

การวัดค่าความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในประชากรไทยปกติ ที่มีอายุ 20-69 ปีโดยใช้ flexible ruler

รุ่งกิพย์ พันธุมธากุล^{1*}, ปวีณา ศิริบุญตระกูล², วิชัย เปรมชัยสวัสดิ์³, มณฑิยา พันธุมธากุล⁴,
ยุพา การวณิช⁵

Received: November 25, 2012

Revised & Accepted: April 23, 2012

บทคัดย่อ

ปัญหาปวดหลังระดับเอวเป็นพบได้มากในวัยทำงาน สาเหตุอาจมาจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว โดยทั่วไปแล้วผู้เชี่ยวชาญและนักกายภาพบำบัดจะใช้วิธีการตรวจวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมาตรวจประเมินผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลัง อย่างไรก็ตามในปัจจุบันค่าความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในแต่ละกลุ่มอายุยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย วัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อศึกษาค่ามุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในคนปกติ โดยใช้ flexible ruler และหาความแตกต่างของค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศและระหว่างกลุ่มอายุ โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วงอายุ 20-69 ปี จำนวน 300 คน ที่ไม่มีอาการปวดหลังในระยะ 6 เดือนก่อนทำการการศึกษา ประชากรทั้ง 300 คนจะถูกแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มอายุๆ ละ 60 คน นักกายภาพบำบัดทำการวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวโดยใช้ flexible ruler ทั้งหมดสามครั้งแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของมุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว ผลการศึกษาพบว่า ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี เท่ากับ 42.30 ± 3.89 องศา กลุ่มอายุ 30-39 ปี เท่ากับ 46.60 ± 3.60 องศา กลุ่มอายุ 40-49 ปี เท่ากับ 49.32 ± 2.94 องศา กลุ่มอายุ 50-59 ปี เท่ากับ 49.31 ± 4.59 องศา และกลุ่มอายุ 60-69 ปี เท่ากับ 48.65 ± 4.45 องศา และในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี มีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวน้อยกว่ากลุ่มอายุอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่าเพศหญิงในกลุ่มอายุ 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี มีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลการศึกษาแสดงว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มตัวอย่างคนไทยปกติ มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุและในแต่ละเพศ ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ผู้เชี่ยวชาญอาจนำมาใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการตรวจประเมินความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวได้

คำสำคัญ: ความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอว, Flexible ruler

¹กลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²สายวิชากายภาพบำบัด คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

³ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁴ภาควิชาจุลทรรศน์คลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

⁵ภาควิชาสถิติและประชากรศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

* ผู้รับผิดชอบบทความ

The measurement of lumbar spinal curvature in normal Thai population aged 20-69 years using flexible ruler

Rungthip Puntumetakul^{1*}, Paweena Hiruntrakul², Wichai Premchaisawat³,
Montein Puntumetakul⁴, Yupa Thavornpitak⁵

Abstract

Low back pain is one of the most common problems that could be found in a working age group. One of the causes of low back pain is increase or decrease of lumbar spinal curvature. Most clinicians and physical therapists always assess lumbar spinal curvature as a part of physical examination in back pain patients, however, to date, information on the normal lumbar spinal curvature in each aged group is limited. The purposes of this study were to measure lumbar spinal curvatures in a normal population and compare them among genders and different age groups. Three hundred subjects, aged between 20-69 years, who had no history of low back pain and/or adjacent joint were included in this study. They were stratified into five age groups and sixty subjects in each group. The lumbar spinal curvature of each subject was measured by a physical therapist using a flexible ruler for three consecutive times. The mean value of the three measurements in each subject was used for analysis. The study demonstrated that the mean and standard deviation of the lumbar spinal curvature, in 20-29 years was 51.68 ± 6.94 degrees, in 30-39 years was 59.67 ± 7.02 degrees, in 40-49 years was 63.66 ± 7.62 degrees, in 50-59 years was 65.75 ± 10.85 degrees and in 60-69 years was 64.19 ± 9.69 degrees. This study also found that the lumbar spinal curvature in the age group of 20-29 was significantly smaller than the other groups ($P < 0.01$). The result also showed that female subjects had the lumbar spinal curvature significantly greater than male subjects in 40-49, 50-59 and 60-69 age groups ($P < 0.01$). These results indicated that, the lumbar spinal curvature was different among aged groups and genders. Clinicians may considerably use these data on lumbar spinal curvatures for assessing low back pain patients.

Keywords: Normal value, Lumbar spinal curvature, Flexible ruler

¹Back, Neck and Other Joint Pain Research Group, School of Physical Therapy

²School of Physical Therapy, Faculty of Associated Medical Sciences,

³Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,

⁴Department of Clinical Microscopy, Faculty of Associated Medical Sciences,

⁵Department of Biostatistics and Demography, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

*Corresponding author: (e-mail: rungthip45@yahoo.com)

บทนำ

ปัญหาปวดหลังระดับเอวเป็นปัญหาที่พบได้มากในกลุ่มประชากรวัยทำงาน มีผู้รายงานว่าประมาณร้อยละ 80 ของประชากรวัยทำงานมักจะเคยมีอาการปวดหลังระดับเอวอย่างน้อยหนึ่งครั้งในบางช่วงของชีวิต⁽¹⁾ บางครั้งอาการปวดหลังระดับเอวอาจเกิดขึ้นชั่วคราวและหายได้เองในเวลาอันสั้น แต่มีผู้ป่วยเป็นจำนวนมากที่ต้องทุกข์ทรมานกับอาการปวดหลังระดับเอวที่รุนแรงจนกระทั่งกลายเป็นอาการปวดหลังอย่างเรื้อรัง จนมีผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตและต้องหยุดงานทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเป็นอย่างยิ่ง จึงควรมีการศึกษาอย่างจริงจังถึงปัจจัยต่างๆ ที่เป็นสาเหตุของการปวดหลังระดับเอวเพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่อไป

แพทย์และนักกายภาพบำบัดมักให้ความสำคัญในการตรวจประเมินความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวของผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระดับเอว⁽²⁻²¹⁾ William กล่าวไว้ว่าผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระดับเอวน่าจะมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของ lumbar lordotic curve มากกว่าปกติ⁽²²⁾ ในขณะที่ McKenzie มีความคิดเห็นว่าผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระดับเอวมักมีการลดลงของ lumbar lordotic curve⁽²³⁾ ข้อคิดเห็นที่แตกต่างกันนี้แสดงให้เห็นว่าผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังระดับเอวนั้น อาจมีสาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวได้ เนื่องจากความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวถูกสร้างขึ้นมาเพื่อให้สามารถรับน้ำหนักของร่างกายของแต่ละคนได้พอดี หากมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว ก็ย่อมส่งผลให้มีแรงกระทำต่อโครงสร้างบริเวณกระดูกสันหลังระดับเอวมากขึ้น เกิดการกดทับหรือการเบียดเสียดต่อโครงสร้างบริเวณกระดูกสันหลังระดับเอวซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาการปวดหลังได้ ดังนั้นการตรวจวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในคนปกตินั้น ค่าที่ได้น่าจะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ร่วมในการพิจารณาเพื่อหาสาเหตุของอาการปวดหลังระดับเอวได้⁽²⁴⁾

วิธีการวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว (lumbar lordosis measurement) มี 2 เทคนิคด้วยกัน คือ invasive technique และ noninvasive technique วิธี invasive technique คือ ใช้การถ่ายภาพทางรังสี ซึ่งมีข้อเสียคือมีความเสี่ยงต่อการได้รับรังสี มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง และไม่เหมาะสมต่อการตรวจประเมินในอาสาสมัครที่มีจำนวนมากสำหรับวิธี noninvasive technique คือวิธีการวัดความโค้งของกระดูกสันหลังที่ไม่เสี่ยงต่อการได้รับรังสีหรือการสอดใส่

อุปกรณ์ผ่านผิวหนัง มีอยู่ด้วยกันหลายวิธี เช่น flexible ruler⁽¹⁰⁻¹⁴⁾ spinal mouse^(15,16) inclinometer^(17,18) index method⁽¹⁹⁾ kyphometer⁽²⁰⁾ และ เทคนิค AutoCAD Software⁽²¹⁾ ผลการศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมา รายงานว่า flexible ruler มีค่าความแม่นยำและความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง^(10,12-15,18,20) และยังเป็นวิธีที่ง่าย ประหยัด และปลอดภัยซึ่งทางคลินิกได้นำ flexible ruler มาใช้วัดความโค้งของกระดูกสันหลังเพื่อประเมินภาวะของ lumbar lordotic กันอย่างแพร่หลาย⁽¹⁰⁻¹⁴⁾

จากการทบทวนวรรณกรรมที่ผ่านมา พบว่าการศึกษเกี่ยวกับความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในประเทศไทยอยู่บ้าง^(3, 25-27) โดยในการศึกษาของรุ่งทิพย์ และคณะ^(26,27) ที่ได้ทำการศึกษาค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-30 ปี เพศหญิง จำนวน 100 คน ได้ค่าเฉลี่ยมุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวเท่ากับ 37.86 ± 7.69 ⁽²⁶⁾ และในกลุ่มอายุ 20-30 ปี จำนวน 200 คน และได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.16 ± 7.41 องศา ในเพศหญิง และเท่ากับ 26.58 ± 8.05 องศาในเพศชาย⁽²⁷⁾ อย่างไรก็ตาม การศึกษาเหล่านี้ทำการวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวเฉพาะในคนหนุ่มสาวเท่านั้น ยังไม่มีการศึกษาใดที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุต่างๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญในการทำการศึกษาค่าความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในประชาชนไทยกลุ่มอายุ 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 และ 60-69 ปี เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างของค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างกลุ่มอายุ เพื่อดูว่าอายุมีผลต่อค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวหรือไม่ นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยยังสนใจในการศึกษาเปรียบเทียบค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในคนปกติระหว่างเพศหญิงและเพศชายในแต่ละช่วงอายุเพื่อดูว่าสรีระร่างกายของผู้หญิงและผู้ชายมีผลต่อความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวหรือไม่

รูปแบบวิธีการศึกษา

การวิจัยเชิงสำรวจภาคตัดขวาง (cross-sectional descriptive survey) ซึ่งได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์จากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2553

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาและระเบียบวิธีวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้เป็นชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในตำบลศิลา จังหวัดขอนแก่น จำนวน 300 คน มีอายุระหว่าง 20-69 ปี ไม่มีอาการปวดหลัง และ/หรือขา ในระยะ 6 เดือนก่อนทำการศึกษา ไม่มีความผิดปกติเกี่ยวกับโครงสร้างของกระดูกสันหลัง และไม่เคยได้รับการผ่าตัดที่กระดูกสันหลัง^(26,27)

ผู้วิจัยทำการสุ่มเลือกมาหนึ่งหมู่บ้านจากทั้งหมด 13 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านโนนม่วง ต.ศิลา อ.เมือง จ.ขอนแก่น จากนั้นจัดทำบัญชีรายชื่อของประชากรที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้านดังกล่าว นำรายชื่อทั้งหมดมารวมกันแยกตามอายุ และเพศของกลุ่มตัวอย่าง จากนั้นให้หมายเลขลำดับที่ของแต่ละรายชื่อ แล้วใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการสุ่มตัวอย่าง ขนาดของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 300 คน คำนวณโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่างแบบชั้นภูมิ (stratified sampling)⁽²⁸⁾ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 5 กลุ่ม คือ กลุ่มอายุ 20-29, 30-39, 40-49, 50-59 และ 60-69 ปีโดยในแต่ละกลุ่ม ทำการสุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) โดยขนาดตัวอย่างของแต่ละชั้นภูมิที่คำนวณได้ คือ ชั้นภูมิละ 60 คน

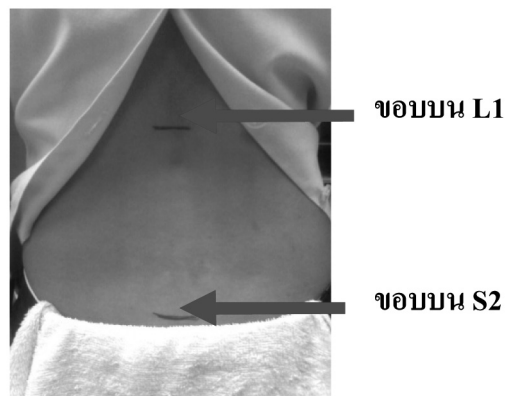
วัสดุและวิธีการศึกษา

ตัวแปรที่ต้องการศึกษา คือ ค่าของมุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในท่ายืนในคนปกติ ช่วงอายุ 20-69 ปี ซึ่งแบ่งช่วงอายุโดยอ้างอิงจากงานของรุ่งทิพย์ และคณะ^(26,27) และ Smadar และคณะ⁽⁶⁾ และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรวัสดุที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้ได้แก่ flexible ruler ซึ่งมีค่าความแม่นยำและความน่าเชื่อถือค่อนข้างสูง (ICC = 0.97)¹⁰ แทนพิมพ์รอยเท้า กระดาษไม้บรรทัดตรง เครื่องชั่งน้ำหนักและเครื่องวัดส่วนสูง

ก่อนเริ่มทำการศึกษา ได้ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของวิธีการวัดในผู้วัดคนเดียวกัน โดยนำ Intraclass Correlation Coefficient (ICC) มาใช้ โดยใช้ ICC (model 3,1) สำหรับ Intra-rater reliability ซึ่งทำการทดลองวัดในอาสาสมัครจำนวน 10 คน พบว่า Intra-rater reliability อยู่ในระดับดีมาก [ICCs (3, 1) = 0.968 - 0.996]

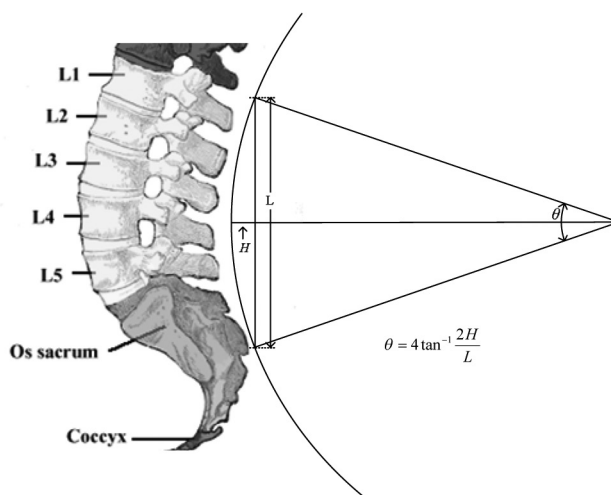
ในขั้นตอนของการทดลอง อาสาสมัครยืนในท่าที่สบายบนแท่นพิมพ์รอยเท้า มือทั้ง 2 ข้างวางแนบลำตัว ผู้วัดคลำหาจุดอ้างอิง คือ ขอบบนของ spinous process ของ L1 และ ขอบบนของ spinous process ของ S2 บนตัวของ

อาสาสมัครในท่ายืน แล้วทำเครื่องหมายไว้ จากนั้นผู้วิจัยใช้ flexible ruler ทาบตามเครื่องหมายที่ทำไว้ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 จุดอ้างอิง L1 และ S2

ผู้วิจัยนำ flexible ruler มาวัดตามแนวเส้นโค้งบนกระดาษที่เตรียมไว้ ลบเครื่องหมายออกและให้อาสาสมัครนั่งพักประมาณ 5 นาที โดยทำการวัดซ้ำอีก 2 ครั้งในอาสาสมัครคนเดิม นำค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวที่วัดได้มาคำนวณหาค่ามุมโดยใช้วิธีของ Hart และ Rose⁽¹⁰⁾ โดยมีรายละเอียดตาม รูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงการคำนวณค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว (ดัดแปลงจาก: Rajabi R, Seidi F, Mohamadi F. Which method is accurate when using the flexible ruler to measure the lumbar curvature angle? Deep point or standing and sitting in two types of chairs: mid point of arch? World Appl Sci J 2008;4:850.) นำค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวทั้ง

สามค่าในอาสามัครแต่ละคนมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งถือว่าเป็นค่า มุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในทำยืนของ อาสามัครคนนั้น จากนั้นนำค่ามุมความโค้งปกติของกระดูก สันหลังระดับเอวที่ได้มาคำนวณเพื่อศึกษาความแตกต่างค่า เฉลี่ยของค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่าง เพศ และในระหว่างกลุ่มอายุ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในส่วนของค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับ เอวนั้น ใช้ค่าช่วงเชื่อมั่น 95% ของค่าเฉลี่ยของมุมความโค้ง ของกระดูกสันหลังระดับเอวของแต่ละกลุ่มอายุ และทำการ เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของความโค้งของกระดูก สันหลังระดับเอวระหว่างเพศ และระหว่างกลุ่มอายุ โดยใช้ สถิติ ANOVA วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SPSS Ver-

แสดงเป็นค่า mean $\pm$ SD

sion 17 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $P < 0.05$

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของอาสามัคร

จากการศึกษาค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับ เอว ในอาสามัครปกติจำนวน 300 คน โดยแบ่งเป็น 5 กลุ่ม อายุ คือ 20-29 ปี 30-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี โดยในแต่ละกลุ่มอายุมีเพศหญิง 30 คน เพศชาย 30 คน มีอายุเฉลี่ย 44.27 ± 14.71 ปี มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 60.54 ± 9.56 กิโลกรัม มีความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 162.23 ± 8.12 เซนติเมตร และค่าเฉลี่ยของดัชนีมวลกายอยู่ในระดับปกติ คือ 22.99 ± 3.16 กิโลกรัม/เมตร² โดยมีรายละเอียดของ ข้อมูลเหล่านี้แยกตามอายุและเพศ ดังแสดงใน ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะของประชากรที่ใช้ในการศึกษา

เพศ	กลุ่มอายุ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ส่วนสูง (เซนติเมตร)	ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร ²)
หญิง	20-29 ปี	22.8 ± 1.76	51.9 ± 6.63	161 ± 5.23	19.99 ± 2.32
	30-39 ปี	34.8 ± 3.38	54.5 ± 9.14	158.4 ± 4.78	21.74 ± 3.54
	40-49 ปี	43.6 ± 3.03	58.91 ± 8.11	158 ± 5.34	23.75 ± 2.96
	50-59 ปี	54 ± 2.55	59.4 ± 9.11	155.5 ± 5.8	24.59 ± 3.78
	60-69 ปี	64.53 ± 2.91	57.9 ± 7.13	154.8 ± 8.08	24.25 ± 3.19
ชาย	20-29 ปี	24.39 ± 2.65	65.4 ± 8.85	171 ± 5.11	22.4 ± 2.91
	30-39 ปี	34.81 ± 3.01	66 ± 11.4	167.5 ± 5.46	23.5 ± 3.52
	40-49 ปี	45 ± 3.05	64.53 ± 8.57	166.63 ± 6.54	23 ± 2.5
	50-59 ปี	53.23 ± 2.76	67.87 ± 8.36	167.4 ± 7.15	24.13 ± 1.75
	60-69 ปี	65.43 ± 4.07	58.9 ± 3.63	162 ± 7.51	22.53 ± 1.98

ค่าเฉลี่ยของมุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวของเพศหญิง เพศชาย และค่าเฉลี่ยรวมได้แสดงไว้ในตาราง ที่ 2 ผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มอายุ 20 -29 ปี เท่ากับ 42.30 ± 3.89 องศา กลุ่มอายุ 30-39 ปี เท่ากับ 46.60 ± 3.60 องศา กลุ่มอายุ 40-49 ปี เท่ากับ 49.32 ± 2.94 องศา กลุ่มอายุ 50-59 ปี เท่ากับ 49.31 ± 4.59 องศา และกลุ่มอายุ 60-69 ปี เท่ากับ 48.65 ± 4.45 องศา

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยของมุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอว (N = 300 คน)

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าเฉลี่ย $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (องศา)		
	เพศหญิง	เพศชาย	รวม
20-29	42.13 $\pm$ 4.69	42.47 $\pm$ 2.98	42.30 $\pm$ 3.89
30-39	46.47 $\pm$ 3.93	46.73 $\pm$ 3.29	46.60 $\pm$ 3.60
40-49	50.63 $\pm$ 2.67	48.00 $\pm$ 2.67	49.32 $\pm$ 2.94
50-59	51.59 $\pm$ 5.14	47.02 $\pm$ 2.52	49.31 $\pm$ 4.59
60-69	50.55 $\pm$ 4.09	46.75 $\pm$ 4.01	48.65 $\pm$ 4.45

ความแตกต่างระหว่างค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในระหว่างกลุ่มอายุ

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติ One-way ANOVA (Tukey Post hoc test) พบว่า อายุมีผลทำให้ค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ **1)** ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี มีค่าน้อยกว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) **2)** ค่ามุม

ความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 30-39 ปี มีความแตกต่างจากกลุ่มอายุอื่น โดยที่กลุ่มอายุ 30-39 ปี มีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่ากลุ่มอายุ 20-29 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) แต่น้อยกว่ากลุ่มอายุอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และ **3)** ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน **ตารางที่ 3** และ **4**

ตารางที่ 3 ความแตกต่างระหว่างค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในระหว่างกลุ่มอายุ วิเคราะห์โดยใช้สถิติ One-way ANOVA

ค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	P-value
ระหว่างกลุ่ม	2124.989	4	531.247	33.998	0.001
ภายในกลุ่ม	4609.665	295	15.626		
รวม	6734.653	299	-		

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในแต่ละกลุ่มอายุเป็นรายคู่ ใช้สถิติ One-way ANOVA (Tukey Post hoc test)

กลุ่มอายุ (ปี)	จำนวน (คน)	ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย (องศา)				
		20-29 ปี	30-39 ปี	40-49 ปี	50-59 ปี	60-69 ปี
20-29	60		-4.30043*	-7.01840*	-7.01069*	-6.35293*
30-39	60	4.30043*		-2.71797*	-2.71026*	-2.05250*
40-49	60	7.01840*	2.71797*		0.00771	0.66547
50-59	60	7.01069*	2.71026*	-0.00771		0.65776
60-69	60	6.35293*	2.05250*	-0.66547	-0.65776	

*แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ความแตกต่างระหว่างค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศหญิงและเพศชายในแต่ละกลุ่มอายุ

เมื่อเปรียบเทียบค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศในแต่ละกลุ่มอายุ พบว่าในกลุ่มอายุ 20-29 ปี และกลุ่มอายุ 30-39 ปี ค่ามุมความโค้งของกระดูก

สันหลังระดับเอวระหว่างเพศชายและเพศหญิงไม่มีความแตกต่างกัน แต่ในกลุ่มอายุ 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี พบว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศหญิงและเพศชายมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ดังแสดงใน ตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงความแตกต่างระหว่างค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศชายและเพศหญิงในแต่ละกลุ่มอายุ โดยใช้สถิติ independent t -test

กลุ่มอายุ (ปี)	เพศ	ค่าความโค้ง (องศา) (Mean $\pm$ SD)	Mean difference	95% ความเชื่อมั่น	P - value
20-29	หญิง	42.13 $\pm$ 4.69	0.34 $\pm$ 1.71	(-2.37) – 1.68	0.734
	ชาย	42.47 $\pm$ 2.98			
30-39	หญิง	46.47 $\pm$ 3.93	0.26 $\pm$ 0.64	(-2.13) – 1.61	0.781
	ชาย	46.73 $\pm$ 3.29			
40-49	หญิง	50.63 $\pm$ 2.67	2.63 $\pm$ 0.00	0.87 – 3.82	0.002*
	ชาย	48.00 $\pm$ 2.67			
50-59	หญิง	51.59 $\pm$ 5.14	4.57 $\pm$ 2.62	2.4 – 6.6	0.001*
	ชาย	47.02 $\pm$ 2.52			
60-69	หญิง	50.55 $\pm$ 4.09	3.80 $\pm$ 0.08	1.71 – 5.89	0.001*
	ชาย	46.75 $\pm$ 4.01			

* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$

วิจารณ์และสรุปผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในทำยืนในคนปกติ โดยใช้ flexible ruler และศึกษาหาความแตกต่างของค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศ และระหว่างกลุ่มอายุ โดยประชากรที่ใช้ในการศึกษาอยู่ในช่วงอายุ 20-69 ปี จำนวน 300 คน ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในประชากรไทย มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุและในแต่ละเพศ โดยพบว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี มีค่าน้อยกว่ากลุ่มอายุอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) และพบว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 30-39 ปี มีค่ามากกว่าค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ ยังพบว่าค่ามุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวของเพศหญิงในกลุ่มอายุ 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี มีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าเพศชายในกลุ่มอายุเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$)

ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-29 ปี ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าแตกต่างจากการศึกษาของรุ่งทิพย์ และคณะ^(26,27) ที่ได้ทำการศึกษาค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุ 20-30 ปี เพศหญิง จำนวน 100 คน ได้ค่าเฉลี่ยมุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวเท่ากับ $37.86 \pm 7.69^{(26)}$ และในกลุ่มอายุ 20-30 ปี จำนวน 200 คน และได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.16 ± 7.41 องศา ในเพศหญิง และเท่ากับ 26.58 ± 8.05 องศาในเพศชาย⁽²⁷⁾ ซึ่งความแตกต่างกันนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างในเรื่องของน้ำหนักตัวและธรรมชาติมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง

การที่กลุ่มอายุ 20-29 ปี มีค่าเฉลี่ยของมุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวน้อยกว่ากลุ่มอายุอื่นๆ อาจเป็นเพราะในช่วงอายุนี้นี้เป็นช่วงที่กระดูกสันหลังระดับเอวมีภาวะความเสื่อมน้อยกว่ากลุ่มอายุอื่นๆ⁽²⁹⁾ และร่างกายเพิ่งมีพัฒนาการและเติบโตเต็มที่ เป็นวัยที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังค่อนข้างดี⁽³⁰⁾ แต่ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในกลุ่มอายุ 30-39 ปี 40-49 ปี และ 50-59 ปี ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น การที่ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังเพิ่มขึ้นตามช่วงอายุ อาจเป็นเพราะว่ากระดูกสันหลังระดับเอวเป็นส่วนที่รับน้ำหนักมากที่สุดเมื่อเทียบกับ

กระดูกสันหลังระดับอื่นๆ โดยเฉพาะในกลุ่มวัยกลางคน (> 40 ปี) เป็นกลุ่มเสี่ยงที่จะเกิดภาวะเสื่อมของกระดูกสันหลังมากขึ้น²⁹ เนื่องจากความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อหลังลดลงตามอายุที่เพิ่มขึ้น เพราะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อ น้ำไขข้อ⁽³⁰⁾ ย่อมส่งผลทำให้กระดูกสันหลังระดับเอว ซึ่งเป็นส่วนที่รับน้ำหนักมากที่สุดมีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวที่เพิ่มขึ้น แต่ในทางกลับกันการศึกษานี้พบว่า ในกลุ่มตัวอย่างคนสูงอายุ (60-69 ปี) ค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมีแนวโน้มลดลงอาจจะมีภาวะแอ่นโค้งของกระดูกสันหลังของกระดูกสันหลัง หมอนรองกระดูกสันหลัง เกิดภาวะข้อยึดติดเป็นลำปลั่ง (bamboo spine) ไม่ยืดหยุ่น แต่ไม่รุนแรงจนทำให้เกิดอาการปวดหลังและ/หรือขา ซึ่งภาวะดังกล่าวอาจทำให้ lumbar lordotic curve ลดลง หรือกระดูกสันหลังระดับเอวตรงขึ้นนั่นเอง

การศึกษาในครั้งนี้ยังพบว่า ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวของเพศหญิงมีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าเพศชายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ในกลุ่มอายุ 40-49 ปี 50-59 ปี และ 60-69 ปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาของรุ่งทิพย์ และคณะ⁽²⁵⁾ ที่ได้ทำการศึกษาค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวโดยวิธีการถ่ายภาพในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงและเพศชายจำนวน 88 คน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่มอายุ คือ 18-24 ปี และ 60-92 ปี พบว่า ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวระหว่างเพศชายและเพศหญิงมีความแตกต่างกันเฉพาะกลุ่มอายุ 60-92 ปี

การศึกษาของ Fernand และ Fox⁽⁹⁾ ที่ได้ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างทั้งเพศหญิงและเพศชาย อายุระหว่าง 25-60 ปี จำนวน 973 คน พบว่าเพศหญิงมีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าเพศชายในทุกกลุ่มอายุ การที่เพศหญิงมีค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวมากกว่าเพศชาย อาจเป็นเพราะโครงสร้างร่างกายของเพศชายและเพศหญิงแตกต่างกัน กล่าวคือเพศหญิงมีสะโพกและก้นที่กว้างใหญ่กว่าเพศชาย²⁷ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในเพศหญิงมีค่ามากกว่าเพศชาย

อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ ทำให้ได้ค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุตั้งแต่ 20-69 ปี เพื่อนำมาเป็นค่าที่ใช้อ้างอิงในการตรวจประเมินความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว เป็นองค์ความรู้ใหม่แก่วงการแพทย์ในการใช้เป็นเครื่องมือเพื่อตรวจประเมินความผิดปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวอีกวิธีหนึ่ง

สรุปผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าค่ามุมความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มตัวอย่างหนึ่งในคนไทยปกติ มีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มอายุและในแต่ละเพศ แต่ในปัจจุบันนี้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับค่าความโค้งปกติของกระดูกสันหลังระดับเอวในกลุ่มอายุต่างๆ ยังมีค่อนข้างน้อยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ในประเทศไทยนั้นได้มีผู้ทำการศึกษาหาความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวเพียงแคในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นช่วงใดช่วงหนึ่งของอายุ จึงทำให้ขาดงานวิจัยที่มาสสนับสนุนการศึกษาในครั้งนี้

ข้อจำกัดของงานวิจัยในครั้งนี้คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้ อาจจะยังครอบคลุมไม่เพียงพอที่จะสามารถเป็นตัวแทนสำหรับประชากรชาวไทยในทุกภาคได้ และการหากกลุ่มตัวอย่างในวัยที่สูงอายุขึ้นไปนั้นค่อนข้างยากที่จะเป็นอาสาสมัครที่เป็นคนปกติ เนื่องจากผู้สูงอายุมักมีภาวะความเสื่อมกระดูกสันหลังซ่อนอยู่ นอกจากนี้ เนื่องจากไม่เคยมีใครรายงานถึงความแตกต่างของค่าความโค้งว่าควรมีขนาดเท่าใด ดังนั้นค่าความโค้งที่มีความแตกต่างทางสถิติในการศึกษานี้ (อยู่ในช่วง 2-7 องศา) จึงอาจจะไม่สามารถสรุปว่ามีความสำคัญทางคลินิกได้ทั้งหมด ข้อจำกัดอีกประการหนึ่งของการทดลองนี้คือ ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่น่าจะมีความสัมพันธ์กับค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอว เช่น ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) หรือเส้นรอบเอว เป็นต้น ดังนั้นการศึกษารั้งต่อไปเกี่ยวกับการวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวนั้นผู้วิจัยควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีมวลกาย (BMI) กับค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวด้วย และอาจจะต้องศึกษาในลักษณะของการติดตามอายุไปข้างหน้า (prospective study) เพื่อศึกษาว่าเมื่ออายุเปลี่ยนแปลงไป ค่าความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวจะเปลี่ยนแปลงไปด้วยหรือไม่และอย่างไร

ประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ คือ การนำค่ามุมความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในแต่ละกลุ่มอายุมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจประเมินผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลัง นอกจากนี้ยังอาจใช้เป็นข้อมูลในการประดิษฐ์อุปกรณ์ที่สามารถลดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวที่มีความตรงและแม่นยำมากขึ้น เพื่อป้องกันอาการปวดหลังที่เกิดจากการมีความโค้งของหลังส่วนล่างที่น้อยกว่าปกติ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยปวดหลัง ปวดคอ และปวดข้ออื่นๆ ที่ได้สนับสนุนทุนการทำวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการเข้าร่วมทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Youssef AE, Ghabrial Y, Tarrant MJ. Adolescent lumbar disc prolapse. *Acta Orthop Scand* 1989; 60: 174-6.
2. Simpson SR. Evaluation of a flexible ruler technique for measuring lordosis in the clinical assessment of low back pain. *J Soc Occup Med* 1989; 39: 25-9.
3. กานดา ใจภักดี, วารี ขำเดช, ชนัตต์ อาคมานนท์. ความเชื่อถือได้ของการวัดส่วนโค้งของกระดูกสันหลัง โดยใช้ flexible ruler. *วารสารกายภาพบำบัด* 2536; 15: 1-9.
4. Hinman MR. Comparison of thoracic kyphosis and postural stiffness in younger and older women. *Spine J* 2004; 4: 413-7.
5. Mattox TF, Lucente V, P. McIntyre JR, Tomezsko J. Abnormal spinal curvature and its relationship to pelvic organ prolapsed. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183: 1381-4.
6. Smadar P, Gali D. Orientation of the human sacrum: Anthropological perspectives and methodological approaches. *American J Phys Anthro* 2007; 133: 967-77.
7. Bryan JM, Mosner EA, Shippee R, Stull MA. Investigation of the flexible ruler as a noninvasive measure of lumbar lordosis in black and white adult female sample populations. *J Orthop Sports Phys Ther* 1989; 11: 3-7.
8. Madson TJ, Youdas JW, Suman VJ. Reproducibility of lumbar spine range of motion measurements using the back range of motion device. *J Orthop Sports Phys Ther* 1999; 29: 470-7.
9. Fernand R, Fox DE. Evaluation of lumbar lordosis. a prospective study and retrospective study. *Spine* 1985; 10: 799-803.

10. Hart DL, Rose SI. Reliability of a noninvasive method for measuring the lumbar curve. *J Orthop Sports Phys Ther* 1986; 8: 180-4.
11. Youdas JW, Suman VJ, Garrett TR. Reliability of measurements of lumbar spine sagittal mobility obtained with the flexible curve. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995; 21: 13-20.
12. Seidi F, Rajabi R, Ebrahimi TL, Tavanai AR and Moussavi SJ. The Iranian flexible ruler reliability and validity in lumbar lordosis measurement. *World J Sport Sci* 2009; 2: 95-6.
13. Rajabi R, Seidi F, Mohamadi F. Which method is accurate when using the flexible ruler to measure the lumbar curvature angle? Deep point or standing and sitting in two types of chairs: mid point of arch? *World Appl Sci J* 2008; 4: 849-52
14. Lovell FW, Rothstein JM, Personius WJ. Reliability of clinical measurements of lumbar lordosis taken with a flexible rule. *Phys Ther* 1989; 69: 96-105.
15. Mannion AF, Knecht K, Balaban G, Dvorak J, Grob D. A new skin surface device for measuring the curvature and global and segmental ranges of motion of the spine: reliability of measurements and comparison with data reviewed from the literature. *Eur Spine J* 2004; 13: 122-36.
16. Guermazi M, Ghroubi S, Kassism M, Jaziri O, Keskes H, Kessomtini W. Validity and reliability of spinal mouse to assess lumbar flexion. *Ann Readapt Med Phys* 2006; 49: 172-7.
17. Zuberbier OA, Kozlowski AJ, Hunt DG, Berkowitz J, Schultz IZ, Crook JM, et al. Analysis of the convergent and discriminant validity of published lumbar flexion, extension, and lateral flexion scores. *Spine J* 2001; 26: 472-8.
18. Souza Filho JCT, Abras ACV, Carvalho MT, Souza MGF, Souza AT, Costa LOP. Analysis of the interexaminer reliability of two clinical tests to measure the flexion range of motion of the lumbar spine. *Acta Fisiatr* 2007; 14: 214-8.
19. Lundon MA, Li AM, Bibershtein S. Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. *Spine* 1998; 23: 1978-85.
20. Salisbury PJ, Porter RW. Measurement of lumbar sagittal mobility. A comparison of methods. *Spine* 1986; 12: 190-3.
21. Letafatkar A, Amirsasan R, Abdolvahabi Z, Hadadnezhad M. Reliability and validity of the AutoCAD software method in lumbar lordosis measurement. *JCM* 2011; 10: 240-7.
22. William PC. Low back and neck pain: cause and conservative treatment. 6th Ed. Springfield: Charles C Thomas Publisher, 1974; 625-9.
23. McKenzie RA. The lumbar spine mechanical diagnosis and therapy. New Zealand: Spinal Publication, 1985; 49-80.
24. รุ่งทิพย์ พันธุมธากุล. ปวดหลัง: จะออกกำลังกายอย่างไรดีหนอ. วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด 2539; 8: 171-6.
25. รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ. ผลของอายุเพศและดรรชนีน้ำหนักและความสูงต่อส่วนโค้งกระดูกสันหลังในท่ายืน วารสารกายภาพบำบัด 2541; 20: 31-41.
26. รุ่งทิพย์ พันธุมธากุล, สุภาภรณ์ ผดุงกิจ, อุไรวรรณ ชัชวาลย์, เพ็ญภา ศิริสานต์, พัชรินทรา กรองสันเทียะ, สุวรรณา ปุชั่น. การวัดความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในท่ายืนโดยใช้ flexible ruler. วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด 2543; 12: 108-15.
27. รุ่งทิพย์ พันธุมธากุล, วัฒนา วัฒนศิลป์, สุภาภรณ์ ผดุงกิจ. ความสัมพันธ์ระหว่างเพศ และดรรชนีมวลกายกับความโค้งของกระดูกสันหลังระดับเอวในท่ายืน. วารสารเทคนิคการแพทย์และกายภาพบำบัด 2544; 13: 20-9.
28. ยุพา ถาวรพิทักษ์. ขนาดตัวอย่างสำหรับงานวิจัยเชิงสำรวจ. จดหมายข่าว ชีวสถิติ มข. 2552; 1:5-6.
29. จินหลิน ตันเจียน. นวดสุขภาพด้วยศาสตร์ทฤษฎีนา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บ้านพระอาทิตย์, 2552.
30. ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา. แบบทดสอบสมรรถภาพทางกายอย่างง่ายของการกีฬาแห่งประเทศไทย. การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2546.