

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



E47209

ROLE OF TRUNK MUSCLES ON LUMBOPELVIC STABILITY
AMONG THAI WEIGHTLIFTERS

PATRAPORN SITHIRTPISAN

DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOMEDICAL SCIENCE

THE GRADUATE SCHOOL
CHIANGMAI UNIVERSITY
JANUARY 2011



E47209

**ROLE OF TRUNK MUSCLES ON LUMBOPELVIC STABILITY
AMONG THAI WEIGHTLIFTERS**

PATRAPORN SITILERTPISAN



**A THESIS SUBMITTED TO THE GRADUATE SCHOOL IN
PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOMEDICAL SCIENCE**

**THE GRADUATE SCHOOL
CHIANG MAI UNIVERSITY**


JANUARY 2011

ROLE OF TRUNK MUSCLES ON LUMBOPELVIC STABILITY AMONG THAI
WEIGHTLIFTERS

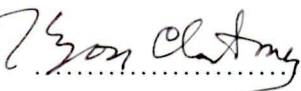
PATRAPORN SITILERTPISAN

THIS THESIS HAS BEEN APPROVED
TO BE A PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN BIOMEDICAL SCIENCE

EXAMINING COMMITTEE

.....CHAIRPERSON

Assist. Prof. Dr. Ubon Pirunsan

.....MEMBER

Assoc.Prof. Dr. Thyon Chentanez

.....MEMBER

Assist. Prof. Dr. Aatit Paungmali


.....MEMBER

Assoc. Prof. Dr. Jonjin Ratanapinunchai


.....MEMBER

Assist. Prof. Dr. Samatchai Chamnongkich

THESIS ADVISORY COMMITTEE

.....ADVISOR

Assist. Prof. Dr. Ubon Pirunsan

.....CO-ADVISOR

Assist. Prof. Dr. Aatit Paungmali

.....CO-ADVISOR

Assoc. Prof. Dr. Jonjin Ratanapinunchai

16 January 2011

© Copyright by Chiang Mai University

ACKNOWLEDGMENTS

I am indebted to many persons for their help in completion of this study.

My sincere gratitude is to my advisor, Assist. Prof. Dr. Ubon Pirunsan, Assist. Prof. Dr. Aatit Paugmali and Assoc. Prof. Dr. Jonjin Ratanapinunchai for their encouragement and providing the excellent facilities for my work.

My appreciations to Prof. Dr. Julie Hides and Prof. Dr. Warren Stanton, Division of Physiotherapy, School of Health and Rehabilitation Sciences, The University of Queensland and Mater/UQ Back Stability Clinic, Mater Health Services, South Brisbane, Queensland who have been very cooperative and helpful.

My special thanks to members of Neuromusculoskeletal and Pain Research Unit, Department of Physical Therapy, Assist. Prof. Suchart Kiatwattanacharoen and Dr. Hudsaleark Neamin, Department of Radiologic Technology, Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University for encouragement and providing of the ultrasound imaging equipment.

Many thanks to Prof. James Laskin, Leonard Joseph and Lucy Coombs, Thai Amateur Weightlifting Association, Commission on Higher Education, Ministry of Education, The Royal Thai government and Faculty of Associated Medical Sciences, Chiang Mai University. Finally, I would like to express my deepest gratitude to my parents and my family for their everlasting love and supports.

Patraporn Sitolertpisan

Thesis Title Role of Trunk Muscles on Lumbopelvic Stability Among Thai Weightlifters

Author Mrs. Patraporn Sitolertpisan

Degree Doctor of Philosophy (Biomedical Science)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Ubon Pirunsan	Advisor
Asst. Prof. Dr. Aatit Paungmali	Co-advisor
Assoc. Prof. Dr. Jonjin Ratanapinunchai	Co-advisor

ABSTRACT

E47209

Background: The role of trunk muscles in controlling the lumbar spine during activities with extreme force such as weightlifting is essential. Poor neuromuscular control of the trunk induces insufficient protection of the spine from injury.

Objectives: To investigate the characteristics of deep trunk muscles and their roles on lumbopelvic stability in Thai weightlifters.

Method: In main study, symmetry between left and right side, size of muscle and contraction ratio of trunk muscle were measured using ultrasound imaging. Lateral abdominal muscle (LAM) thickness measurements included transversus abdominis (TrA), internal oblique (IO) and external oblique (EO) muscle. To determine the adaptation to Olympic-style weightlifting, LAM thickness was compared between weightlifters and matched controls. In addition, comparison of TrA and lumbar multifidus (LM) muscles cross-sectional area (CSA) and function between low back pain (LBP) to non LBP weightlifters were investigated.

Results: The results showed that weightlifters had significantly thicker absolute TrA, IO, EO and relative IO values than the matched controls ($p < 0.05$). Muscle size and contraction ratio were symmetrical between left and right in both TrA and LM muscles. Thickness of TrA and CSA of LM were not different between symptomatic and asymptomatic while contraction ratio of TrA and LM muscles were significantly higher in asymptomatic weightlifters ($p < 0.01$).

Conclusions: The findings of this study suggest that routine Olympic style weight training program appears to result in preferential hypertrophy or adaptation of

E47209

the IO muscle. Symmetry between left and right in size and contraction ratio in weightlifters highlight the symmetrical function required in this sport. The deficit in contraction ratio of TrA and LM muscles in LBP weightlifters may be the result of motor control dysfunction or adaptation to pain in elite weightlifters.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	บทบาทของกล้ามเนื้อลำตัวต่อความมั่นคงของกระดูกสันหลังและเชิงกรานในนักกีฬาว่ายน้ำนักไทย	
ผู้เขียน	นางภัทรพร สิริทธิเลิศพิศาล	
ปริญญา	วิทยาศาสตร์สุขภาพบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ชีวการแพทย์)	
คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์		
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบล พิรุณสาร	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทิตย์ พวงมะลิ	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
	รองศาสตราจารย์ ดร. จงจินตน์ รัตนานันทชัย	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

E47209

ที่มา: กล้ามเนื้อลำตัวมีบทบาทสำคัญในการควบคุมกระดูกสันหลังในระหว่างการทำกิจกรรมที่ใช้พลังมากเช่นการยกน้ำหนัก หากระบบประสาทและกล้ามเนื้อที่ควบคุมบริเวณลำตัวขาดประสิทธิภาพจะไม่สามารถปกป้องข้อต่อกระดูกสันหลังจากการบาดเจ็บได้

วัตถุประสงค์: เพื่อตรวจสอบลักษณะ โครงสร้างและหน้าที่ของกล้ามเนื้อลำตัวชั้นลึกและบทบาทในการให้ความมั่นคงให้แก่กระดูกสันหลังและเชิงกรานในนักกีฬาว่ายน้ำนักไทย

วิธีการ: ในการศึกษาหลัก ได้ศึกษาความสมมาตรระหว่างด้านซ้ายและด้านขวา ของขนาดกล้ามเนื้อและการหดตัวของกล้ามเนื้อลำตัว โดยใช้ภาพอัลตราซาวด์ กล้ามเนื้อท้องด้านข้างที่ทำการวัด ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ transversus abdominis (TrA), internal oblique (IO) and external oblique (EO) ศึกษาการปรับตัวของกล้ามเนื้อในกลุ่มนักกีฬาว่ายน้ำนักโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนั้นยังมีการเปรียบเทียบขนาดและการทำงานของกล้ามเนื้อท้องและหลังชั้นลึก (TrA และ lumbar multifidus (LM)) ระหว่างนักกีฬาว่ายน้ำนักที่มีอาการปวดหลัง และ ไม่มีอาการปวดหลัง

ผลการศึกษา: นักกีฬาว่ายน้ำนักมีขนาดของกล้ามเนื้อ TrA, IO, EO และ สัดส่วนของกล้ามเนื้อ IO ใหญ่กว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) สำหรับกล้ามเนื้อ TrA และ LM เมื่อเปรียบเทียบขนาดกล้ามเนื้อและอัตราการหดตัวระหว่างด้านซ้ายและด้านขวาพบว่ามีลักษณะสมมาตรกัน และยังพบว่าความหนาของกล้ามเนื้อ TrA และพื้นที่หน้าตัด (CSA) ของ LM ไม่แตกต่างกันในขณะที่อัตราการหดตัวของกล้ามเนื้อ TrA และ LM มีค่าสูงกว่าในนักกีฬาว่ายน้ำนักที่ไม่มีอาการปวดหลัง ($p < 0.01$)

E47209

สรุป : การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการฝึกซ้อมของนักกีฬาขนานน้ำหนักร่างจะส่งผลให้กล้ามเนื้อ IO มีขนาดใหญ่ขึ้น ขนาดและอัตราการหดตัวที่สมมาตรระหว่างด้านซ้ายและขวาในนักกีฬาน้ำหนัก ย้ำให้เห็นถึงความจำเป็นของการทำงานที่สมมาตรกันในกีฬานี้ อัตราการหดตัวที่ลดลงของกล้ามเนื้อ TrA และ LM ในนักกีฬาที่ปวดหลัง อาจเป็นผลจากความผิดปกติของการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหรือการปรับตัวต่อความเจ็บปวดในนักกีฬาน้ำหนัก

TABLE OF CONTENTS

	Page
ACKNOWLEDGMENTS	iii
ABSTRACT (ENGLISH)	iv
ABSTRACT (THAI)	vi
TABLE OF CONTENTS	viii
LIST OF TABLES	xiii
LIST OF FIGURES	xv
ABBREVIATIONS	xvii
CHAPTER 1 INTRODUCTION	1
1.1 Rationale	1
1.2 Background	3
1.2.1 Lumbopelvic stability	3
1.2.2 Lateral abdominal muscles function	4
1.2.3 Lumbar multifidus muscle function	11
1.2.4 Ultrasound imaging measurement	12
1.2.4.1 Mode of ultrasound image	15
1.2.4.2 Use of RUSI for assessment of musculoskeletal function	15
1.2.5 Olympic-style weightlifting	18
1.3 Purposes of the study	20

	Page
1.4 The organization of the thesis	21
CHAPTER 2 LITERATURE REVIEW	22
2.1 Intrarater and interrater reliability of lateral abdominal muscles thickness measurement using B-mode ultrasound imaging	22
2.1.1 Introduction	22
2.1.2 Methods	23
2.1.2.1 Subjects	23
2.1.2.2 Procedure	24
2.1.2.3 Statistical analysis	24
2.1.3 Results	25
2.1.4 Discussion	29
2.2 Intrarater and interrater reliability of assessment of lumbar multifidus muscle cross-sectional area assessment using ultrasound imaging	31
2.2.1 Introduction	31
2.2.2 Methods	33
2.2.2.1 Subjects	33
2.2.2.2 Procedure	33
2.2.2.3 Statistical analysis	34
2.2.3 Results	34
2.2.4 Discussion	39

	Page
CHAPTER 3 METHOD	42
3.1 Comparison of lateral abdominal muscles size between weightlifters and matched control subjects	42
3.1.1 Introduction	42
3.1.2 Methods	43
3.1.2.1 Subjects	43
3.1.2.2 Procedure	44
3.1.2.3 Statistical analysis	44
3.1.3 Results	45
3.1.4 Discussion	47
3.2 Thickness of lateral abdominal muscles in elite female Thai weightlifters	49
3.2.1 Introduction	49
3.2.2 Methods	51
3.2.2.1 Subjects	51
3.2.2.2 Procedure	51
3.2.2.3 Statistical analysis	52
3.2.3 Results	52
3.2.4 Discussion	56
3.3 Transversus abdominis muscle thickness and contraction ratio among elite weightlifters with and without low back pain	57

	Page
3.3.1 Introduction	57
3.3.2 Methods	59
3.3.2.1 Subjects	59
3.3.2.2 Procedure	60
3.3.2.3 Statistical analysis	61
3.3.3 Results	61
3.3.4 Discussion	63
CHAPTER 4 RESULTS	66
4.1 Multifidus muscle size and symmetry among elite weightlifters	66
4.1.1 Introduction	66
4.1.2 Methods	68
4.1.2.1 Subjects	68
4.1.2.2 Procedure	69
4.1.2.3 Statistical analysis	70
4.1.3 Results	71
4.1.4 Discussion	74
4.2 Lumbar multifidus muscles contraction ratio among elite weightlifters with and without low back pain	78
4.2.1 Introduction	78
4.2.2 Methods	79
4.2.2.1 Subjects	79

	Page
4.2.2.2 Procedure	79
4.2.2.3 Statistical analysis	80
4.2.3 Results	81
4.2.4 Discussion	81
CHAPTER 5 DISCUSSION	83
REFERENCES	85
APPENDICES	100
APPENDIX 1: Ultrasound imaging measurement	101
APPENDIX 2: Ethical clearance	107
APPENDIX 3: Consent form	109
APPENDIX 4: Questionnaire form	111
APPENDIX 5: Publications	114
CURRICULUM VITAE	117

LIST OF TABLES

Table		Page
2-1	Descriptive data of subjects (n=10)	26
2-2	Mean and SD of LAM thickness	27
2-3	The intrainage, intrarater reliability	27
2-4	The interimage, intrarater reliability within day	28
2-5	The interimage, intrarater reliability between day	28
2-6	The interrater reliability	29
2-7	Average CSA of LM (mean \pm SD)	35
2-8	Intrarater reliability across repeated measurement of the same image (intrainage reliability)	36
2-9	Intrarater reliability across three images in novice (interimage reliability)	37
2-10	Interrater reliability based on the average of three measures per rater	38
3-1	Characteristics of subject groups	45
3-2	Comparison of absolute lateral abdominal muscle thickness between weightlifters and matched controls	46
3-3	Comparison of relative lateral abdominal muscle thickness between weightlifters and matched controls	46
3-4	Characteristics of elite Thai national Female weightlifters (n=16)	53

Table		Page
3-5	Absolute lateral abdominal muscle thickness in elite Thai national female weightlifters (n=16)	53
3-6	Relative lateral abdominal muscle thickness in elite Thai national female weightlifters (n=16)	54
3-7	Contraction ratio of lateral abdominal muscle in elite Thai national female weightlifters (n=16)	55
3-8	Characteristics of elite weightlifters (mean \pm SD) (n=16)	62
3-9	Mean and SD of TrA muscle thickness (mm), relative muscle thickness (%) and contraction ratio (CR) of asymptomatic and LBP group	63
4-1	Characteristics of elite weightlifters (mean \pm SE) (n=31)	72
4-2	Marginal means of CSA of LM muscle (cm ²)	73
4-3	Asymmetry (percentage difference between sides, relative to larger side) of MF for elite weightlifters with symptomatic LBP and asymptomatic LBP	73
4-4	Marginal means of the contraction ratio in elite weightlifters with and without LBP	81

LIST OF FIGURES

Figure	Page
1-1 Spinal stability model	4
1-2 Lateral abdominal muscles include external oblique, internal oblique and transversus abdominis muscles	5
1-3 External oblique muscles	6
1-4 Internal oblique muscles	8
1-5 Transversus abdominis muscles	8
1-6 Lumbar multifidus muscles	12
3-1 Relative muscle thickness of LAM (mean \pm SD). The muscles are shown in order of descending relative thickness; the same order is seen in both weightlifters and matched controls	47
A1-1 Ultrasound imaging with a 12-MHz linear array was used to measure lateral abdominal muscles (LAM) thickness. The ultrasound transducer was aligned perpendicular to the right side of anterolateral abdominal wall	103

Figure		Page
A1-2	<p>Ultrasound image of lateral abdominal muscles at rest.</p> <p>Muscle thickness of transversus abdominis (TrA), internal oblique (IO), external oblique (EO), internal and external oblique (IEO) and total of lateral muscles (Total) were measured from superior to inferior border of each muscle</p>	103
A1-3	<p>Ultrasound imaging with a 5-MHz curvilinear array was used to measure lumbar multifidus muscles (LM) in a prone lying with a pillow placed under the hip to minimize the lumbar lordosis</p>	105
A1-4	<p>Bilateral transverse images at the L3 vertebral level showing the shadow of the spinous process in the center of the image and the lumbar multifidus muscle, with and without the CSAs traced</p>	105
A1-5	<p>Ultrasound image of right lumbar multifidus (LM) muscle in longitudinal section. Sacrum (S) and thoracolumbar fascia (TLF) were identified in the image. LM muscles thickness were measured from the tip of L4-5 and L5-S1 zygapophyseal joint to the inside edge of the superior border of LM</p>	106

ABBREVIATIONS

ADIM	Abdominal drawing-in maneuver
ANCOVA	An analysis of covariance
ANOVA	Analysis of variance
BMI	Body mass index
B-mode	Brightness mode
CI	Confidence interval
CNS	Central nervous system
CR	Contraction ratio
CSA	Cross-sectional area
CV	Coefficient of variation
EMG	Electromyography
EO	External oblique
IAP	Intra-abdominal pressure
ICC	Intraclass correlation coefficient
IEO	Internal and external oblique
IO	Internal oblique
LAM	Lateral abdominal muscles
LBP	Low back pain
LM	Lumbar multifidus
LOA	Limit of agreements

LPS	Lumbopelvic stability
MDC	Minimal detectable change
ME	Method error
M-mode	Motion mode
MRI	Magnetic resonance imaging
MVC	Maximal voluntary contractions
NIH	National Institutes of Health
PBU	Pressure biofeedback unit
RUSI	Rehabilitative ultrasound imaging
SD	Standard deviation
SE	Standard error
SEM	Standard error of the measurement
TLF	Thoracolumbar fascia
TrA	Transversus abdominis
VAS	Visual analogue scale