นิพนธ์ต้นฉบับ

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในการฟื้นฟูสมรรถภาพภาวะบาดเจ็บไขสันหลัง: หลักการและประโยชน์

พิพัฒน์ กล่ำรื่น วท.ม., กนกวรรณ ทบประดิษฐ วท.ม.
สถาบันสิรินธรเพื่อการฟื้นฟูสมรรถภาพทางการแพทย์แห่งชาติ ตำบลตลาดขวัญ อำเภอเมืองนนทบุรี จังหวัดนนทบุรี 11000

Resistance Training in Spinal Cord Injury Rehabilitation: Principles and Benefits

Pipat Klamruen, M.Sc., Kanokwan Thobpradit, M.Sc.
Sirindhorn National Medical Rehabilitation Institute, Talat Kwan, Mueang Nonthaburi, Nonthaburi, 11000, Thailand
Corresponding Author: Pipat Klamruen (E-mail: ptsnmrc22@gmail.com)
(Received: 9 July, 2024; Revised: 24 September, 2024; Accepted: 31 January, 2025)

Abstract

Spinal cord injury results in limitations in daily functional activities and quality of life. Therefore, physical rehabilitation is crucial for restoring functional independence. Resistance training (RT) is one of the most effective methods of rehabilitation. This article aims to review the literature about RT in rehabilitation of patients with spinal cord injury (SCI), including principles, benefits, and potential adverse events. Electronic searches were conducted in PubMed, the Physiotherapy Evidence Database (PEDro), and Thai Journal Online (ThaiJO) for clinical trials published between 2013 and 2023, focusing on RT in SCI. Two independent reviewers selected studies based on title, abstract, and full text. Subsequently, reviewers extracted data, including study methods, intervention protocols, results, and reported adverse events. Fourteen studies were included for review. The review found that RT not only increases muscle strength but also positively affects functional ability and cardiovascular fitness. The types of exercises commonly used include progressive resistance training, circuit training, and manual resistance training. A non-serious adverse event of muscle soreness was occasionally reported. RT demonstrates potential for enhancing physical health and functional activity in SCI. Consideration of precautions according to health condition should be a concern to prevent adverse effects. Due to the limited number of studies, further research involving larger sample sizes and long-term follow-up assessments is recommended.

Keywords: Exercise, Resistance training, Spinal cord injury

บทคัดย่อ

ภาวะการบาดเจ็บไขสันหลัง (spinal cord injury) ทำให้เกิดความจำกัดในการทำกิจวัตรประจำวันและคุณภาพชีวิต การฟื้นฟูสมรรถภาพผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังจึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านเป็นหนึ่งในวิธีการฟื้นฟูสมรรถภาพที่มีประสิทธิภาพสูง บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับการฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยที่มีภาวะบาดเจ็บไขสันหลัง ประกอบด้วย หลักการ ประโยชน์ ผลลัพธ์ ข้อควรระวัง รวมถึงผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้น สืบค้นรายงานการศึกษาวิจัยเชิงทดลองที่ตีพิมพ์ระหว่างปี ค.ศ. 2013 ถึง ค.ศ. 2023 ในฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ของ PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) และ Thai Journal Online (ThaiJO) ผู้วิจัยสองท่านได้คัดเลือกการศึกษาจากชื่อเรื่อง บทคัดย่อ รายงานฉบับสมบูรณ์ และรวบรวมข้อมูล ได้แก่ วิธีการศึกษา รูปแบบการออกกำลังกาย ผลลัพธ์ และอาการไม่พึงประสงค์ที่รายงาน การศึกษาที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน 14 การศึกษาถูกนำมาทบทวน พบว่าการออกกำลังกายแบบมีแรง

ต้านนอกจากช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแล้ว ยังส่งผลดีต่อการทำกิจวัตรประจำวัน และความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต โดยประเภทของการออกกำลังกายที่ใช้ ได้แก่ การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่มีการปรับความก้าวหน้า (progressive resistance training) การออกกำลังกายแบบสลับ (circuit training) และการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านด้วยมือผู้บำบัด (manual resistance training) การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านสามารถส่งเสริมสมรรถภาพร่างกาย ทั้งยังมีผลดีต่อความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ผู้บำบัดควรพิจารณาข้อควรระวังตามสภาวะสุขภาพของผู้ป่วยเพื่อป้องกันการเกิดอาการที่ไม่พึงประสงค์ ปัจจุบันยังมีการศึกษาในประเด็นนี้จำนวนน้อย เสนอแนะให้มีการพัฒนาศึกษาวิจัยในขนาดตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้นและมีการประเมินติดตามผลในระยะยาวเพิ่มเติมในอนาคต

คำสำคัญ: การออกกำลังกาย, การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน, บาดเจ็บไขสันหลัง

บทนำ

ภาวะบาดเจ็บไขสันหลัง (spinal cord injury; SCI) เป็นภาวะที่ไขสันหลังได้รับการบาดเจ็บซึ่งมีสาเหตุจากอุบัติเหตุ อาทิ การตกจากที่สูง และสาเหตุที่มิใช่อุบัติเหตุ เช่น เนื้องอก การบาดเจ็บนี้ทำให้โครงสร้างภายในไขสันหลังเกิดความเสียหาย ส่งผลให้การทำงานของไขสันหลังซึ่งมีหน้าที่ในการรับส่งข้อมูลกระแสประสาทระหว่างสมองและร่างกายมีความบกพร่อง โดยอาการแสดงที่พบบ่อย ได้แก่ ความผิดปกติหรือสูญเสียการรับความรู้สึก และการอ่อนแรงของกล้ามเนื้อใต้ต่อระดับไขสันหลังที่มีพยาธิสภาพ อันส่งผลให้สูญเสียความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน และกระทบต่อคุณภาพชีวิต[1] ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้เล็งเห็นความสำคัญของการฟื้นฟูสมรรถภาพในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง และได้กำหนดให้เป็นกลุ่มผู้ป่วยระยะกลาง กล่าวคือ เป็นผู้ป่วยระยะเปลี่ยนผ่านหรือระยะกึ่งเฉียบพลันที่ผ่านพ้นภาวะวิกฤต และมีอาการคงที่แล้ว แต่ก็ยังคงมีความบกพร่องร่างกาย และมีข้อจำกัดในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวัน ที่ควรต้องได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพเพื่อลดภาวะทุพพลภาพ

ก่อนได้รับการฟื้นฟูสมรรถภาพ การตรวจประเมินตามหลักเกณฑ์ของ International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury (ISNCSCI) ถูกนำมาใช้เพื่อจำแนกระดับความรุนแรงของการบาดเจ็บว่าเป็นชนิดสมบูรณ์ หรือชนิดไม่สมบูรณ์ เรียกว่า American Spinal Cord Injury Association Impairment Scale (AIS) โดยการจำแนกเป็นระดับ A ถึง E และรวมถึงการระบุระดับการบาดเจ็บไขสันหลัง (neurological level of injury; NLI) ผู้ป่วยที่มี NLI ที่ไขสันหลังระดับคอ (cervical; C) หรืออัมพาตทั้งตัว จะมีความผิดปกติของการรับความรู้สึก และอ่อนแรงของกล้ามเนื้อแขน ลำตัว และขา ในขณะที่ผู้ป่วยที่มี NLI ที่ระดับอก (thoracic; T) และเอว (lumbar; L) เรียกว่า อัมพาตครึ่งท่อนล่างจะมีภาวะความผิดปกติของการรับความรู้สึก และอ่อนแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและขา[1] ในกรณีผู้ป่วยบาดเจ็บแบบไม่สมบูรณ์ที่มีความบกพร่องของกำลังกล้ามเนื้อใต้ต่อระดับ NLI ไม่มาก การฟื้นฟูสมรรถภาพมักมุ่งให้เกิดการเคลื่อนไหวที่ใกล้เคียงปกติ (restoration)[2] เน้นฝึกการเคลื่อนไหวให้ใกล้เคียงปกติร่วมกับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่กล้ามเนื้อ เพื่อเร่งเร้าการฟื้นตัวของระบบประสาท เช่น การออกกำลังกายร่วมกับฝึกเดิน แตกต่างจากผู้ป่วยบาดเจ็บแบบสมบูรณ์ ซึ่งมีเป้าหมายของการฟื้นฟูสมรรถภาพให้ผู้ป่วยสามารถทำกิจวัตรประจำวันด้วยตนเองมากที่สุดตามระดับความสามารถภายใต้ความบกพร่องของผู้ป่วย โดยเน้นฝึกให้ผู้ป่วยใช้การเคลื่อนไหวทดแทน (compensation) เช่น ผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อนล่างฝึกใช้รยางค์แขนเพื่อเข็นรถนั่งแทนการเดิน การใช้แขนเพื่อยกตัว และเคลื่อนย้ายลำตัวระหว่างรถนั่งและเตียง[2] การฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านจึงเป็นหนึ่งในการฟื้นฟูสมรรถภาพที่สำคัญในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่จำเป็นต้องใช้ในการเคลื่อนไหว ให้มีความพร้อมในการใช้ทำกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ของผู้ป่วยเช่นกัน[2]

การทบทวนอย่างเป็นระบบที่ผ่านมาพบว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังมีผลส่งเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ[3] แม้จะมีการศึกษาที่บ่งบอกถึงประโยชน์และประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังขาดการศึกษาทบทวนที่ชัดเจนในการนำเสนอข้อมูลที่จำเป็น ได้แก่ หลักการกำหนดรูปแบบการออกกำลังกาย ผลลัพธ์ หรือประโยชน์ด้านอื่น ๆ รวมถึงข้อควรระวัง และผลข้างเคียงที่อาจเกิดขึ้นในผู้ป่วยกลุ่มนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการทบทวนวรรณกรรมจากผลการศึกษาที่ผ่านมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 2013 ถึง ค.ศ. 2023 เกี่ยวกับการฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยที่มีภาวะบาดเจ็บไขสันหลัง เพื่อประโยชน์ในการนำไปออกแบบการฟื้นฟูสมรรถภาพได้อย่างเหมาะสม

วิธีการศึกษา

การทบทวนวรรณกรรมนี้ดำเนินงานวิจัยตามระเบียบวิธีวิจัยการทบทวนแบบมีขอบเขต (scoping review) โดย

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดคำถามของการวิจัย โดยใช้ PICO กำหนดให้ P คือ ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง และ I คือ การออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดขอบเขตของการศึกษาที่ทบทวน โดยกลุ่มประชากรที่สนใจศึกษา คือ รายงานการศึกษาวิจัยประเภททดลอง (trial) ที่มีการศึกษาผลของการใช้สิ่งแทรกแซง (intervention) กำหนดขอบเขตในการสืบค้นในฐานข้อมูล ได้แก่ PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro) และ ThaiJO ตั้งแต่ปีค.ศ. 2013 ถึง ค.ศ. 2023 โดยกลยุทธ์สืบค้นจะอ้างอิงตามคำสำคัญจากองค์ประกอบ P และ I ในคำถามงานวิจัย โดยใช้ทั้งศัพท์บังคับ (MeSH term) สัญลักษณ์ truncation คำคล้าย (thesaurus) หรือคำเหมือน ร่วมกับคำสั่งเชื่อม (operator) ให้สอดคล้องกับระบบสืบค้นที่ฐานข้อมูลกำหนด เช่น กลยุทธ์การสืบค้นในฐานข้อมูล PubMed คือ (((((((((“resistance training”[tiab]) OR (“strength training”[tiab])) OR (“strengthening program”[tiab])) OR (“strengthening exercis*”[tiab])) OR (“resisted exercis*”[tiab])) OR (“bodyweight exercis*”[tiab])) OR (“isotonic exercis*”[tiab])) OR (“isokinetic exercis*”[tiab])) OR (“isokinetic training*”[tiab])) AND (((((“spinal cord injury”[tiab]) OR (“spinal cord injur*”[tiab])) OR (“paraplegia”[tiab])) OR (“tetraplegia”[tiab])) OR (“quadriplegia”[tiab])) เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 3 คัดเลือกการศึกษา โดย ผู้วิจัยที่ 1 และ 2 ดำเนินการคัดเลือกเอกสารครั้งที่ 1 จากการพิจารณาชื่อเรื่อง บทคัดย่อ และครั้งที่ 2 จากเอกสารรายงานฉบับสมบูรณ์อย่างอิสระต่อกัน หากมีความเห็นต่างในการคัดเลือก ผู้วิจัยทั้ง 2 จะทบทวนจากเอกสารอีกครั้ง มีเกณฑ์การคัดเข้า คือ 1) เป็นรายงานการศึกษาผลของการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง 2) มีรูปแบบวิจัยประเภท randomized controlled trial (RCT) หรือ quasi-randomized controlled trial หรือ pre-test - post-test study หรือ case series หรือ case study และมีเกณฑ์การคัดออกหากพบว่า 1) เป็นรายงานการศึกษาที่ให้การบำบัดด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านน้อยกว่าร้อยละ 50 ของการบำบัดทั้งหมด หรือ 2) แสดงรายละเอียดของรูปแบบการออกกำลังกายที่ไม่ชัดเจน 3) ไม่ใช่การออกแรงกล้ามเนื้อแบบควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ 4) เป็นรายงานการศึกษาในภาษาอื่น ๆ นอกเหนือจากภาษาอังกฤษและภาษาไทย

ขั้นตอนที่ 4 รวบรวมข้อมูลของการศึกษา ประกอบด้วย รูปแบบการศึกษา ระดับความน่าเชื่อถือและคุณภาพของหลักฐานเชิงประจักษ์ (level of evidence) 5 ระดับ อ้างอิงจากสถาบัน The Joanna Briggs Institute (JBI level of evidence) 4 ลักษณะของประชากรกลุ่มตัวอย่าง รูปแบบของการออกกำลังกาย ผลลัพธ์การศึกษา ประโยชน์ ข้อห้าม ข้อควรระวัง และอาการไม่พึงประสงค์หรือผลข้างเคียงที่เกิดขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 สรุปรวมข้อมูลการทบทวน ผู้วิจัยทั้ง 2 ร่วมกันสรุปผลการทบทวนการศึกษาที่รวบรวมอภิปรายผลการศึกษา และเสนอแนะ

ผล

พบการศึกษาทั้งหมดที่สืบค้นได้จากฐานข้อมูล (total studies) จำนวน 180 การศึกษา มีจำนวนของการศึกษาที่ซ้ำกัน (duplicated studies) ที่ถูกคัดออก จำนวน 45 การศึกษา คงเหลือ 135 การศึกษา จากนั้น 85 การศึกษาถูกคัดออกเนื่องจากไม่ตรงตามเกณฑ์การคัดเข้า โดย 43 การศึกษาไม่ใช่การศึกษาประเภททดลอง และ 45 การศึกษาไม่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง คงเหลือ 50 การศึกษา ภายหลังการพิจารณาชื่อเรื่อง บทคัดย่อ และรายงานฉบับสมบูรณ์ มี 36 การศึกษาที่ถูกคัดออก เนื่องจาก 1) ให้การบำบัดด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านน้อยกว่าร้อยละ 50 ของการบำบัดทั้งหมด จำนวน 18 การศึกษา 2) ไม่ใช่การออกแรงกล้ามเนื้อแบบควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ 10 การศึกษา และ 3) แสดงรายละเอียดของรูปแบบการออกกำลังกายไม่ชัดเจน 8 การศึกษา จึงคงเหลือการศึกษาที่นำมาทบทวนจำนวน 14 การศึกษา

รูปแบบการศึกษาที่ผ่านการคัดเลือก

จากการคัดเลือกได้เอกสารการศึกษาที่นำมาทบทวนจำนวน 14 การศึกษา[5-18] (3g daily ประกอบด้วยรูปแบบการศึกษาประเภท RCT จำนวน 4 การศึกษา[5, 11, 12, 18] Quasi-RCT จำนวน 3 การศึกษา[7, 9, 17] cross-over RCT จำนวน 2 การศึกษา[10, 15] การศึกษาประเภท pre-post study 4 การศึกษา[6,8,15,16] และกรณีศึกษา 1 การศึกษา[14] โดยหากจำแนกตาม 5 ระดับความน่าเชื่อถือและคุณภาพของหลักฐานเชิงประจักษ์ (level of evidence) อ้างอิงจากสถาบัน The Joanna Briggs Institute (JBI level of evidence) ประกอบด้วย Level I

(experimental design) จำนวน 4 การศึกษา Level II (quasi-experimental design) จำนวน 9 การศึกษา และ Level IV (observational-descriptive study) จำนวน 1 การศึกษา

ลักษณะของประชากรกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มประชากร ประกอบด้วย การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยระยะเรื้อรังจำนวน 12 การศึกษา ระยะกึ่งเฉียบพลันจำนวน 1 การศึกษา[7] และผสมทั้งระยะกึ่งเฉียบพลันและเรื้อรัง 1 การศึกษา[18] โดยประชากรมีระดับความรุนแรง AIS ระดับ A-B จำนวน 2 การศึกษา[9, 14] ระดับ C-D จำนวน 6 การศึกษา และระดับ A-D จำนวน 6 การศึกษา[5, 11, 12, 17] ในส่วนของระดับการบาดเจ็บ NLI พบว่ามีการศึกษาเฉพาะรอยโรคที่ระดับคอ (C level) 2 การศึกษา[11-12] เฉพาะระดับอก (T level) 2 การศึกษา[9, 14] เฉพาะระดับอกและเอว (T-L level) 2 การศึกษา[17, 18] เฉพาะระดับคอและอก (C-T level) และศึกษาในทุกระดับการบาดเจ็บ 6 การศึกษา

รูปแบบการออกกำลังกาย

รูปแบบการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านจะกำหนดตามหลัก FITT โดยวิทยาลัยแพทย์เวชศาสตร์การกีฬาอเมริกัน (American College of Sports Medicine หรือ ACSM)[19] ซึ่งประกอบด้วย 4 หลัก ได้แก่ 1) ความถี่ของการออกกำลังกาย (F: frequency) 2) ความหนักของการออกกำลังกาย (I: intensity) 3) เวลาในการออกกำลังกาย (T: time) และ 4) ประเภทของการออกกำลังกาย (T: type) ได้ดังนี้

ประเภทของการออกกำลังกาย (T: type)

จากการทบทวนพบว่า รูปแบบการออกกำลังกายในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ได้แก่ 1) การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่มีการปรับความก้าวหน้า (progressive resistance training; PRT) จากอุปกรณ์เครื่องออกกำลังกาย หรือจากเครื่องไอโซไคเนติค (isokinetic) จำนวน 7 การศึกษา[5, 10, 13, 15, 16, 17, 18] 2) การออกกำลังกายแบบสลับ (circuit resistance training) จำนวน 4 การศึกษา[9, 11, 12, 14] และ 3) การออกกำลังแบบมีแรงต้านด้วยมือผู้บำบัด (manual resistance training) จำนวน 3 การศึกษา [6-8] นอกจากนี้ หากแบ่งตามลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อพบว่า มีการเลือกฝึกออกกำลังกายกล้ามเนื้อแบบหดตัวแบบเกร็งค้างอยู่กับที่ (isometric) จำนวน 4 การศึกษา แบบหดตัวขณะยืดยาวออก (eccentric) 2 การศึกษา และแบบหดตัวต้านแรงตลอดช่วง (isotonic) ทั้งขณะหดสั้นลง (concentric) และยืดยาวออก 8 การศึกษา

ความหนักของการออกกำลังกาย (I: Intensity)

จากการทบทวนพบว่า การศึกษาส่วนใหญ่ 10 การศึกษา ใช้การออกกำลังกายโดยใช้ค่าน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้ หรือ repetition maximum (RM) ในการออกแบบความหนักของการออกกำลังกาย และพบว่า น้ำหนักที่ใช้เริ่มต้นการออกกำลังกาย เริ่มตั้งแต่ร้อยละ 45 ของ 1-RM จนถึงสูงสุดที่ร้อยละ 85 ของ 1-RM โดยภาพรวมพบว่า น้ำหนักที่ใช้ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงร้อยละ 60 ถึง 70 ของ 1-RM นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่กำหนดความหนักในการฝึกที่แรงต้านสูงสุด (maximal effort) จำนวน 4 การศึกษา

เวลาในการออกกำลังกาย (T: Time) และความถี่ของการออกกำลังกาย (F: Frequency)

จากการทบทวนพบว่า เวลาในการออกกำลังกายจะขึ้นอยู่กับ จำนวนครั้งในการยก 1 เซ็ต (repetition), จำนวนเซ็ต (set) ต่อท่า, และจำนวนท่า พบว่าจำนวน repetition เริ่มต้นได้ตั้งแต่ 4 ครั้งต่อเซ็ต จนถึงสูงสุด 15 ครั้งต่อเซ็ต โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 8-15 ครั้งต่อเซ็ต และพบว่าจำนวนเซ็ตในการยกอยู่ที่จำนวน 2 ถึง 6 เซ็ตต่อท่า ซึ่งจำนวนเซ็ตที่พบส่วนใหญ่อยู่ที่ 3-4 เซ็ตต่อท่า โดยกำหนดให้มีเวลาพัก 1-2 นาทีระหว่างเซ็ต หรือระหว่างท่าออกกำลังกาย ในด้านความถี่ของการออกกำลังกายที่พบ เริ่มต้นตั้งแต่ 2 ถึง 5 วันต่อสัปดาห์ ความถี่ที่พบมากที่สุด คือ จำนวน 3 วันต่อสัปดาห์ โดยให้มีช่วงพัก 48 ชั่วโมงระหว่างวันที่ออกกำลังกาย และมีการติดตามผลการออกกำลังกายสั้นที่สุดตั้งแต่ 4 สัปดาห์ จนถึงนานที่สุดจำนวน 24 สัปดาห์ โดยส่วนใหญ่จะติดตามผลที่ 6 สัปดาห์ และ 12 สัปดาห์

ผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

จากการทบทวนพบว่า 1) 6 การศึกษา รายงานว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากการประเมิน1-RM ที่เพิ่มขึ้น[5, 9, 11, 14, 15, 20] 2) 4 การศึกษา รายงานว่า สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจากการประเมิน maximal isokinetic หรือ isometric test[7, 10, 15, 18] และ 3) 3 การศึกษา รายงานว่า สามารถเพิ่มระดับคะแนน motor score จากแบบประเมิน ISNCSCI หรือ manual muscle test ตาม Medical Research Council (MRC) โดยการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือ[8, 10, 13]

ผลต่อการทำกิจวัตรประจำวัน การเดิน การทรงตัว และคุณภาพชีวิต

ผลการทบทวนพบว่า 3 การศึกษา รายงานว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านส่งผลเพิ่มความสามารถในการเดินและการทรงตัวในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังชนิดไม่สมบูรณ์ (AIS: C-D)[10, 13, 16] นอกจากนี้พบว่า 2 การศึกษารายงานว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านสามารถเพิ่มทักษะในการทำกิจวัตรประจำวันและคุณภาพชีวิต[7, 18]

ผลต่อการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต

ผลการทบทวนพบว่า 3 การศึกษารายงานว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านส่งผลเพิ่มความทนทานของของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต[11, 14, 20]

ผลต่อขนาดของกล้ามเนื้อ

มี 1 การศึกษาของ Amorim และคณะ รายงานว่าการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านร่วมกับรับประทานอาหารเสริมสามารถเพิ่มขนาดของกล้ามเนื้อแขนของอาสาสมัครได้[5] (ตารางที่ 1)

ผลข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์

จากการทบทวนพบว่า 7 การศึกษา ติดตามผลและรายงานผลข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์ โดยมี 3 การศึกษารายงานว่า ไม่พบอาการไม่พึงประสงค์จากการออกกำลังกาย[5, 14, 15] ในทางตรงข้าม 4 การศึกษา มีการรายงานอาการไม่พึงประสงค์ เช่น ตึง (tightening) ไม่สุขสบาย (discomfort) และอาการปวดจากการออกกำลังกาย[7, 9, 18, 20] อย่างไรก็ตาม มีการศึกษาจำนวน 7 การศึกษา ที่ไม่ได้กำหนดติดตาม และรายงานผลข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์[6, 8, 10-13, 15]

ข้อควรระวังการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง

จากการทบทวนพบว่า มีข้อห้าม และข้อควรระวัง ได้แก่ 1) ภาวะออร์โธปิดิกส์ (Orthopedics) เช่น ข้อห้ามในข้อต่อที่มีภาวะกระดูกหักที่กระดูกยังไม่ติดดี[7, 9, 18] 2) ภาวะความผิดปกติของระบบประสาท เช่น มีความตึงตัวกล้ามเนื้อที่สูงมากผิดปกติ[7] มีความผิดปกติของระบบอัตโนมัติชนิด autonomic dysreflexia ที่รุนแรง[20] 3) ข้อห้ามในสภาวะทางการแพทย์ที่ควบคุมไม่ได้ (unstable medical condition) เช่น มีภาวะไข้สูง โรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง โรคเบาหวาน ที่ควบคุมไม่ได้[8, 11, 12, 14, 18] 4) ข้อควรระวังในภาวะของระบบกระดูกกล้ามเนื้อ เช่น อาการปวด ข้อต่อหลวมไม่มั่นคง[10-15, 15, 20] 5) ภาวะอื่น ๆ ที่เป็นข้อควรระวังในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ได้แก่ แผลกดทับ[20] และความผิดปกติของระบบทางเดินปัสสาวะ[5]

วิจารณ์ (Discussion)

จากการทบทวนครั้งนี้พบว่า รูปแบบการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ส่วนใหญ่เป็นการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านที่มีการปรับความก้าวหน้า รองลงมาคือ การออกกำลังกายแบบสลับ โดยส่วนใหญ่ใช้หลัก repetition maximum (RM) ในการออกแบบความหนักของการออกกำลังกาย การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านส่งผลเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ เพิ่มความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ทั้งมีผลส่งเสริมความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวันและคุณภาพชีวิตได้

รูปแบบของการออกกำลังกายพบว่า ความหนักส่วนใหญ่อยู่ในช่วงร้อยละ 60-70 ของ 1-RM และมีการปรับความก้าวหน้าของความหนักเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับผลการทบทวนอย่างเป็นระบบของ Bochkezanian และคณะ ที่พบว่า การออกกำลังกายที่แรงต้านร้อยละ 50-80 ของ 1-RM ร่วมกับการปรับความก้าวหน้าของน้ำหนักเพิ่ม จะสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังได้[21] นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับคำแนะนำการออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังของ ACSM ซึ่งแนะนำให้ออกกำลังกายแบบมีแรงต้านอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ที่ความหนัก ร้อยละ 60-70 ของ 1-RM จำนวน 8-12 ครั้งต่อเซ็ต จำนวน 2-4 เซ็ตต่อท่าการออกกำลังกาย[19] นอกเหนือจากความหนักและความถี่ในการออกกำลังกายแล้ว รูปแบบการหดตัวในแต่ละการศึกษายังมีความหลากหลาย นอกจากนี้พบว่า การออกกำลังกายแบบหดเกร็งค้างอยู่กับที่ (isometric) เหมาะกับข้อต่อที่ไม่ต้องการการเคลื่อนไหวมาก เช่น กล้ามเนื้อข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้น้อยเนื่องจากการอ่อนแรง[8] ในขณะที่การหดตัวแบบ concentric และ eccentric เหมาะกับการเคลื่อนไหวในพิสัยที่มาก ซึ่งการศึกษาที่ผ่านมาในคนสุขภาพดีพบว่า การหดตัวแบบ eccentric สามารถควบคุมได้ง่าย และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้มากกว่า[22] อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการศึกษาที่เปรียบเทียบผลของการหดตัวที่แตกต่างกันในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรศึกษาวิจัยเพิ่มเติม

การทบทวนครั้งนี้พบว่า การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านส่งผลเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทบทวนอย่างเป็นระบบที่ผ่านมาของ Santos และคณะที่พบว่า ออกกำลังกายแบบมีแรงต้านมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ[3] โดยกลไกทางสรีวิทยาที่ส่งผลเพิ่มของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสามารถเกิดได้จากการปรับตัวของระบบประสาท เช่น การปรับตัวของโครงข่าย

ประสาทสั่งการ การปรับตัวของการระดมประสาทยนต์ รวมถึงเกิดการปรับตัวของกล้ามเนื้อ เช่น การเพิ่มขึ้นพื้นที่ตัดขวาง (cross-sectional area) ของใยกล้ามเนื้อ[23] นอกเหนือจากการบำบัดรักษาแล้ว การติดตามผลความแข็งแรงเป็นสิ่งที่ผู้บำบัดควรคำนึงถึง รวมถึงการวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้วยการทดสอบกำลังกล้ามเนื้อด้วยมือทั้งของ MRC และ ISNCSCI หรือการใช้เครื่องมือวัดชนิด dynamometer นั้น เป็นวิธีการวัดผลที่เป็นมาตรฐานที่ผู้บำบัดสามารถใช้เพื่อติดตามความก้าวหน้าได้

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านยังสามารถส่งผลทางอ้อมต่อการพัฒนาความสามารถเคลื่อนไหวการทำกิจวัตรประจำวันและคุณภาพชีวิตได้ ตามหลักการการควบคุมการเคลื่อนไหว (motor control) นั้น การพัฒนาทักษะทางการเคลื่อนไหว (motor skill) อาศัยการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อเพื่อทำกิจกรรมที่ต้องการให้บรรลุเป้าหมาย ดังนั้น กล้ามเนื้อที่มีความแข็งแรงเพียงพอจึงมีความจำเป็นต่อทักษะต่าง ๆ ในการประกอบกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง เช่น การเข็นรถนั่ง การยืนเดิน ที่ต้องอาศัยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อรยางค์แขนขา นอกจากนี้ผลทางอ้อมต่อคุณภาพชีวิตนั้นมีความสัมพันธ์มาจากทักษะกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยที่ดีขึ้น เช่น ความแข็งแรงที่มากขึ้นจะส่งผลเพิ่มทักษะการเข็นรถนั่งและการเดิน ทำให้ลดภาวะติดบ้านติดเตียง เพิ่มการเข้าสังคม และส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ป่วยได้[24]

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านยังช่วยเพิ่มความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ซึ่งมีความสำคัญมากในผู้ป่วยกลุ่มนี้ที่มักมีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย อันส่งผลลดความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิตลง การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านอย่างต่อเนื่องโดยมีช่วงพักที่น้อย หรือทดแทนสลับกับการออกกำลังกายแบบแอโรบิค จนเกิดความล้าจะส่งผลให้เกิดผลต่อเนื่องในช่วงพักกับการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด ในการเพิ่มระดับความต้องการออกซิเจนเพื่อสะสมพลังงานในการกล้ามเนื้อที่อยู่ในภาวะล้า (excess post-exercise oxygen consumption; EPOC) ซึ่งสามารถส่งผลเพิ่มความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งส่งผลต่อความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต[25]

มีการศึกษาที่รายงานว่าไม่พบผลข้างเคียงและอาการไม่พึงประสงค์ ขณะที่การศึกษาบางส่วนรายงานว่า พบอาการไม่พึงประสงค์ที่ไม่รุนแรง ได้แก่ ความรู้สึกตึง ไม่สุขสบาย และอาการปวด ซึ่งผลการทบทวนไม่สอดคล้องกัน สาเหตุที่อาจเป็นปัจจัยอาจเกิดจากน้ำหนักแรงต้านที่มากร่วมกับจำนวนสัปดาห์การฝึกที่นาน ดังในการศึกษาของ Bye และคณะ ที่ให้การออกกำลังกายที่น้ำหนักแรงต้านสูงสุด (maximal) นานถึง 12 สัปดาห์ 7 และในการศึกษาของ Tørhaug และคณะ ที่ใช้น้ำหนักแรงต้านที่มากถึง 85-95% 1-RM นอกจากนี้ยังอาจรวมถึงสภาวะสุขภาพของอาสาสมัคร เช่น พยาธิภาพของเอ็นกล้ามเนื้อของอาสาสมัครก่อนเข้าร่วม[20] ด้วยเหตุนี้ เพื่อป้องกันการเกิดอาการไม่พึงประสงค์ ผู้บำบัดควรประเมินสมรรถภาพกล้ามเนื้อและความผิดของระบบกระดูกกล้ามเนื้อของผู้ป่วยก่อนการบำบัด รวมถึงเลือกน้ำหนักแรงต้านที่ไม่สูงมากในช่วงแรก แล้วจึงติดตามผลและปรับความก้าวหน้าให้เหมาะสมต่อไป

สำหรับข้อห้ามและข้อควรระวังที่พบจากรายงานการศึกษาส่วนใหญ่ไม่ได้ระบุข้อห้ามและข้อควรระวังที่ชัดเจน โดยมักถูกกำหนดในหัวข้อเกณฑ์การคัดออกหรือข้อเสนอแนะ ภาวะส่วนใหญ่ที่เป็นข้อห้าม คือ สภาวะทางการแพทย์ไม่คงที่ สอดคล้องกับข้อห้ามและข้อควรระวังในการออกกำลังกายของ ACSM[19] และภาวะอื่นนอกเหนือจากนั้นล้วนเป็นข้อควรระวัง ในภาวะความผิดปกติที่พบในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลัง ได้แก่ ความผิดปกติทางระบบประสาท เช่น ความตึงตัวกล้ามเนื้อและอาการอ่อนแรง รวมถึงความรุนแรงของแผลกดทับ และปัญหาระบบทางเดินปัสสาวะ โดยผู้ป่วยแต่ละรายอาจมีความเสี่ยงแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรุนแรง AIS และระดับ NLI ซึ่งผู้บำบัดควรคำนึงถึงในการวางแผนการรักษา

รายงานการศึกษาที่นำมาทบทวนยังพบข้อจำกัด ได้แก่ 1) ขนาดตัวอย่างที่มีจำนวนน้อย 2) ขาดการติดตามผลในระยะยาว 3) ขาดการติดตามและรายงานผลข้างเคียงหรืออาการไม่พึงประสงค์ ซึ่งมีความสำคัญในการศึกษาเชิงทดลองที่มีการให้ intervention 4) มีการศึกษาในประเด็นนี้ค่อนข้างน้อย แม้จะมีการสืบค้นย้อนหลัง10 ปีก็ตาม 5) การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยระยะกลางหรือกึ่งเฉียบพลัน ซึ่งเป็นระยะเปลี่ยนผ่านที่ควรให้ความสนใจยังมีจำนวนน้อย ด้วยข้อจำกัดดังที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยจึงเสนอแนะให้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม โดยคำนึงถึงขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ระเบียบวิธีวิจัยที่น่าเชื่อถือ เพิ่มเติมการศึกษาในประชากรผู้ป่วยระยะกลาง ศึกษาผลลัพธ์ทั้งระยะสั้นและระยะยาว รวมถึงการติดตามอาการไม่พึงประสงค์ของการทดลอง จะเป็นประโยชน์ต่อการสรุปผลลัพธ์เป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ในอนาคต

อย่างไรก็ตามการทบทวนนี้ยังมีข้อจำกัด เนื่องจากเป็นการทบทวนแบบ scoping review จึงมิได้มีการประเมินความเสี่ยงของอคติ (risk of bias) ของการศึกษา อย่างไรก็ตาม ผู้วิจัยได้ระบุระดับความน่าเชื่อถือและคุณภาพของหลักฐานเชิง

ประจักษ์ (levels of evidence) เพิ่มเติมไว้ อีกทั้งไม่ได้ดำเนินการวิเคราะห์ meta-analysis ที่แสดงขนาดอิทธิผลของผลลัพธ์ที่ชัดเจน นอกจากนี้การทบทวนครั้งนี้กำหนดเกณฑ์คัดเลือกเฉพาะการออกกำลังกายที่อาสาสมัครออกแรงกล้ามเนื้อแบบควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ (voluntary contraction) เป็นผลให้หลายการศึกษาที่สืบค้นได้ อาทิเช่น การให้แรงต้านร่วมกับการกระตุ้นไฟฟ้า (evoked resistance training) ซึ่งอาสาสมัครไม่ได้ออกแรงกล้ามเนื้อเองจึงถูกคัดออก ทำให้จำนวนการศึกษาที่นำมาทบทวนมีจำนวนน้อยลง ดังนั้นการทบทวนวรรณกรรมเพิ่มเติมในอนาคตจึงควรคำนึงถึงข้อจำกัดดังกล่าว

สรุป (Conclusion)

การออกกำลังกายแบบมีแรงต้านในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังที่แรงต้านระดับปานกลางถึงหนัก จำนวนอย่างน้อย 2 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยมีการปรับเพิ่มความก้าวหน้าของน้ำหนักมีผลโดยตรงต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และเพิ่มความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนโลหิต ทั้งยังมีผลทางอ้อมต่อการส่งเสริมการทำกิจวัตรประจำวัน และคุณภาพชีวิต อย่างไรก็ตาม ผู้บำบัดควรคำนึงถึงการประเมินสภาวะทางการแพทย์ ปัจจัยเฉพาะ การดำเนินโรค และความรุนแรงสำหรับผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังก่อนให้การฟื้นฟูสมรรถภาพด้วยการออกกำลังกายแบบมีแรงต้าน เพื่อลดโอกาสในการเกิดการบาดเจ็บและอาการไม่พึงประสงค์

เอกสารอ้างอิง (References)

1. Rupp R. Chapter 6 - Spinal cord lesions. In: Ramsey NF, Millán J del R, editors. Handbook of Clinical Neurology. Amsterdam: Elsevier; 2020. p. 51-65.
2. Harvey LA. Physiotherapy rehabilitation for people with spinal cord injuries. J Physiother 2016;62(1):4-11.
3. Santos LV, Pereira ET, Reguera-García MM, Oliveira CEP, Moreira OC. Resistance training and muscle strength in people with spinal cord injury: a systematic review and meta-analysis. J Bodyw Mov Ther 2022;29:154-60.
4. The Joanna Briggs Institute Levels of Evidence and Grades of Recommendation Working Party. Supporting Document for the Joanna Briggs Institute Levels of Evidence and Grades of Recommendation. Adelaide: The Joanna Briggs Institute; 2014.
5. Amorim S, Teixeira VH, Corredeira R, Cunha M, Maia B, Margalho P, et al. Creatine or vitamin D supplementation in individuals with a spinal cord injury undergoing resistance training: A double-blinded, randomized pilot trial. J Spinal Cord Med 2018;41(4):471-8.
6. Bolsterlee B, Bye EA, Eguchi J, Thom J, Herbert RD. MRI-based measurement of effects of strength training on intramuscular fat in people with and without spinal cord injury. Med Sci Sports Exerc 2021;53(6):1270-5.
7. Bye EA, Harvey LA, Gambhir A, Kataria C, Glinsky JV, Bowden JL, et al. Strength training for partially paralysed muscles in people with recent spinal cord injury: a within-participant randomised controlled trial. Spinal Cord 2017;55(5):460-5.
8. Bye EA, Harvey LA, Glinsky JV, Bolsterlee B, Herbert RD. A preliminary investigation of mechanisms by which short-term resistance training increases strength of partially paralysed muscles in people with spinal cord injury. Spinal Cord 2019;57(9):770-7.
9. Gant KL, Nagle KG, Cowan RE, Field-Fote EC, Nash MS, Kressler J, et al. Body system effects of a multi-modal training program targeting chronic, motor complete thoracic spinal cord injury. J Neurotrauma 2018;35(3):411-23.
10. Jayaraman A, Thompson CK, Rymer WZ, Hornby TG. Short-term maximal-intensity resistance training increases volitional function and strength in chronic incomplete spinal cord injury: a pilot study. J Neurol Phys Ther 2013;37(3):112-7.

เอกสารอ้างอิง (References)

11. Kressler J, Burns PA, Betancourt L, Nash MS. Circuit training and protein supplementation in persons with chronic tetraplegia. Med Sci Sports Exerc 2014;46(7):1277-84.
12. Kressler J, Jacobs K, Burns P, Betancourt L, Nash MS. Effects of circuit resistance training and timely protein supplementation on exercise-induced fat oxidation in tetraplegic adults. Top Spinal Cord Inj Rehabil. 2014;20(2):113-22.
13. Labruyère R, van Hedel HJA. Strength training versus robot-assisted gait training after incomplete spinal cord injury: a randomized pilot study in patients depending on walking assistance. J Neuroeng Rehabil 2014;11(1):4.
14. Sasso E, Backus D. Home-based circuit resistance training to overcome barriers to exercise for people with spinal cord injury: a case study. J Neurol Phys Ther 2013;37(2):65-71.
15. Stone WJ, Stevens SL, Fuller DK, Caputo JL. Strength and step activity after eccentric resistance training in those with incomplete spinal cord injuries. Top Spinal Cord Inj Rehabil 2018;24(4):343-52.
16. Stone WJ, Stevens SL, Fuller DK, Caputo JL. Ambulation and physical function after eccentric resistance training in adults with incomplete spinal cord injury: a feasibility study. J Spinal Cord Med 2019;42(4):526-33.
17. Tørhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. The effect from maximal bench press strength training on work economy during wheelchair propulsion in men with spinal cord injury. Spinal Cord 2016;54(10):838-42.
18. Yildirim A, Sürücü GD, Karamercan A, Gedik DE, Atci N, Dülgeroğlu D, et al. Short-term effects of upper extremity circuit resistance training on muscle strength and functional independence in patients with paraplegia. J Back Musculoskelet Rehabil 2016;29(4):817-23.
19. Medicine AC of S. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2014.
20. Tørhaug T, Brurok B, Hoff J, Helgerud J, Leivseth G. The effect from maximal bench press strength training on work economy during wheelchair propulsion in men with spinal cord injury. Spinal Cord 2016;54(10):838-42.
21. Bochkezanian V, Raymond J, de Oliveira CQ, Davis GM. Can combined aerobic and muscle strength training improve aerobic fitness, muscle strength, function and quality of life in people with spinal cord injury? A systematic review. Spinal Cord 2015;53(6):418-31.
22. Roig M, O'Brien K, Kirk G, Murray R, McKinnon P, Shadgan B, et al. The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: a systematic review with meta-analysis. Br J Sports Med 2009;43(8):556-68.
23. Gabriel DA, Kamen G, Frost G. Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. Sports Med 2006;36(2):133-49.
24. Rodrigues J, Pereira E, Oliveira C, Moreira O. Effect of strength training on physical and mental health and quality of life of people with spinal cord injury: a literature review. Arch Med Deporte 2020:192-6.
25. Getty AK, Wisdo TR, Chavis LN, Derella CC, McLaughlin KC, Perez AN, et al. Effects of circuit exercise training on vascular health and blood pressure. Prev Med Rep 2018;10:106-12.