนื้อและขนาดของเส้นใยกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น[10,11] จากการกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อ ทำให้กระตุ้นการทำงานของระบบหัวใจและปอด[12] จากการที่ผู้ป่วยได้อยู่ในท่ายืนและเดินโดยที่มีการพยุงน้ำหนักไว้ เมื่อน้ำหนักตัวบางส่วนถูกพยุงไว้ จะช่วยให้การเคลื่อนไหวขาและการเรียนรู้องค์ประกอบและรูปแบบในการเดินเป็นไปได้ดีขึ้น[13-17] เช่น กระตุ้นให้เกิดการลงน้ำหนัก การถ่ายน้ำหนัก การก้าวเท้า และการทรงตัวที่มั่นคงขึ้น ผลของการฝึกด้วยวิธีนี้ดีกว่าการฝึกเดินโดยที่ไม่มีอุปกรณ์ช่วยพยุงน้ำหนักตัว ทำให้ผู้ป่วยสามารถทำการเคลื่อนไหวได้เอง เป็นจังหวะซ้ำ ๆ ก่อให้เกิดการเรียนรู้รูปแบบการเดินที่เป็นธรรมชาติ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงกับปกติ

ในปัจจุบัน การใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักในทางคลินิกยังไม่แพร่หลาย แม้ว่าจะมีงานวิจัยรองรับถึงประสิทธิภาพการรักษาที่ดีขึ้นจากการฝึกเดินโดยใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักก็ตาม เนื่องจากอุปกรณ์ดังกล่าวมีราคาแพง ตั้งแต่ราคาหลายแสนจนถึงหลักล้านบาท และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งทางโรงพยาบาลและศูนย์ฟื้นฟูต่าง ๆ ในประเทศไทยไม่มีงบประมาณเพียงพอที่จะจัดซื้อเพื่อนำมาใช้ในการรักษาและฟื้นฟูผู้ป่วย ส่วนเครื่องพยุงน้ำหนักที่ผลิตขึ้นเองในประเทศ ส่วนมากสามารถยกผู้ป่วยขึ้นได้ แต่ไม่สามารถกำหนดปริมาณน้ำหนักที่ยกได้อย่างเหมาะสมหรือไม่มีตัวแสดงปริมาณน้ำหนักที่ยก ทำให้ไม่สามารถลดหรือเพิ่มการพยุงน้ำหนักผู้ป่วยได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ในการยึดอุปกรณ์พยุงน้ำหนักเข้ากับลู่เดิน อุปกรณ์พยุงน้ำหนักต้องมีความกว้างที่เหมาะสมและมีอุปกรณ์ยึดติดกับฐานที่แข็งแรง ไม่ทำให้เคลื่อนที่ไปมาขณะพยุงน้ำหนัก

จากการสำรวจของคณะผู้วิจัยพบว่าขนาดของลู่เดินที่ใช้ตามโรงพยาบาลและสถานฟื้นฟูมีความกว้างที่หลากหลาย เช่น ในขณะที่ลู่เดินส่วนใหญ่มีความกว้างของฐานในช่วง 80 เซ็นติเมตร ลู่เดินของบริษัท Landice มีความกว้างของฐานเพียง 70.8 เซ็นติเมตร และลู่เดินของบริษัท Wifefitness มีความกว้างของฐานมากถึง 93 เซ็นติเมตร จึงเห็นได้ว่าอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ดีควรจะสามารถปรับความกว้างของฐานให้สอดคล้องกับฐานของลู่เดินได้ เพื่อให้สามารถใช้ได้กับลู่เดินที่มีขนาดหลากหลายตามโรงพยาบาลต่าง ๆ ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะสร้างอุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินประเภทระบบพยุงน้ำหนักที่คงที่ค่าเดียวที่สามารถพยุงน้ำหนักได้อย่างแม่นยำ ใช้งานง่าย สามารถถอดประกอบได้ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และสามารถปรับความกว้างของเครื่องพยุงน้ำหนักให้สามารถยึดได้กับลู่เดินที่มีความกว้างต่างกันได้

วิธีการศึกษา

การประดิษฐ์อุปกรณ์

เริ่มจากการหาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดิน และประเภท ขนาดของลู่เดิน แล้วออกแบบและประดิษฐ์

อุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินที่มีคุณสมบัติดังนี้ คือ สามารถพยุงน้ำหนักได้ในช่วง 1 - 40 กิโลกรัม ถอดประกอบและปรับความกว้างได้ มีตัวยึดอุปกรณ์พยุงน้ำหนักเข้ากับลู่เดิน ควบคุมการยกน้ำหนักโดยใช้ปุ่มบังคับจากภายนอก (External switch) มีจอแสดงค่าน้ำหนักที่พยุงขึ้นที่สามารถอ่านค่าน้ำหนักที่พยุงได้อย่างแม่นยำและสะดวก โดยให้จอแสดงค่าน้ำหนักอยู่ในตำแหน่งเดียวกับปุ่มกดเพื่อพยุงน้ำหนักขึ้น มีความมั่นคงและปลอดภัยในการใช้งาน โดยมีระบบแถบเชือกสำรอง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากการขาดของเชือกพยุงหลัก

การทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนัก

เมื่อได้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักสำหรับฝึกเดินแล้ว ทดสอบความแม่นยำในการยกน้ำหนักมาตรฐาน 1 - 40 กิโลกรัม (weight calibration) โดยใส่ตุ้มน้ำหนักทีละ 1 กิโลกรัม สังเกตและบันทึกน้ำหนักที่แสดงบนจอแสดงผล ทำการทดสอบจนครบ 40 กิโลกรัม จากนั้น ทำการทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักในอาสาสมัครจริง โดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ (Biodex® offset unweighing system #945-480, Certified ISO 9001:2000 Type B equipment) (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นระบบพยุงน้ำหนักค่าเดียวคงที่ มีขนาดความสูงและความกว้างของเครื่อง และความกว้างของฐาน 270x127x91 เซ็นติเมตร ปรับการพยุงน้ำหนักโดยใช้ระบบมือหมุน (manual operation) สามารถพยุงน้ำหนักได้มากสุดถึง 225 กิโลกรัม ปรับช่วงน้ำหนักที่พยุงได้ถึง 80 กิโลกรัม อาสาสมัครที่ได้รับการทดสอบเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี ไม่มีอาการทางระบบประสาทหรือกล้ามเนื้อที่ทำให้การเดินผิดปกติ มีอายุระหว่าง 18 - 25 ปี จำนวน 15 คน ทั้งเพศชายและหญิง โดยมีน้ำหนักกระจายอยู่ในช่วงน้ำหนักต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ 40 - 49 กิโลกรัม จำนวน 2 คน, 50 - 59 กิโลกรัม จำนวน 3 คน, 60 - 69 กิโลกรัม จำนวน 3 คน, 70 - 79 กิโลกรัม จำนวน 3 คน, 80 - 89 กิโลกรัม จำนวน 2 คน, 100 - 109 กิโลกรัม จำนวน 2 คน โดยทำการสุ่มลำดับของการใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักว่าจะใช้อุปกรณ์ที่ประดิษฐ์ขึ้นหรืออุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศก่อน จากนั้นพยุงน้ำหนักของผู้เข้าร่วมวิจัยขณะยืนนิ่ง ๆ ปริมาณ 30% ของน้ำหนักตัว แล้วอ่านค่าจากจอแสดงผลบนอุปกรณ์พยุงน้ำหนักและเครื่องชั่งน้ำหนัก โดยผู้ที่อ่านค่าและผู้ที่ยกน้ำหนักเป็นคนละคนกัน ทำการทดลองซ้ำเครื่องละ 3 ครั้ง ทดสอบการกระจายของข้อมูลโดยใช้สถิติ one-sample Kolmogorov-smirnov Test และเปรียบเทียบน้ำหนักที่อ่านได้จากอุปกรณ์พยุงน้ำหนักและน้ำหนักที่ยกได้จริง (เทียบค่าจากเครื่องชั่งน้ำหนัก) ระหว่างอุปกรณ์พยุงน้ำหนักทั้ง 2 ประเภท โดยใช้สถิติแบบ intraclass correlation

รูปที่ 1 การพยุงน้ำหนักขณะเดินโดยใช้เครื่องพยุงน้ำหนัก Biodex® ร่วมกับลู่เดิน

การทดสอบความคงที่ในการพยุงน้ำหนักขณะเดิน

ในการฟื้นฟูการเดินของผู้ป่วยทางระบบประสาท จะใช้ระยะเวลาในการฝึกเดิน 20 นาที ขั้นตอนการทดสอบนี้จึงมุ่งทดสอบว่าปริมาณน้ำหนักที่พยุงขณะเดินมีความคงที่ตลอดระยะเวลา 20 นาทีหรือไม่ โดยศึกษาทั้งอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศและอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น ทำการทดสอบในอาสาสมัครจำนวน 7 คน มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 40 - 79 กิโลกรัม 4 คน และในช่วง 80 - 109 กิโลกรัม 3 คน ให้ผู้เข้าร่วมงานวิจัยเดินบนลู่เดินโดยใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนัก เป็นเวลา 20 นาที โดยสุ่มลำดับของการใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนัก ว่าจะใช้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น หรืออุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศก่อน ทำการบันทึกค่าน้ำหนักที่พยุงจากจอแสดงผลทุก 5 นาที ในวงจรการเดินในช่วง double limb support โดยมีขาขวาเป็นตัวนำ จนครบ 20 นาที เปรียบเทียบน้ำหนักที่อ่านได้ทุก 5 นาที จากอุปกรณ์พยุงน้ำหนักแต่ละประเภท โดยใช้สถิติแบบ 2-way ANOVA mixed model (between group คือ อุปกรณ์พยุงน้ำหนัก 2 ประเภท และ within group คือ ค่าน้ำหนักที่พยุงขณะเดินที่นาทีต่าง ๆ)

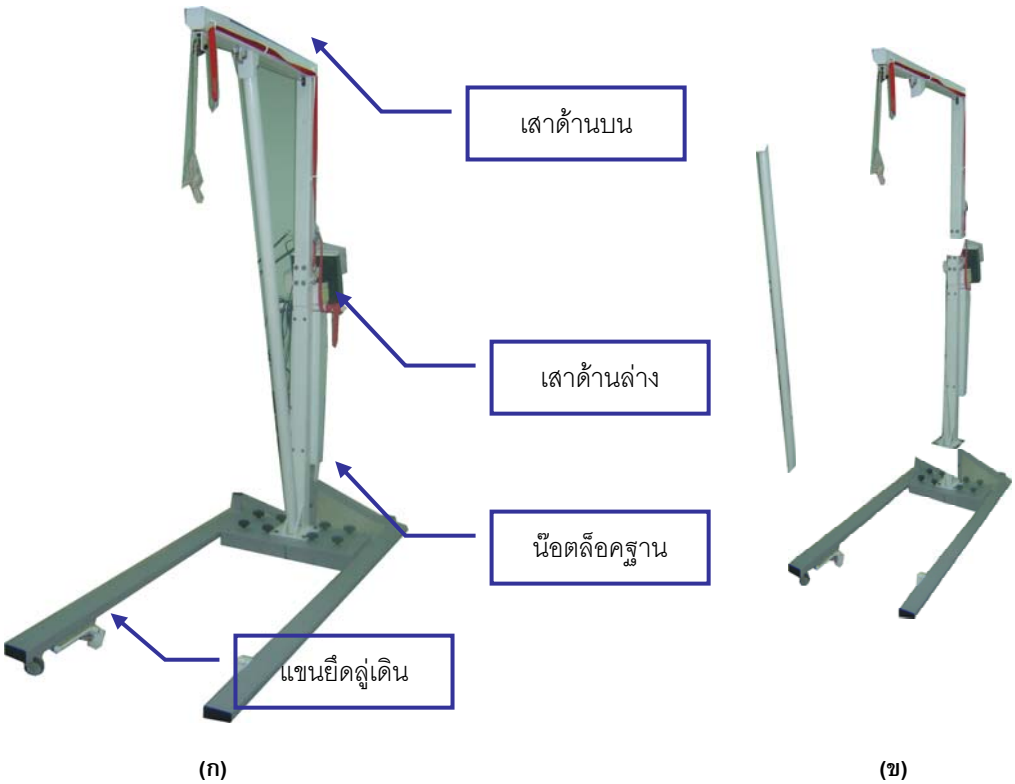
ผลการศึกษา

ลักษณะของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น

อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นมีฐานสองข้างเชื่อมติดกับเสาหลักทางด้านหลังและมีเสาค้ำเพื่อช่วยเสริมความมั่นคงเมื่อมีการพยุงน้ำหนัก โดยมีความสูง 2.3 เมตร ฐานยาว 2 เมตร ฐานสามารถปรับความกว้างได้ 90 - 120 เซนติเมตร โดยปรับให้เปิดความกว้างของฐานได้จากปลายด้านหนึ่งของฐาน สามารถถอดประกอบได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ฐานของอุปกรณ์ เสาส่วนล่าง เสาส่วนบน และเสาค้ำ (รูปที่ 2) มีระบบแถบเชือกสำรอง เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดจากการขาดของเชือกพยุงหลัก แถบเชือกสำรองจะคล้องที่ตัวผู้เดินตลอดเวลาและสามารถรองรับน้ำหนักได้ถึง 150 กิโลกรัม การยกน้ำหนักใช้ระบบมอเตอร์โดยควบคุมจากปุ่มบังคับจากภายนอก มีจอแสดงค่าน้ำหนักที่พยุงขึ้นแบบดิจิตัล โดยให้จอแสดงค่าน้ำหนักอยู่ในตำแหน่งเดียวกับปุ่มกดเพื่อพยุงน้ำหนักขึ้น การปรับความกว้างของฐานนั้นทำได้โดยการโยกคันโยกทางด้านหลังเสาหลักในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจากนั้นให้หมุนน็อตที่ฐานทั้ง 8 ตัวให้แน่นก่อนพยุงน้ำหนัก เมื่อต้องการต่อเข้ากับลู่เดินให้ใช้ตัวล็อกที่บริเวณฐานทั้งสองข้างล็อกเข้ากับลู่เดิน (รูปที่ 3)

การทดสอบความแม่นยำในการยกน้ำหนัก 1 - 40 กิโลกรัม (weight calibration)

จากการทดสอบโดยการทดลองยกตุ้มน้ำหนัก และบันทึกค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากจอแสดงผลเมื่อยกน้ำหนักมาตรฐานตั้งแต่ 1 ถึง 40 กิโลกรัม พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของการยกน้ำหนักมาตรฐานเมื่อยกน้ำหนัก 2 กิโลกรัมขึ้นไป โดยน้ำหนักที่อ่านได้มีค่าน้อยกว่าน้ำหนักมาตรฐานที่ยกจริง ตารางที่ 1 แสดงความคลาดเคลื่อนในการพยุงน้ำหนักโดยคำนวณจากน้ำหนักที่อ่านได้ลบด้วยค่าของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยค่าลบหมายถึงน้ำหนักที่อ่านได้มีค่าน้อยกว่าค่าของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน จากตารางจะเห็นได้ว่า ความคลาดเคลื่อนจากน้ำหนักจริงอยู่ในช่วงไม่เกิน 0.82 กิโลกรัม โดยมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดเท่ากับ 0.1 กิโลกรัมเมื่อยกตุ้มน้ำหนัก 2 กิโลกรัม และมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 0.9 กิโลกรัมเมื่อยกตุ้มน้ำหนัก 40 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมาตรฐานที่ยกจะได้ค่าในช่วง 2 - 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยก โดยค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของทุกช่วงน้ำหนักคิดเป็น 2.2 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ยก



รูปที่ 2 โครงสร้างของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น (ก) และการถอดชิ้นส่วน (ข)

รูปที่ 3 การพยุงน้ำหนักขณะเดินโดยใช้เครื่องพยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นร่วมกับลู่เดิน

ตารางที่ 1 ค่าความคลาดเคลื่อนในการยกน้ำหนักมาตรฐานโดยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น

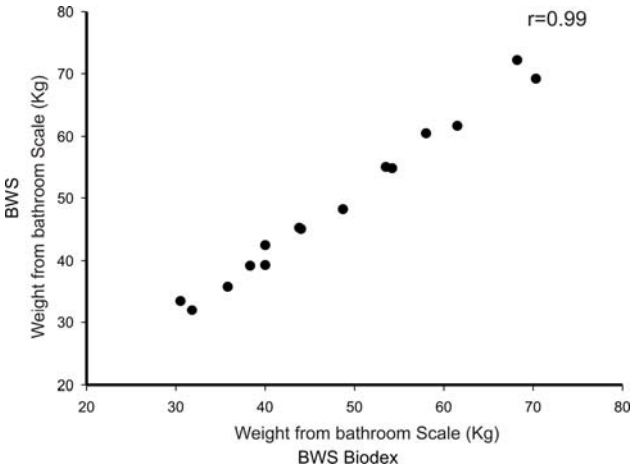
ช่วงน้ำหนัก (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (กิโลกรัม)	ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (% ของน้ำหนักที่ยก)
1 - 5	-0.1	-2.0
6 - 10	-0.32	-2.2
11 - 15	-0.46	-3.0
16 - 20	-0.5	-2.5
21 - 25	-0.6	-2.4
26 - 30	-0.6	-2.0
31 - 35	-0.7	-2.0
36 - 40	-0.82	-2.0

การทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักโดยเทียบกับอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ในการทดสอบประสิทธิภาพอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยเปรียบเทียบกับการพยุงน้ำหนักของอาสาสมัครด้วยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ได้นำเข้าจากต่างประเทศ โดยพยุงน้ำหนัก 30% ของน้ำหนักตัว เป็น 14 - 31 กิโลกรัม ในอาสาสมัคร ทั้งหมด 15 คนที่มีน้ำหนักตั้งแต่ 46 - 102 กิโลกรัม พบว่าทั้งอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นและอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ แสดงค่าน้ำหนักที่พยุงขึ้นใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 2) และมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.993$) (รูปที่ 4) ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพในการพยุงน้ำหนักของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น ในช่วง 14 - 30 กิโลกรัม มีความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักเทียบเท่ากับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ

ตารางที่ 2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยในการพยุงน้ำหนักอาสาสมัครงานวิจัยโดยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ และอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น

น้ำหนักตัว (Kg)	น้ำหนักที่อ่านได้จาก BWS (Kg)		ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่อ่านได้จากเครื่องชั่ง (Kg)	
	BWS Biodex®	BWS ประดิษฐ์	BWS Biodex®	BWS ประดิษฐ์
46	14	13.8	31.8	32.0
46	14	13.8	30.5	33.5
52	16	15.5	35.8	35.8
56	17	17	38.3	39.2
58	17	17.4	40.0	39.3
61	18	18.3	40.0	42.5
65	20	19.4	44.0	45.0
65	20	19.4	43.8	45.2
71	21	21.0	48.7	48.2
78	23	23.7	53.5	55.0
78	23	23.7	54.2	54.8
87	26	26.1	58.0	60.5
88	26	26. 7	61.5	61.7
101	30	30.3	70.3	69.2
102	31	30. 6	68.2	72.2



รูปที่ 4 แสดงค่าความสัมพันธ์ของน้ำหนักที่พยุงด้วยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศและอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้น

การทดสอบความคงที่ในการพยุงน้ำหนักของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักขณะเดินในแต่ละช่วงเวลา

ในการทดสอบความคงที่ของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นขณะเดินของอาสาสมัครเป็นเวลา 20 นาที โดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยอ่านน้ำหนักและบันทึกค่าน้ำหนักที่แสดงบนอุปกรณ์พยุงน้ำหนักในนาทีที่ 1, 5, 15 และ 20 แล้วนำมาคำนวณค่าความเที่ยงตรงในการพยุงน้ำหนักในแต่ละช่วงเวลาดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 การวิเคราะห์ค่าความคงที่ในการพยุงน้ำหนักในแต่ละช่วงเวลาของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศและอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นจากการทดสอบโดยใช้สถิติ 2-way repeated measures ANOVA ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของปริมาณน้ำหนักที่อ่านได้ในแต่ละช่วงเวลาและระหว่างเครื่องพยุงน้ำหนักทั้ง 2 ชนิด (P = 0.238 และ 0.182 ตามลำดับ) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าอุปกรณ์ทั้งสองชนิดมีความคงที่ในการพยุงน้ำหนักตลอดช่วงเวลา 20 นาที ขณะเดินบนลู่เดิน

อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยได้ประดิษฐ์อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่มีประสิทธิภาพทัดเทียมอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ โดยออกแบบให้ทดแทนข้อจำกัดของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศที่ไม่มีมอเตอร์ในการยกน้ำหนัก ทำให้ต้องใช้แรงหมุนจากผู้ใช้อุปกรณ์เพื่อยกน้ำหนักขึ้นและจอแสดงค่าน้ำหนักที่พยุงขึ้นมีความไม่ละเอียดและยากต่อการอ่านค่า

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลการพยุงน้ำหนักของอาสาสมัครโดยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศขณะเดินบนลู่เดิน

ผู้เข้าร่วมวิจัย	น้ำหนักตัว (Kg)	น้ำหนัก 30% (Kg)	ค่าน้ำหนักที่อ่านในขณะเดิน (Kg) ที่เวลาต่าง ๆ				
			นาทีที่ 1	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20
1	46	14	12	15	15	15	13
2	52	16	13	13	12	15	15
3	64	19	18	16	14	14	13
4	73	22	20	15	15	15	17
5	87	26	24	25	23	26	23
6	101	30	25	27	27	24	25
7	109	33	31	29	30	27	29

ตารางที่ 4 แสดงข้อมูลการพยุงน้ำหนักของอาสาสมัครโดยอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นขณะเดินบนลู่เดิน

ผู้เข้าร่วมวิจัย	น้ำหนักตัว(Kg)	น้ำหนัก 30% (Kg)	ค่าน้ำหนักที่อ่านในขณะเดิน (Kg)				
			นาทีที่ 1	นาทีที่ 5	นาทีที่ 10	นาทีที่ 15	นาทีที่ 20
1	46	13.8	13.6	12.6	12.6	11.9	11.9
2	52	16	15.1	15.4	15.8	14.6	15.2
3	64	19.2	16.7	18.7	15.4	15.6	15.5
4	73	21.9	21.7	19.8	19.3	19.6	19.8
5	87	26.1	22.3	22.4	21.9	21.6	20.9
6	101	30.3	30.4	28.9	27.6	26.2	26.7
7	109	32.7	32.7	29.7	28.3	26.6	26.3

ดังนั้นอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นจึงออกแบบให้มีการใช้ระบบรอกและมอเตอร์ในการพยุงน้ำหนักขึ้นซึ่งทำให้ขณะที่พยุงน้ำหนักขึ้นมีความราบเรียบของการยกน้ำหนักขึ้น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวก อีกทั้งออกแบบให้ค่าน้ำหนักที่แสดงที่จอแสดงผลมีค่าการพยุงน้ำหนักที่ละเอียดซึ่งแสดงค่าพยุงน้ำหนักเป็นค่าทศนิยมหนึ่งตำแหน่ง และมีความสะดวกในการอ่านค่าน้ำหนักที่พยุงขึ้นเนื่องจากจอแสดงค่าน้ำหนักอยู่ในตำแหน่งเดียวกับปุ่มกดเพื่อพยุงน้ำหนักขึ้น

การทดสอบความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักกับน้ำหนักมาตรฐานพบความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย โดยคำนวณแล้วได้ค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 2% ในการพยุงน้ำหนักแต่ละระดับ โดยน้ำหนักที่อ่านได้จะน้อยกว่าน้ำหนักที่ยกจริง ซึ่งความคลาดเคลื่อนนี้อาจเกิดจาก การแกว่งของเชือกเล็กน้อย ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ขณะทำการทดสอบแขวนน้ำหนัก ผลการศึกษาในขั้นตอนนี้แสดงว่า การอ่านน้ำหนักที่อ่านได้โดยเครื่องพยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นนั้นอาจจะมีค่าน้อยกว่าน้ำหนักที่ยกได้จริงประมาณ 2% ซึ่งอยู่ในเกณฑ์การทดสอบที่สามารถยอมรับได้

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการพยุงน้ำหนักของอาสาสมัครจริงขณะยืนนิ่ง ๆ โดยเปรียบเทียบกับอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ พบความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักที่อ่านได้ในระดับที่สูงมาก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการพยุงน้ำหนักที่เท่าเทียมกันระหว่างอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดที่ทดสอบ แต่เมื่อทำการทดสอบความคงที่ของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักทั้ง 2 ผลิตภัณฑ์ในการพยุงน้ำหนักขณะเดินที่เวลา 5 นาทีจนครบ 20 นาที พบว่ามีการปรับเปลี่ยนของปริมาณน้ำหนักที่อ่านได้ที่เวลาต่างๆ กัน (ตารางที่ 3 และ 4) ทั้งนี้ เนื่องจากขณะเดิน จะมีจังหวะของการก้าวขาสลับกันอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางมวลของร่างกายในทิศทางหน้าหลังประมาณ 4 - 5 องศา[1] องศาของเชือกที่ทำมุมขณะดึงและความตึงเชือกเปลี่ยนไปร่วมกับอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงซึ่งมีการตอบสนองต่อความตึงเชือกที่เปลี่ยนไปได้ไว ส่งผลให้ค่าน้ำหนักที่แสดงที่หน้าจอมีการเปลี่ยนแปลง แต่การเปลี่ยนแปลงที่พบนี้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถือว่าอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นมีความคงที่ในการพยุงน้ำหนักขณะเดินในช่วง 20 นาทีแรกของการเดิน

ดังนั้น ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ประดิษฐ์ขึ้นใหม่นั้น มีโครงสร้างที่สามารถถอดประกอบได้ง่ายและสามารถปรับความกว้างของฐานได้ ทำให้ขนย้ายสะดวก สามารถประกอบเข้ากับลู่เดินส่วนใหญ่ที่ใช้ภายในศูนย์ฟื้นฟูในประเทศไทย และมีความแม่นยำในการพยุงน้ำหนักทัดเทียมอุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่นำเข้าจากต่างประเทศ อย่างไรก็ตามการวิจัยในครั้งนี้เป็นเพียงขั้นตอนของการประดิษฐ์และการทดสอบคุณสมบัติในการพยุงน้ำหนักของอุปกรณ์พยุงน้ำหนักโดยใช้ตุ้มน้ำหนักและอาสาสมัครสุขภาพดี ซึ่งยังอยู่ขั้นต้นของการประดิษฐ์อุปกรณ์พยุงน้ำหนัก ยังไม่สามารถนำไปใช้กับผู้ป่วยได้จริง จำต้องมีการทดสอบอุปกรณ์พยุงน้ำหนักในขั้นต่อไป โดยควรทำการทดสอบความทนทานในการพยุงน้ำหนักขณะเดินโดยมีผู้เข้าร่วมงานวิจัยที่มีจำนวนเพิ่มขึ้นและอาจทำการทดลองในผู้ป่วยจริงที่มีสภาวะการเดินผิดปกติ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนยังต้องมีการปรับปรุงรูปแบบอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงมากที่สุด และมีการทดสอบความปลอดภัยในการใช้งานอุปกรณ์ในระยะยาว นอกจากนี้อุปกรณ์พยุงน้ำหนักที่ผลิตขึ้นสามารถพยุงน้ำหนักได้ในช่วง 40 กิโลกรัมเท่านั้น การพยุงน้ำหนักผู้ป่วยที่มากกว่าช่วงที่ทดสอบยังไม่ได้รับการตรวจสอบ จึงยังไม่ควรนำไปใช้งานกับผู้ที่มีน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มผู้เข้าร่วมวิจัยในการศึกษานี้ (มากกว่า 110 กิโลกรัม)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัท คิดส์ ฟอร์ ไลฟ์ และคุณขจรศักดิ์ ศรีกงพาน ที่ให้ข้อมูลประกอบการออกแบบและประดิษฐ์อุปกรณ์พยุงน้ำหนัก ขอบคุณสาขาวิชากายภาพบำบัดคณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทดสอบอุปกรณ์พยุงน้ำหนัก และอาสาสมัครที่เข้าร่วมงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการ Industrial Project for Undergraduate Student and Research Project for Undergraduate Student (IRPUS) เลขที่โครงการ I252A01001

เอกสารอ้างอิง

1. Shumway-Cook A, Woollacott M. Motor control: translating research into clinical practice. (3rd eds). Maryland. Lippincott Willians & Wilkins, 2007: pp.100-135.
2. Bach-y-Rita P. Brain plasticity as a basis of the development of rehabilitation procedures for hemiplegia. *Scand J Rehabil Med* 1981;13(2-3):73-83.
3. Wade DT, Wood VA, Heller A, Maggs J, Langton Hewer R. Walking after stroke. Measurement and recovery over the first 3 months. *Scand J Rehabil Med* 1987;19(1):25-30.
4. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 1998;29(6):1122-1128.
5. Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(4):421-427.
6. Frey M, Colombo G, Vaglio M, Bucher R, Jorg M, Riener R. A novel mechatronic body weight support system. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2006;14(3):311-321.

7. Barbeau H, Visintin M. Optimal outcomes obtained with body weight support combined with treadmill training in stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1458-1465.
8. Visintin M, Barbeau H. The effects of body weight support on the locomotor pattern of spastic paretic patients. *Can J Neurol Sci*. 1989;16(3):315-325.
9. Carvalho DC, Garlipp CR, Bottini PV, Afaz SH, Moda MA, Cliquet A, Jr. Effect of treadmill gait on bone markers and bone mineral density of quadriplegic subjects. *Braz J Med Biol Res* 2006;39 (10):1357-1363.
10. Giangregorio LM, Webber CE, Phillips SM, et al. Can body weight supported treadmill training increase bone mass and reverse muscle atrophy in individuals with chronic incomplete spinal cord injury? *Appl Physiol Nutr Metab* 2006;31(3):283-291.
11. Stewart BG, Tarnopolsky MA, Hicks AL, et al. Treadmill training-induced adaptations in muscle phenotype in persons with incomplete spinal cord injury. *Muscle Nerve* 2004;30(1):61-68.
12. Mossberg KA, Orlander EE, Norcross JL. Cardiorespiratory capacity after weight-supported treadmill training in patients with traumatic brain injury. *Phys Ther* 2008;88(1):77-87.
13. McCain KJ, Smith PS. Locomotor treadmill training with body-weight support prior to over-ground gait: promoting symmetrical gait in a subject with acute stroke. *Top Stroke Rehabil* 2007; 14(5):18-27.
14. Cherng RJ, Liu CF, Lau TW, Hong RB. Effect of treadmill training with body weight support on gait and gross motor function in children with spastic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil* 2007; 86(7):548-555.
15. Schindl MR, Forstner C, Kern H, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(3):301-306.
16. Toole T, Maitland CG, Warren E, Hubmann MF, Panton L. The effects of loading and unloading treadmill walking on balance, gait, fall risk, and daily function in Parkinsonism. *NeuroRehabilitation* 2005;20(4):307-322.
17. Miyai I, Fujimoto Y, Ueda Y, et al. Treadmill training with body weight support: its effect on Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(7):849-852.

Original Article

The Development of Width-Adjustable Body Weight Support System for Gait Training

Pattira Mesattee[1], Chantima Thongsombatpanich[1], Sudkhanung Wawsungnoen[1], Nithinun Chaikeeree[2] and Rumpa Boonsinsukh[2]*

[1] 4th year student at the time of study conduct, Faculty of Health science, Srinakharinwirot University

[2] Department of physical therapy, Faculty of Health science, Srinakharinwirot University

* Corresponding author: rumpa@swu.ac.th

ABSTRACT

Background: Gait training using body weight support system with treadmill training has been shown to improve walking in neurological patients. However, the body weight support system is not commonly used in Thailand due to the system is expensive and needs to be imported. In addition, its width is fixed which is not possible to be used with multiple brands of the treadmills. **Objective:** To develop the body weight support system that is removable with width adjustment and able to lift the weight from 1 to 40 kilograms. **Methods:** Three tests for the new developed body weight system were performed. Weight calibration was first performed on the removable body weight support system by calibrating with the known standard weight from 1 to 40 kilograms. Then the comparison with the imported body weight support system (Biodex®) was carried out by lifting 30% of body weight in 15 healthy young subjects weighed between 40 to 120 kilograms during standing. Differences in the lifting weight and the remaining weight on the bathroom scale were compared by using intraclass correlation. Lastly, the consistency of weight lifting by the new developed and imported body weight support system was performed in 7 healthy subjects during walking on the treadmill. Lifting weights were reported every 5 minutes for 20 minutes of walking and 2-way repeated measures ANOVA was used for statistical analysis. **Results:** During weight calibration, the maximum inaccuracy was about 2% of standard weight. The correlation test during static weight lifting showed high correlation between the newly developed and the imported body weight systems (r = 0.993). Analysis of weight support during walking showed consistency of lifting the body weight

throughout 20 minutes of walking. **Conclusion:** The new developed body weight system with removable and width adjustable shows the accuracy and consistency for lifting body weight during standing and walking equivalent to the imported body weight support system.

Keywords: body weight support, adjustable BWS, gait rehabilitation, treadmill, gait training

Thai Pharm Health Sci J 2010;5(1):45-53[§]