

ผลของการคลายจุดที่มีแรงดึงบนกระดูกสันหลังระดับอกต่อองศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอแบบผู้อื่นทำให้ในคนปกติ

ทกมล กมลรัตน์¹, จุฑารัตน์ พิมพ์นิคม², พชรินทร์ สุนทรศัพท์², เวียงใจ ปญญะสาร²

บทคัดย่อ

จุดที่มีแรงดึงของระบบประสาทคือจุดที่ระบบประสาทและโครงสร้างที่อยู่ข้างเคียงมีการเคลื่อนที่น้อยหรือไม่มีเลย ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าจุดที่มีแรงดึงของระบบประสาทอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดการจำกัดการเคลื่อนไหวของร่างกายได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการคลายจุดที่มีแรงดึงบนกระดูกสันหลังระดับอกโดยใช้การขยับเคลื่อนข้อต่อด้วยเทคนิค central posteroanterior (PA) ต่อองศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอแบบผู้อื่นทำให้ (passive neck flexion) โดยทำการศึกษาในคนปกติเพศชาย จำนวน 26 คน อายุระหว่าง 18-25 ปี แบ่งอาสาสมัครออกเป็น 2 กลุ่มด้วยวิธีการสุ่มคือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 13 คน โดยกลุ่มทดลองได้รับการขยับเคลื่อนข้อต่อด้วยเทคนิค central PA เกรด III บนกระดูกสันหลังระดับอกชั้นที่ 6 เป็นเวลา 3 นาที ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการขยับเคลื่อนข้อต่อแบบหลอกบนกระดูกสันหลังระดับอกชั้นที่ 6 เป็นเวลานาน 3 นาทีเช่นเดียวกัน วัดองศาการเคลื่อนไหวของ passive neck flexion ด้วย universal goniometer แล้วเปรียบเทียบค่าความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวนี้ก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบว่า หลังการคลายจุดที่มีแรงดึงของระบบประสาทด้วยการขยับเคลื่อนข้อต่อบนกระดูกสันหลังระดับอกชั้นที่ 6 อาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีองศาการเคลื่อนไหวของ passive neck flexion เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.13 ± 2.53 และ -1.87 ± 3.22 องศา ตามลำดับ, $p=0.015$, 95% CI -5.3 ถึง -0.65) แต่การเปลี่ยนแปลงนี้ไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก (องศาการเคลื่อนไหวเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 5 องศา) จึงควรมีการศึกษาเช่นเดียวกันนี้ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอต่อไปในอนาคต

คำรหัส: การคลายจุดที่มีแรงดึง • องศาการเคลื่อนไหว • การก้มคอแบบผู้อื่นทำให้

บทนำ

อาการปวดคอเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในบุคคลทั่วไป^{1,2} และไม่ได้มีสาเหตุเฉพาะอยู่ที่คอเท่านั้น แต่มักมีอาการปวดร้าวลงไปที่ขา หลังส่วนบนบริเวณสะบักและแขน อีกทั้งยังมีปัญหาอื่นคือ ข้อติดหรือมีการจำกัดการเคลื่อนไหวของคอร่วมด้วย^{3,4} โครงสร้างในร่างกายที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดคอ ได้แก่ กระดูก ข้อต่อ

เอ็นยึดกระดูก กล้ามเนื้อ รากประสาทระดับคอและไขสันหลังบริเวณคอ นอกจากนี้เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่หุ้มระบบประสาทเป็นโครงสร้างหนึ่งที่ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการปวดคอได้เช่นเดียวกัน⁵ โดย Cyriax ได้กล่าวไว้ในหนังสือ “Textbook of orthopaedic medicine” ค.ศ.1982 ว่าเยื่อหุ้มไขสันหลังชั้น dura mater ของไขสันหลัง

¹ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²นักศึกษาศาขากายภาพบำบัด ชั้นปีที่ 4 คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Effect of tension point releasing technique at thoracic spine on range of motion of passive neck flexion in normal subjects

Torkamol Kamolrat¹, Jutarat Pimpanit², Phatcharin Sunthornsapt², Wiangjai Punyasan²

Abstract

Tension points of the nervous system are the points along the nervous system, which likely do not glide or have minimal gliding in relation to neighboring structures. Therefore, a limitation of movement might be caused by a tension point. The aim of the present study was to assess the effect of tension point releasing technique at 6th thoracic spine (T6) by using mobilisation with grade III central posteroanterior (PA) technique on range of motion (ROM) of passive neck flexion (PNF) in normal males. Twenty-six males aged between 18-25 years were randomly assigned into two groups, control and treatment groups (n=13/group). The subjects in the treatment group were treated by thoracic mobilisation using a set of grade III central PA technique on T6 for 3 minutes. The control group received placebo mobilisation. The ROM of PNF was measured by a universal goniometer before and immediately after the application of mobilisation. After releasing a tension point by using thoracic mobilisation, the treatment group showed a significant increase in the ROM of PNF more than the control group (1.13 ± 2.53 and -1.87 ± 3.22 degrees, respectively, $p=0.015$, 95% CI -5.3 to -0.65). However, such a difference in ROM did not meet a clinical significance (difference < 5 degrees). It is concluded that thoracic mobilisation at the spinous process of T6 may have a minimal increase in the ROM of PNF in normal subjects. Further study in patients with neck pain is suggested for clinical application.

Key words: tension point releasing • range of motion • passive neck flexion

บริเวณคอสามารถทำให้เกิดความรู้สึกปวดที่บริเวณหลังส่วนบนตั้งแต่กระดูกสันหลังระดับอกชั้นที่ 6 (thoracic spine level 6; T6) ขึ้นมาถึงศีรษะได้⁶

การรักษาทางกายภาพบำบัดในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอ มีวิธีการรักษาด้วยมือที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายคือการขยับเคลื่อนข้อต่อ (mobilisation)⁷ และการดัดดึงข้อต่อ (manipulation)⁷⁻⁸ ซึ่งมีผลในการลดปวด⁹⁻¹² และช่วยเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอ^{9-10,13-14} โดยในการ

ทำ mobilisation นั้น มีรายงานกรณีศึกษาที่น่าสนใจคือ รุ่งทิพย์ พันธเมธากุล¹⁵ ได้ทำการรักษาผู้ป่วยกระดูกคอเสื่อมที่มีอาการปวดและชาลงแขน ร่วมกับการจำกัดองศาการก้มคอจำนวน 1 ราย ด้วยเทคนิคการคลายจุดที่มีแรงดึงของระบบประสาทบน T6 โดยการทำ mobilisation ด้วยเทคนิค central posteroanterior (PA) ผลการรักษาพบว่า ผู้ป่วยมีอาการปวดและชาที่แขนลดลง ร่วมกับการก้มคอเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนจากการรักษาเพียง 5 ครั้ง

¹Department of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

²The 4th year student, Faculty of Associated Medical Sciences, Khon Kaen University

จากรายงานผู้ป่วยดังกล่าวเป็นที่น่าสนใจว่า เหตุใดการ
ทำ mobilisation บน T6 จึงมีผลลดอาการปวดของผู้ป่วย
และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอได้ จากการทบทวน
วรรณกรรม พบว่ามีโครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์ที่น่า
จะมีความเกี่ยวข้องกันในส่วนกระดูกสันหลังระดับคอ
และกระดูกสันหลังระดับอก 2 โครงสร้างที่สำคัญ คือ
กลุ่มกล้ามเนื้อที่มีจุดเกาะต้นและจุดเกาะปลายระหว่าง
spinous process ของกระดูกสันหลังระดับอกและ
ระดับคอ คือ กล้ามเนื้อ splenius cervicis ซึ่งเกาะต้น
จาก spinous process ของกระดูกสันหลังระดับอกชั้นที่
4 ขึ้นไปเกาะปลายยังกระดูกสันหลังระดับคอเป็นหลัก
และมีกล้ามเนื้อที่เกาะบริเวณใกล้เคียงกันคือ กล้ามเนื้อ
semispinalis ที่บริเวณหลังส่วนบน ซึ่งมีจุดเกาะต้นจาก
spinous process ของกระดูกสันหลังระดับอกไปเกาะ
ปลายยัง spinous process ของกระดูกสันหลังระดับคอ^{16,17}
และทำหน้าที่เงยคอ (neck extension)^{16,18} ดังนั้น จึงมี
ความเป็นไปได้ว่าเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้นที่กล้ามเนื้อ
กลุ่มนี้อาจจะทำให้องศาการเคลื่อนไหวของคอลดลงได้

อีกโครงสร้างหนึ่งคือ เอ็น meningovertеbral (menin-
govertеbral ligament) ที่เกาะจากบริเวณด้านหน้าและ
ด้านข้างเยื่อไปทางด้านหลังของตัวกระดูกสันหลัง (vertebral
body) ไปยังเยื่อหุ้มไขสันหลังชั้น dura mater ซึ่งพบ
โครงสร้างนี้เฉพาะในส่วนกระดูกสันหลังระดับอกและ
ระดับเอวเท่านั้น⁶ โดยเอ็น meningovertеbral มีหน้าที่
สำคัญคือเป็นตัวรับและกระจายแรงที่กระทำต่อไขสันหลัง
และช่วยยึดไขสันหลังให้อยู่ในแกนกลางของช่องไขสันหลัง
นอกจากนี้ ยังแสดงถึงการเชื่อมโยงกันระหว่างไขสันหลัง
ในระดับกระดูกสันหลังระดับอกและระดับคอ ซึ่งเป็น
ความต่อเนื่องกันระหว่างโครงสร้างระบบประสาทในกระดูก
สันหลังระดับอกกับโครงสร้างระบบประสาทในกระดูกสันหลัง
ระดับคอ

ในภาวะปกติเมื่อมีการเคลื่อนไหวร่างกาย จะทำให้
โครงสร้างระบบประสาทมีการเปลี่ยนแปลงตัวเองตลอดเวลา
โดยเมื่อมีการเคลื่อนไหวร่างกายจะทำให้เกิดการ
เคลื่อนที่ของระบบประสาทด้วยซึ่งจะเป็นการเคลื่อนที่
ของโครงสร้างระบบประสาทสัมพันธ์กับผิวสัมผัสเชิงกล

โดยผิวสัมผัสเชิงกลหมายถึงโครงสร้างที่อยู่ติดหรือเคียงข้าง
กับโครงสร้างระบบประสาทที่สามารถเคลื่อนไหวได้โดย
อิสระต่อกัน ผิวสัมผัสเชิงกลต่อระบบประสาท เช่น
กล้ามเนื้อ หลอดเลือด เอ็นยึดกระดูก ข้อต่อ เป็นต้น
ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้ หากมีความยืดหยุ่นลดลงจะส่งผล
ให้ระบบประสาทมีความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลงได้
ทั้งนี้ Butler⁶ ได้กล่าวถึงผลการศึกษาของ Louis และ
คณะ (ค.ศ.1981) ไว้ว่า ที่กระดูกสันหลังระดับอกมี
ลักษณะโครงสร้างที่ส่งผลให้เกิดการจำกัดการเคลื่อนไหว
ของระบบประสาทได้ง่ายเพราะโพรงกระดูกสันหลัง
(spinal canal) ระดับอกจะแคบกว่าระดับคอและระดับเอว
นอกจากนี้ spinal canal ของ T6 มีลักษณะกลมและ
แคบที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่นๆ รวมถึงบริเวณ
นี้ยังเป็นจุดที่มีแรงดึงของระบบประสาท (tension point)
ร่วมด้วยคือเป็นจุดที่ระบบประสาทและเนื้อเยื่อที่อยู่รอบๆ
ระบบประสาทที่สัมพันธ์กันไม่มีการเคลื่อนไหวเลย หรือ
เป็นจุดที่มีการเคลื่อนไหวสัมพันธ์กับผิวสัมผัสเชิงกล
น้อยที่สุด นอกจากนี้ บริเวณไขสันหลังระดับอกชั้นที่ 4-9
เป็นบริเวณที่มีเลือดมาเลี้ยงน้อยที่สุด เนื่องจากพบว่า
เส้นเลือดที่มาเลี้ยงมีขนาดเล็กและมีจำนวนน้อย ทำให้
ไขสันหลังและเยื่อหุ้มบริเวณนี้มีแนวโน้มที่จะเกิดพยาธิ-
สภาพได้ง่าย¹⁹

ดังนั้น ความเป็นไปได้ว่าหาก T6 มีความตึงหรือมี
ความยืดหยุ่นลดลงอาจส่งผลให้เกิดการจำกัดการเคลื่อนไหว
ต่อระบบประสาทได้ และอาจมีผลทำให้จำกัดการเคลื่อนไหว
ในท่าก้มคอ (neck flexion) ได้ การเคลื่อนไหวในท่ายก
นอกจากต้องมีความยืดหยุ่นของข้อต่อและกล้ามเนื้อ
บริเวณด้านหลังของคอเพียงพอแล้ว ความสามารถในการ
เคลื่อนไหวของระบบประสาทในส่วนท่อนบนของ
ร่างกาย (upper quadrants) ก็ควรมีความยืดหยุ่นเพียง
พอร่วมด้วย⁶ จึงจะทำให้การก้มคอเกิดได้ปกติและเต็มช่วง
องศาการเคลื่อนไหว

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งหมดทำให้คณะผู้วิจัย
มีความสนใจทำการศึกษาครั้งนี้ขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์
เพื่อศึกษาผลของการคลาย tension point ด้วยการ
mobilisation บน T6 ต่อองศาการเคลื่อนไหวของการ

ก้มคอแบบผู้อื่นทำให้ (passive neck flexion; PNF) ในคนปกติ โดยใช้เทคนิค central posteroanterior (PA) เกรด III²⁰ นาน 3 นาที²¹ เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ต่อไป โดยเกรด III⁻ มีนิยามว่า “เป็นการเคลื่อนไหวที่เป็น large amplitude เป็นจังหวะค่อนข้างเร็ว และแตะแรงต้านเข้าไปประมาณร้อยละ 25 ของแรงต้านทั้งหมด (large amplitude, quick, touch resistance 25%)”²²

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น เพศชาย อายุระหว่าง 18-25 ปี จำนวน 26 คน (อายุเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 20.96 ± 1.28 ปี) ที่ไม่เคยมีประวัติเป็นโรคของกระดูกสันหลัง ได้แก่ วัณโรคกระดูกสันหลัง อาการหลังแข็ง หลังคด กระดูกสันหลังเสื่อม และกระดูกสันหลังเลื่อนมาด้านหน้า ไม่เคยมีอาการปวดคอและหลังในระยะเวลา 6 เดือน ก่อนการทดลอง ไม่เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณกระดูกสันหลัง และไม่มีอาการไขว้หัวในวินาทีทำการทดลอง อาสาสมัครถูกสุ่มด้วยการจับสลากออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 13 คน

โครงการวิจัยนี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แล้ว และอาสาสมัครทุกคนต้องลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการวิจัยก่อนเริ่มการศึกษา

วิธีการศึกษา

ก่อนเริ่มการศึกษาผู้วิจัยได้แนะนำวัตถุประสงค์ของการทดลอง วิธีการปฏิบัติตัวของอาสาสมัครในขณะทำการทดลอง อธิบายถึงท่าทาง และความรู้สึกของอาสาสมัครในขณะทำการทดลอง พร้อมกับให้อาสาสมัครจับสลากเพื่อสุ่มเลือกตั้งหูช้างที่จะใช้เป็นจุดอ้างอิงแล้วติดเทปกาวยึดบริเวณตั้งหูของช้างที่สุ่มได้ และบริเวณปลายจมูกเพื่อใช้เป็นจุดอ้างอิงในการวัดองศาการก้มคอ²³

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ควบคุมความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้วัด โดยแบ่งหน้าที่ของผู้วิจัยกันอย่างชัดเจน

กล่าวคือ ผู้วิจัยคนหนึ่งทำหน้าที่จับสลากเพื่อสุ่มว่าอาสาสมัครจะได้อยู่ในกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ ยังมีหน้าที่จัดทำทางของอาสาสมัครหา spinous process ของ T6 และเป็นผู้ทำ mobilisation บน T6 ด้วยเทคนิค central PA โดยก่อนเริ่มการศึกษา ผู้วิจัยคนนี้ได้ทดสอบความแม่นยำในการหา spinous process ของ T6 เปรียบเทียบกับผู้เชี่ยวชาญและได้ความแม่นยำเท่ากับร้อยละ 100 รวมทั้งได้ฝึกการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังระดับอก และฝึกการลงเกรดการทำ mobilisation นี้กับเครื่องชั่งน้ำหนัก เพื่อหาความถูกต้องในการทำเทคนิคดังกล่าว และพบว่าได้ความแม่นยำในการทำ mobilisation ด้วยเทคนิค central PA เกรด III⁻ เท่ากับร้อยละ 97.22

ส่วนผู้วิจัยอีก 2 คน ซึ่งจะไม่ทราบว่าเป็นอาสาสมัครอยู่ในกลุ่มควบคุมหรือกลุ่มทดลอง มีหน้าที่ดังต่อไปนี้ ผู้วิจัยคนที่ 1 ทำหน้าที่จับเวลาในการทดลองรวมทั้งเป็นผู้ทำ PNF ให้แก่อสาสมัคร ส่วนผู้วิจัยคนที่ 2 เป็นผู้วัดและบันทึกค่าองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลอง โดยก่อนเริ่มการศึกษา ผู้วิจัยคนที่ 2 นี้ได้ฝึกฝนการวัดองศาการก้มคอด้วย universal goniometer (UG) กับผู้เชี่ยวชาญ และได้หาค่าความน่าเชื่อถือในการวัดองศาการเคลื่อนไหวในอาสาสมัครจำนวน 10 คน ผลพบว่ามีค่าความน่าเชื่อถือในการวัดดีมาก (Intraclass Correlation Coefficients; ICCs เท่ากับ 0.90)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ควบคุมความผิดพลาดอันอาจเกิดขึ้นได้จากปัจจัยอื่นๆ อีก ได้แก่ สถานที่ทำการศึกษาคือห้องที่เงียบปราศจากเสียงรบกวนและเป็นที่เดียวกันทุกครั้ง ผู้เข้าร่วมการศึกษาคือเพศชายที่มีอายุอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน และผู้ทำการวิจัยในแต่ละหน้าที่เป็นคนเดียวกันตลอดการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษา

ก่อนเริ่มการทดลอง ผู้วิจัยวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ในอาสาสมัครทุกคน โดยวัดซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง ในแต่ละครั้งให้อสาสมัครพักเป็นเวลา 1 นาที วิธีการวัดทำให้อสาสมัครอยู่ในท่านอนหงาย และใช้ผ้ารัด

หน้าอกอาสาสมัครให้ติดกับเตียงสำหรับการทำ mobilisation (รูปที่ 1) โดยมีผู้วิจัยคนหนึ่งพยุงศีรษะของอาสาสมัครไว้ แล้วเริ่มวัดองศาการเคลื่อนไหวโดยผู้วิจัยยกศีรษะของอาสาสมัครเพื่อทำ PNF จนกระทั่งอาสาสมัครรู้สึกเริ่มตึงบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ได้แก่ ต้นคอด้านหลัง ส่วนบน ส่วนล่าง บ่าไหล่ทั้ง 2 ข้าง ขอบด้านในของกระดูกสะบัก หรือบริเวณกระดูกสันหลังระดับอก จากนั้นผู้วิจัย



รูปที่ 1 ท่าทางของอาสาสมัครขณะเริ่มต้นทำการวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF

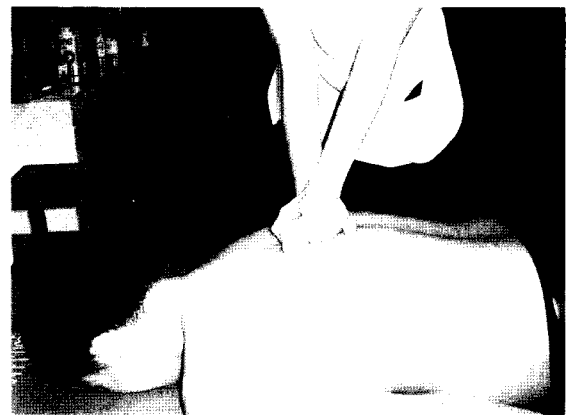
อีกคนหนึ่ง วัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF โดยใช้ UG (รูปที่ 2) พร้อมทั้งบันทึกองศาการเคลื่อนไหวและบริเวณที่อาสาสมัครแจ้งว่าเริ่มรู้สึกตึง เพื่อใช้อ้างอิงในการวัดซ้ำในครั้งต่อไป ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความรู้สึกเริ่มตึงที่บริเวณเดิมทุกครั้งในอาสาสมัครแต่ละราย เมื่อวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนการทดลองจนครบ 3 ครั้งแล้ว ผู้วิจัยทั้งสองออกจากห้องทดลอง



รูปที่ 2 การวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF

จากนั้นผู้วิจัยคนที่ 3 ทำการจับสลายอาสาสมัครว่าได้เข้าร่วมการศึกษาในกลุ่มทดลองหรือกลุ่มควบคุมแล้ว ดำเนินการทดลองแยกตามกลุ่ม โดยอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่มจะอยู่ในท่าทางเดียวกันตลอดการศึกษาต่างกันเพียงในกลุ่มทดลองได้รับการคลาย tension point โดยการทำ mobilisation บน T6 ด้วยเทคนิค central PA เกรด III นาน 3 นาที (รูปที่ 3) ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการทำ mobilisation แบบหลอกโดยผู้วิจัยวางมือนิ่งๆ บน T6 โดยไม่ลงน้ำหนักเลยนาน 3 นาที

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผู้วิจัย 2 คนแรกกลับเข้ามาในห้องทดลอง เพื่อวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF หลังการทดลอง ด้วยวิธีการเดียวกับการวัดในช่วงก่อนการทดลอง ทั้งนี้ค่าองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลองในอาสาสมัครแต่ละราย ได้จากค่าเฉลี่ยจากการวัดซ้ำ 3 ครั้ง



รูปที่ 3 การคลาย tension point โดยการทำ mobilisation บน T6 ด้วยเทคนิค central PA

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของ PNF ที่วัดได้ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้สถิติ Independent t-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญทางสถิติ (α) น้อยกว่า 0.05 วิเคราะห์โดยโปรแกรม SPSS for windows version 10.0 และองศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอที่เปลี่ยนแปลงต้องมากกว่า 5 องศา จึงจะถือว่าการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางคลินิก²⁴

ผลการศึกษา

อาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 41.72 ± 8.29 และ 42.85 ± 7.98 องศา ตามลำดับ นั่นคือหลังการทดลองค่า

องศาการเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น 1.13 ± 2.53 องศา ส่วนอาสาสมัครในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลองเท่ากับ 39.67 ± 8.39 และ 37.80 ± 9.13 องศา ตามลำดับ นั่นคือหลังการทดลองค่าองศาการเคลื่อนไหวมีการเปลี่ยนแปลงลดลง -1.87 ± 3.22 องศา โดยค่าองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนการทดลองในอาสาสมัครทั้ง 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.537$, 95% CI -8.8 ถึง 4.7 องศา) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.015$) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของ PNF ก่อนและหลังการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ($n=13$ คน/กลุ่ม)

กลุ่ม	ค่าเฉลี่ยความแตกต่างขององศาการเคลื่อนไหวของ PNF (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ร้อยละ 95 ของช่วงเชื่อมั่น		ระดับนัยสำคัญ
		lower	upper	
ทดลอง	1.13 (2.53)	-5.35	-0.64	0.015
ควบคุม	-1.87 (3.22)			

สำหรับบริเวณที่อาสาสมัครเริ่มรู้สึกตึงในขณะวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF พบว่าอาสาสมัครรายงานบริเวณที่เริ่มรู้สึกตึงแตกต่างกันไป (ตารางที่ 2) โดยอาสาสมัครส่วนใหญ่เริ่มรู้สึกตึงที่บริเวณด้านหลังของต้นคอมากที่สุด อย่างไรก็ตาม พบว่ามีอาสาสมัครจำนวน 5 ราย (กลุ่ม

ทดลอง 3 ราย และกลุ่มควบคุม 2 ราย) ที่ไม่มีอาการตึงที่ใดเลย ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยได้ถือเอาจุดสุดท้ายของช่วงการเคลื่อนไหวเป็นจุดสุดท้ายที่ทำการบันทึกองศาการเคลื่อนไหว

ตารางที่ 2 บริเวณที่อาสาสมัครรู้สึกเริ่มตึงในขณะวัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF

บริเวณที่รู้สึกเริ่มตึง	จำนวนอาสาสมัคร	
	กลุ่มทดลอง (คน)	กลุ่มควบคุม (คน)
ต้นคอด้านหลังส่วนบน (upper part of dorsal neck)	3	4
ต้นคอด้านหลังส่วนล่าง (lower part of dorsal neck)	4	3
ขอบด้านในกระดูกสะบัก (medial border of scapula)	2	3
กระดูกสันหลังระดับอกส่วนบน (upper thoracic spine; T1-T6)	-	1
กระดูกสันหลังระดับอก (lower thoracic spine; T7-T12)	1	-
ไม่รู้สึกตึง (no tension)	3	2
รวม	13	13

สรุปและวิจารณ์ผลการศึกษา

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าหลังการคลาย tension point บน T6 ด้วยเทคนิค mobilisation พบว่าอาสาสมัครในกลุ่มทดลองมีองศาการเคลื่อนไหวของ PNF เพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การเพิ่มขึ้นนี้ไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก นอกจากนี้ ในขณะตรวจองศาการเคลื่อนไหวของ PNF อาสาสมัครส่วนใหญ่เริ่มรู้สึกตึงที่บริเวณด้านหลังของต้นคอส่วนบนและส่วนล่าง

เครื่องมือวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอมีหลายชนิด เช่น electrogoniometer²⁵, computer 3D²⁵, electromagnetic tracking system²⁶ เป็นต้น แต่ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ UG โดยอ้างอิงจากผลการศึกษาของ Youdas และคณะ²⁷ ในการวัด active range of motion (AROM) ของคอ โดยใช้ cervical range of motion (CROM), UG และ visual estimation (VE) เป็น

เครื่องมือในการวัด ทำการศึกษาในผู้ป่วยอายุ 21-84 ปี จำนวน 60 คน ที่มีความผิดปกติของกระดูกสันหลังระดับคอ โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน และวัดในท่าก้มคอ เงยคอ เอียงข้าง และหมุนคอ ผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้ CROM หรือ UG เป็นเครื่องมือในการวัดโดยผู้วัดคนเดียวได้ค่า ICCs มากกว่า 0.80 แต่เมื่อใช้ผู้วัดหลายคนในผู้ป่วยคนเดิม พบว่าการวัด AROM โดยใช้ CROM วัดมีค่า ICCs มากกว่า 0.80 ในขณะที่เมื่อใช้ UG และ VE วัด ค่า ICCs มีค่าน้อยกว่า 0.80 แต่ในการศึกษาครั้งนี้ไม่เลือกใช้ CROM เนื่องจากมีราคาแพงและต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ จึงเลือกใช้ UG เพราะเป็นเครื่องมือที่มีราคาถูก หาได้ง่าย มีการใช้อย่างแพร่หลายทางคลินิก ยิ่งไปกว่านั้นการวัดองศาการเคลื่อนไหวของคอด้วย UG ยังมีค่าความน่าเชื่อถือสูงเมื่อวัดโดยผู้วัดคนเดิม

การศึกษานี้ใช้ตัวชี้วัดคือ องศาการเคลื่อนไหวของ PNF ซึ่งปัจจัยแรกที่มีผลต่อองศาการเคลื่อนไหวของ

PNF คือความรู้สึกเริ่มตึงของอสาสมัคร ซึ่งเป็นการยากที่จะบอกความรู้สึกได้เท่ากันทั้งก่อนและหลังการทดลอง ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกบันทึกความรู้สึกเริ่มตึงของอสาสมัครให้ตรงกันทั้งก่อนและหลังการทดลองโดยการวัดองศาการเคลื่อนไหวทั้งก่อนและหลังการทดลองจะทำซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดซ้ำสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากนี้ อาจมีข้อสงสัยว่าการยกศีรษะที่ทำซ้ำ 3 ครั้ง ทั้งก่อนและหลังการทดลองนั้น จะมีผลเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรอบข้อต่อจนทำให้องศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอเพิ่มขึ้นได้หรือไม่นั้น อาจเป็นไปได้ว่าการที่จะเพิ่มความยืดหยุ่นได้ต้องยืดค้างไว้ในช่วงสุดท้ายของการเคลื่อนไหวประมาณ 15-30 วินาที²⁸ แต่ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า เมื่อยกศีรษะอสาสมัครไปถึงจุดที่เริ่มรู้สึกตึงแล้ววัดองศาการเคลื่อนไหวของ PNF จนเสร็จสิ้นนั้นใช้เวลาเพียง 2-4 วินาที²⁹ ซึ่งไม่น่ามีผลเพิ่มความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อรอบข้อได้

ปัจจัยต่อมาที่มีผลต่อองศาการเคลื่อนไหวของ PNF คือแรงในการยกศีรษะของอสาสมัครของผู้วิจัยอาจมีความไม่สม่ำเสมอหรือไม่เท่ากันในการยกแต่ละครั้ง เนื่องจากการเป็นกรออกแรงโดยมนุษย์ แต่ผู้วิจัยได้พยายามออกแรงในการยกศีรษะให้เท่ากันตลอดการเคลื่อนไหว ในอสาสมัครคนเดียวกันทุกครั้ง และในการศึกษาครั้งนี้ยังคงใช้แรงจากผู้วิจัยในการยกศีรษะของอสาสมัคร เนื่องจากต้องการให้เหมือนเทคนิคการทำ PNF ที่ใช้ในทางคลินิก อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมแรงและจังหวะของการทำ PNF ให้เท่ากันได้ตลอดช่วงการเคลื่อนไหวต่อไป

ปัจจัยสุดท้ายที่มีผลต่อองศาการเคลื่อนไหวของ PNF คือแรงและระยะเวลาในการทำ mobilisation ด้วยเทคนิค central PA เกรด III⁻ อาจยังไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขององศาการเคลื่อนไหวของ PNF ได้ อย่างชัดเจน แต่ในการศึกษาครั้งนี้เลือกใช้เทคนิค central PA เกรด III⁻ เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมา²⁰ ได้ใช้เทคนิคนี้ในการทำ mobilisation บน T6 เพื่อศึกษาผลของเทคนิคนี้ต่ออุณหภูมิผิวหนังในแขนของคนปกติ ผลพบว่าหลังการทดลอง 5 นาที อุณหภูมิผิวหนังในกลุ่ม

ทดลองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.026$) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกเทคนิค central PA เกรด III⁻ มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ในส่วนของเวลาในการทำเทคนิคได้อ้างอิงจากการศึกษาของ McCollam และ Benson²¹ พบว่าการทำ mobilisation ที่กระดูกสันหลังระดับเอวชั้นที่ 3-5 เป็นเวลา 3 นาที ทำให้ค่าองศาการเคลื่อนไหว ของการแอ่นหลัง (lumbar extension) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น จึงมีความเป็นไปได้ว่าการทำ mobilisation บน T6 เป็นเวลานาน 3 นาที น่าจะสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังได้

อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในการทำ mobilisation ด้วยเทคนิค central PA เกรด III⁻ บน T6 ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแขนของคนปกติได้ เกรดการทำ mobilisation ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อาจยังไม่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ในคนปกติได้อย่างชัดเจนทางคลินิก ดังนั้น การศึกษาในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับเกรดที่ใช้ทำ mobilisation แต่ละเกรด รวมถึงระยะเวลาในการทำ mobilisation ต่อองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้แตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา คือ เป็นการทำ mobilisation บน T6 แต่วัดองศาการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังระดับคอแทน ซึ่งเป็นการวัดความยืดหยุ่น ของระบบประสาททางอ้อม ดังนั้น ผลการศึกษาในครั้งนี้ น่าจะใช้เป็นผลการศึกษานำร่องในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในอนาคตได้

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำ mobilisation และ manipulation ในบริเวณกระดูกสันหลังระดับคอที่มีผลต่อองศาการเคลื่อนไหวของคออยู่หลายการศึกษา ได้แก่ Cassidy และคณะ⁹ ศึกษาผลของการทำ mobilisation เปรียบเทียบกับการทำ manipulation ต่อองศาการเคลื่อนไหวของคอและการลดปวดในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอ พบว่าวิธีการทั้งสองมีผลเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอได้เท่าๆ กัน แต่ในส่วนการลดปวดนั้นพบว่าการทำ manipulation มีผลลดปวดได้ดีกว่าซึ่งสอดคล้องกับรายงานกรณีศึกษาผู้ป่วย

1 รายของ Cowell และ Phillips¹⁴ ที่ศึกษาถึงประสิทธิภาพของการทำ manipulation ในผู้ป่วย neurogenic cervicobrachial pain syndrome ที่มีพยาธิสภาพที่กระดูกสันหลังระดับคอชั้นที่ 5-6 และมีอาการ upper quadrant neural tissue mechanosensitivity อย่างชัดเจน พบว่าความผิดปกติด้านการเคลื่อนไหวของคอลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยขององศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอเพิ่มขึ้นทันทีหลังการรักษา 12 องศา (วัดโดย CROM) รวมถึงเพิ่มองศาของการกางข้อไหล่และลดอาการปวดได้ภายหลังจากการทำ manipulation นอกจากนี้ Schoensee และคณะ¹² ได้ศึกษาถึงผลของการทำ mobilisation ที่กระดูกสันหลังระดับคอชั้นที่ 1-3 และข้อฟาเสท (facet joint) ที่ระดับ occiput-C1 และ C2-C3 ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดศีรษะ พบว่าการทำ mobilisation มีผลลดความถี่ ระยะเวลา และระดับความรุนแรงของอาการปวดศีรษะให้น้อยลงได้ รายงานการวิจัยส่วนใหญ่ที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังระดับคอมีผลลดปวด และเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของคอได้ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้พบว่า การทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังระดับอกก็มีผลเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน แม้ว่าจะไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก ทั้งนี้ อาจเกิดจากการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาในอาสาสมัครซึ่งเป็นคนปกติ และทำ mobilisation บน T6 ซึ่งเป็น tension point โดยในคนปกติพบว่าอาจมีแรงดึงของระบบประสาทที่บริเวณนี้อยู่แล้ว ดังนั้น การทำ mobilisation ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่เป็นจังหวะสม่ำเสมอ ทำให้มีผลเพิ่มความยืดหยุ่นของกระดูกสันหลังระดับอก และน่าจะมีผลไปลดแรงดึงต่อเอ็น meningovertebral จึงทำให้องศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอเพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการศึกษาในคนปกติ จึงมีความเป็นไปได้ว่าการทำ mobilisation ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวในช่วงที่แคบ ส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงนี้ให้ผลไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก การศึกษาต่อไปในอนาคตควรทำการศึกษาในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอและจำกัดการเคลื่อนไหวของการก้มคอร่วมด้วย ซึ่งอาจให้ผลในการ

เปลี่ยนแปลงองศาการเคลื่อนไหวของการก้มคอในช่วงกว้างขึ้นได้

นอกจากนี้ ยังพบรายงานการศึกษาถึงผลของการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังระดับคอต่อความยืดหยุ่นของเส้นประสาทในแขนร่วมด้วย โดย Coppieters และคณะ¹⁰ ศึกษาผลของการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังระดับคอด้วยเทคนิค lateral gliding ในผู้ป่วยที่มีอาการปวดคอเรื้อรังลงแขนและมีการจำกัดองศาการเคลื่อนไหวของการเหยียดข้อศอกร่วมด้วย พบว่าหลังจากทำ mobilisation เสร็จทันที ผู้ป่วยสามารถเหยียดข้อศอกได้เพิ่มขึ้นจากก่อนรักษา 137.3 องศา เป็น 156.7 องศา ร่วมกับมีอาการปวดลดลง และบริเวณที่ปวดแคบลง จากรายงานการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเริ่มมีคณะผู้วิจัยให้ความสนใจถึงผลของการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังต่อความยืดหยุ่นของระบบประสาทมากขึ้น การศึกษาครั้งนี้จึงน่าจะสามารถใช้เป็นการเรียนรู้นำร่องในการศึกษาถึงผลของการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังด้วยเทคนิค central PA ต่อความยืดหยุ่นของระบบประสาท โดยมีผลลดแรงดึงของระบบประสาทที่บริเวณ T6 และมีผลเพิ่มองศาการเคลื่อนไหวของ PNF ได้อย่างไรก็ตาม การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้ในอนาคตจำเป็นต้องมีการควบคุมปัจจัยที่อาจจะก่อให้เกิดความผิดพลาดได้ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการอธิบายผลของการทำ mobilisation บนกระดูกสันหลังต่อการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของระบบประสาทต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. Daffner SD, Vaccaro AR. Managing disorders of the cervicothoracic junction. *Am J Orthop* 2002;31:323-7.
2. Olson SL, O'Connor DP, Birmingham G, Broman P, Herrera L. Tender point sensitivity range of motion and perceived disability in subject with neck pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2000;30:13-20.

3. Dall'alba PT, Sterling MM, Treleaven JM, Edwards SL, Jull GA. Cervical range of motion discriminates between asymptomatic persons and those with whiplash. *Spine* 2001;26:2063-4.
4. Rix GD, Bagust J. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with chronic nontraumatic cervical spine pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82:911-9.
5. Bogduk N. Innervation and pain patterns of the cervical spine. In: Grant R, ed. *Physical therapy of the cervical and thoracic spine*. 3rd ed. St. Louis: Churchill Livingstone, 2002: 61-72.
6. Butler DS. Mobilisation of the nervous system. Melbourne: Churchill Livingstone, 1991:3-33, 41-53, 75-86.
7. Gross AR, Kay TM, Kennedy C, Gasner D, Hurley L, Yardley K, et al. Clinical practice guideline on the use of manipulation or mobilisation in the treatment of adults with mechanical neck disorder. *Man Ther* 2002;7:193-205.
8. Herzog W, Conway PJ, Zhang YT, Gal J, Guimaraes ACS. Reflex response associated with manipulative treatments on the thoracic spine: a pilot study. *J Manipulative Physiol Ther* 1995;18:233-6.
9. Cassidy JD, Lopes AA, Yong-hing K. The immediate effect of manipulation versus mobilisation on pain and range of motion in the cervical spine: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 1992;15: 570-5.
10. Coppieters MW, Stappaerts KH, Wouters LL, Janssens K. The immediate effects of a cervical lateral glide treatment technique in patients with neurogenic cervicobrachial pain. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:369-78. (Abstract).
11. Jordan A, Bendix T, Nielsen H, Hansen FR, Host D, Winkel A. Intensive training, physiotherapy, or manipulation for patients with chronic neck pain: a prospective, single-blinded, randomized clinical trial. *Spine* 1998;23:311-8.
12. Schoensee SK, Jensen G, Nicholson G, Gossman M, Katholi C. The effect of mobilisation on the cervical headaches. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21:184-96.
13. Hearn A, Rivett DA. Cervical SNAGs: a biomechanical analysis. *Man Ther* 2002;7: 71-9.
14. Cowell IM, Phillips DR. Effectiveness of manipulative physiotherapy for the treatment of a neurogenic cervicobrachial pain syndrome: a single case study-experimental design. *Man Ther* 2002;7:31-8.
15. รุ่งทิพย์ พันธุ์เมธากุล. Tension point และ nerve mobilisation ในผู้ป่วย cervical spondylosis ที่มีภาวะกดทับของรากประสาท (รายงานผู้ป่วย 1 ราย). *วารสารกายภาพบำบัด* 2543;2:91-101.
16. Clemente CD. *Clemente anatomy*. 4th ed. Philadelphia: A Waverly Company, 1997: 407-13.
17. Maigne JY. Cervicothoracic and dorsal thoracic pain; a review of the main anatomic pain syndromes. www.sofmmoo.com [serial online]. 2005 November 2. [cited 2006 Feb 11]. Available from: URL:<http://nicholnl.wcp.muohio.edu/DingosBreakfastClub/BioMech/>

- PDFDocuments/LevatorScapulae Syndrome.pdf
18. Bridwell K. Muscles of the spine. Spineuniverse.com [serial online]. 2003 February 27. [cited 2003 Oct 10]. Available from: URL:<http://www.spineuniverse.com/displayarticle.php/article1272.html>.
 19. Dommise GF. The blood supply of the spinal cord. J Bone Joint Surg 1974;56B:225-35.
 20. จันทา ลีทอง, มุจรินทร์ ประภาลัย, วัลภา ไตรทิพย์. ผลของการเคลื่อนไหวข้อแบบผู้อื่นทำให้บนกระดูกสันหลังระดับอกต่ออุณหภูมิผิวหนังในแขนของคนปกติ. [ภาคินพนธ์]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2544.
 21. McCollam RL, Benson CJ. Effect of posteroanterior mobilisation on lumbar extension and flexion. J Orthop Sports Phys Ther 1993;1:134-41.
 22. รุ่งทิพย์ พันธุมธากุล. เกรดที่ใช้ในการทำ manipulative therapy. ใน: ทวีศักดิ์ จรรยาเจริญ, ลักขณา มาทอ. บรรณาธิการ. การรักษาผู้ป่วยปวดหลังเนื่องจากภาวะหมอนรองกระดูกสันหลังยื่นหรือปลิ้น. ขอนแก่น: ภาควิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545:47.
 23. Reese NB, Bandy WD. Joint range of motion and muscle length testing. Philadelphia: WB Saunders, 2002:209-27.
 24. Abbott JH. Mobilisation with movement applied to the elbow affects shoulder range of motion is subject with lateral epicondylagia. Man Ther 2001;6:170-7.
 25. Charles A, Geoffrey K, Jasper C, Anne M, Alan B, Jiri D. A reassessment of normal cervical range of motion. Spine 2003;28:1249-57.
 26. Koerhuis CL, Winters JC, Vander Helm FCT, Hof AL. Neck mobility measurement by means of the flock of birds electromagnetic tracking system. Clin Biomech 2003;18:14-8.
 27. Youdas JW, Careg JR, Garrett TR. Reliability of measurements of cervical spine range: comparison of three methods. Phys Ther 1991;71:98-115.
 28. Shrier I, Gossal K. Myths and truths of stretching. The physician and sport medicine. [serial online]. 2004 October 10. [cited 2006 Jan 24]. Available from: URL:http://www.physsportsmed.com/issues/2000/08_00/shrier.htm
 29. วณิดา ดรปัญญา, สุพรรณิการ์ ลดาวัลย์, สุพัตรา ปราสาททอง. ผลการเคลื่อนไหวข้อแบบผู้อื่นทำให้บนกระดูกสันหลังระดับเอวขึ้นที่ 4 ต่อระยะการเคลื่อนไหวของ Straight Leg Raising test ในคนปกติ. [ภาคินพนธ์]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2546.