

การทำงานของกล้ามเนื้อท้องขณะทำการแหม่วท้องในท่าตั้งต้น 4 แบบ

นางสาวกัญญาภรณ์ จันทเพชร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชากายภาพบำบัด ภาควิชากายภาพบำบัด

คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2549

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABDOMINAL MUSCLE ACTIVITY DURING ABDOMINAL HOLLOWING
IN FOUR POSITIONS

Miss Pakkanaporn Chanthapetch

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Sciences Program in Physical Therapy

Department of Physical Therapy

Faculty of Allied Health Sciences

Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

492207

ภักตนาภรณ์ จันทเพชร : การทำงานของกล้ามเนื้อท้องขณะทำการแขม่วท้องในท่าตั้งต้น 4 แบบ. (ABDOMINAL MUSCLE ACTIVITY DURING ABDOMINAL HOLLOWING IN FOUR POSITIONS) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.รศลย์ กัลยาณพจน์พร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร.จิตอนงค์ ก้าวกลีกรรม, ผศ. ดร. อติษฐ์ จิระเดชนันท์, 97 หน้า.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการทำงานของกล้ามเนื้อท้อง 3 มัด คือกล้ามเนื้อ rectus abdominis (RA) external abdominal oblique (EO) และ transversus abdominis/internal abdominal oblique (TrA/IO) โดยใช้การวัดคลื่นสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนังขณะทำการออกกำลังกายด้วยการแขม่วท้อง (abdominal hollowing, AH) ในท่าตั้งต้น 4 แบบ คือ ท่านอนหงาย ท่านอนคว่ำ ท่าตั้งคาน และท่ายืนพิงกำแพง ในผู้ที่ไม่มีอาการปวดหลังส่วนล่าง จำนวน 32 คน อายุเฉลี่ย 21.3 ± 0.8 ปี ซึ่งผู้เข้าร่วมการวิจัยได้รับการแนะนำให้เกร็งกล้ามเนื้ออย่างเต็มที่ (maximal voluntary contraction, MVC) และทำ AH โดยค่าการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละมัดขณะทำ AH ถูกนำมาเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์กับค่า MVC

ผลการศึกษาพบว่ามีความแตกต่างในคลื่นสัญญาณไฟฟ้าที่ผิวหนังของกล้ามเนื้อ RA EO และ TrA/IO ในท่าตั้งต้นทั้ง 4 ท่า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) โดยกล้ามเนื้อ TrA/IO มีเปอร์เซ็นต์การทำงานมากที่สุด ในขณะที่กล้ามเนื้อ RA มีเปอร์เซ็นต์การทำงานน้อยที่สุด ทั้งนี้ ท่านอนคว่ำมีแนวโน้มที่จะเป็นท่าที่เหมาะสมต่อการทำ AH มากที่สุด เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์การทำงานของกล้ามเนื้อ TrA/IO สูงที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์การทำงานของกล้ามเนื้อ RA ต่ำที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยการทำงานของกล้ามเนื้อ RA, EO และ TrA/IO ขณะทำ AH ที่ 1.35, 6.09 และ 27.59 เปอร์เซ็นต์ของค่าการทำงานสูงสุด ตามลำดับ

ภาควิชา.....กายภาพบำบัด..... ลายมือชื่อนิสิต..... *จิตอนงค์*
 สาขาวิชา.....กายภาพบำบัด ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *รศลย์ กัลยาณพจน์พร*
 ปีการศึกษา 2549 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *จิตอนงค์ ก้าวกลีกรรม*
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม *อติษฐ์ จิระเดชนันท์*

487 72095 37 : MAJOR PHYSICAL THERAPY

KEY WORD: EXERCISES / ABDOMINAL MUSCLES / TRANSVERSUS ABDOMINIS / LOW BACK PAIN

PAKKANAPORN CHANTHAPETCH : ABDOMINAL MUSCLE ACTIVITY DURING THE ABDOMINAL HOLLOWING IN FOUR POSITIONS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ROTSALAI KANLAYANAPHOTPORN, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. CHITANONGK GAOGASIGAM, Ph.D., ASST. PROF. ADIT CHIRADEJNANT, Ph.D., 97 pp.

The aim of this study was to investigate recruitment pattern of surface electromyography (EMG) of rectus abdominis (RA), external abdominal oblique (EO), and transversus abdominis/internal abdominal oblique (TrA/IO) muscles during abdominal hollowing (AH) in four positions: crook lying, prone lying, four-point kneeling, and wall support standing. Thirty-two healthy participants, aged 21.3 ± 0.8 years were recruited. They were instructed to perform maximal voluntary contraction (MVC) and AH. The EMG data of each muscle during AH were normalized as a percentage of MVC.

Significant differences were found in the EMG activity of RA, EO, and TrA/IO in all four starting positions ($p < 0.001$). The TrA/IO exhibited the highest while the RA exhibited the lowest EMG activity. The prone lying position appears to be the most appropriate position for performing AH. It showed the highest activity of TrA/IO with the lowest activity of RA. The means of RA, EO, and TrA/IO during AH in prone lying were 1.35, 6.09, and 27.59 percent of MVC, respectively.

Department.....Physical Therapy.....	Student's signature..... <i>Pakkanaporn</i>
Field of study.....Physical Therapy.....	Advisor's signature..... <i>Rotsalai Kanlayanaphotporn</i>
Academic year.....2006.....	Co-advisor's signature..... <i>Chitanongk Googasigam</i>
	Co-advisor's signature..... <i>Adit Chiradejnant</i>

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my gratitude for the advice and assistance given to me by the following people and institute:

Assistant Professor Rotsalai Kanlayanaphotporn, Ph.D. my advisor for her encouragement, kindness, and supervision throughout the study. Her kindness is always in my mind. Assistant Professor Chitanongk Gaogasigam, Ph.D. and Assistant Professor Adit Chiradejnant, Ph.D. my co-advisors, for their kind support and valuable suggestions. I am deeply grateful for their help throughout the study.

Associate Professor Roongtiwa Vachalathiti, Ph.D. for her kindness, guidance, and valuable suggestions.

Assistant Professor Prawit Janwantanakul, Ph.D. for his kindness, advice, and help for setting the electromyography.

Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, for providing the instruments and laboratory used in this study.

Mr. Ekalak Sitthipornvorakul and physical therapy students, who gave their time to assist me in experimental study.

Ms. Chitraporn Kuanpradit, Ms. Thanita Luckumnuayporn, and my friends at the Department of Physical Therapy, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University, for their assistance, sincerity, and friendship.

All participants, who gave their time to participate in this study.

Mr. Piyavit Bootryotee, who consistently provided support, encouragement, and assistance throughout this study.

My beloved parents and sisters, whose love and support make all things possible.

TABLE OF CONTENTS

	PAGE
ABSTRACT (THAI).....	iv
ABSTRACT (ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGEMENTS.....	vi
TABLE OF CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	xi
LIST OF FIGURES.....	xii
LIST OF ABBREVIATIONS.....	xiv
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
1.1 Background and rationale.....	1
1.2 Objective.....	2
1.3 Specific objectives.....	2
1.4 Hypothesis.....	2
1.5 Scope of the study.....	3
1.6 Brief method.....	3
1.7 Expected benefit.....	4
CHAPTER II LITERATURE REVIEW.....	5
2.1 Introduction.....	5
2.2 Concept of spinal stability.....	5
2.3 Spinal instability and LBP.....	11
2.4 Spinal stabilization exercises.....	13
2.5 Effects of various starting positions during AH.....	16
2.6 Measurement of muscle activity.....	19
2.6.1 Pressure biofeedback unit.....	19
2.6.2 Ultrasound imaging.....	20
2.6.3 EMG.....	20

2.7 Conclusion.....	21
CHAPTER III METHODS.....	22
3.1 Introduction.....	22
3.2 Study design.....	22
3.3 Participants.....	23
3.4 Materials.....	23
3.4.1 ME3000P8 EMG system [®] (Mega Electronics Ltd, Kuopio, Finland).....	23
3.4.2 Silver/silver chloride surface electrodes (Medicotest Blue Sensor [®] type M-00-S, Ambu, Denmark).....	24
3.4.3 Jamar 5028 Medical skinfold caliper [®] (Preston, MI, USA).....	25
3.4.4 Fine sandpaper.....	25
3.4.5 Alcohol.....	25
3.5 Procedures.....	26
3.5.1 Training session.....	26
3.5.2 Electrode placement.....	26
3.5.3 Recording the EMG activity during MVC.....	27
3.5.3.1 Trunk flexion.....	28
3.5.3.2 Trunk flexion with rotation to the left.....	29
3.5.3.3 Trunk flexion with rotation to the right.....	30
3.5.4 Recording of EMG activity during AH.....	31
3.5.4.1 Crook lying position.....	31
3.5.4.2 Prone lying position	32
3.5.4.3 Four-point kneeling position.....	33
3.5.4.3 Wall support standing position.....	34
3.6 Data processing.....	35
3.7 Statistical analyses.....	36

	PAGE
CHAPTER IV RESULTS.....	37
4.1 Introduction.....	37
4.2 Results.....	37
4.2.1 Demographic data.....	37
4.2.2 EMG activity.....	38
4.2.3 Comparison of EMG activity of three abdominal muscles.....	40
4.2.4 Frequencies of inhibited and isolated abdominal muscle activity....	44
CHAPTER V DISCUSSION.....	47
5.1 Introduction.....	47
5.2 Comparison of EMG activity recorded from three abdominal muscles in each starting position.....	47
5.3 Comparison of EMG activity of each muscle among four different starting positions.....	48
5.4 Inhibition and isolation of abdominal muscles in four starting positions.....	50
5.5 Limitations and further study.....	52
CHAPTER VI CONCLUSION.....	54
REFERENCES.....	55
APPENDICES.....	64
APPENDIX A.....	65
A I Informed Consent Form (ใบยินยอมของผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย).....	65
A II Participant Information Sheet (ข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัย).....	66
A III Screening questionnaire (แบบคัดกรองผู้เข้าร่วมการวิจัย).....	68
A IV Data collection sheet.....	70
APPENDIX B.....	73
B I Ethical approval granted by the Ethical Review Committee for Research Involving Human Subjects and/or Use of Animal in Research, Health Science Group of Faculties, Colleges and Institutes, Chulalongkorn University, Thailand.....	73

APPENDIX C.....	74
C I Instruction for participants to perform maximal voluntary contraction of three abdominal muscles in two starting positions: six maneuvers.....	74
C II Instruction for participants to perform abdominal hollowing.....	75
APPENDIX D PILOT STUDY.....	76
D I Introduction.....	76
D II Study design.....	77
D III Participants.....	78
D IV Materials and methods.....	78
D V Data processing.....	78
D VI Statistical analysis.....	78
D VII Results.....	79
D VIII Discussion.....	80
D VIII Conclusion.....	80
D X References.....	81
APPENDIX E DATA OF PILOT STUDY.....	83
APPENDIX F DATA OF MAIN STUDY.....	85
APPENDIX G.....	95
G I Inhibition and isolation of three abdominal muscles.....	95
BIOGRAPHY.....	97

LIST OF TABLES

TABLE	PAGE
3.1 The order of testing position of abdominal hollowing was randomized by a 4 x 4 balanced Latin square method.....	22
4.1 Demographic data of participants.....	37
4.2 Results from one-sample Kolmogorov-Smirnov test.....	38
4.3 Descriptive statistics of electromyographic activity of three abdominal muscles (percentage of maximal voluntary contraction (MVC)) during abdominal hollowing in four positions	39
4.4 Results of Friedman two-way analysis of variance for assessing the differences in electromyographic activity due to muscle or position.....	41
4.5 Results from <i>post hoc</i> analysis using the Wilcoxon signed-ranks test for comparing the electromyographic activity of three abdominal muscles in each starting position	42
4.6 Results from <i>post hoc</i> analysis using the Wilcoxon signed-ranks test for comparing the electromyographic activity of transversus abdominis/internal abdominal oblique muscle among four different starting positions.....	43

LIST OF FIGURES

FIGURE	PAGE
2.1 The spinal stabilizing system.....	6
2.2 Load–displacement curve.....	7
2.3 Increasing of intra-abdominal pressure by co-contraction of diaphragm, pelvic floor, and transversus abdominis (TrA).....	9
3.1 Surface electromyography.....	24
3.2 Skinfold caliper.....	25
3.3 Location for attaching surface electrodes.....	27
3.4 Trunk flexion maneuvers used for measuring the maximal voluntary contraction of the abdominal muscles in (A) crook lying and (B) sitting positions.....	29
3.5 Trunk flexion with rotation to the left maneuvers used for measuring the maximal voluntary contraction of the abdominal muscles in (A) crook lying and (B) sitting positions.....	30
3.6 Trunk flexion with rotation to the right maneuvers used for measuring the maximal voluntary contraction of the abdominal muscles in (A) crook lying and (B) sitting positions.....	31
3.7 Abdominal hollowing in crook lying position.....	32
3.8 Abdominal hollowing in prone lying position.....	33
3.9 Abdominal hollowing in four-point kneeling position.....	34
3.10 Abdominal hollowing in wall support standing position.....	34
3.11 Data collection of abdominal hollowing.....	35
4.1 Mean and standard deviation of electromyographic activity of three abdominal muscles during abdominal hollowing in four positions.....	40
4.2 Mean and standard deviation of electromyographic activity of three abdominal muscles during abdominal hollowing in four positions.....	42

FIGURE	PAGE
4.3	Mean and standard deviation of electromyographic activity of transversus abdominis / internal abdominal oblique (TrA/IO) muscles during abdominal hollowing44
4.4	Frequency of inhibited activity of (A) rectus abdominis (RA) and (B) external abdominal oblique (EO) in four positions during abdominal hollowing.....45
4.5	Frequency of isolated activity of transversus abdominis / internal abdominal oblique (TrA/IO) in four positions during abdominal hollowing.....46

LIST OF ABBREVIATIONS

AH	=	Abdominal hollowing
ANOVA	=	Analysis of variance
ASIS	=	Anterior superior iliac spine
EMG	=	Electromyography
EO	=	External abdominal oblique
IO	=	Internal abdominal oblique
LBP	=	Low back pain
MVC	=	Maximal voluntary contraction
PSIS	=	Posterior superior iliac spine
RA	=	Rectus abdominis
RMS	=	Root mean square
TrA	=	Transversus abdominis