

บทคัดย่อ

ที่มาและความสำคัญ: การประเมินการเปลี่ยนแปลงความสูง (stature change) สะท้อนถึงการเปลี่ยนแปลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง แรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงวันมากเกินไปเกินแรงต้านภายในหมอนรองกระดูกสันหลังเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียสารน้ำ และลดความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังเป็นที่รู้จักในคำว่า การลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง (stature loss) การลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลังดังกล่าวสามารถส่งผลกระทบให้เกิดการกดอัดต่อโครงสร้างกระดูกสันหลังส่วนเอว และอาจจะกระตุ้นตัวรับความรู้สึกนำไปสู่อาการปวดได้ ในทางกลับกันเมื่อลำกระดูกสันหลังอยู่ในลักษณะไม่มีแรงกดอัดขบวนการเหล่านี้จะย้อนกลับนำไปสู่ความยืดหยุ่นของหมอนรองกระดูกสันหลัง การไหลกลับของสารน้ำและเกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (stature recovery) ในปัจจุบันมีการศึกษาที่หลากหลายเกี่ยวกับการรายงานประสิทธิภาพของวิธีการที่สามารถปรับปรุงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง นอกจากนี้ ยังมีบางการศึกษารายงานความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังกับอาการปวดและภาวะทุพพลภาพ ดังนั้น วัตถุประสงค์หลักของบทความวิชาการฉบับนี้คือเพื่อรวบรวมความรู้เกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนแปลงความสูง วิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง ความแตกต่างของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังระหว่างผู้ที่สุขภาพดีและมีอาการปวดหลังส่วนล่างตลอดจนการประยุกต์ใช้ทางกายภาพบำบัด ในบทความนี้ได้มุ่งเน้นถึงความสำคัญ

ของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังโดยเป็นอีกวิธีทางเลือกหนึ่งที่ป้องกันอาการปวดหลังส่วนล่างที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง

คำสำคัญ: การลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง การฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง การยศาสตร์ แรงกระทำต่อกระดูกสันหลัง ปวดหลังส่วนล่าง

ABSTRACT

Background: Stature change assessments reflect changes in spinal height. Spinal compression on the disc from activities during the day exceeds the intra-discal pressure, causing fluid expulsion and decreasing disc height known as stature loss. Stature loss could increase compressive stress on structures in the lumbar spine and may stimulate nociceptor activity leading to pain. Inversely, when the spine is subsequently unloaded, these processes are reversed, leading to the elastic return of the disc, fluid inflow, and stature recovery. To date, several studies have reported the effect of the methods that can improve stature recovery. Additionally, some studies have reported significant correlations between stature recovery and levels of pain and disability. Thus, the main objective of this review article is to gather knowledge of the mechanism of the stature change, methods of the stature recovery, differences of stature recovery between healthy

*Corresponding author: Pongsatorn Saiklang. Division of Physical Therapy, Faculty of Physical Therapy, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok, Thailand. Email: pongsatornsa@g.swu.ac.th

Received: 19 June 2021; Revised: 12 Sep 2021; Accepted: 03 Nov 2021

and low back pain individuals as well as an application in physical therapy. This current article emphasizes essential stature recovery as an alternative method to prevent the low back pain that caused by the force exerted on the disc.

Keywords: Stature loss, Stature recovery, Ergonomics, Spinal loading, Low back pain

บทนำ

การเปลี่ยนแปลงความสูงร่างกายมนุษย์ (stature change) เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาของวันประมาณร้อยละ 1.1 ของความสูงร่างกาย¹ จากผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสารน้ำภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง^{2,3} การเปลี่ยนแปลงความสูงร่างกายเป็นตัวแปรหนึ่งที่น่ามาใช้เพื่อประเมินระดับผลกระทบของแรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่อาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บโครงสร้างหลังส่วนล่าง^{4,5,6} โดยมีการรายงานระบุว่า การเปลี่ยนแปลงความสูงที่เกิดขึ้นตั้งแต่ 3 มิลลิเมตรอาจจะมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก (clinical significance)⁷ การประเมินการเปลี่ยนแปลงความสูงถูกประเมินโดยเครื่องมือ Stadiometer ซึ่งได้รับความนิยมในการประเมินเนื่องจากมีความแม่นยำค่าใช้จ่ายที่น้อย^{2,4,6,7,8,9} เมื่อเทียบกับการประเมินด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า Magnetic Resonance Imaging (MRI)^{11,12} และสามารถประเมินโดยไม่มีการนำวัตถุเข้าไปในร่างกาย (non-invasive) ซึ่งมีความปลอดภัยกว่าการประเมินแบบนำวัตถุเข้าไปในร่างกาย (invasive) โดยการใส่ pressure transducer เข้าไปภายในหมอนรองกระดูกสันหลังเพื่อประเมินแรงดัน^{2,13}

มีการศึกษาที่หลากหลายเกี่ยวกับผลกระทบของแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น นั่งทำงาน^{8,9} ขับรถ^{10,14} ยกหรือแบกหาม^{7,15} และออกกำลังกาย^{16,17} เป็นต้น ซึ่งส่งผลให้เกิดแรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลังจนเกิดการลดลง

ของปริมาณสารน้ำภายในหมอนรองกระดูกสันหลังและลดความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังเป็นที่รู้จักในคำว่า การลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง (stature loss)^{1,18} โดยพบว่าปริมาณการลดลงของความสูงเกิดขึ้นบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวสูงถึงร้อยละ 40 ของการลดลงของความสูง^{19,20} นอกจากนี้ การลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลังยังมีความสัมพันธ์กับอาการปวดหลังส่วนล่างที่เพิ่มขึ้น^{1,4,6} เนื่องจากการลดลงของปริมาณน้ำในหมอนรองกระดูกสันหลังส่งผลให้โครงสร้างรอบลำกระดูกสันหลังเกิดแรงกดอัดเพิ่มมากขึ้น เช่น บริเวณเอ็นยึดข้อ ข้อต่อหน้าประคบ และอาจจะกายเคื่องต่อรากประสาท^{21,22,23} เกิดความเสียหายต่อกระดูกเจ็บและอาจนำไปสู่ภาวะปวดหลังส่วนล่างเรื้อรังได้ในอนาคต^{4,5,15} ทำให้นักวิจัยมีความสนใจเพื่อศึกษาวิธีการสำหรับการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังเพื่อลดปัญหาอาการปวดหลังล่าง

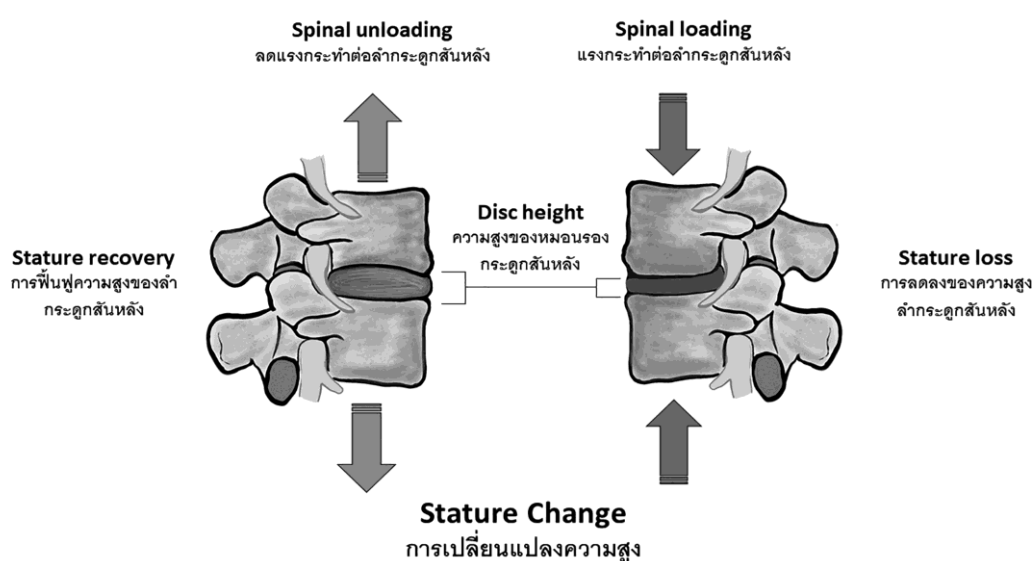
ปัจจุบันมีการศึกษาวิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง เช่น การจัดท่าทาง^{9,24,25} การใช้อุปกรณ์^{17,26,27} และการออกกำลังกาย^{16,18,28} เป็นต้น เพื่อป้องกันและลดอาการปวดหลังส่วนล่างจากการลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง^{16,17,18,24,25,27,28,29} และพบว่า การฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังมีความสัมพันธ์กับการลดลงของอาการปวดหลังส่วนล่าง^{1,22,24} โดยมีวัตถุประสงค์ให้เกิดการดูดกลับของสารน้ำเข้าสู่หมอนรองกระดูกสันหลัง ดังนั้นวัตถุประสงค์หลักของบทความวิชาการฉบับนี้คือเพื่อรวบรวมความรู้เกี่ยวกับกลไกการเปลี่ยนแปลงความสูง วิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง ความแตกต่างของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังระหว่างผู้ที่มีสุขภาพดีและมีอาการปวดหลังส่วนล่างตลอดจนการประยุกต์ใช้ในทางกายภาพบำบัด ในบทความนี้ได้มุ่งเน้นถึงความสำคัญของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังโดยเป็นอีกวิธีทางเลือกหนึ่งที่ป้องกันอาการปวดหลังส่วนล่างที่เกิดจากแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง

กลไกการเปลี่ยนแปลงความสูง (Mechanism of the stature change)

ลำกระดูกสันหลังประกอบด้วยหมอนรองกระดูกสันหลัง 23 ชิ้น โดยความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังทั้งหมดมีความสูงเป็นร้อยละ 33 ของลำกระดูกสันหลัง^{13, 19, 30} หมอนรองกระดูกสันหลังมีลักษณะเป็นของแข็งกึ่งเหลว เป็นตัวช่วยในการเชื่อมโยงของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นทำให้ลำกระดูกสันหลังสามารถเคลื่อนไหวและมีหน้าที่สำคัญในการรับและกระจายแรง (shock absorbing) จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ^{5, 13} หมอนรองกระดูกสันหลังประกอบด้วยเส้นใยคอลลาเจน (collagen fiber) มีบทบาทเสริมสร้างความแข็งแรง และโปรตีโอไกลแคน (proteoglycan) มีบทบาทดึงดูดน้ำให้อยู่ในหมอนรองกระดูกสันหลัง (osmotic swelling pressure) โปรตีโอไกลแคนเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่ที่เกิดจากการเชื่อมโยงกันระหว่างไกลโคสะมิโนไกลแคน (glycosaminoglycan) และโปรตีน (protein) เชื่อมโยงกันเป็น proteoglycan unit และ proteoglycan aggregates มีบทบาทในการดึงดูดน้ำให้อยู่ภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง^{2, 3, 5, 13, 29}

เนื่องจากหมอนรองกระดูกสันหลังมีองค์ประกอบทั้งเส้นใยคอลลาเจนที่มีลักษณะเป็นของแข็งและสารน้ำมีลักษณะเป็นของเหลว ทำให้หมอน

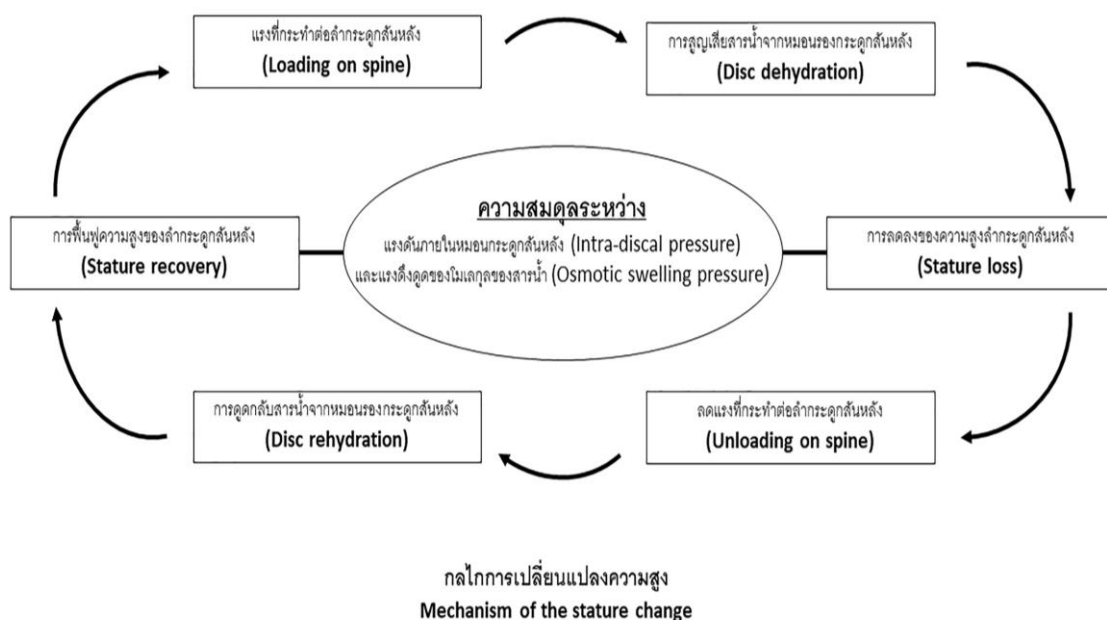
รองกระดูกสันหลังมีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น (elasticity) และความหนืด (viscosity)^{13, 19} คุณสมบัติดังกล่าวสามารถนำมาอธิบายถึงลักษณะการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง (รูปที่ 1) เมื่อมีแรงกระทำต่อลำกระดูกสันหลัง (loading on spine) ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง (intra-discal pressure) จนเกิดการสูญเสียสารน้ำภายในหมอนกระดูกสันหลัง (disc dehydration) ทำให้ความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังลดลง และเกิดการลดลงของลำกระดูกสันหลัง (stature loss) ในขณะเดียวกันมีการเพิ่มขึ้นของแรงดึงดูดของโมเลกุลสารน้ำ (osmotic swelling pressure) จากหมู่ carboxyl (COOH) และ sulphate (SO₄) ที่จับกับประจุของน้ำจากโครงสร้าง glycosaminoglycans ที่เป็นองค์ประกอบของโปรตีโอไกลแคนที่อยู่ภายในหมอนรองกระดูกสันหลังทั้งหมด 4 ชนิด ได้แก่ chondroitin-6-sulphate chondroitin-4-sulphate keratin sulphate และ hyaluronic acid มีบทบาทเพื่อรักษาระดับสารน้ำภายในหมอนรองกระดูกสันหลังให้เกิดความสมดุลระหว่างแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลังและแรงดึงดูดของโมเลกุลของสารน้ำเพื่อป้องกันการบาดเจ็บของหมอนรองกระดูกสันหลัง^{2, 3, 5, 29}



รูปที่ 1 ผลของแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง (spinal loading) ต่อความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลัง

ในทางกลับกันเมื่อลดแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง (unloading on spine) ส่งผลให้แรงดึงดูดของโมเลกุลสารน้ำจากหมู่ carboxyl (COOH) และ sulphate (SO₄) ของโครงสร้าง glycosaminoglycans ช่วยดูดสารน้ำกลับเข้าสู่หมอน

รองกระดูกสันหลัง (disc rehydration) เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (stature recovery) จนเกิดความสมดุลระหว่างแรงดึงดูดของโมเลกุลของสารน้ำและแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง^{2,3,5} (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 กลไกการเปลี่ยนแปลงความสูง

วิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of the stature recovery)

การศึกษาวิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังเพื่อป้องกัน^{17, 24, 26, 27, 31, 32} และลดอาการปวดหลังส่วนล่าง^{5, 22, 24} จากการลดลงของความสูงที่เป็นสาเหตุของแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง เช่น การจัดท่าทาง^{10, 24, 25, 30, 31, 33, 34, 35} การใช้อุปกรณ์^{11, 24, 26, 27, 36} การออกกำลังกาย^{16, 18, 28} ในหัวข้อนี้ผู้เขียนได้รวบรวมข้อมูลจากหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยการสืบค้นข้อมูลผ่านฐานข้อมูลต่าง ๆ เช่น ฐานข้อมูล ISI web of knowledge ฐานข้อมูล Scopus และฐานข้อมูล Thai Journal Citation Index Centre (TCI) เพื่อศึกษาวิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ (ตารางที่ 1)

- แอ่นหลังในท่านอนหงาย (Supine with back hyperextension)

อุปกรณ์เพื่อช่วยแอ่นหลังส่วนล่างในขณะนอนหงาย เช่น Rola stretcher^{24, 27} True back II²⁷ Curve foam²⁷ และ Air pressure bag support¹¹ สามารถใช้ได้เองที่บ้าน และไม่ต้องมีผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้ใช้อุปกรณ์จากการทดสอบการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวหลังทำกิจกรรมที่มีแรงกระทำต่อลำกระดูกสันหลัง พบว่า สามารถช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ การแอ่นหลังทำให้เกิดการยืดขยายและลดการยึดติดกันของโครงสร้างลำกระดูกสันหลัง รวมถึงการขยายบริเวณทางด้านหน้าของหมอนกระดูกสันหลัง (anterior part of disc) จึงส่งเสริมให้เกิดการดูดกลับของสารน้ำเข้าสู่หมอนรองกระดูกสันหลังซึ่งพบว่าได้ผลดีกว่าการนอนหงายราบเพียงอย่างเดียว (ตารางที่ 1) ดังนั้น นัก

กายภาพบำบัดสามารถให้คำแนะนำเกี่ยวกับการใช้ อุปกรณ์หรือประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้กับบุคคลที่สามารถ แอ่นหลังได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้นอกจาก การนอนหงายราบเพียงอย่างเดียว^{11, 24, 27}

- *นอนหงายร่วมกับการงอสะโพก (Supine with hip flexion)*

การศึกษาที่ผ่านมาได้ทำการศึกษาก่อนนอน หงายร่วมกับการงอสะโพก (Fowler's position)^{16, 22, 25, 33, 37} หลังจากการทำกิจกรรมที่มีแรงกระทำต่อหมอนรอง กระดูกสันหลัง เช่น การยกน้ำหนัก การเดินลู่วิ่ง เป็นต้น พบว่าสามารถช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำ กระดูกสันหลังได้ การอยู่ในท่านอนหงายจะเป็นการ ควบคุมผลกระทบที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำต่อ หมอนกระดูกสันหลัง ส่งผลให้เกิดการดูดกลับของสาร น้ำเข้าสู่หมอนกระดูกสันหลัง จึงทำให้เกิดการฟื้นฟู ความสูงที่หายไปของลำกระดูกสันหลังได้^{16, 22, 25, 33} เนื่องจากในผู้ป่วยบางรายไม่สามารถที่จะอยู่ในท่าแอ่น หลังได้เนื่องจากมีความรู้สึกไม่สบายหรืออาการปวด ดังนั้น ท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพกสามารถเป็น ทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยจัดท่าทางเพื่อให้เกิดการฟื้นฟู ความสูงของลำกระดูกสันหลัง

- *แอ่นหลังในท่านอนคว่ำ (Prone with hyperextension)*

Magnusson ในปี 1996 ศึกษาความ เหมาะสมช่วงมุมของการแอ่นหลังขณะนอนคว่ำในมุม 0 10 และ 20 องศา เป็นเวลา 20 นาที³⁴ ในการศึกษานี้ได้ ใช้เครื่อง Repex table เป็นลักษณะเตียงที่สามารถปรับ ระดับมุมของเตียงได้ โดยทำการเปรียบเทียบมุมใน ลักษณะคงค้ำ (static) อาสาสมัครอยู่ในท่านอนคว่ำ ราบในมุม 0 องศา และปรับเครื่อง Repex table ให้มุม ของหลังส่วนล่างอยู่ในลักษณะแอ่นในมุมที่ 10 และ 20 องศา พบว่าการปรับให้อยู่ในมุม 20 องศาสามารถฟื้นฟู ความสูงของลำกระดูกสันหลังได้มากกว่าการปรับให้อยู่

ในมุม 0 และ 10 องศา โดยผู้วิจัยได้ระบุว่าการแอ่นหลัง ในมุม 20 องศา สามารถลดแรงกดอัดบริเวณหมอนรอง กระดูกสันหลังเนื่องจากในมุม 20 องศาอาจสามารถ ถ่ายเทแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังไปยัง บริเวณข้อต่อหน้าประคบ (facets joint) ได้ดีกว่าในมุม 0 และ 10 องศา

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบใน ลักษณะแบบมุมคงค้ำ (static) ในมุม 0 องศา 20 องศา และลักษณะที่มีการเคลื่อนไหวแบบเป็นจังหวะ (dynamic) จากมุม 0 – 20 องศา ด้วยความเร็ว 0.5 เฮิร์ตซ์ เป็นเวลา 5 นาที พบว่าในลักษณะแอ่นหลังแบบ มุมคงค้ำ 20 องศา สามารถฟื้นฟูความสูงของลำ กระดูกสันหลังได้มากที่สุด โดยให้เหตุผลว่าการแอ่น หลังในลักษณะคงค้ำที่มุม 20 องศา มีช่วงเวลาของแรง ที่เกิดการกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลังน้อยกว่าการ เคลื่อนไหวแบบเป็นจังหวะจึงส่งผลให้การแอ่นหลังใน ลักษณะคงค้ำช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำ กระดูกสันหลังได้มากกว่า³⁴ อย่างไรก็ตาม Lazzarini และคณะในปี 2014 ได้เปรียบเทียบการนอนคว่ำร่วมกับการ แอ่นหลังแบบคงค้ำและแบบเป็นจังหวะด้วยตัวเอง พบว่าทั้ง 2 รูปแบบช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำ กระดูกสันหลังได้ แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ³⁸ จากการศึกษาดังกล่าวยังมีความ ขัดแย้งของผลการศึกษาคือความแตกต่างระหว่างรูปแบบ การแอ่นหลังแบบคงค้ำ (static) และแบบเป็นจังหวะ (dynamic) อย่างไรก็ตาม ทั้ง 2 รูปแบบสามารถฟื้นฟู ความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ ซึ่งอาจจะแนะนำวิธีที่ เหมาะสมในแต่ละบุคคลซึ่งการแอ่นหลังในท่านอนคว่ำ จะช่วยให้ได้ผลที่ดีกว่าการนอนราบเพียงอย่างเดียว

- *นอนตะแคง (Side lying)*

ทางคลินิกพบว่าการนอนหงายหรือการนอน คว่ำอาจเป็นข้อจำกัดของผู้ป่วยบางราย เช่น สตรี ตั้งครรภ์ ผู้ที่มีปัญหาข้อต่อหน้าประคบ (facet joint) โรคโพรงกระดูกสันหลังตีบแคบ (stenosis) เป็นต้น อาจ ทำให้เกิดความไม่สบาย หรืออาการปวดที่เพิ่มมากขึ้น

จึงมีการศึกษาเกี่ยวกับท่านอนตะแคงและพบว่าสามารถลดแรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง^{21, 24, 25, 30} และสามารถลดการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง²⁴ นอกจากนี้ ยังมีการเปรียบเทียบการนอนตะแคงในช่วงของการงอข้อสะโพกและเข้า 45 องศา (mid-range flexion) กับมุมสุดท้ายของการเคลื่อนไหวในท่างอ (end-range flexion) พบว่าทั้ง 2 มุมสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้แต่ไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ³⁵ ดังนั้น นักกายภาพบำบัดสามารถแนะนำวิธีการจัดท่าทางนอนตะแคงโดยผู้ป่วยสามารถที่จะงอเข้าและสะโพกในมุม 45 องศาหรือมุมสุดท้ายช่วงการเคลื่อนไหวให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล

● ท่าผกผันกับแรงโน้มถ่วง (Inverse-gravity position)

อุปกรณ์เพื่อช่วยให้เกิดแรงผกผันกับแรงโน้มถ่วง (Inverse-gravity) สำหรับลดแรงกดอัดต่อลำกระดูกสันหลัง (spine unloading) เพื่อการป้องกันและลดอาการปวดหลังส่วนล่างในนักกีฬา ช่วยเพิ่มปริมาณสารน้ำเข้าหมอนรองกระดูกสันหลังก่อนการออกกำลังกาย^{24, 36} Corlett และคณะในปี 1987 ได้รายงานเปรียบเทียบมุม 50, 70 และ 90 องศา พบว่าสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ 5.57, 4.39 และ 4.57 มิลลิเมตร ตามลำดับ การอยู่ในท่าต้านแรงโน้มถ่วงช่วยลดแรงกดอัด (spinal decompression) จากแรงดึง (traction force) อย่างไรก็ดีตาม มีการรายงานถึงผลกระทบข้างเคียง (adverse effect) จากการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว เช่น อาการปวดศีรษะ และตาพร่ามัวได้^{24, 36} ดังนั้น ควรตระหนักถึงผลข้างเคียงเมื่อต้องการที่จะนำไปใช้ในกลุ่มบุคคลต่าง ๆ เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ที่มีความเสี่ยงต่อภาวะความดันโลหิต เป็นต้น

● การนั่งโดยมีอุปกรณ์พุงหลัง (Sitting with support)

การศึกษาการนั่งเก้าอี้พบว่าเก้าอี้ที่มีพุงหลังสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังประมาณ 1 มิลลิเมตร เก้าอี้ไม่มีพุงหลังส่งผลให้ลดลงประมาณ 1 มิลลิเมตร⁴ Magnusson และคณะ ในปี 1994 ศึกษาองศาพนักพิง มุม 90, 110 และ 120 องศา พบว่าในมุม

110 องศา สามารถช่วยชะลอการลดลงของความสูงได้ดีที่สุด สามารถช่วยลดการทำงานของกล้ามเนื้อหลังและแรงกระทำต่อลำกระดูกสันหลัง^{10, 24} ดังนั้น เมื่อให้คำแนะนำกับผู้สนใจควรแนะนำให้มีการปรับการเอนของเก้าอี้ให้อยู่ที่ประมาณ 110 องศาเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงของอาการปวดหลังส่วนล่างจากการนั่ง

● การนั่งในน้ำ (Sitting on water)

Camilotti และคณะ ในปี 2009 เปรียบเทียบการนั่งบนบก และในน้ำบนเก้าอี้ที่ไม่มีพนักพิง 30 นาที หลังจากทำกิจกรรมที่มีแรงกดอัดต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง การนั่งในน้ำระดับความสูงของน้ำเท่ากับกระดูกสันหลังระดับคอ อุณหภูมิของน้ำอยู่ที่ 33.1 องศาเซลเซียส พบว่าการนั่งในน้ำสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ร้อยละ 102.2 ของการลดลงของความสูง มากกว่าในการนั่งบนบกที่สามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ร้อยละ 86.5 ของการลดลงของความสูง การนั่งในน้ำจะมีแรงพุงส่งผลให้ลดแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลังและช่วยฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง³⁹

● นั่งร่วมกับ การ แอ่น หลัง (Sitting with hyperextension)

Magnusson และ Pope ในปี 1996 ศึกษาการแอ่นหลังแบบคงค้างในท่านั่ง ทุก ๆ 1 นาที แอ่นหลังค้างไว้ 5 วินาที ใช้เวลาทั้งหมด 5 นาที พบว่าช่วยฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง 4.19 มิลลิเมตร⁴⁰ Fryer และคณะในปี 2010 ศึกษาการแอ่นหลังในท่านั่งบนเก้าอี้ ใช้แขนทั้ง 2 ข้างเหยียดไปด้านหลังถ้ายันน้ำหนักไปที่มือทั้ง 2 ข้าง เก็บคาง ร่วมกับแอ่นหน้าอก 5 วินาที และนำแขนมาวางที่บริเวณข้างลำตัวเช่นเดิม 3 วินาที ทั้งหมด 4 รอบ ช่วยฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง 5.7 มิลลิเมตร¹² Phimphasak และคณะ ในปี 2016 ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างการนั่งร่วมกับการแอ่นหลังวางมือไว้หน้าตัก และแอ่นหลังแบบจิ้งหะร่วมกับใช้มือ

ประคองทางด้านหลังสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้แต่ไม่พบความแตกต่างกัน⁸ การแอ่นหลังส่งผลให้เกิดการถ่ายเทน้ำหนักจากหมอนรองกระดูกสันหลังไปยังข้อต่อหน้าประคบ (facet joints) และเมื่อใช้แขน 2 ข้างพยุง จะช่วยกระจายแรงไปยังส่วนของหัวไหล่ และแขนทั้ง 2 ข้างทำให้เกิดการลดแรงต่อลำกระดูกสันหลัง และเมื่อแอ่นหลังแบบเป็นจังหวะจะส่งผลให้เกิดแรงกดอัดสลับกับผ่อนแรงบริเวณหมอนรองกระดูกสันหลังช่วยให้เกิดการดูดกลับของสารน้ำเข้าสู่หมอนลำสันหลัง (pumping mechanism)^{8, 40}

Saiklang และคณะ ในปี 2020 ได้ทำการศึกษาการแช่ขมว่ทงน้ยขณะแอ่นหลังโดยใช้แขนพยุงใช้แขนทั้ง 2 ข้างเหยียดไปด้านหลังถ่ายน้ำหนักไปที่มือทั้ง 2 ข้าง เก็บคาง แอ่นหน้ากรวมกับขมว่ทงน้ย โดยอยู่ในท่าดังกล่าว 5 วินาที หลังจากนั้นนำแขนมาวางที่บริเวณข้างลำตัวเช่นเดิม 3 วินาทีผ่อนทงน้ยทั้งหมด 4 รอบ พบว่าสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ 4.3 มิลลิเมตรเมื่อเทียบกับการนั่งเก้าอี้แบบไม่มีพนักพิง นอกจากการลดแรงกดอัดจากการแอ่นหลังแล้ว ยังพบว่าการศึกษาการแช่ขมว่ทงน้ยช่วยกระตุ้นให้เกิดการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวเกิดการพยุงช่วยลดแรงที่กระทำต่อกระดูกสันหลังในช่วงของการนั่ง^{18, 28} ดังนั้น การเลือกวิธีการเพื่อช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังขณะนั่งอาจจะต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมในลักษณะการทำงานและความสามารถของแต่ละบุคคลเพื่อช่วยลดปัญหาอาการปวดหลังที่อาจเกิดจากการนั่งทำงานเป็นเวลานานได้

● แรงดึง (Traction force)

Rodacki และคณะ ในปี 2007 ศึกษาผลของการดึงหลังส่วนล่างในท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพกเปรียบเทียบแรงดึง 3 รูปแบบ ได้แก่ ร้อยละ 0 30 และ 60 ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 42 นาที พบว่าการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังแรงดึงร้อยละ 60 ของน้ำหนักตัวได้ผลดีมากที่สุด²⁶ Cannon และคณะ

ในปี 2016 ศึกษาอุปกรณ์ช่วยพยุง (pneumatic decompression belt) ที่สามารถเพิ่มแรงลมให้เกิดการขยายจนเกิดแรงดึง traction force พบว่าอุปกรณ์ช่วยพยุงลำตัวทำให้เกิดความมั่นคงของลำตัว เพิ่มแรงดันภายในช่องท้อง และเกิดการแยกออกของลำสันหลัง (spinal distraction) ส่งผลให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง^{17, 26} Simmerman และคณะ ในปี 2011 ศึกษาผลของการดึงหลังแนวดิ่งในน้ำถ่วงน้ำหนักที่ข้อเท้า 2.3 กิโลกรัม เป็นเวลา 15 นาที สามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ 4.99 มิลลิเมตร เมื่ออยู่ในน้ำทำให้เกิดแรงพยุงและแรงดึงจากการถ่วงน้ำหนักเกิดการแยกออกของลำสันหลัง (spinal distraction) ส่งผลให้เกิดการดูดกลับของสารน้ำเข้าหมอนรองกระดูกสันหลังและเกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง²²

● การออกกำลังกายกล้ามเนื้อลำตัว (Trunk muscles exercise)

Nahhas Rodacki และคณะในปี 2008 มีแนวคิดเกี่ยวกับการเพิ่มกำลังกล้ามเนื้อหน้าท้องสามารถช่วยลดแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง โดยพบว่าการออกกำลังกายหน้าท้องสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้มากกว่าท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพก ในการศึกษาครั้งนี้มีความแตกต่างกับสมมุติฐานของการศึกษาที่ผ่านมาเนื่องจากการงอลำตัวในขณะที่ออกกำลังกายหน้าท้องนั้นเป็นการเพิ่มแรงกดอัดที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง อย่างไรก็ตาม แรงกดอัดในช่วงเวลาสั้นๆ และรวดเร็ว อาจยังไม่ส่งผลให้เกิดการไหลออกของสารน้ำจากหมอนรองกระดูกสันหลังร่วมกับในขณะที่ออกกำลังกายมีลักษณะงอลำตัวเป็นการเพิ่มแรงดันในช่องท้องซึ่งอาจจะทำให้เกิดแรงต้านต่อแรงกดอัด ทำให้ลดแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลัง จึงส่งผลให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้¹⁶ Saiklang และคณะในปี 2020 ได้ทำการศึกษาการแช่ขมว่ทงน้ยเพื่อกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัวในช่วงของการนั่ง พบว่าการแช่ขมว่

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
นอนหงายร่วมกับ การแอ่นหลัง (Supine with back hyperextension)	สุขภาพดี ชาย 6 คน หญิง 6 คน อายุเฉลี่ย 23.1 ปี	นอนหงาย 10 นาที หลังจากแบกน้ำหนัก 10 ปอนด์	NR	4.32	True back II เทียบกับ Curve foam ไม่พบ ความแตกต่าง NS	DeVocht et al., 2000 ²⁷
		ใช้ True back II 10 นาที หลังจากแบกน้ำหนัก 10 ปอนด์	NR	7.45		
		ใช้ Curve foam 10 นาที หลังจากแบกน้ำหนัก 10 ปอนด์	NR	6.90		
	สุขภาพดี ชาย 6 คน หญิง 6 คน อายุเฉลี่ย 23.1 ปี	ใช้ Rola stretcher 10 นาที หลังจากแบกน้ำหนัก 10 ปอนด์	NR	10.50	Rola stretcher เทียบกับนอน หงาย $p<0.005$	
		นอนหงาย 10 นาที หลังจากแบกน้ำหนัก 10 ปอนด์	NR	5.00		
	สุขภาพดี ชาย 10 คน อายุเฉลี่ย 26.3±2.26 ปี	ใช้ Air pressure bag support 10 นาที หลังจาก ถ่วงน้ำหนัก 4.5 กิโลกรัม 5 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	5.23	NR	Kourtis et al., 2004 ¹¹
	สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	ใช้ Rola stretcher 20 นาที หลังจากถ่วงน้ำหนัก ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวเดิบนบนลู่วิ่ง 20 นาที	-0.51	0.37	$p>0.05$	Healey et al., 2005 ²⁴
นอนหงายร่วมกับ การงอสะโพก (Supine with hip flexion)	สุขภาพดี หญิง 16 คน อายุเฉลี่ย 30.9±5.0 ปี	Fowler's position 20 นาที หลังจากทำกิจกรรม ความหนักปานกลาง 15-20 นาที	-4.23	-3.67	$p < 0.05$	Rodacki et al., 2003 ²⁵
	สุขภาพดี ชาย 8 คน อายุเฉลี่ย 19.5 ปี	Fowler's position 10 นาที หลังจากถ่วงของหนัก 10 กิโลกรัม	-5.35	6.82	NR	Tyrrell et al., 1985 ³⁷
	สุขภาพดี ชาย 9 คน อายุเฉลี่ย 23±3 ปี	Fowler's position 4.5 นาที หลังจากยกน้ำหนัก 60% ของ one repetition maximum 4 นาที 30 วินาที	-4.56	1.52	$p<0.05$	Nahas Rodacki et al., 2008 ¹⁶
	ปวดหลังส่วนล่าง ชาย 28 คน หญิง 32 คน อายุเฉลี่ย 59.6±11.6 ปี	Fowler's position 15 นาที หลังจากเดินถ่วงน้ำหนัก 15 นาที	NR	4.21	$p<0.001$	Simmerman et al., 2011 ²²

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
แอ่นหลังในท่า นอนคว่ำ (prone with hyperextension)	สุขภาพดี ชาย 5 คน หญิง 5 คน อายุ 20-32 ปี	นอนคว่ำ 20 นาที หลังจากนั่งถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR	9.70	ในมุม 20 องศา สามารถฟื้นฟู ความสูงได้ มากกว่านอน คว่ำ $p<0.05$	Magnusson et al., 1996 ³⁴
		นอนคว่ำแอ่นหลังแบบคงค้าง 10 องศา 20 นาที หลังจากนั่งถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR	9.00		
		นอนคว่ำแอ่นหลังแบบคงค้าง 20 องศา 20 นาที หลังจากนั่งถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR	9.90		
		นอนคว่ำร่วมกับการแอ่นหลัง จากมุม 0-20 องศา ด้วยความถี่ 0.5 เฮิรตซ์ เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั่ง ถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR	นอนคว่ำแอ่นหลังแบบคง ค้างที่มุม 20 องศา สามารถฟื้นฟูความสูง มากที่สุด ตามด้วยนอน คว่ำร่วมกับการแอ่นหลัง จากมุม 0 – 20 องศา ด้วยความถี่ 0.5 เฮิรตซ์ และนอนคว่ำ ตามลำดับ	นอนคว่ำร่วมกับการ แอ่นหลัง แบบ คงค้าง 20 องศา สามารถฟื้นฟู ความสูงได้ มากกว่านอน คว่ำ $p<0.05$	
		นอนคว่ำร่วมกับการแอ่นหลังแบบคงค้าง 20 องศา เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั่งถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR			
		นอนคว่ำ เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั่งถ่วงน้ำหนัก 10 กิโลกรัม	NR			
	สุขภาพดี ชาย 15 คน หญิง 17 คน อายุเฉลี่ย 24.4 ปี	นอนคว่ำแอ่นหลังเป็นจังหวะ 10 ครั้งต่อรอบ ทำ 5 รอบหลังจากท่านอนหงาย 1 ชั่วโมง	-3.26 ถึง 8.00	-5.62 ถึง 4.61	ไม่พบความ แตกต่างระหว่าง 2 รูปแบบ NS	Lazzarini et al., 2014 ³⁸
		นอนคว่ำแอ่นหลังแบบคงค้าง 5 รอบโดยแต่ละรอบ ค้างไว้ 30 วินาที หลังจากท่านอนหงาย 1 ชั่วโมง	-1.14 ถึง 10.77	-6.57 ถึง 4.86		
นอนตะแคง (Side lying)	สุขภาพดี หญิง 16 คน อายุเฉลี่ย 30.9±5.0 ปี	นอนตะแคงอเข่างอสะโพก 90 องศา 20 นาที หลังจากทำกิจกรรมความหนักปานกลาง 15 -20 นาที	-3.99	4.3	$p<0.05$	Rodacki et al., 2003 ²⁵

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
นอนตะแคง (Side lying) ต่อ	สุขภาพดี หญิง 16 คน อายุ 30.9±5.0 ปี	นอนตะแคงงอเข่าอสะโพก 90 องศา 20 นาที หลังจากการเดินร่วมกับถ่วงน้ำหนัก 15-20 นาที	-4.07	4.75	$p < 0.05$	Fowler et al., 2005 ³⁰
	สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	นอนตะแคงงอเข่าอสะโพก 90 องศา 20 นาที หลังจากถ่วงน้ำหนักร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวโดย เดินบนลู่วิ่ง 20 นาที	-0.51	ร้อยละ 74.6 ของความ สูงที่หายไป	NS	Healey et al., 2005 ²⁴
	สุขภาพดี ชาย 6 คน หญิง 5 คน อายุเฉลี่ย 31 ปี	นอนตะแคงงอเข่าอสะโพก 90 องศา 20 นาที หลังจากถ่วงน้ำหนักร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัวโดย เดินบนลู่วิ่ง 20 นาที	-5.4	ร้อยละ 32.3 ของความ สูงที่หายไป	NR	Healey et al., 2008 ²¹
	สุขภาพดี ชาย 21 คน หญิง 20 คน อายุเฉลี่ย 23.8±2.5 ปี	งอเข่า และสะโพก 45 องศา (mid-range flexion) 10 นาทีหลังจากถ่วงน้ำหนัก 9.5 กิโลกรัม เป็นเวลา 5 นาที	NR	5.84	เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่าง 2 รูปแบบ NS	Gerke et al., 2011 ³⁵
		งอเข่า และสะโพกสุด (end-range flexion) 10 นาที หลังจากถ่วงน้ำหนัก 9.5 กิโลกรัม เป็นเวลา 5 นาที	NR	4.78		
ต้านแรงโน้มถ่วง (Inverse-gravity)	สุขภาพดี ชาย 10 คน อายุเฉลี่ย 19.8 ปี	ใช้อุปกรณ์เอียง 50 องศา เป็นเวลา 30 นาทีหลังจาก ออกกำลังกาย	NR	5.57	NS	Corlett et al., 1987 ³⁶
		ใช้อุปกรณ์เอียง 70 องศา เป็นเวลา 30 นาทีหลังจาก ออกกำลังกาย	NR	4.39		
		ใช้อุปกรณ์เอียง 90 องศา เป็นเวลา 30 นาทีหลังจาก ออกกำลังกาย	NR	4.57		

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
ต้านแรงโน้มถ่วง (Inverse-gravity) ต่อ นั่งร่วมกับมีที่พุง หลัง (Sitting with support)	สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	ใช้อุปกรณ์เอียง 50 องศาเป็น 20 นาทีหลังจากทำ กิจกรรมความหนักปานกลาง 15-20 นาที	-0.47	0.54	$p < 0.05$	Healey et al., 2005 ²⁴
	สุขภาพดี ชาย 10 คน หญิง 5 คน อายุ 22-39 ปี	นั่งเก้าอี้มีพนักพิง ทำกิจกรรมโดยใช้ 2 มือในท่านั่ง 30 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	1.00	NR	Eklund and Corlett 1984 ⁴
		นั่งเก้าอี้ไม่มีพนักพิง ทำกิจกรรมโดยใช้ 2 มือในท่า นั่ง 30 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	-1.00		
	สุขภาพดี หญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 21 ปี	นั่งพนักพิง 90 องศา เป็นเวลา 30 นาที	NR	-4.52	ในมุม 90 องศา มีการลดลงของ ความสูงมาก ที่สุด $p < 0.01$	Magnusson et al., 1994 ¹⁰
		นั่งพนักพิง 110 องศา เป็นเวลา 30 นาที	NR	-2.82		
		นั่งพนักพิง 120 องศา เป็นเวลา 30 นาที	NR	-3.79		
	สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	นั่งพนักพิง 110 องศา 20 นาทีหลังจากทำกิจกรรม ความหนักปานกลาง 15-20 นาที	-0.48	ร้อยละ 73.1 ของความ สูงที่หายไป	NR	Healey et al., 2005 ²⁴

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
นั่งในน้ำ (Sitting on water)	สุขภาพดี หญิง 7 คน อายุเฉลี่ย 22.5±2.9 ปี ชาย 7 คน 21.2±2.4 ปี	นั่งในน้ำความสูงเท่ากับกระดูกสันหลังคอชั้นที่ 7 จุดหมุมของน้ำอยู่ที่ 33.1 องศาเซลเซียส	NR	ร้อยละ 102.23 ของความสูงที่หายไป	เมื่อเทียบระหว่าง 2 กิจกรรม P=0.01	Camilotti et al., 2009 ³⁹
		นั่งบนเก้าอี้บนพื้นเป็นเวลา 30 นาที	NR	ร้อยละ 86.58 ของความสูงที่หายไป		
นั่งร่วมกับแอ่นหลัง (Sitting with hyperextension)	สุขภาพดี ชาย 5 คน หญิง 7 คน อายุ 19-52 ปี	นั่งแอ่นหลังค้างไว้ 15 วินาที	-6.33	4.19	NR	Magnusson and Pope 1996 ⁴⁰
	สุขภาพดี ชาย 3 คน หญิง 3 คน อายุเฉลี่ย 29.2±6.5 ปี	แอ่นหลังร่วมกับถายน้ำหนักที่แขน 5 วินาที และนั่งตัวตรง 3 วินาที ทำซ้ำ 4 รอบ ใช้เวลา 30 นาที	-6.9	5.70	p =0.004	Fryer et al., 2010 ¹²
	สุขภาพดี ชาย 12 คน หญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 24.95±2.57 ปี	มีอวาทที่หน้าตักทั้ง 2 ข้างทำการแอ่นหลังโดยไม่มีภาระหนักของเชิงกรานค้างไว้เป็นเวลา 15 วินาที และอยู่ในท่านั่งตัวตรง 20 วินาที หลังจากการนั่ง 15 นาที	-2.95	0.60	เมื่อเทียบระหว่าง 2 แบบ ไม่แตกต่างกัน NS	Phimphasak et al., 2016 ⁸
		การแอ่นหลังร่วมกับลงน้ำหนักที่มือทั้ง 2 ข้าง 5 วินาที และกลับมาอยู่ท่าเดิม 3 วินาที โดยทำทั้งหมด 4 รอบ หลังจากการนั่ง 15 นาที	-3.47	0.78		
	ปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง ชาย 15 คน หญิง 15 คน อายุเฉลี่ย 25.87±3.31ปี	แอ่นหลังแบบมีแขนประคองร่วมกับการเขม่วท้องน้อย หลังจากการนั่ง 10 นาที	-4.8	4.7	เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง 2 แบบ p <0.05	Saiklang et al., 2020 ²⁸
		นั่งไม่มีพนักพิง	-4.2	1.3		

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
การดึงหลัง (Traction)	สุขภาพดี ชาย 15 คน อายุเฉลี่ย 23.1±5.77 ปี	ดึงหลังในท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพก และ เข้า 90 องศา ร้อยละ 0 ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 42 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	6.09	การดึงหลังด้วย น้ำหนักร้อยละ 60 ของน้ำหนัก ตัว สามารถ ฟื้นฟูความสูงได้ ดีที่สุด $p < 0.05$	Rodacki et al., 2007 ²⁶
		ดึงหลังในท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพก และ เข้า 90 องศา ร้อยละ 30 ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 42 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	5.70		
		ดึงหลังในท่านอนหงายร่วมกับการงอสะโพก และ เข้า 90 องศา ร้อยละ 60 ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 42 นาที	ตั้งค่าเริ่มต้นที่ 0	7.01		
	ปวดหลังส่วนล่าง ชาย 28 คน หญิง 32 คน อายุเฉลี่ย 59.6±11.6 ปี	การดึงหลังในแนวดิ่งในน้ำโดยการถ่วงน้ำหนักที่ข้อ เท้า 2.3 กิโลกรัม เป็นเวลา 15 นาที หลังจากการเดิน โดยมีการถ่วงน้ำหนัก เป็นเวลา 15 นาที	NR	4.99	$p < 0.0001$	Simmerman et al., 2011 ²²
	สุขภาพดี ชาย 10 คน หญิง 2 คน อายุเฉลี่ย 21.5±1.0 ปี	สวมใส่อุปกรณ์พองลำตัว (pneumatic decompression) 20 นาทีหลังจากออกกำลังกาย ทันที	-4.00	4.30	เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่าง 2 รูปแบบ $P < 0.05$	Cannon et al., 2016 ¹⁷
		นอนราบ 20 นาทีหลังจากออกกำลังกายทันที	-3.00	1.80		

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ตารางที่ 1 แสดงการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery) (ต่อ)

วิธีฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง (Methods of stature recovery)		กิจกรรม (Task)	การลดลงของความ สูงลำกระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของ ลำกระดูกสันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับ นัยสำคัญทาง สถิติ (p-value)	ผู้วิจัย (Researchers)
ออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลำตัว (Trunk muscle exercise)	สุขภาพดี ชาย 9 คน อายุเฉลี่ย 23±3 ปี	หลังจากยกน้ำหนัก 60% ของ one repetition maximum ทำการ ออกกำลังกายหน้าท้องร่วมกับ การงอเข้า 90 องศา 4 นาที 30 วินาที 20 ครั้ง/นาที พัก 30 วินาทีระหว่างรอบ ทำ 3 รอบ	-4.45	3.90	เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่าง 2 รูปแบบ NS	Nahhas Rodacki et al., 2008 ¹⁶
	สุขภาพดี ชาย 9 คน อายุเฉลี่ย 23±3 ปี	หลังจากยกน้ำหนัก 60% ของ one repetition maximum ทำการ ออกกำลังกายหน้าท้องร่วมกับ การงอเข้า 45 องศา และมีที่รองเท้า 4 นาที 30 วินาที 20 ครั้ง/นาที พัก 30 วินาทีระหว่างรอบ ทำ 3 รอบ	-4.62	3.18		
	ปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง ชาย 12 คน หญิง 12 คน อายุเฉลี่ย 24.25±1.57 ปี	ออกกำลังกายโดยการเขม่วท้องน้อยในท่านั่ง 5 วินาที ผ่อน 3 วินาที ทำซ้ำ 4 รอบ หลังจากการนั่ง 10 นาที	-4.26	3.26	เมื่อเปรียบเทียบ ระหว่างการออก กำลังกาย $p<0.05$	Saiklang et al., 2020 ²⁸
		นั่งไม่มีพนักพิง	-3.78	-6.17		

หมายเหตุ: NR = Not Report, NS = Non-significant different, Negative value = Stature loss

ท้องถิ่น 5 วินาที และผ่อนท้องถิ่น 3 วินาที ทั้งหมด 4 รอบ ช่วยกระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อแกนกลางลำตัว เกิดการพยุลงแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังในขณะนั่ง ส่งผลให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง^{16, 18}

จากการรวบรวมข้อมูลวิธีการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังพบว่าแต่ละวิธีนั้นมีลักษณะความสามารถในการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังและมีความเหมาะสมที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผู้อ่านควรเลือกวิธีที่เหมาะสมกับปัญหาให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล เพื่อป้องกันและลดอาการปวดหลังส่วนล่างจากการลดลงของความสูงที่เกิดขึ้น

ความแตกต่างของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังระหว่างผู้ที่สุขภาพดีและมีอาการปวดหลังส่วนล่าง (Differences of the stature recovery between healthy and low back pain person)

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบความแตกต่างของระดับความสามารถในการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังระหว่างผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างและสุขภาพดี^{1, 21, 24, 30} (ตารางที่ 2) Fowler และคณะในปี 2005 ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังในเพศหญิงที่มีและไม่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง ในกลุ่มไม่มีอาการปวดหลังส่วนล่างสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้ร้อยละ 108.7 ของการลดลงของความสูง มากกว่าในกลุ่มที่มีอาการปวดหลังสามารถฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้เพียงร้อยละ 48 ของการลดลงของความสูงและพบความสัมพันธ์เชิงลบในระดับสูงถึงสูงมากระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง และอาการปวดหลังส่วนล่าง ($r = -0.52, P < .05$)³⁰ Healey และคณะในปี 2005 และ 2011 ได้ทำการศึกษากการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังกับการอยู่ในท่านอนตะแคงในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง พบว่าการทำงานของกล้ามเนื้อหลัง (paraspinal muscle) มีความสัมพันธ์เชิงลบในระดับสูงถึงสูงมากกับการฟื้นฟูความสูงของลำ

กระดูกสันหลัง ($r = -0.68, P < 0.05$) และมากกว่านั้นยังพบความสัมพันธ์เชิงลบในระดับปานกลางถึงสูงระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังและระดับของอาการปวด ($r = -0.45$) และ ภาวะทุพพลภาพ (disability) ($r = -0.43$)^{1, 24} (ตารางที่ 2)

ดังนั้น ผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างจึงมีความสามารถในการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังได้น้อยกว่าผู้ที่สุขภาพดี เนื่องจากกลุ่มผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างมีการบาดเจ็บของโครงสร้างบริเวณหลังส่วนล่าง อาการปวดที่เกิดขึ้นสามารถกระตุ้นให้เกิดการหดเกร็งของบริเวณกล้ามเนื้อหลังที่มากขึ้น การหดเกร็งของกล้ามเนื้อหลังนั้นยังเกิดผลกระทบให้เกิดแรงกดอัดบริเวณลำกระดูกสันหลังที่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ความสามารถในการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังลดลงในผู้ที่มีอาการปวดหลังส่วนล่างเรื้อรัง^{1, 24}

การนำไปใช้ในทางกายภาพบำบัด (The application to physical therapy)

การลดลงของความสูงของลำกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในช่วงวัน ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการบาดเจ็บต่อโครงสร้างของลำกระดูกสันหลัง จนอาจจะนำไปสู่อาการปวดหลังส่วนล่าง^{21, 22, 23} ในปัจจุบันได้มีการศึกษาวิธีการที่หลากหลายเพื่อส่งเสริมให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง^{10, 24, 25, 30, 31, 33, 35} จากข้อมูลที่คุณเขียนได้รวบรวมในบทความนี้เพื่อให้ผู้อ่านเข้าใจถึงกลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบริเวณหมอนรองกระดูกสันหลังที่ส่งผลให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง โดยนักกายภาพบำบัดสามารถที่จะนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิก ให้คำอธิบายและการแนะนำให้กับบุคคลทั่วไปรวมถึงผู้ป่วยเพื่อป้องกันอาการปวดหลังส่วนล่าง เช่น การนั่งเป็นเวลานานในกลุ่มพนักงานบริษัท นักเรียน นักศึกษา จะส่งผลให้เกิดแรงกดอัดบริเวณหมอนรองกระดูกสันหลังจนเกิดการลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลัง และอาจจะส่งผลกระทบต่อโครงสร้างโดยรวมของหมอนรองกระดูกสันหลังจนทำให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง

ตารางที่ 2 แสดงความแตกต่างของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังระหว่างผู้ที่มีสุขภาพดีและมีอาการปวดหลังส่วนล่าง (Differences of the stature recovery between healthy and low back pain person)

กิจกรรม (Task)		การลดลงของความสูงลำ กระดูกสันหลัง (Stature loss) มิลลิเมตร	การฟื้นฟูความสูงของลำกระดูก สันหลัง (Stature recovery) มิลลิเมตร	ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (<i>p</i> -value)	ผู้วิจัย (Researchers)
สุขภาพดี หญิง 16 คน อายุเฉลี่ย 30.9±5.0 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนัก พัก 20 นาที	-4.07	ร้อยละ 108.7 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	Fowler et al., 2005 ³⁰
ปวดหลังส่วนล่าง หญิง 15 คน อายุเฉลี่ย 40.6±9.5 ปี		-5.03	ร้อยละ 48 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี หญิง 7 คน 30.9±5.0 ปี	หลังจากทำกิจกรรมความหนักปานกลาง 15 -20 นาที พัก 20 นาที	-4.23	ร้อยละ 93.81 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	Rodacki et al., 2003 ²⁵
ปวดหลังส่วนล่าง หญิง 8 คน 30.8±4.9 ปี		-4.57	ร้อยละ 54.40 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่ง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว 20 นาที พัก 20 นาที ในท่านอนตะแคง	-0.51	ร้อยละ 74.6 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	Healey et al., 2005 ²⁴
ปวดหลังส่วนล่าง 11 คน อายุเฉลี่ย 33±12.2 ปี		-0.47	ร้อยละ 47.7 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่ง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว 20 นาที พัก 20 นาที ในท่านอนหงายแอ่นหลัง	-0.51	ร้อยละ 73.3 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	
ปวดหลังส่วนล่าง 11 คน อายุเฉลี่ย 33±12.2 ปี		-0.49	ร้อยละ 42.8 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่ง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว 20 นาที พัก 20 นาที ในท่าต้านแรงโน้มถ่วง	-0.47	ร้อยละ 116.9 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	
ปวดหลังส่วนล่าง 11 คน อายุเฉลี่ย 33±12.2 ปี		-0.47	ร้อยละ 74.4 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี 11 คน อายุเฉลี่ย 30.5±9.7 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่ง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว 20 นาที พัก 20 นาที ในการนั่งเก้าอี้ที่มีที่พุงหลัง	-0.48	ร้อยละ 73.1 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> <0.05 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	
ปวดหลังส่วนล่าง 1 คน อายุเฉลี่ย 33±12.2 ปี		-0.47	ร้อยละ 43.6 ของการลดลงของความสูง		
สุขภาพดี ชาย 6 คน หญิง 5 คนอายุเฉลี่ย 31.0±6.3 ปี	เดินโดยมีการถ่วงน้ำหนักบนลู่วิ่ง ร้อยละ 10 ของน้ำหนักตัว 20 นาที พัก 20 นาที ในท่านอนตะแคง	-5.40	ร้อยละ 32.3 ของการลดลงของความสูง	<i>p</i> =0.02 ระหว่างการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง	Healey et al., 2008 ²¹
ปวดหลังส่วนล่าง ชาย 6 คน หญิง 5 คนอายุเฉลี่ย 32.8±7.9 ปี		-4.90	ร้อยละ 22.9 ของการลดลงของความสูง		

หมายเหตุ: Negative value = Stature loss

ขณะนั่งทำงานได้ การให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายในขณะนั่งร่วมกับการแอ่นหลัง หรือการออกกำลังกายโดยการเขม่วท้องน้อยในช่วงที่มีการนั่งสามารถช่วยให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง ในขณะนั่งได้เพื่อให้สามารถช่วยป้องกันและลดอาการปวดหลังส่วนล่างจากการนั่งเป็นเวลานาน^{8, 10, 18, 28, 34}

ดังนั้น การฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังนั้นจึงมีความสำคัญที่จะช่วยป้องกันและลดความเสี่ยงต่อการเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างที่เกิดจากการลดลงของความสูงลำกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีแรงกระทำต่อลำกระดูกสันหลัง รวมถึงสามารถที่จะนำมาเป็นตัวแปรในงานวิจัยทางกายภาพบำบัด เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงและผลกระทบต่องานโครงสร้างหมอนรองกระดูกสันหลังต่อไป^{8, 10, 18, 21, 22, 28, 29}

บทสรุป

ระดับการเปลี่ยนแปลงความสูงขึ้นอยู่กับการทำกิจกรรมที่แตกต่างกัน กิจกรรมที่ส่งผลให้เกิดแรงที่กระทำต่อหมอนรองกระดูกสันหลังเป็นสาเหตุให้เกิดการสูญเสียสารน้ำภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง ในทางกลับกันหากสามารถลดแรงที่กระทำต่อลำกระดูกสันหลังก็จะส่งผลให้เกิดการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง การเปลี่ยนแปลงของความสูงพบว่ามีความสัมพันธ์กับระดับอาการปวดหลังส่วนล่าง ดังนั้น การเข้าใจถึงกลไกของการเปลี่ยนแปลงความสูง วิธีการการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลัง รวมถึงทราบความแตกต่างของการฟื้นฟูความสูงของลำกระดูกสันหลังในผู้ที่มีสุขภาพดีและมีอาการปวดหลังส่วนล่างจากบทความนี้ จะเป็นส่วนหนึ่งที่จะส่งเสริมให้เกิดการตระหนักในการป้องกันเพื่อลดความเสี่ยงที่จะเกิดอาการปวดหลังส่วนล่างในประชาชนทั่วไปได้นอกจากนี้ นักกายภาพบำบัดยังสามารถที่จะใช้ข้อมูลดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในทางคลินิกเพื่อส่งเสริม ป้องกัน โดยให้คำแนะนำ อธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของหมอนรองกระดูกสันหลังจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิด

ความเข้าใจถึงสาเหตุหนึ่งที่จะส่งผลให้เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง และเกิดการตระหนักในการป้องกันปัญหาอาการปวดหลังส่วนล่างที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Healey EL, Burden AM, McEwan IM, Fowler NE. Diurnal variation in stature: Do those with chronic low-back pain differ from asymptomatic controls? Clin Biomech. 2011; 26(4): 331-6.
2. Schmidt H, Reitmaier S, Graichen F, Shirazi-Adl A. Review of the fluid flow within intervertebral discs -How could in vitro measurements replicate in vivo? J Biomech. 2016; 49(14): 3133-46.
3. Vergroesen P-PA, van der Veen AJ, Emanuel KS, van Dieën JH, Smit TH. The poro-elastic behaviour of the intervertebral disc: A new perspective on diurnal fluid flow. J Biomech. 2016; 49(6): 857-63.
4. Eklund JA, Corlett EN. Shrinkage as a measure of the effect of load on the spine. Spine. 1984; 9(2): 189-94.
5. Saiklang P, Puntumetakul R, Swangnetr M, Buranruk O, Siritaratiwat W, Namwongsa S, et al. Height loss. Thai J Phys Ther. 2018; 39(3): 120-33.
6. Lewis S, Holmes P, Woby S, Hindle J, Fowler N. Changes in muscle activity and stature recovery after active rehabilitation for chronic low back pain. Man Ther. 2014; 19(3): 178-83.
7. Kanlayanaphotporn R, Trott P, Williams M, Fulton I. Effects of chronic low back pain, age and gender on vertical spinal creep. Ergonomics. 2003; 46(6): 561-73.

8. Phimphasak C, Swangnetr M, Puntumetakul R, Chatchawan U, Boucaut R. Effects of seated lumbar extension postures on spinal height and lumbar range of motion during prolonged sitting. *Ergonomics*. 2016; 59(1): 112-20.
9. Pape JL, Brismée J-M, Sizer PS, Matthijs OC, Browne KL, Dewan BM, et al. Increased spinal height using propped slouched sitting postures: Innovative ways to rehydrate intervertebral discs. *Appl Ergon*. 2018; 66: 9-17.
10. Magnusson M, Hansson T, Pope MH. The effect of seat back inclination on spine height changes. *Appl Ergon*. 1994; 25(5): 294-8.
11. Kourtis D, Magnusson ML, Smith F, Hadjipavlou A, Pope MH. Spine height and disc height changes as the effect of hyperextension using stadiometry and MRI. *Iowa Orthop J*. 2004; 24: 65-71.
12. Fryer JCJ, Quon JA, Smith FW. Magnetic resonance imaging and stadiometric assessment of the lumbar discs after sitting and chair-care decompression exercise: a pilot study. *Spine J Off J North Am Spine Soc*. 2010; 10(4): 297-305.
13. Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system: Foundations for Rehabilitation 3rd Edition*, Elsevier, St.Louis Missouri; 2016.
14. Bonney RA, Corlett EN. Vibration and spinal lengthening in simulated vehicle driving. *Appl Ergon*. 2003; 34(2): 195-200.
15. Puntumetakul R, Trott P, Williams M, Fulton I. Effect of time of day on the vertical spinal creep response. *Appl Ergon*. 2009; 40(1): 33-8.
16. Nahhas Rodacki CL, Luiz Felix Rodacki A, Ugrinowitsch C, Zielinski D, Budal da Costa R. Spinal unloading after abdominal exercises. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2008; 23(1): 8-14.
17. Cannon J, Emond D, McGill SM. Evidence on the ability of a pneumatic decompression belt to restore spinal height following an acute bout of exercise. *J Manipulative Physiol Ther*. 2016; 39(4): 304-10.
18. Saiklang P, Puntumetakul R, Swangnetr Neubert M, Boucaut R. The immediate effect of the abdominal drawing-in maneuver technique on stature change in seated sedentary workers with chronic low back pain. *Ergonomics*. 2020; 64(1): 55-68.
19. Bogduk N, Twomey L. *Clinical anatomy of the lumbar spine*. 2nd ed. Melbourne: Livingstone; 1991.
20. Lewis SE, Fowler NE. Changes in intervertebral disk dimensions after a loading task and the relationship with stature change measurements. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(10): 1795-9.
21. Healey EL, Burden AM, McEwan IM, Fowler NE. Stature loss and recovery following a period of loading: effect of time of day and presence or absence of low back pain. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2008; 23(6): 721-6.
22. Simmerman SM, Sizer PS, Dedrick GS, Apte GG, Brismée J-M. Immediate changes in spinal height and pain after aquatic vertical traction in patients with persistent low back

- symptoms: a crossover clinical trial. *PM R*. 2011; 3(5): 447-57.
23. Adams MA, Dolan P, Hutton WC, Porter RW. Diurnal changes in spinal mechanics and their clinical significance. *J Bone Joint Surg Br*. 1990; 72(2): 266-70.
24. Healey EL, Fowler NE, Burden AM, McEwan IM. The influence of different unloading positions upon stature recovery and paraspinal muscle activity. *Clin Biomech Bristol Avon*. 2005; 20(4): 365-71.
25. Rodacki CL, Fowler NE, Rodacki AL, Birch K. Stature loss and recovery in pregnant women with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003; 84(4): 507-12.
26. Rodacki ALF, Weidle CM, Fowler NE, Rodacki CLN, Persch LN. Changes in stature during and after spinal traction in young male subjects. *Braz J Phys Ther*. 2007; 11(1): 63-71.
27. Devocht JW, Pope MH, Magnusson M, Spratt KF. Biomechanic evaluation of the rola stretcher as a passive distraction device. *J Manipulative Physiol Ther*. 2000; 23(4): 252-7.
28. Saiklang P, Puntumetakul R, Selfe J, Yeowell G. An Evaluation of an innovative exercise to relieve chronic low back pain in sedentary workers. *Hum Factors*. 2020.
29. Saiklang P, Puntumetakul R, Swangnetr Neubert M, Boucaut R. Effect of time of day on height loss response variability in asymptomatic participants on two consecutive days. *Ergonomics*. 2019; 62(12): 1542-50.
30. Fowler NE, Rodacki C de L, Rodacki AL. Spinal shrinkage and recovery in women with and without low back pain. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005; 86(3): 505-11.
31. Munster MM, Brismée JM, Sizer PS, Browne K, Dewan B, Litke A, Pape JL, Sobczak S. Can 5 minutes of repetitive prone press-ups and sustained prone press-ups following a period of spinal loading reverse spinal shrinkage? *Physiother Theory Pract*. 2019; 35(3): 259-67.
32. van Dieën JH, Toussaint HM. Spinal shrinkage as a parameter of functional load. *Spine*. 1993; 18(11): 1504-14.
33. Owens SC, Brismée J-M, Pennell PN, Dedrick GS, Sizer PS, James CR. Changes in spinal height following sustained lumbar flexion and extension postures: a clinical measure of intervertebral disc hydration using stadiometry. *J Manipulative Physiol Ther*. 2009; 32(5): 358-63.
34. Magnusson ML, Aleksiev AR, Spratt KF, Lakes RS, Pope MH. Hyperextension and spine height changes. *Spine*. 1996; 21(22): 2670-5.
35. Gerke DA, Brismée J-M, Sizer PS, Dedrick GS, James CR. Change in spine height measurements following sustained mid-range and end-range flexion of the lumbar spine. *Appl Ergon*. 2011; 42(2): 331-6.
36. Corlett EN, Eklund JA, Reilly T, Troup JD. Assessment of workload from measurements of stature. *Appl Ergon*. 1987; 18(1): 65-71.
37. Tyrrell AR, Reilly T, Troup JD. Circadian variation in stature and the effects of spinal loading. *Spine*. 1985; 10(2): 161-4.
38. Lazzarini M, Brismée J-M, Owens SC, Dedrick GS, Sizer PS. Spinal height change in response to sustained and repetitive prone

- lumbar extension after a period of spinal unloading. J Manipulative Physiol Ther. 2014; 37(8): 586-92.
39. Camilotti BM, Rodacki ALF, Israel VL, Fowler NE. Stature recovery after sitting on land and in water. Man Ther. 2009; 14(6): 685-9.
40. Magnusson M, Pope MH. Body height changes with hyperextension. Clin Biomech Bristol Avon. 1996; 11(4): 236-8.