EFFECTS OF GYM BALL EXERCISE PROGRAM ON TRUNK STABILIZATION

KRITTIKA HONGTO

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSIOTHERAPY)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2006

ISBN 974-04-7382-2

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

Copyright by Mahidol University

Thesis
Entitled

EFFECTS OF GYM BALL EXERCISE PROGRAM ON TRUNK STABILIZATION

Krittika Hongto

Miss Krittika Hongto
Candidate

Wattana Jalayondeja

Asst.Prof.Wattana Jalayondeja, Ph.D.
Major-Advisor

Roongtiwa Vachalathiti

Assoc.Prof.Roongtiwa Vachalathiti, Ph.D.
Co-Advisor

Prof. M.R.Jisnuson Svasti, Ph.D.
Dean
Faculty of Graduate Studies

Chanut Akamanon

Assoc.Prof.Chanut Akamanon, M.A.
Chair
Master of Science Program in Physical Therapy
Faculty of Physical Therapy and Applied Movement Science

Copyright by Mahidol University

Thesis
Entitled

EFFECTS OF GYM BALL EXERCISE PROGRAM ON TRUNK STABILIZATION

was submitted to the Faculty of Graduate Studies, Mahidol University
for the degree of Master of Science (Physiotherapy)
on
19 May, 2006

Krittika Hongto
.....

Miss Krittika Hongto
Candidate

Wattana Jalayondeja
.....

Asst.Prof.Wattana Jalayondeja, Ph.D.
Chair

Roongtiwa Vachalathiti
.....

Assoc.Prof.Roongtiwa Vachalathiti, Ph.D.
Member

.....

Asst.Prof.Prawit Janwantanakul, Ph.D.
Member

.....

Prof. M.R.Jisnuson Svasti, Ph.D.
Dean
Faculty of Graduate Studies
Mahidol University

Karnda Chaipackdee
.....

Assoc.Prof.Karnda Chaipackdee, M.Sc.
Dean
Faculty of Physical Therapy and Applied Movement Science
Mahidol University

Copyright by Mahidol University

ACKNOWLEDGEMENT

The success of this thesis would not have been occurred if it was not the extensive support, assistance and encouragement from many persons. I would like to express my appreciation to

Asst. Prof. Dr. Wattana Jalayondeja (Ph.D.), my major advisor for his supervision, invaluable advice, constant encouragement and support throughout the study. I would like to give special thanks for everything.

Assoc. Prof. Dr. Roongtiwa Vachalathiti (Ph.D.), my co-advisor for her excellent advice and supreme guidance.

All my friends, senior and junior colleagues for their encouragement and great support that are deeply meaningful for me. Especially, all my classmate at Mahidol University for their great support and extremely cheerfulness.

All my research participants for their good cooperation and friendliness in this study.

Miss Nongnooch Changkaewmanee and staff of Faculty of Physical Therapy and Applied Movement Science, Mahidol University for their help.

Finally, I would like to express my infinite grateful to my father, my mother and my family for warmest encouragement, entirely cares all my life and love. Without them, this thesis could not be success.

Krittika Hongto

Copyright by Mahidol University

EFFECTS OF GYM BALL EXERCISE PROGRAM ON TRUNK STABILIZATION

KRITTIKA HONGTO 4436263 PTPT/M

M.Sc. (PHYSIOTHERAPY)

THESIS ADVISORS : WATTANA JALAYONDEJA, Ph.D. (ERGONOMICS/BIOMECHANICS), ROONGTIWA VACHALATHITI, Ph.D.(PHYSIOTHERAPY)

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of a Gym ball program of trunk stabilization exercises on trunk stabilization in healthy subjects. Twenty subjects with age ranging from twenty to twenty nine years participated in the study. They were divided into two groups: control group and Gym ball exercise group. Both groups were similar in age, weight, height, and body mass index. Subjects in the Gym ball exercise group performed a Gym ball exercise program three times per week for four weeks. A series of six exercises were attempted, which required increasing levels of muscular control of the lumbar spine for stability.

There were two tests in this study, one – modified Isometric Stability Test (MIST), subjects from both groups were tested using a pressure transducer placed under the lumbar spine to detect spinal motion. They received a pass or fail for each exercise level based on the pressure gauge readings and the absence of compensatory movement. Two – Gym ball exercise testing, subjects from the Gym ball exercise group were tested using a biofeedback unit. They received a pass or fail for each exercise level based on the neutral spine position and distance of ball moved. Both tests was performed at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week and post-test.

The results showed the MIST exercise level attained at post-test of the Gym ball exercise group (median values: level 3) was significant higher than the pre-test (median values: level 2) whereas no significant difference was indicated in the control group. Within the Gym ball exercise group, the MIST exercise level attained began significant difference at pre-test and 2nd week until pre-test and post-test. The MIST exercise level attained was started significant difference between the control group and the Gym ball group at 2nd week testing until post-test. The correlations between Gym ball and MIST exercise level attained in Gym ball exercise group were highly correlated (r=0.718).

It can be assumed that the Gym ball exercise program can improve trunk stability.

KEY WORDS: TRUNK STABILIZATION / STABILIZATION EXERCISE / PRESSURE TRANSDUCER / GYM BALL EXERCISE

73 P. ISBN 974-04-7382-2

Copyright by Mahidol University

ผลของการออกกำลังกายด้วยลูกบอลต่อความมั่นคงของหลัง (EFFECTS OF GYM BALL EXERCISE PROGRAM ON TRUNK STABILIZATION)

กฤติกา หงษ์โต 4436263 PTPT/M

วท.ม. (กายภาพบำบัด)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: วรรธนะ ชลายนเดชะ, Ph.D.(Ergonomics/Biomechanics), รุ่งทิวา วัจฉละฐิติ, Ph.D.(Physiotherapy)

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยลูกบอลต่อความมั่นคงของหลัง ผู้เข้าร่วมการศึกษาในครั้งนี้จำนวน 20 คน มีอายุระหว่าง 20-29 ปี ผู้เข้าร่วมการศึกษาถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มควบคุมและกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอล ทั้ง 2 กลุ่มมีอายุ, น้ำหนัก, ส่วนสูง, และดัชนีมวลกายที่ใกล้เคียงกัน กลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอลจะได้รับโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยลูกบอล เพื่อเพิ่มความมั่นคงของหลัง 3 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งประกอบด้วยท่าออกกำลังกายจำนวน 6 ระดับซึ่งเพิ่มระดับการทำงานของกล้ามเนื้อในการควบคุมให้เกิดความมั่นคงแก่ข้อต่อกระดูกสันหลัง

การทดสอบจะทำก่อนการฝึก, สัปดาห์ที่ 1, 2, 3, และการทดสอบหลังการฝึก ในกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอลทำการทดสอบสองแบบคือ การทดสอบ MIST และการทดสอบด้วยลูกบอล ซึ่งโปรแกรมการออกกำลังกายที่ผู้เข้าร่วมการศึกษาได้รับจะขึ้นกับระดับความยากของท่าออกกำลังกายด้วยลูกบอลที่ทำได้ในการทดสอบก่อนการฝึก และกลุ่มควบคุมจะได้รับการทดสอบ MIST ในเวลาเดียวกับกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอล ระดับความยากของท่าออกกำลังกายในการทดสอบ MIST (ค่ามัธยฐาน: ระดับ 3) เพิ่มขึ้นจากการทดสอบก่อนการฝึก (ค่ามัธยฐาน: ระดับ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างในกลุ่มควบคุม ส่วนระดับความยากของท่าออกกำลังกายในการทดสอบ MIST ของกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอล เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับการทดสอบ MIST ของกลุ่มควบคุม ตั้งแต่การทดสอบในสัปดาห์ที่ 2 จนถึงการทดสอบหลังการฝึก นอกจากนี้ในกลุ่มออกกำลังกายด้วยลูกบอล ระดับความยากของท่าออกกำลังกายในการทดสอบด้วยลูกบอลยังมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญระดับสูงกับระดับความยากของท่าออกกำลังกายในการทดสอบ MIST อีกด้วย

จากผลที่ได้สรุปว่า การฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอลซึ่งเป็นโปรแกรมการฝึกเพื่อเพิ่มความมั่นคงของหลังนั้น สามารถเพิ่มความมั่นคงของหลังได้จริง

73 หน้า ISBN 974-04-7382-2

Copyright by Mahidol University

CONTENTS

		Page
ACKNOWLEDGEMENT		iii
ABSTRACT		iv
LIST OF TABLES		viii
LIST OF FIGURES		ix
LIST OF ABBREVIATIONS		x
CHAPTER		
I	**INTRODUCTION**	1
	Purposes of the Study	4
	Variables of the Study	4
	Hypotheses of the Study	4
	Scope of the Study	5
	Advantage of the Study	5
II	**LITERATURE REVIEW**	6
	2.1 Spinal Stability	7
	2.2 Muscle in Low Back Pain	11
	2.3 Physical Therapy in CLBP Patients	13
	2.4 Therapeutic Exercise for Trunk Stability	13
	2.5 Trunk Stabilization Exercise Program	15
	2.6 Gym Ball Exercise	16
	2.7 Training Intensity, Duration and Frequency	18
III	**MATERIALS AND METHOD**	19
	3.1 Subjects	19
	3.2 Instrumentation	20
	3.3 Procedure	30
	3.4 Data Analysis	31

Copyright by Mahidol University

CONTENTS (Conts.)

		Page
IV	**RESULTS**	33
	4.1 Characteristics of Subjects	33
	4.2 MIST and Gym Ball Exercise Level	34
	4.3 MIST Exercise Level between Control and Gym Ball Exercise Groups	37
	4.4 Correlations between Gym Ball and MIST Exercise Level in Gym Ball Exercise Group	39
V	**DISCUSSION**	41
	5.1 Characteristics of Subjects	41
	5.2 MIST Exercise Level Attained in Control and Gym Ball Exercise Groups	42
	5.3 Correlation between MIST and Gym Ball Exercise Level Attained	44
	5.4 Clinical Implication and Further Studies	44
VI	**CONCLUSION**	45
REFERENCES		46
APPENDIX		51
BIOGRAPHY		73

Copyright by Mahidol University

LIST OF TABLES

TABLE **Page**

2.1 Checklist for the diagnosis of instability in the lumbar spine 9

2.2 Muscle categories 11

2.3 Trunk muscle categorization 11

4.1 Means and standard deviations of age, weight, height, and body mass index of subjects in control and Gym ball exercise groups 33

4.2 Comparison of medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained in each group among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test 34

4.3 Multiple comparison between testing sessions of Gym Ball exercise group 34

4.4 Comparison of medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test between control and Gym ball exercise groups 37

4.5 Correlations between Gym Ball exercise and MIST exercise level attained In Gym ball exercise group 39

G.1 Characteristics of subjects in control and Gym ball exercise groups 70

G.2 Gym ball exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing, and post-test in Gym ball exercise groups 71

G.3 MIST exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing, and post-test in Gym ball exercise groups 72

Copyright by Mahidol University

LIST OF FIGURES

FIGURE		Page
3.1	Pressure biofeedback unit (Stabilizer)	20
3.2	Gym ball exercise feedback unit	21
3.3	Gym ball and mat for exercise	22
4.1	MIST exercise level attained in the control group	35
4.2	MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group	35
4.3	Gym ball exercise level attained in the Gym ball exercise group	36
4.4	Number of subjects and MIST exercise level attained in pre-test of control and Gym ball exercise groups	38
4.5	Number of subjects and MIST exercise level attained in post-test of control and Gym ball exercise groups	38
4.6	Correlation between Gym ball and MIST exercise level attained in Gym ball exercise group	40

Copyright by Mahidol University

LIST OF ABBREVIATIONS

BMI	=	body mass index
MIST	=	modified isometric stability test
EMG	=	electromyography
CLBP	=	chronic low back pain
LBP	=	low back pain
TENS	=	transcutaneous electrical nerve stimulation
MVC	=	maximal voluntary contraction
Q_1	=	25^{th} percentiles
Q_3	=	75^{th} percentiles

Copyright by Mahidol University

CHAPTER I
INTRODUCTION

Trunk stabilization is determined by trunk muscles and osteoligamentous structures to support the spine during movement. Insufficient of strength and endurance in trunk muscles, loss of trunk muscles co-activation can develop to spinal instability. Recent research has demonstrated the importance of two muscle groups in particular. The transversus abdominis and the multifidus muscles perform critical functions during spinal stabilization (1, 2).

Research indicates an association between chronic low back pain (CLBP) and trunk stabilization. Well known as CLBP is one of most common problems in many countries. It is estimated that 60-80% of the general population experience lower back pain at some time during their lives (3). 70-90% of patients have recurrent pain and peak incident at 40 years old (3). Perhaps 85% of patients with low back pain cannot be given a precise pathoanatomical diagnosis (4).

Many researches perform relationship between trunk stabilization and CLBP. All of those explained trunk stabilization muscle groups in patient with chronic low back pain. There is direct correlation between back health and abdominal fitness. Strong rectus abdominis muscles counteract short or tight hip flexors, which may be responsible for an exaggerated anterior pelvic tilt (excessive arch of the back or lordosis). Strong oblique muscles reinforce the erector spinae fascia, and pull it laterally resulting in less strain on the back extensor muscles and spinous ligaments (5, 6).

The intervention in patients with CLBP is varied such as thermal effect, manipulation, TENS, traction of lumbar spine and therapeutic exercise. Physical therapist need to utilize the best treatment strategies, whether they are treating

Copyright by Mahidol University

CLBP patients, preventing occurrence of back pain in healthy patients or working with high-level athletes. Therefore, program of treatment is important for patient in LBP especially trunk stabilization exercise program (7, 8).

Trunk stabilization is all about ensuring muscle balance, trunk stability and strength. The torso muscles work as a team to control movement within the torso, and give more power for other activities. These activities include sitting up in bed, sitting in a chair, swimming, playing tennis (9).

Trunk stabilization exercise training is widely used by physical therapists to treat LBP. It involves strengthening the trunk and pelvic musculature to address the imbalances and deficits that develop in people with CLBP. It is also designed to help patients resume their normal activities (1, 10). Therapists can employ stabilization routines that selectively emphasize control of these muscles. In studies, patients had demonstrated superior outcomes in programs that emphasized on these muscles. The trunk and pelvic muscles are most affected. Stabilization training can improve the strength, endurance, balance and control of these muscles (11, 12).

Therefore, trunk stabilization exercise will be one technique to protect LBP in all people and decrease chronic pain and increase trunk stabilization in patient with low back pain.

There are a many trunk stabilization exercise programs used for therapy which necessary for the patient. Stabilization training is used for a variety of low back pain diagnosis and is generally safe for most patients. And there were designed for training patient to control spine in neutral position during movement of extremities. Trunk stabilization exercise program were divided to 2 types from the difficulty of balance; exercise on stable surface and labile (unstable) surface. Exercise on stable surface such as abdominal curl, bridging or four-point kneeling on the floor, MIST and exercise on labile surface such as exercise on gym ball, Biofoam rollers (5, 13, 14).

Copyright by Mahidol University

There are a lot of studies on the effect of exercises on stable surface and reported good results in patients and healthy persons. But there are not many studies of the exercise on labile surface in Thailand in spite of becoming popular in fitness center. The techniques for increase trunk stabilization are also popular in many countries (5, 15).

There are not many studies and report of muscle function during use ball or training of ball or related in Thailand. The ball training is easy to remember and train for patient and healthy person including many steps for training that are very effective for the spine or muscles to become more strong and stable. Moreover ball training is more fun than other exercises and do not need special or expensive instruments.

Training on a ball challenges balance and is very good for working the core muscles. Apart from the fact that user can have a lot of fun, exercise with gym ball help keep motivated by adding variety to strengthening and stretching exercises. And since the ball helps build core strength, training with these inflatable orbs improves posture. In addition, ball training is easily adaptable to all levels of fitness (13, 16).

When a patient is sitting or lying on the ball, balance (which recruits many of the body's deep stabilizing muscles) is always challenged and proprioceptive feedback. Ball helps focus attention on how subjects perceive and interpret stimuli and sensations from the world around (16).

The aim of this study was to investigate the effect of Gym ball exercise program on trunk stabilization in healthy subjects and hope that the result will be used for trunk stabilization training that for prevention and treatment of low back pain patients.

Copyright by Mahidol University

Purpose of the Study

General Objective

To investigate effects of Gym ball exercise training program on trunk stabilization by comparing the MIST exercise level attained between the Gym ball exercise and control groups.

Specific Objectives

1. To compare the MIST exercise level attained among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test in Gym ball exercise group.
2. To compare the MIST exercise level attained among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test in control group.
3. To compare the MIST exercise level attained in pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test between Gym ball exercise group and control group.
4. To determine the correlation of exercise level attained between MIST and Gym ball groups.

Hypotheses of the Study

1. There is significant difference in MIST exercise level attained among pre-test, 1st, 2nd, 3rd testing and post-test in Gym ball exercise group.
2. There is no significant difference in MIST exercise level attained among pre-test1st, 2nd, 3rd week testing and post-test in control group.
3. There is significant difference in MIST exercise level attained between Gym ball exercise group and control group.
4. There would be correlation of exercise level attained between MIST and Gym ball groups.

Measured Variables

The variables in this study are as follows

1. MIST exercise level
2. Gym ball exercise level

Copyright by Mahidol University

Scope of the Study

This study investigated the effect of training Gym ball exercise program as trunk stabilization exercise for 4 weeks with weekly testing and compared effect of Gym ball exercise training by MIST. Subjects are healthy Thai adult aged range between 20-29 years. Subjects in Gym ball exercise group were assigned Gym ball exercise for 4 weeks. Gym ball exercise program represented trunk stabilization exercise and progressively more difficult by upper and lower extremities movement.

Advantages of the Study

1. This study would confirm that the use of Gym ball exercise can improve trunk stabilization and could apply in chronic low back pain patients or prevent trunk dysfunction in healthy people.
2. In this study, new exercise program for trunk stabilization was designed by modified general bridge exercise to bridging on gym ball making the trunk stabilization exercise more challenge in balance.

Copyright by Mahidol University

CHAPTER II
LITERATURE REVIEW

In many countries, there are a lot of people that suffer from chronic low back pain and also are most common reason for physician consultation. A variety of physiological and psychological services, including physical therapy, acupuncture, biofeedback, chiropractic manipulations, spa therapy have been used in treatment of chronic low back pain.

In physical therapy, physical therapist will need to utilize the best treatment strategies, whether they are treating a chronic low back pain patient, preventing occurrence of back pain in healthy patients of working with high-level athletes. The primary physical therapy intervention in the treatment of people with chronic low back pain is often therapeutic exercise aimed at reduce pain, increase muscle strength and endurance and stabilize the spine (17). Because of the function and coordination of the muscles that stabilize lumbar spine, especially the lumbar back extensor muscles, are often impaired in patients with low back pain. Another therapeutic method is to educate patient about anatomy, the natural history of disorders of the back, the principles underlying posture, back care during daily activity and a healthy lifestyle. There are a lot of techniques in therapeutic exercise for the patient with chronic low back pain. Physical therapy will select suit therapeutic exercise for the patient. Trunk stabilization exercise is one of most popular treatment in patient with low back pain.

Trunk stabilization exercise has been prescribed for rehabilitation of the injured low back, prevention of injury in healthy people or athletes and as one of the most common approaches for strengthening the function of the trunk muscles in patient with chronic low back pain, healthy people and also in the athletes (18, 19).

Copyright by Mahidol University

Recent, there are many techniques in trunk stabilization exercise. In progressively more advanced trunk stabilization exercises, we can use other equipments in the exercise such as balance sandals, wobble board or gym ball. It make easy to increase coordination in abdominal and back muscle and patient or people who exercise will fun in the exercise more than normal exercise.

2.1 Spinal Stability

The main function of the trunk muscles are stabilize the spine in response to balance perturbations and connecting the hips to the shoulders during force production. This is especially true in the transverse plane. Multi planar rotation is perhaps the most neglected training stimulus.

2.1.1 Definition of Spinal Stability

The stability of the lumbar spine is determined by osteoligamentous structures and trunk muscles. Because motion takes place in all 3 dimensions simultaneously, complex loading patterns act on the passive structures of osteoligamentous spine and, if unprotected, the lumbar spine is vulnerable to being damaged. Therefore, it is essential that the motions are precisely controlled by lumbar and abdominal muscles to produce the stiffness required to optimize the loading on the lumbar spine, and to prevent overload injury. The multifidus muscles are the most important back extensor muscles involved in providing the required stiffness for the lumbar spine. Spinal stability is additionally increased with trunk flexor-extensor muscle coactivation, which increases intra-abdominal pressure and produces abdominal spring force. Although all trunk muscles may participate in stabilizing the spine, transversus abdominis and multifidus muscles are thought to be the most important in this respect. If any of these are impaired in function that it is occur in patient with low back pain, instability of the lumbar spine may occur (9, 20, 21).

Copyright by Mahidol University

Panjabi (22) conceptualized the stabilizing system of the spine as consisting of 3 subsystems:

1) Passive subsystem

The passive subsystem incorporates the osseous and articular structures and the spinal ligaments, and their control of segmental movement, not only at end of range, but particularly around the neutral joint position. While being integral components of the spinal stabilization system, the spinal ligaments offer most restraint towards the end of the range of movement, but do not provide substantial support in neutral joint postures.

2) Active subsystem

The active subsystem refers to the force-generating capacity of the muscles themselves, which provides the mechanical ability to stabilize the spinal segment.

3) Neural subsystem

The neural control subsystem refers to the control of these muscles for the requirement of spinal support.

2.1.2 Spinal Instability

Stability is a very popular term when discussing the low back. First, all sorts of tissue damage result in joint laxity which in turn can lead to instability. Second, competitive lifting task where instability was observed in vivo, that injury resulted. So, instability can both cause, and be the result of injury (23, 24).

Clinical spinal instability is controversial and not well understood. White and Panjabi (25) defined clinical instability of the spine as the loss of the spine's ability to maintain its patterns of displacement under physiologic loads so there is no initial or additional neurological deficit, no major deformity, and no incapacitating pain. And they also describe checklist for assessment the clinical instability in the lumbar spine in Table 2.1.

Copyright by Mahidol University

Tables 2.1 Checklist for the diagnosis of instability in the lumbar spine (25)

Element	Point value
Anterior elements destroyed or unable to function	2
Posterior elements destroyed or unable to function	2
Radiographic criteria	4
Flexion-extension radiographs	
Sagittal plane translation > 4.5 mm or 15%	2
Sagittal plane rotation	
15^o at L1-2, L2-3, and L3-4	2
20^o at L4-5	2
25^o at L5-S1	2
Resting radiographs	
Sagittal plane translation > 4.5 mm or 15%	2
Relative sagittal plane angulation > 22^o	2
Cauda equine damage	3
Dangerous loading anticipated	1

A point value total of 5 or more indicates clinical instability

Hayes et al (26) found that 42% of subjects without low back pain had at least one lumbar motion segment with at least 3 mm. of sagittal-plane translation. And criteria for diagnosing instability increased to 4 mm. of translation and 15 degrees for rotation.

Fritz et al (9) found that segmental instability occurs when an applied force produces displacement of part of a motion segment exceeding that found in normal spine. The most commonly cited thresholds for segmental instability were 1) a sagittal-plane translation of at least 3 mm, or 9% of the vertebral body width, on either a flexion or extension radiograph, and 2) a sagittal-plane rotation of greater than 9 degrees for the lumbar motion segments between L1 and L5.

Copyright by Mahidol University

2.1.3 Muscle Classification

Owing to anatomical, biomechanical and physiological features muscles may be categorized into two groups, stabilizer and mobilizer. The stabilizer muscles are divided into two groups, local stabilizer and global stabilizer. From structural and functional characteristics make the stabilizers better equipped for postural holding with an anti-gravity function. The mobilizers are better set up for rapid ballistic movements and are often referred to as task muscles. Rectus abdominis and lateral fibers of external oblique muscle may be considered as the prime movers or mobilizers of trunk flexion (27).

Local stabilizers maintain low force continuous activity in all positions of joint range of motion. Activity of the local stabilizer increases local muscle stiffness at a segmental level to control excessive physiological and translatory motion and often increases in an anticipatory action prior to load or movement (27).

The major muscles that contribute to the local stabilizing system of the spine are transversus abdominis, multifidus as primary stabilizers and internal oblique, medial fibers of external oblique and quadratus lumborum as secondary stabilizers (28).

The lumbar muscles play a vital role in the stability and functional movement of the lumbar vertebral column, are often impaired in patients with low back pain. Therefore, selective exercise training program for the stabilizing muscles could be meaningful in the prevention (23).

Copyright by Mahidol University

In 2001, Norris (29) show muscle categories and categories of trunk muscles following in Table 2.2 and 2.3.

Table 2.2 Muscle categories

Stabilisors	Mobilisors
• Deeply placed • Aponeurotic • Slow twitch nature • Active in endurance activities • Selectively weaken • Poor recruitment, may be inhibited • Activated at low resistance levels (30-40%MVC) • Lengthen	• Superficial • Fusiform • Fast twitch nature • Active in power activities • Preferential recruitment • Shorten and tighten • Activate at higher resistance levels (above 40%MVC)

Table 2.3 Trunk muscle categorization

Stabilisors		Mobilisors
Primary • Transversus abdominis • multifidus	Secondry • Internal oblique • Medial fibres of external oblique • Quadratus lumborum	• Rectus abdominis • Lateral fibres of external oblique • Erector spinae

2.2 Muscle in Low Back Pain

Many studies have documented an association between chronic low back pain and diminished muscular performance capacity, reduced muscle strength, increased muscular fatigability, and alterations in the muscle size and internal structure (30-32).

Copyright by Mahidol University

Local muscle dysfunction in low back pain

1. Dysfunction of the transversus abdominis muscle
   - Changes in motor control
   - Delayed activation
   - Direction is specific contraction
   - Phasic contraction
   - Loss of independent control
   - Failure to respond in natural-speed movement
2. Dysfunction of the multifidus
   - Muscle activation delayed
   - Fatigability
   - Atrophy

Lee et al (33) measured muscle strength of the trunk and the lower extremities in subjects with history of low back pain and found that in the group with low back pain, the muscles of the trunk and the lower extremities were similarly affected but it can be attributed to generalized muscular weakness or psychological factors, such as fear of injury.

Lee et al (34) investigated trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain in asymptomatic volunteers. The subjects included 30 male and 37 female volunteers who neither reported nor had ever been treated for low back pain. Trunk muscle strength was measured isokinetically, using the trunk extension and flexion and torso rotation units. The volunteers were followed prospectively for 5 years to determine the incidence of low back pain. And found that the extension/flexion ratio of the low back pain group demonstrated significantly lower values than that of non-low back pain group. The study found an imbalance in trunk muscle strength might be one risk factor for low back pain.

Danneels et al (35, 36) described the lumbar multifidus muscle in normal active chronic low back pain, which is thought to be particularly important for stability, was found to be atrophied. The atrophy was prior to the onset of low back

Copyright by Mahidol University

pain, or that in the subacute and chronic stage a combination of reflex inhibition and substitution pattern of the trunk muscles occurred. The atrophy and possible dysfunction of the multifidus could permit spinal instability and could be important factors that contribute to the high recurrence rate in chronic low back pain.

Dieen et al (37) found trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain are different from those in healthy control subjects. The differences are likely to be functional with respect to enhancement of spinal stability.

Hodges and Richardson examined the speed of contraction of several trunk muscles including the transversus abdominis muscle. They found that during rapid movement of the upper extremity (flexion, extension, abduction), the group with low back pain showed significantly slower speed of activation of the trunk stabilizers, specifically the transversus abdominis muscle, when compared with pain-free controls (38).

2.3 Physical Therapy in CLBP Patients

There are many interventions used by physical therapist for management in low back pain patients such as thermotherapy, therapeutic massage, therapeutic exercises, electromyographic (EMG) biofeedback, mechanical traction, ultrasound, TENS, electrical stimulation, spinal manipulation and mobilization (39, 40). Physical therapist will use one or more interventions for patients but in most studies, therapeutic exercises were found to be beneficial for chronic, subacute and post surgery low back pain (41, 42).

2.4 Therapeutic Exercise for Trunk Stability

Exercise is the most important area of emphasis for any rehabilitation program. Exercise is usually directed toward cardiovascular respiratory conditioning and musculoskeletal conditioning (43).

Copyright by Mahidol University

2.4.1 Modes of Exercise

a) Passive exercise
b) Active-assistive exercise
c) Active exercise
d) Resistive exercise

2.4.2 Resistive Exercise

Resistive exercises can improve muscular strength, power, and endurance (44). And they are the parameters that should be developed in an exercise program. So in this study, the gym ball exercise program is designed to resistive exercise mode.

2.4.3 Types of Resistive Exercise

a) Isometric exercise
b) Isotonic exercise
c) Isokinetic exercise

2.4.4 Isometric Exercise

During isometric exercise the exercising muscle contracts without shortening or lengthening. As the force of contraction increases, there is an increase in the tension generated by the muscle, but there is no change in muscle length and there is no visible joint movement. It is also called ‘static’ exercise. The isometric exercise used to establish stability and also called stabilization exercise too. Currently, trunk muscles are stabilizer of the spine, and the Gym ball exercise program in this study is designed to improve spinal stability. So the Gym ball exercise program is used to isometric exercise for this.

2.4.5 Trunk Stabilization Exercise

Lumbar Stabilization exercise is widely used by physical therapists to treat low back pain. It involves strengthening the trunk and pelvic musculature to address the imbalances and deficits that develop in people with CLBP. It is also designed to help patients resume their normal activities. Lumbar stabilization could be

Copyright by Mahidol University

call in various terms as “core strengthening”, “trunk stabilization” or “lumbar stabilization”. For this study will call trunk stabilization (28).

Research indicates an association between CLBP and muscle weakness. The trunk and pelvic muscles are most affected. Trunk stabilization exercise is focused on muscular stabilization of the abdominal, paraspinal and gluteal muscles to provide better spinal stability and control of trunk movement (45).

The neutral position is of the lumbar spine is midway between end range flexion and end range extension. In a neutral position the discs and facet joints are minimally loaded and the soft tissues surrounding the lumbar spine reach a state of elastic equilibrium (46).

Ideally it is a position that minimizes pain. With the neutral spine posture, the patient performs a series of exercises. During the exercise the arms and/or legs are moved while the trunk and pelvic muscles work to hold the neutral position. A variety of exercise positions are utilized including on the abdomen, back, all fours, sitting and standing.

2.5 Trunk Stabilization Exercise Program

The overall goal of the trunk stabilization exercise program is to recondition key spinal stabilizers while improving control and coordination. And the exercise approach is that it provides a training effect for target muscle groups without aggravating symptom and can prevent spinal instability in normal persons (47, 48).

The exercise programs that enhance lumbar stability have divided into four stages.

2.5.1 Stage 1: reeducation of stabilizing muscle

Facilitation techniques and isometric exercises with a static neutral spine have been used in teaching patients how to contract the lumbar multifidus muscle at the segmental level during this stage.

Copyright by Mahidol University

Definition of the neutral spine (46)

The neutral position of the lumbar spine is midway between end range flexion and end range extension. In a neutral position the discs and facet joints are minimally loaded and the soft tissues surrounding the lumbar spine reach a state of elastic equilibrium.

2.5.2 Stage 2: exercise progressions for static stabilization

Stabilization exercises are organized in stages to progress the patient through increasingly difficult exercises. Isometric holds with co-contraction are performed first. The exercise on stable surface such as floor bridge exercise is in this stage and the exercise can progress by upper or lower extremities movement(49, 50).

2.5.3 Stage 3: exercise progressions for dynamic stabilization

The exercise on labile surface such as exercise on gym ball, wobble board balance sandals or foam roller is in this stage.

2.5.4 Stage 4: occupational and activity specific stabilization

This stage relevant to the activities of daily living, work and sport constitute the final stage of rehabilitation. Training for deep muscle support during high impact loading activities such as running and jumping may need to be incorporated into the program. Teaching practices of safe lifting, carrying and handling task, or the correction of styles in sport, are also in the program (24).

2.6 Gym Ball Exercise

Gym balls are an effective training tool for increasing strength, improving joint and body stability and increasing joint flexibility. The movable ball activates muscles to stabilize and balance the body. The use of this implements demand creativity from the therapist (13, 16).

Gym balls are widely used in physiotherapeutic treatments and can be a part of each program in general training in athletics. Exercises with the ball can also be tailored to the specific demands of the different competition movements.

Copyright by Mahidol University

Vera-Garcia et al (51) study in abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces use of labile surface. All subjects were requested to perform 4 different curl-up exercises—1 on a stable surface and the other 3 on varying labile surfaces. Electromyographic signals were recorded from 4 different abdominal sites on the right and left sides of the body and normalized to maximal voluntary contraction (MVC) amplitudes. They found that curl-up exercises on labile surfaces increased abdominal muscle activity (eg, for curl-up on a stable surface, rectus abdominis muscle activity was 21% of MVC and external oblique muscle activity was 5% of MVC; for curl-up with the upper torso on a labile ball, rectus abdominis muscle activity was 35% of MVC and external oblique muscle activity was 10% of MVC). Furthermore, it appears that increases in external oblique muscle activity were larger than those of other abdominal muscles. And there is conclusion and discussion as performing curl-ups on labile surfaces changes both the level of muscle activity and the way that the muscles coactivate to stabilize the spine and the whole body. This finding suggests a much higher demand on the motor control system, which may be desirable for specific stages in a rehabilitation program.

Mori (13) reported the study in electromyographic (EMG) activity of the trunk muscles during seven stabilization exercises using gym ball. Eleven healthy men without low back pain volunteered to participate in the study. Bipolar surface electrodes were attached to the right side of the upper and lower rectus abdominis, the external abdominal oblique and the upper and lower back extensor muscles. EMG signals were recorded during seven types of stabilization exercises using a gym ball and normalized to maximal voluntary contraction (%MVC). Push-up exercise, supporting with both hands on the gym ball and toes on the floor in prone position, resulted in the highest activity of all abdominal muscles, and an exercise of the lifting the gym ball up, holding it actively between both legs with both knees flexed in supine position resulted in the lowest. Lifting up of the pelvis in a bridged position exercise, supporting the head with the gym ball and with the feet on the floor in supine position, resulted in higher muscle activity of the back extensor muscles than another exercise.

Copyright by Mahidol University

2.7Training Intensity Duration and Frequency (3)

2.7.1 Training intensity

For strength training, it is typically 25-95% of 1 RM.

2.7.2 Training duration

Strength training sessions can last for hours because the lifting periods are interspersed with breaks. Apparent increases in strength during first 2 weeks of training are related to neuromuscular retraining and more efficient recruitment of muscle groups rather than to muscular hypertrophy, which occurs later.

2.7.3 Training frequency (3)

For strength training, typically 3-5 times/week.

For aerobic training, typically 3-6 times/week.

Flexibility exercises may be done daily.

Copyright by Mahidol University

CHAPTER III
MATERIALS AND METHODS

3.1 Subjects

Subjects were volunteered, adult Thai people, both male and female and ranging in age from 20 to 29 years. They had Body Mass Index (BMI) value in range of 18.5 to 24.9 kg/m². The subjects must not have any sport activity over 3 days per week during training program.

Inclusion criteria

- Male and female.
- Age between 20 and 29 years.
- Height between 150 and 185 cm.
- Body Mass Index (BMI) range between 18.5 to 24.9 kg/m² (from American Heart Association, 2004).
- Healthy and no history of low back pain in the past 6 month or any prior back surgery.
- Having normal joint range of motion.

Exclusion criteria

- Having any problems relating to musculoskeletal, neuromuscular problems which effected to training program.
- Having sport activity over 3 days per week or exercise involved in stability of lumbar spine.
- Taking medicine which effected to training program.
- Pregnant or having a baby.

Copyright by Mahidol University

Subject read and signed inform consent. The researcher recorded age, weight and height at the time of setting and explained procedure of training program to subject. Subject must be trained or tested after meal at least 2 hours and must not drink alcoholic beverage at least 24 hours before testing or training.

3.2 Instrumentation

3.2.1 A pressure biofeedback unit (24, 49, 52) (Stabilizer, Chattanooga Australia Pty Ltd) consists of tri-sectional inflatable rectangular cushion (23x14 cm) connected to a pressure gauge (measuring 0-300 mmHg) and inflation device. The cushion was inflated to accommodate the existing space between the subject's lumbar spine and the mat (approximately 40 mmHg). This device placed centrally, behind lumbar spine from S2 to approximately L1 and was used to monitor the position of lumbar spine during the MIST. External force performed to the cushion reflected as change in pressure. Movement of the body part onto the back results in an increase in pressure while movement of body part of the cushion results in a decrease in pressure.

Figure 3.1 Pressure biofeedback unit (Stabilizer)

Copyright by Mahidol University

3.2.2 Gym ball exercise feedback unit for testing was used to detect action of lumbar stabilizer muscles. The feedback unit consists of adjustable bar to determine neutral spine position by subject's abdomen do not fall from the bar and 3 foam stands laid down around the ball to detect ball moving.

Figure 3.2 Gym ball exercise feedback unit

3.2.3 Gymnastic ball for exercise with diameter 65 cm.

3.2.4 Weight and height scale for measuring subject body weight (kg.) and height (cm.).

3.2.5 Stopwatch

3.2.6 Goniometer was used to measure range of motion of hip joint flexion in degree.

3.2.7 Mats for exercise.

3.2.8 Pillow

3.2.9 Gym ball exercise program handout.

Copyright by Mahidol University

3.2.10 Modified IST exercise handout.

3.2.11 Clothes for exercise such as cotton T-shirt, socks, short plants.

Figure 3.3 Gym ball and mat for exercise

3.3 Procedure

Subject's inclusion criteria and exclusion criteria were evaluated by questionnaire and interview. Height, weight and body mass index (BMI) were measured for each subject.

Subjects read and signed inform consent. All procedure and objectives of the study were explained. Subjects were randomized into 2 groups (Gym ball exercise group and control group). The Gym ball exercise group performed Gym ball exercise program for 4 weeks. The control group received no training. The exercise group was tested for MIST exercise level attained and Gym ball exercise level attained. The control group was tested every week for only MIST exercise level attained.

Copyright by Mahidol University

3.3.1 Training before pre-test

Subjects in the Gym ball exercise group were instructed to do the MIST and the Gym ball exercise program. The control group was instructed to do only the MIST on the first day of the participation. Subjects must not have any exercises within 24 hours prior to testing or training to avoid minimize any training or fatigue response.

Modified Isometric Stability Test (MIST) (52) (See figures at Appendix E)

While the subjects performed level 1, they maintained the pressure at 40 mmHg (± 4 mmHg) which was visible to both subject and the researcher. They sustained that pressure during three cycles of normal breathing without compensation. The subjects who could perform abdominal hollowing and maintained pressure were able to reach this level. After that, they were allowed to continue with exercise level 2 or higher level until they could not perform or had any compensation.

Level 1 testing: Abdominal hollowing

Subjects were in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They placed their hands on lower abdomen below navel, and felt their muscle contraction. They were asked to imagine the feeling created in abdomen while inhaled. When exhaled, they were asked to imagine bringing belly to the spine. Subjects tried to maintain pressure with breathing normally.

Level 2 testing: Unilateral abduction

Subjects were in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They performed the abdominal hollowing by contracted abdominal muscles. While maintaining these contractions, they were advised to abduct their right leg to approximately 45^{o} in relation to the floor during left knee motionless. After that, they put their right leg to the starting position. Each subject was asked to continue a normal breathing pattern throughout the exercise.

Copyright by Mahidol University

Level 3 testing: Unilateral knee extension

Subjects performed exercise in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They performed the abdominal hollowing by contracted abdominal muscles. While maintaining the contraction of abdominal muscles, they were asked to extend their right knee joint to zero degree and controlled the thigh in the same level both sides. Then they put their right leg to the starting position. Subjects were advised to keep normal breathing throughout the exercise.

Level 4 testing: Unilateral knee raise

Subjects were in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They performed the abdominal hollowing by contracted abdominal muscles. While the subjects were maintaining these contractions, they were asked to raise their right leg toward chest until it just passed hip flexion approximately 90^{o} and allowed the knee to flex naturally. While subjects performed the lift, they did not allow to move the left leg, head, neck and shoulders. After that, they put their right leg to the starting position.

Level 5 testing: Bilateral knee raise

Subjects were in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They contracted abdominal muscles. While maintaining these contractions, each subject was asked to raise right leg toward chest until it just passed hip flexion approximately 90^{o} with knee to flexion position. The subjects held their right leg in this position and then raised the left leg in the same manner therefore both legs were elevated. They put their right leg to the starting position followed by left leg. Subjects were instructed to breath normally throughout the exercise.

Copyright by Mahidol University

Level 6 testing: Bilateral knee rise together

Subjects were in supine position with knees flexion and feet flat on the floor. They recreated the abdominal hollowing by contracted abdominal muscles. While maintaining these contractions, they raised their both legs toward chest until just passed hip flexion approximately 90^{o} with knee flex naturally. Subjects continued to breathe normally and did not allow moving head, neck or shoulders. Then, they put their both legs to the starting position together.

Gym ball exercise level (See figures at Appendix E)

Exercise level 1: Advanced neutral in bridge position

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position and held it for 10 seconds and returned to the starting position. Subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support (no hip abduction or adduction). Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make the ball move. Neutral spine position was important for this exercise.

Time interval: subjects held 10 seconds and rested 10 seconds, repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 5 minutes for the next exercise. Total time was 15 minutes.

Exercise level 2: Bridging with leg abduction

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position. While the bridge position (subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support), subjects abducted both legs approximately at 45º in relation to the floor with normal speed (3 seconds per time). Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make the ball move. Neutral spine position was important for this exercise. Then, subjects returned

Copyright by Mahidol University

leg to the starting position. Subjects were abducted both legs for 10 times and returned to the starting position.

Time interval: subjects repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 3 minutes for the next exercise. Total time was 8 minutes.

Exercise level 3: Bridging with alternate hip and knee flexion

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position. While the bridge position (subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support), subjects raised right leg toward chest until hip flexed at 90º and knee flexed naturally with normal speed (3 seconds per time) and returned to the starting position. Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make ball move. Neutral spine position was important for this exercise. Subjects raised right leg for 5 times and returned to the starting position and raised left leg for 5 times in the same action and returned to the starting position.

Time interval: subjects repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 3 minutes for the next exercise. Total time was 8 minutes.

Exercise level 4: Bridging with alternate knee extension

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position. While the bridge position (subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support), subjects extended right knee until knee straight with normal speed (3 seconds per time) and returned to the starting position. Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make ball move. Neutral spine position was important for this exercise. Subjects

Copyright by Mahidol University

extended right knee for 5 times and returned to the starting position. Then, extended left leg 5 times in the same action and returned to the starting position.

Time interval: subjects repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 3 minutes for the next exercise. Total time was 8 minutes.

Exercise level 5: Bridging with opposite shoulder flexion and knee extension

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position. While the bridge position (subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support), subjects extended right knee until knee straight and raised left arm simultaneously with normal speed (3 seconds per time) and returned to the starting position Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make ball move. Neutral spine position was important for this exercise. Subject did the process 5 times. Then, extended left knee and raised right arm simultaneously 5 times again and returned to the starting position.

Time interval: subjects repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 3 minutes for the next exercise. Total time was 8 minutes.

Exercise level 6: Bridging with same side shoulder flexion and knee extension

Starting position was sitting on the floor and the gym ball was behind subject's back. They had to lift the pelvis up to the bridge position. While the bridge position (subject's head and shoulders were on the gym ball, with feet flat on the floor, with both knees flexed at 90º and normal base of support), subjects extended right knee until knee straight and raised right arm simultaneously with normal speed (3 seconds per time) and returned to the starting position. Subjects were not allowed moving their head, neck or shoulders that make ball move. Neutral spine position was

Copyright by Mahidol University

important for this exercise. Subject did the process 5 times. Then, extended left knee and raised left arm simultaneously 5 times again and returned to the starting position.

Time interval: subjects repeated this exercise 10 times per set and rested 1 minute between each set. Subjects in the Gym ball exercise group did the exercise 3 sets and rested 3 minutes for the next exercise. Total time was 8 minutes.

Gym ball exercise testing

Subject could be passed in each exercise level by subject could exercise 3 times completely, no ball moving and keep neutral spine position that were detected by feedback unit.

3.3.2 Pre-test

Subjects must not have any exercises within 24 hours prior to testing to avoid minimize any training or fatigue response.

First week, subjects in the control group were pre-test MIST. Subjects in the Gym ball exercise group were pre-test MIST and Gym ball exercise testing as in the above protocol respectively.

3.3.3 Training program

Subjects in the Gym ball exercise group were trained by Gym ball exercise 3 days per week for 4 weeks. Gym ball exercise level was adjusted according to Gym ball exercise testing every week. The Control group was not allowed to do any exercises for 4 weeks.

3.3.4 Testing

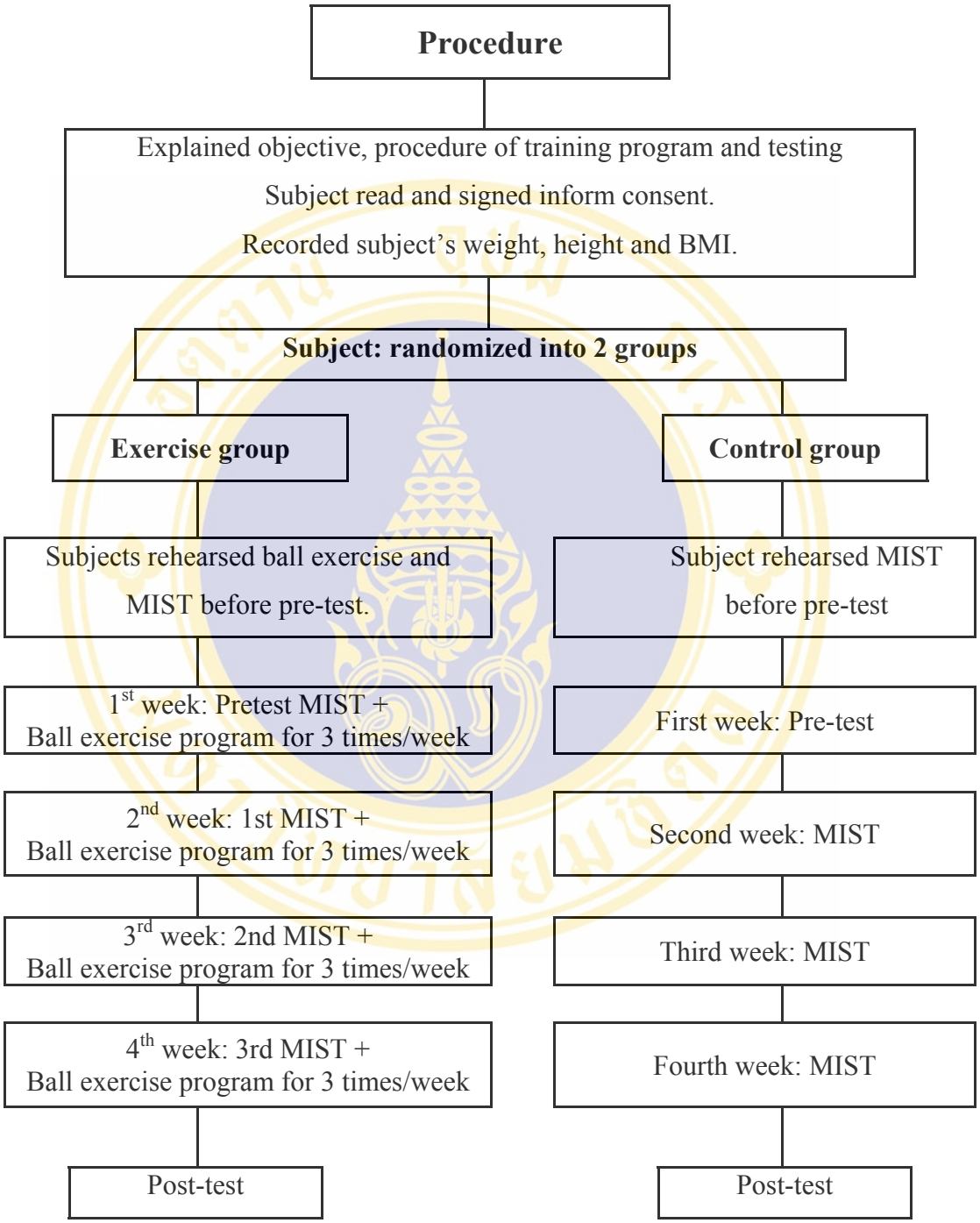
Subjects in the control and the Gym ball exercise group had MIST at pre-test, every week for 3 weeks and at post-test. Subjects in the Gym ball exercise group had the Gym ball exercise testing at pre-test, every week for 3 weeks and at post-test.

Copyright by Mahidol University

3.3.5 Warm-up and cool-down

Subjects in the control and the Gym ball exercise group must warm-up for 10 minutes of back and lower limb muscles stretching (See the figures in Appendix E). Cool-down for 10 minutes as in the warm-up exercise were done after exercise testing and training.

Copyright by Mahidol University



Copyright by Mahidol University

3.4 Statistic Analysis

The level of statistically significant difference for all analyses was set at p-value < 0.05.

Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit test was used to determine the distribution of the characteristic data. The characteristic data of the study had normal distribution. Independent sample t-test was used to compare the differences of age, weight, height, and body mass index (BMI) in both groups.

The dependent variables were the score on Gym ball exercise (exercise level attained) ranged from 0 to 6 that represented the highest level of Gym ball exercise which subjects successful and MIST (exercise level attained), performed score 0 to 6 that represented the highest level of MIST which subjects successful.

The independent variables were groups (control group and Gym ball exercise group).

The Friedman Test was used to compare the MIST exercise level attained among pre-test, 1^{st}, 2^{nd}, 3^{rd} week testing and post-test in both groups.

Wilcoxon Signed Ranks Test was used to compare differences in the MIST exercise level attained between testing sessions of Gym ball exercise group.

Mann-Whitney U test was used to compare differences in the MIST exercise level attained in pre-test, 1^{st}, 2^{nd}, 3^{rd} week testing and post-test between Gym ball exercise group and control group.

Correlation between the MIST exercise level attained and Gym ball exercise level attained was assessed by using Spearman rank order test.

Copyright by Mahidol University

Sample Size Calculation

The sample size for this study was calculated by the following equation:

$$N = \frac{2S^2p\,[Z_{(1-\alpha/2)} + Z_{(1-\beta)}]^2}{(\mu_1-\mu_2)^2}$$

N = sample size for each subject group

S^2p = pooled variance

$$\frac{S_1^2 + S_2^2}{2}, \text{ if } n_1 = n_2$$

n_1 = number of subject of exercise group, who practice gym ball exercises program in the pilot study

n_2 = number of subject of control group in the pilot study

S_1^2 = variance of subject of exercise group, who practice gym ball exercises program in the pilot study

S_2^2 = variance of subject of control group in the pilot study

$Z_{(1-\alpha/2)}$ = Z-value when set the confident level equal to 95% or significant level equal to 0.05 (α=0.05) = 1.96

$Z_{(1-\beta)}$ = Z-value when set the power of testing equal to 90% (β=0.1) = 1.28

$\mu_1-\mu_2$ = the difference of means of parameter between exercise group, who practice gym ball exercises program and control group in the pilot study

The data of MIST exercise level attained in the pilot study were used to calculate the sample size. The appropriate sample size for each group in the present study was ten subjects.

Copyright by Mahidol University

CHAPTER IV
RESULTS

4.1 Characteristics of Subjects

Subjects were divided into two groups; the control group and the Gym ball exercise group. 4 men and 6 women participated in each group. Means of age, weight, height, and body mass index between groups were not significantly different.

Table 4.1 Means and standard deviations of age, weight, height, and body mass index of subjects in control and Gym ball exercise groups

	Control group (n=10)		Gym ball exercise group (n=10)		p-value
	mean	SD	mean	SD	
Age (yrs)	23.90	1.73	22.70	2.21	0.193
Weight (kg)	53.80	5.57	57.60	10.71	0.333
Height (cm)	165.10	6.62	165.10	10.34	1.000
BMI (kg/m^2)	19.68	0.98	20.96	1.84	0.068

p-value from independent sample t-test

Copyright by Mahidol University

4.2 MIST and Gym Ball Exercise Level

Medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained in each group at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test are shown in Tables 4.2, 4.3 and Figures 4.1, 4.2. Figure 4.3 shows Gym ball exercise level attained in Gym ball exercise group.

Table 4.2 Comparison of medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained in each group among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test

Test	Group	
	Control (n=10)	Gym ball exercise (n=10)
	Median (Q_1,Q_3)	Median (Q_1,Q_3)
Pre-test	2 (1,2.25)	2 (1,2.25)
1st week	2 (1,2)	2 (1.75,2.25)
2nd week	2 (1,2)	2 (2,3)
3rd week	2 (1,2)	3 (2,3)
Post-test	2 (1.75,2)	3 (3,3.25)
p-value	0.582	0.001*

p-value from Friedman test

*significant difference at $p < 0.05$

Table 4.3 Multiple comparison between testing sessions of Gym ball exercise group

Test	Pre-test	1st week	2nd week	3rd week	Post-test
Pre-test		.317	.025*	.003*	.003*
1st week			.046*	.005*	.002*
2nd week				.046*	.008*
3rd week					.083
Post-test					

Wilcoxon Signed Ranks Test

*significant difference at $p < 0.05$

Copyright by Mahidol University

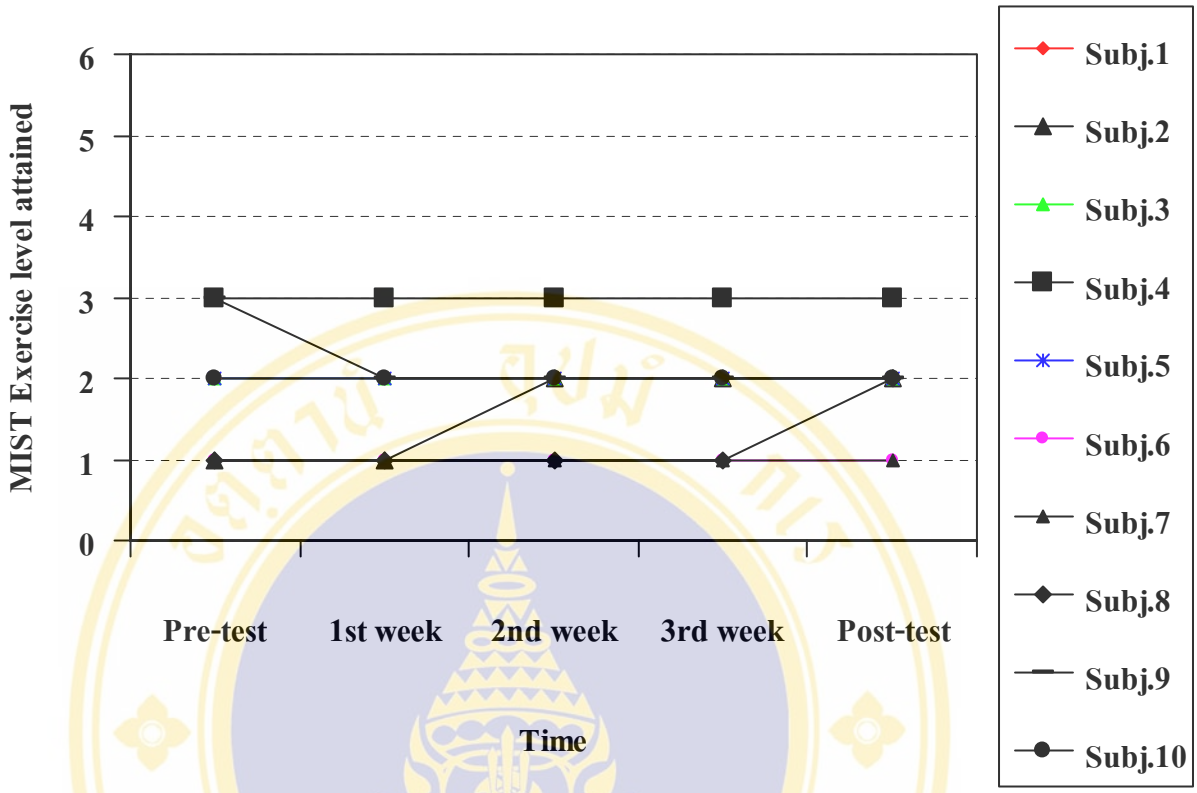


Figure 4.1 MIST exercise level attained in the control group

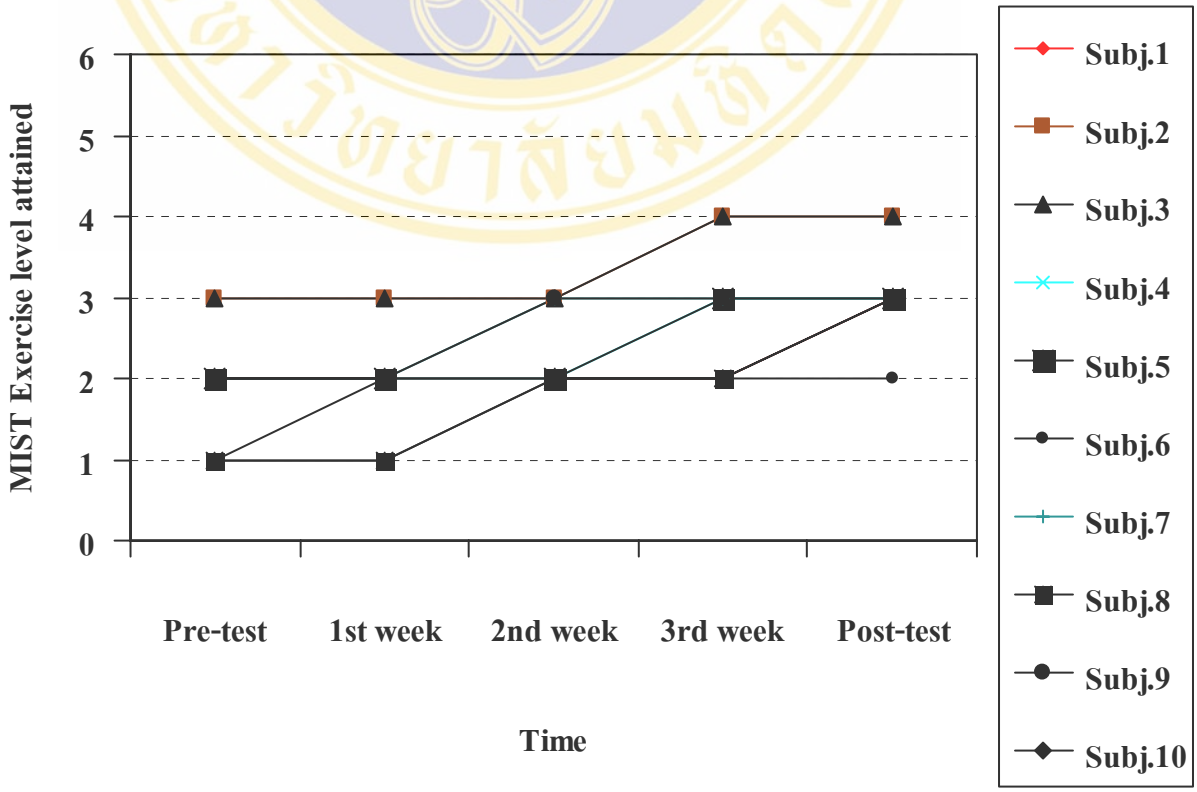


Figure 4.2 MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group

Copyright by Mahidol University

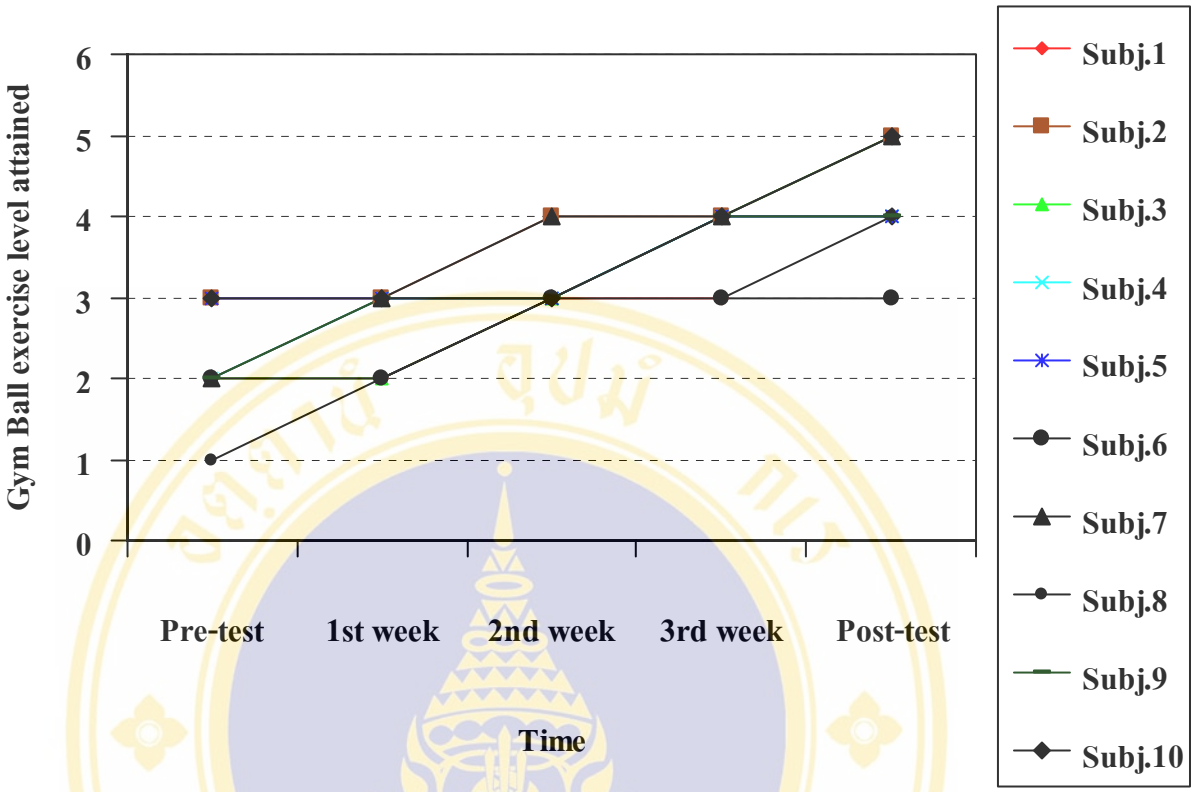


Figure 4.3 Gym ball exercise level attained in the Gym ball exercise group

In control group, no significant difference was found in MIST exercise level attained among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test, whereas the results of the Gym ball exercise group demonstrated significant differences in the MIST exercise level attained among pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test.

The results shown significant differences between pre-test and 2nd week testing, pre-test and 3rd week testing, pre-test and post-test, 1st week testing and 2nd week testing, 1st week testing and 3rd week testing, 1st week testing and post-test, 2nd week testing and 3rd week testing, 2nd week testing and post-test in the Gym ball exercise group.

Copyright by Mahidol University

4.3 MIST Exercise Level between Control and Gym Ball Exercise Groups

Medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test between control and Gym ball exercise groups are demonstrated in Table 4.4. Number of subjects and MIST exercise level attained in each groups at pre-test and post-test are shown in Figures 4.4, 4.5 respectively.

Table 4.4 Comparison of medians and interquartile ranges of MIST exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test between control and Gym ball exercise groups

	Control (n=10)	Gym ball exercise (n=10)	p-value
	Median (Q_1,Q_3)	Median (Q_1,Q_3)	
Pre-test	2 (1,2.25)	2 (1,2.25)	0.744
1st week	2 (1,2)	2 (1.75,2.25)	0.312
2nd week	2 (1,2)	2 (2,3)	0.038*
3rd week	2 (1,2)	3 (2,3)	0.009*
Post-test	2 (1.75,2)	3 (3,3.25)	0.001*

p-value from Mann-Whitney U test

*significant difference at $p < 0.05$

Copyright by Mahidol University

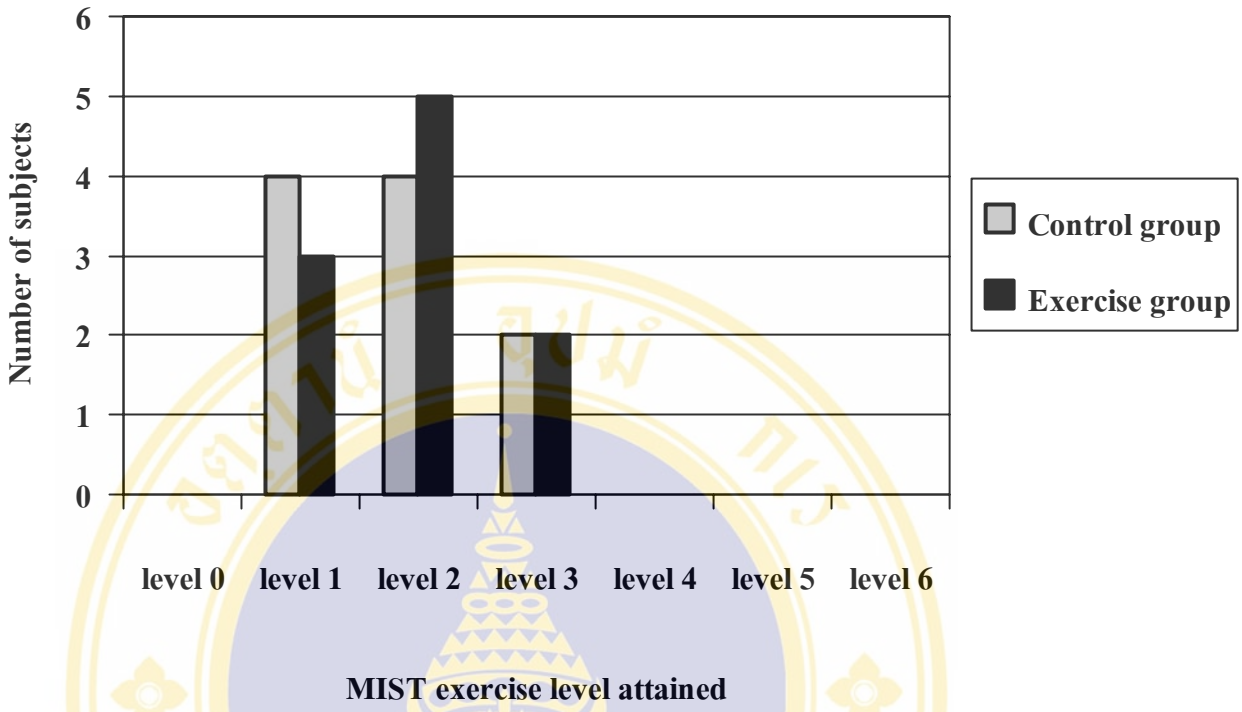


Figure 4.4 Number of subjects and MIST exercise level attained in pre-test of control and Gym ball exercise groups

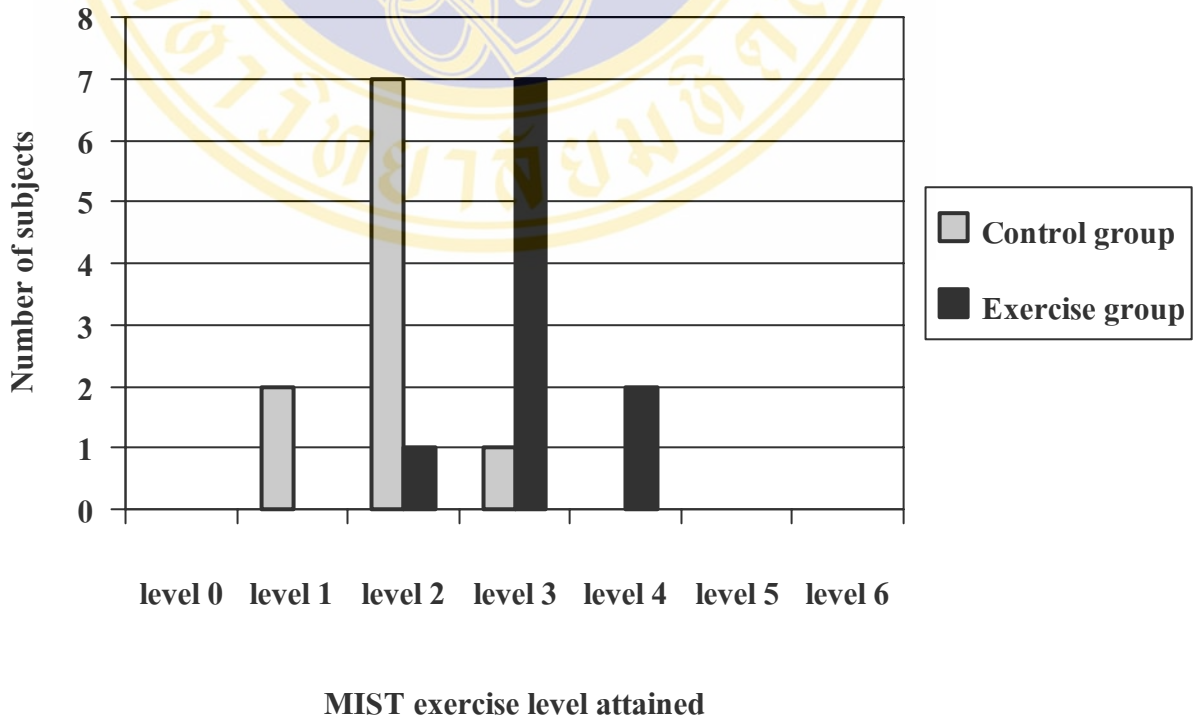


Figure 4.5 Number of subjects and MIST exercise level attained in post-test of control and Gym ball exercise groups

Copyright by Mahidol University

4.4 Correlations between Gym Ball and MIST Exercise Level in Gym Ball Exercise Group

Correlation coefficient and scatter plot between Gym Ball and MIST exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing and post-test in the Gym ball exercise group are presented in Table 4.5 and Figure 4.6 respectively.

Table 4.5 Correlation between Gym Ball exercise and MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group

Test		MIST (n=50)
Gym Ball (n=50)	Correlation Coefficient	.718**
	Sig. (2-tailed)	.001

** Correlation is significant at the 0.001 level (2-tailed)

The results of Spearman order rank test demonstrated was significant between Gym ball exercise and MIST exercise level attained.

Copyright by Mahidol University

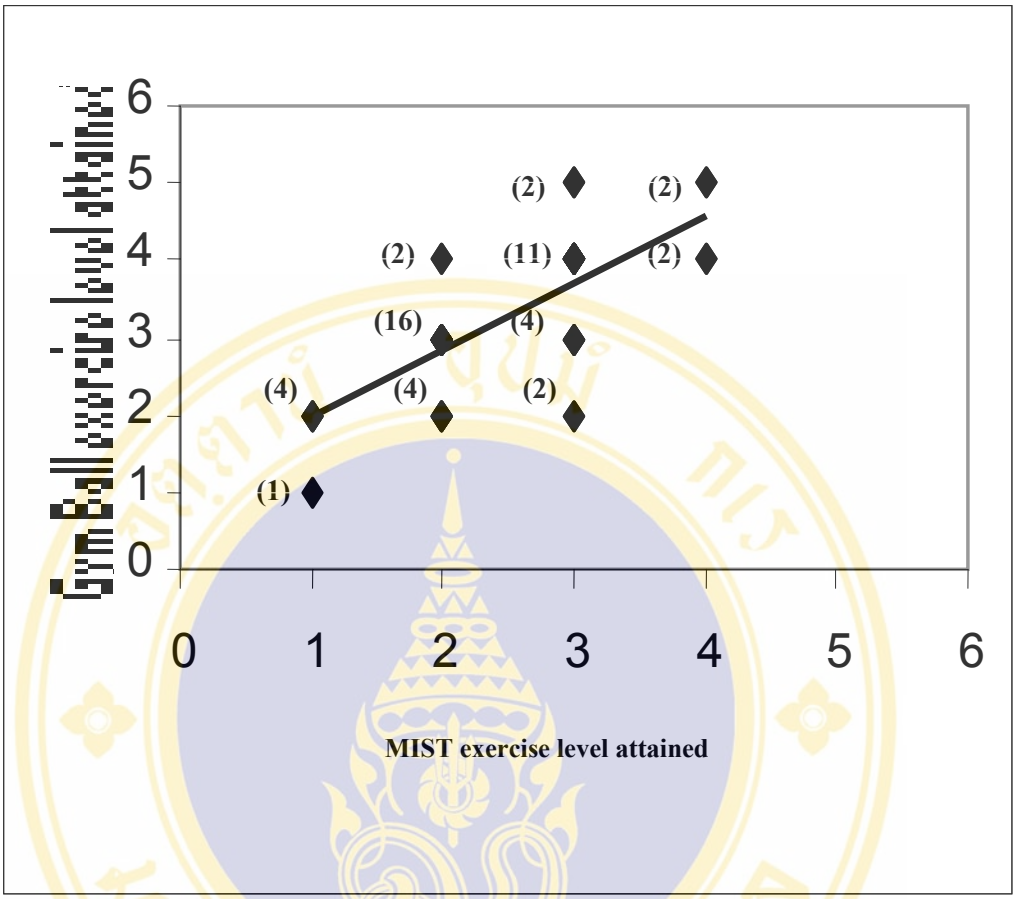


Figure 4.6 Correlation between Gym ball exercise level attained and MIST exercise level attained in Gym ball exercise group (n=50)

Copyright by Mahidol University

CHAPTER V

DISCUSSION

5.1 Characteristics of Subjects

In this study, subject's age range between 20 and 29 years was one of the inclusion criteria because it has been reported that the highest muscular strength levels for men and women are generally reached between the ages of 20 and 30 years (53).

In both groups; control and Gym ball exercise, the subjects had no significant difference in age, weight, height, and body mass index. It could be assumed that the subjects had similar characteristics.

All subjects in this study were students and non-athlete. It could be assumed that their activities should be similar. During period of this investigation, the researcher told the subjects to do the same routine activities and avoid any other specific training programs or any sport activities more than 3 days per week. Moreover, the control and exercise groups were matched for sex, age, weight, height and BMI as much as possible. It is possible to conclude that the subjects' fitness level and muscular control of the both groups did not alter during 4 weeks testing and training period. Therefore, the differences in exercise level attained after training program would be due to the effect of trunk stabilization exercise training.

Copyright by Mahidol University

5.2 MIST Exercise Level Attained in Control and Gym Ball Exercise Groups

In this study, Gym ball exercise can increase MIST exercise level attained (Table 4.2) whereas, no progression was found in the control group (Table 4.2). Compared between control and Gym ball exercise groups, MIST exercise level attained of the Gym ball group was higher than that of the control group starting from the week until the post-test (Table 4.4).

The finding of this study supported the studies of Thongjunjua in 2004. They studied 30 healthy subjects who received lumbar stabilization exercises (MIST) with and without feedback. The result showed highly significant increase ($p=0.0001$) in MIST exercise level attained with feedback in exercise group. whereas, no significant increase in MIST exercise level attained with feedback in control group (52).

From the previous studies (37,46), transversus abdominis and multifidus muscles was the main function to stabilize the spine with internal oblique and medial fiber of external oblique muscles during performed MIST for holding pressure of the stabilizer at 40 ± 4 mmHg with leg motion. And most studies also indicated that trunk stabilizer muscles required muscle activity approximately 30-40 %MVC to stabilize the spine (1, 13). Similarly, the Gym ball exercise in this study, trunk muscle especially multifidus was highly activated (approximately 45 %MVC) (12) to perform trunk stabilization for controlling the neutral spine position in an unstable environment. This could describe the progression of MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group.

Many studies described trunk muscles especially multifidus muscle provides more than two thirds of stiffness increase in the L4-L5 segment of stabilizing role (9). Any injury or dysfunction of the multifidus muscle will be effect to lumbar segmental stability (34). Thus, this Gym ball exercise program, multifidus was highly activated that could be described for the highly progression in stability performance.

Copyright by Mahidol University

As a result of MIST exercise level attained of Gym ball exercise group in this present study, the ability to perform the exercise increased especially in the second week, and also gradually increased in the third to fourth week. For the control group, MIST exercise level attained slightly augmented in some subjects but this increment did not demonstrate significant difference. Therefore, these results supported the effect of Gym ball exercise program on trunk stabilization exercise.

MIST exercise level attained of Gym ball exercise group in this present study, the ability to perform the exercise increased especially in the second week (Median: level 2 to 3), and also gradually increased in the third to fourth week. However the previous study of Thongjunjua, MIST exercise level attained in exercise group performs early progression in third week (Median: level 2 to 5). Several studies of resistance training have demonstrated that early strength in second week of training induced was the result of neural adaptation more than adaptation of muscle (27, 43, 44). And the Gym ball exercise program in this study was focus training on unstable environment that required appropriate muscle recruitment and timing to control the spine more than training on stable environment like MIST exercise (27). More co-contraction of the trunk stabilizer muscles have been occur during the Gym ball exercise more than MIST exercise that could be described for the result.

However, MIST exercise level attained at post-test in the Gym ball exercise group was less than the MIST exercise group in Thonjunjua ‘s study (52) (Median: this study – level 3 and Thongjunjua – level 5). The result can be explained by the procedure of Thonjunjua’s study. The subjects were tested and trained by the same technique; MIST exercise attained (52). In this present study, subjects performed Gym ball exercise and tested by MIST exercise level attained. Therefore, using the trainning and testing protocol may have more advantages than using one testing and different training protocol.

Copyright by Mahidol University

5.3 Correlation between MIST and Gym Ball Exercise Level Attained

The results showed significant correlations between MIST and Gym ball exercise level attained. In this study, Gym ball exercise program designed for trunk stabilization training. When increase in Gym ball exercise level attained and MIST exercise level attained increase in the same fashion. This means that Gym ball exercise program in this study can also improve trunk stabilization. Therefore, in clinical setting, it could be assumed that when Gym ball exercise is trained, it is not necessary to measure the MIST level. Gym ball exercise level can be a good measurement for following up subjects' progression. However sample size in this study must not enough for this conclusion.

5.4 Clinical Implication and Further Studies

For trunk stabilization exercise program, Gym ball exercise program in the present study requires balance and stabilization more MIST exercise program. The higher muscle activity is demanded (13, 51) so Gym ball exercise should be suitable for advance trunk stabilization training.

For further study, it is interesting to investigate the effects of Gym ball exercise program in chronic low back pain patients. EMG activities at pre and post-training of Gym ball exercise program should be further investigated.

Copyright by Mahidol University

CHAPTER VI
CONCLUSION

This study investigated the effects of Gym ball exercise program on trunk stabilization in healthy subjects. Twenty subjects with age between 20 to 29 years volunteered in this study. Subjects were divided into two groups; control and Gym ball exercise groups. The subjects in Gym ball exercise group performed Gym ball exercise program 3 times per week for 4 weeks while the control group did not any exercise program. MIST exercise level attained from 0 to 6 levels in both groups and Gym ball exercise level attained in Gym ball exercise group were measurable. The subjects had the tests at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week and post-test.

The results of this study were found that there were no significant differences of MIST exercise level attained in the control group. Whereas the Gym ball exercise group, MIST exercise level attained of post-test were significantly higher than pre-test. The MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group began significant different from the control group at 2nd week until post-test. However, there was no significant difference at pre-test or 1st week testing. There was found a high correlation between the Gym ball and the MIST exercise level attained in the Gym ball exercise group.

The results of this study indicated that Gym ball exercise training program can improve trunk stabilization in healthy subjects.

Copyright by Mahidol University

REFERENCES

1. Vezina MJ, Hubley-Kozey CL. Muscle activation in therapeutic exercises to improve trunk stability. Arch Phys Med Rehabil. 2000;81:1370-9.
2. Hodges PW, Richardson CA. Inefficient muscular stabilization of the lumbar spine associated with low back pain: a motor control evaluation of transversus abdominis. Spine. 1996;21:2640-50.
3. Cole AJ, Herring SA. The low back pain handbook: A practical guide for the primary care clinician.; 1997.
4. Deyo RA, Weinstein JN. Low back pain. N Engl J Med. 2001;344(5):363-70.
5. Arokoski J, Valta T, Kankaanpää M, Airaksinen O. Activation of lumbar paraspinal and abdominal muscles during therapeutic exercises in chronic low back pain patients. Arch Phys Med Rehabil 2004;85:823-32.
6. McGill SM, Grenier SG, Cholewicki J. Coordination of muscle activity to assure stability of the lumbar spine. J EMG&Kinesiology. 2003;13:353-59.
7. Devereaux MW. Neck and low back pain. Med Clin N Am. 2003;87:643-62.
8. Descarreaux M, Normand MC, Laurencelle L, Dugas C. Evaluation of a specific home exercise program for low back pain. J Manipulative Physiol Ther. 2002:25:497-503.
9. Fritz JM, Erhard RE, Hagen BF. Segmental instability of the lumbar spine. Phys Ther. 1998;78(8):889-96.
10. Arokoski JP, Valta T, Kankaanpää M, Airaksinen O. Activation of paraspinal and abdominal muscles during manually assisted and nonassisted therapeutic exercise. Am J Phys Med Rehabil. 2002;81:326-35.
11. Rainville J, Hartigan C, Jouve C, Martinez E. The influence of intense exercise-based physical therapy program on back pain anticipated before and induced by physical activities. Spine. 2003;1:1-8.
12. Mapa B. An Australian programme for management of back problems. Physiotherapy. 1980;66:108-11.

Copyright by Mahidol University

13. Mori A. Electromyographic activity of selected trunk muscles during stabilization exercises using a gym ball. Electromyogr Clin Neurophysiol 2004;44:57-64.
14. Arokoski J. Back and abdominal muscle function during stabilization exercises. Arch Phys Med Rehabil 2001;82:1089-98.
15. Shields RK, Givens HD. An electromyographic comparison of abdominal muscle synergies during curl and double straight leg lowering exercises with control of the pelvic position. Spine. 1997;22:1873-79.
16. Santana JC. The essence of stability ball training: companion guide. Boca Raton, Florida: Optimum perfomance systems; 2000.
17. Kerssens JJ, Sluijs EM, Verhaak PF, Knibbe HJ, Hermans IM. Back care instructions in physical therapy: a trend analysis of individualized back care programs. Phys Ther. 1999;79(3):286-95.
18. Mannion AF, Taimela S, Müntener M, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain. Part 1. Effects on back muscle activation, fatigability, and strength. . Spine. 2001;26:897-908.
19. Mannion AF, Junge A, Taimela S, Müntener M, Lorenzo K, Dvorak J. Active therapy for chronic low back pain. Part 3. Factors influencing self-rated disability and its change following therapy. Spine. 2001;26:897-908.
20. Cholewicki J, Panjabi M, Khachatryan A. Stabilizing function of trunk flexor-extensor muscles around a neutral spine posture. Spine. 1997;22(19):2207-12.
21. Arokoski J. Back and hip extensor muscle function during therapeutic exercises. Arch Phys Med Rehabil 1999;80:842-50.
22. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. J Spinal Disord. 1992;5:383-9.
23. McGill SM. Low back stability: From formal description to issues for performance and rehabilitation. Exs & Sport Sci Rev. 2000;29(1):26-31.
24. Richardson C, Jull G, Hodges P, Hides J. Therapeutic exercise for spinal segmental stabilization in low back pain.; 1999.
25. Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. J EMG&Kinesiology. 2003;13:371-9.

Copyright by Mahidol University

26. Hayes MA, Howard TC, Gruel CR, Kopta JA. Roentgenographic evaluation of lumbar spine flexion-extension in asymptomatic individuals. Spine. 1989;14:327-31.

27. Ebenbichler GR, Oddsson LIE, Kollmitzer J, Erim Z. Sensory-motor control of the lower back: implications for rehabilitation. Med Sci Sports Exerc. 2001;33(11):1889-98.

28. Barr KP, Griggs M, Cadby T. Lumbar stabilization: Core concepts and current literature, part 1. Am J Phys Med Rehabil. 2005;84(6):473-80.

29. Norris CM. Functional load abdominal training: part 1. Phys Ther in Sport. 2001;2:29-30.

30. William LW, Keith LD, Kenneth CM, Yip WW, John LC. Back musle contraction pattens of patients with low back pain before and after rehabilitation tretment: An eletromyographic evaluation. J Spinal Disord. 2001;14(4):277-82.

31. Handa N, Yamamoto H, Tani T, Kawakami T, Takemasa R. The effect of trunk muscle exercises in patients over 40 years of age with chronic low back pain. J Orthop Sci. 2000;5(210-6).

32. Keller A, Johansen J, Hellesnes J, Brox IJ. Predictors of isokinetic back muscle strength in patients with low back pain. Spine. 1999;24:275-80.

33. Lee JH, Ooi Y, Nakamura K. Measurement of muscle strength of the trunk and the lower extremities in subjects with history of low back pain. Spine 1995;20(18):1994-6.

34. Lee JH, Hoshino Y, Nakamura K, Kariya Y, Saita K. Trunk muscle weakness as a risk factor for low back pain: A 5-year prospective study. Spine. 1999;24(1):54-7.

35. Danneels LA, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, Cuyper HJD. CT imaging of trunk muscles in chronic low back pain patients and healthy control subjects. Eur Spine J. 2000;9:266-72.

36. Danneels LA, PL C, AM C, Vanderstraeten GG, Cambier DC, Witvrouw EE, et al. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. Eur Spine J. 2002;11:13-9.

Copyright by Mahidol University

37. Dieen JHv, Cholewicki J, Radebold A. Trunk muscle recruitment patterns in patients with low back pain enhance the stability of the lumbar spine. Spine. 2003;28:834-41.

38. Hodges PW, Richardson CA. Altered trunk muscle recruitment in people in people with low back pain with upper limb movement at different speeds. Arch Phys Med Rehabil. 1999;80:1005-12.

39. Fritz JM, Whitman JM, Flynn TW, Wainner RS, Childs JD. Factors related to the inability of individual with low back pain to improve with a spinal manipulation. Phys Ther. 2004;84:173-90.

40. Scheer SJ, Watanabe TK, Radack KL. Randomized controlled trials in industrial low back. Part 3. Subacute/chronic pain interventions. Arch Phys Med Rehabil. 1997;78:414-23.

41. Philadelphia panel evidence-based clinical practice guidelines on selected rehabilitation interventions for low back pain. Phys Ther. 2001;81(10):1641-74.

42. McGill SM. Low back exercises: evidence for improving exercise regimens. Phys Ther. 1998;78(7):754-65.

43. William MD, Frank KI, Victor KL. Exercises physiology : energy, nutrition, and human performance.: Williams & Wilkins; 1996.

44. Deschenes MR, Draemer WJ. Performance and physiologic adaptations to resistance training. Am J Phys Med Rehabil. 2002;81(11(Suppl)):S3-16.

45. Nadler SF, Malanga GA, Bartoli LA, Feinberg JH, Prybicien M, Deprince M. Hip muscle imbalance and low back pain in athletes: influence of core strengthening. Med Sci Sports Exerc. 2002;34(1):9-16.

46. Norris CM. Functional load abdominal training: part 2. Phys Ther in Sport. 2001;2:149-56.

47. Richardson C, Jull G, Toppenberg R, Comerford M. Techniques for active lumbar stabilisation for spinal protection: A pilot study. Aus J Physiotherapy. 1992;38:105-12.

48. Natasa K, Sylvain G, McGill SM. Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. Spine. 2004;29(11):1254-65.

Copyright by Mahidol University

49. Wohlfahrt D, Jull G, Richardson C. The relationship between the dynamic and static function of abdominal muscles. J Physiotherapy. 1993;39(1):9-13.
50. Davey NJ, Lisle RM, Loxton-Edwards B, Nowicky AV, McGregor AH. Activation of back muscles during volumtary abduction of contralateral arm in humans. Spine. 2002;27:1355-60.
51. Vera-Garcia FJ, Grenier SG, McGill SM. Abdominal muscle response during curl-ups on both stable and labile surfaces. Phys Ther. 2000;80(6):564-9.
52. Thongjunjua S. Effects of lumbar stabilization exercises on exercise level attained in healthy subjects.: Master thesis, Mahidol University; 2004.
53. William D McArdle, Frank I Katch, Katch VL. Exercises physiology : energy, nutrition, and human performance.: Williams & Wilkins; 1996.

Copyright by Mahidol University

APPENDIX

Copyright by Mahidol University

APPENDIX A
INTERVIEW FORM (IN THAI)

แบบสัมภาษณ์ข้อมูลผู้เข้าร่วมการวิจัย

วันที่..... ลำดับที่.....

ชื่อ.....สกุล.....เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง อายุ.....ปี

ที่อยู่.....โทรศัพท์.....

ส่วนสูง.....เซนติเมตร น้ำหนัก.....กิโลกรัม BMI.....กิโลกรัม/เมตร^2

ตอนที่ 1 ประวัติกิจกรรม

1. ท่านออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาบ่อยเท่าใด

   ☐ น้อยกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ☐ 3 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือมากกว่า ☐ อื่น ๆ

2. ท่านเคยได้รับการออกกำลังกายเพื่อเพิ่มความมั่นคงของหลังมาก่อนหรือไม่

   ☐ เคย ☐ ไม่เคย

ตอนที่ 2 ประวัติสุขภาพ

1. ปัจจุบันนี้ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

   ☐ ไม่มี

   ☐ มี โปรดระบุ .....

   ถ้ามี ปัจจุบันปัญหาส่วนนี้รบกวนกิจวัตรประจำวันของท่านหรือไม่

   ☐ ไม่รบกวน

   ☐ รบกวนน้อย ☐ รบกวนปานกลาง ☐ รบกวนมาก

Copyright by Mahidol University

2. ท่านมีปัญหาเกี่ยวกับหลังหรือไม่ ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา

☐ ไม่มี

☐ มี โปรดระบุ .....

ถ้ามี ท่านรักษาโดย

☐ ซื้อยารับประทานเอง ☐ พบแพทย์

☐ ทำกายภาพบำบัด ☐ อื่น ๆ โปรดระบุ.....

หลังจากที่ได้รับการรักษา อาการของท่าน

☐ หายไป ☐ ทุเลาลง ☐ คงเดิม

ในกรณีที่อาการของท่านยังคงมีอยู่ ปัจจุบันปัญหาส่วนนี้รบกวนกิจวัตรประจำวันของท่านหรือไม่

☐ ไม่รบกวน

☐ รบกวนน้อย ☐ รบกวนปานกลาง ☐ รบกวนมาก

3. ท่านเคยได้รับผ่าตัดที่บริเวณหลังหรือไม่

☐ ไม่เคย

☐ ถ้ามี โปรดระบุ .....

4. ท่านมีการจำกัดการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ ของร่างกายหรือไม่

☐ ไม่มี

☐ ถ้ามี โปรดระบุ .....

Copyright by Mahidol University

APPENDIX B
CONSENT FORM (IN THAI)

หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยลูกบอลต่อความมั่นคงของหลัง

วันให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ก่อนที่จะลงนามในใบยินยอมให้ทำการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการวิจัย อันตราย หรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัยหรือจากยาที่ใช้ รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบังซ่อนเร้น จนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ และการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้ จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และจะเปิดเผยได้เฉพาะในรูปที่สรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกระทำได้ เฉพาะกรณีที่จำเป็นด้วยเหตุผลทางวิชาการเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใดๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาลโดยไม่คิดมูลค่าตามมาตรฐานวิชาชีพ และจะได้รับการชดเชยรายได้ที่สูญเสียไประหว่างการรักษาพยาบาลดังกล่าว ตลอดจนเงินทดแทนความพิการที่อาจเกิดขึ้น

Copyright by Mahidol University

ผู้วิจัยรับรองว่าหากมีข้อมูลเพิ่มเติมที่ส่งผลกระทบต่อการวิจัย ข้าพเจ้าจะได้รับการแจ้งให้ทราบ โดยไม่ปิดบังซ่อนเร้น

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว และมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม
ลงนาม.....พยาน
ลงนาม.....พยาน

ในกรณีที่ผู้ยินยอมตนให้ทำการวิจัยไม่สามารถอ่านหนังสือได้ จะต้องได้รับการยินยอมในขณะที่ยังมีสติสัมปชัญญะ และระบุข้อความไว้ตามนี้ ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในใบยินยอมนี้ ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนาม หรือประทับลายนิ้วแม่มือขวาของข้าพเจ้าในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....ผู้ยินยอม
ลงนาม.....พยาน
ลงนาม.....พยาน

Copyright by Mahidol University

APPENDIX C
PARTICIPANT INFORMATION (IN THAI)

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย

ในเอกสารนี้อาจมีข้อความที่ท่านอ่านแล้วยังไม่เข้าใจ โปรดสอบถามหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้แทนให้ช่วยอธิบายจนกว่าจะเข้าใจดี ท่านอาจจะขอเอกสารนี้กลับไปอ่านที่บ้านเพื่อปรึกษาหารือกับญาติพี่น้อง เพื่อนสนิท แพทย์ประจำตัวของท่าน หรือแพทย์ท่านอื่น เพื่อช่วยในการตัดสินใจเข้าร่วมการวิจัย

ชื่อโครงการ ผลของการออกกำลังกายด้วยลูกบอลต่อความมั่นคงของหลัง
ชื่อผู้วิจัย นางสาวกฤติกา หงษ์โต
สถานที่วิจัย ห้องวิจัยชั้น 4 คณะกายภาพบำบัดและวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวประยุกต์ อาคารสำนักงานมหาวิทยาลัยมหิดล (เดิม) เชิงสะพานสมเด็จพระปิ่นเกล้า
ผู้ให้ทุน ไม่มี

โครงการวิจัยนี้ทำขึ้น เพื่อศึกษาผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยลูกบอลเพื่อเพิ่มความมั่นคงของหลัง และความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหลัง ซึ่งในปัจจุบันการออกกำลังกายด้วยลูกบอล เป็นการออกกำลังกายที่กำลังได้รับความนิยมทั้งในบุคคลทั่วไป และเป็นวิธีการออกกำลังกายเพื่อการรักษาในผู้ป่วยที่มีอาการปวดหลังเรื้อรังเพื่อเพิ่มความมั่นคงของหลัง

ท่านได้รับเชิญให้เข้าร่วมการวิจัยนี้ ท่านเป็นผู้ที่มีคุณสมบัติครบถ้วน ตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด

จะมีผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้ทั้งสิ้นประมาณ 20 คน ระยะเวลาที่จะทำวิจัยทั้งสิ้นประมาณ 1 ปี
เมื่อท่านเข้าร่วมการวิจัย สิ่งที่ท่านจะต้องปฏิบัติ มี

1. ขั้นตอนการเตรียมการ

ผู้วิจัยอธิบายวัตถุประสงค์, ขั้นตอนการศึกษาและประโยชน์ของการวิจัยในครั้งนี้ จากนั้นผู้เข้าร่วมการวิจัยลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัย

Copyright by Mahidol University

ผู้วิจัยจะทำการสัมภาษณ์ประวัติทั่วไป, ข้อมูลด้านสุขภาพ, ประเมินความสามารถในการทำกิจวัตรประจำวัน โดยใช้แบบสอบถาม และสอนวิธีการออกกำลังกายด้วยลูกบอล และการทดสอบการออกกำลังกายแบบ MIST ให้แก่ผู้เข้าร่วมการวิจัย พร้อมทั้งแจกเอกสารแนะนำสำหรับผู้เข้าร่วมวิจัย ซึ่งประกอบด้วยวิธีการปฏิบัติตัวระหว่างการฝึก และคู่มือการออกกำลังกาย (ดังเอกสารแนบ)

2. ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

การทดสอบระดับความสามารถในการออกกำลังกายด้วยลูกบอลในกลุ่มออกกำลังกาย

ผู้วิจัยจะทำการอธิบายและทำความเข้าใจกับผู้เข้าร่วมการวิจัย ถึงขั้นตอนการทดสอบ จากนั้น ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะถามความพร้อมของผู้เข้าร่วมวิจัย เมื่อผู้เข้าร่วมการวิจัยพร้อม จึงให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่าออกกำลังกายตามคู่มือ โดยเริ่มจากระดับที่ 1 ผู้วิจัยจะให้คำสั่งว่า “เริ่มท่าออกกำลังกายท่าที่ 1” และให้สัญญาณเริ่มต้นการทดสอบ โดยทำจนกว่าจะถึงระดับที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถผ่านการทดสอบได้ การทดสอบนี้ทำภายหลังจากที่ผู้เข้าร่วมวิจัย ทำการทดสอบระดับความสามารถในการออกกำลังกายแบบ MIST เสร็จสิ้นแล้ว และพักเป็นเวลา 5 นาที

ผู้ทำการวิจัยจะทำการทดสอบระดับความสามารถในการออกกำลังกาย ของผู้เข้าร่วมการวิจัยกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนการเริ่มต้นการฝึกในวันแรกของทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และหลังจากสิ้นสุดการฝึก

การทดสอบระดับความสามารถในการออกกำลังกายแบบ MIST ในกลุ่มออกกำลังกายและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยจะทำการอธิบายและทำความเข้าใจกับผู้เข้าร่วมการวิจัยถึงขั้นตอนการทดสอบ จากนั้น ให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเริ่มอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นผู้วิจัยจะถามความพร้อมของผู้เข้าร่วมวิจัย เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยพร้อม ผู้วิจัยจะให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยทำท่าออกกำลังกายตามคู่มือ โดยเริ่มจากระดับที่ 1 ผู้วิจัยจะให้คำสั่งว่า “เริ่มท่าออกกำลังกายท่าที่ 1” และให้สัญญาณเริ่มต้นการทดสอบ โดยทำจนกว่าจะถึงระดับที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยไม่สามารถผ่านการทดสอบได้

ผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มควบคุมจะได้รับการทดสอบด้วยวิธีนี้ เพียงวิธีเดียวทุกต้นสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ และหลังจากสิ้นสุดการฝึก

การฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอล

ผู้เข้าร่วมวิจัยกลุ่มออกกำลังกายต้องทำการฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอล เป็นเวลา 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 วัน และใช้เวลาครั้งละประมาณ 1 ชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

หลังการฝึกการออกกำลังกาย ท่านอาจมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อเล็กน้อย หรือบางรายอาจไม่พบอาการเลยก็ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับกิจกรรมของท่าน แต่อาการดังกล่าวจะไม่เป็นอันตราย หรือรบกวนกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ ของท่าน แต่ทั้งนี้ ท่านสามารถบอกเลิกการทดสอบได้ทุกเมื่อที่ท่านต้องการ

หากเกิดผลข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์จากการวิจัยครั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยจะยุติการวิจัยโดยทันทีและจะให้ท่านได้รับการรักษาที่เหมาะสมต่อสภาพการณ์นั้นๆ หรือหากผู้เข้าร่วมวิจัยมีข้อสงสัยที่เกี่ยวกับการวิจัย สามารถติดต่อสอบถามได้ที่ นางสาวกฤติกา หงษ์โต เบอร์โทรศัพท์ 0-1485-4546 ได้ทุกเวลา

การวิจัยนี้ไม่มีค่าตอบแทนที่จะได้รับ และไม่มีค่าใช้จ่ายใด ๆ ที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องรับผิดชอบ

หากมีข้อมูลเพิ่มเติมทั้งด้านประโยชน์และโทษที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะแจ้งให้ทราบโดยรวดเร็วไม่ปิดบัง

ข้อมูลส่วนตัวของผู้เข้าร่วมการวิจัยจะถูกเก็บรักษาไว้ ไม่เปิดเผยต่อสาธารณะเป็นรายบุคคล แต่จะรายงานผลการวิจัยเป็นข้อมูลส่วนรวม ข้อมูลของผู้เข้าร่วมการวิจัยเป็นรายบุคคลอาจมีคณะบุคคลบางกลุ่มเข้ามาตรวจสอบได้ เช่น ผู้ให้ทุนวิจัย, สถาบันหรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่ตรวจสอบ, คณะกรรมการจริยธรรมฯ เป็นต้น

ผู้เข้าร่วมการวิจัยมีสิทธิ์ถอนตัวออกจากโครงการการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการไม่เข้าร่วมการวิจัยหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยนี้จะไม่มีผลกระทบต่อการบริการและการรักษาที่สมควรจะได้รับแต่ประการใด

หากท่านได้รับการปฏิบัติที่ไม่ตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงนี้ ท่านจะสามารถแจ้งให้ประธานคณะกรรมการจริยธรรมฯ ทราบได้ที่ สำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในคนมหาวิทยาลัยมหิดล

ข้าพเจ้าได้อ่านรายละเอียดในเอกสารนี้ครบถ้วนแล้ว

ลงชื่อ...../วันที่.....

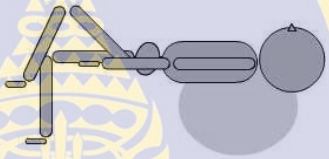
(.....)

Copyright by Mahidol University

APPENDIX D

เอกสารประชาสัมพันธ์

ขอเชิญผู้ที่มีความสนใจการออกกำลังกาย เข้าร่วม
ฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอล

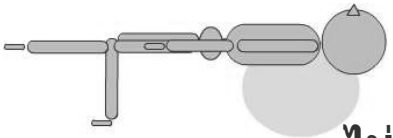


คุณสมบัติ:

- อายุระหว่าง 20-29 ปี
- มีสุขภาพแข็งแรง
- มีส่วนสูง 150-185 เซนติเมตร
- ไม่มีประวัติการปวดหลังที่มากจนไม่สามารถดำเนินกิจวัตรประจำวันตามปกติได้ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา และไม่เคยได้รับการผ่าตัดบริเวณหลังมาก่อน
- มีการเคลื่อนไหวของข้อต่อต่างๆ ของร่างกายปกติ
- ไม่ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาใด ๆ เกิน 3 วันต่อสัปดาห์

ผู้ที่สนใจสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

คุณกฤติกา หงษ์โต เบอร์โทรศัพท์ 01-485-4546 (ตลอดเวลา)



ไม่เสียค่าใช้จ่ายใดๆทั้งสิ้น

Copyright by Mahidol University

APPENDIX E

เอกสารแนะนำผู้เข้าร่วมวิจัย

1. **วิธีการปฏิบัติตัวระหว่างการเก็บข้อมูล**
   - ไม่ดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ ก่อนหน้าการทดสอบ หรือก่อนการฝึก 24 ชั่วโมง
   - ควรรับประทานอาหารมื้อหนักล่วงหน้าการทดสอบ หรือการฝึก อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
   - ไม่ออกกำลังกาย หรือเล่นกีฬาชนิดอื่นติดต่อกัน 1 ชั่วโมง ติดต่อกันเกิน 3 วันต่อสัปดาห์ และไม่ออกกำลังกายชนิดที่ได้รับขณะวิจัย นอกเหนือจากวันที่เข้าร่วมวิจัย
   - ถ้าท่านมีปัญหาด้านสุขภาพ หรือได้รับยาที่มีผลต่อการเคลื่อนไหวร่างกาย ระหว่างช่วงเวลาการฝึก โปรดแจ้งผู้ทำการวิจัยทันที
   - ก่อนและหลังการฝึกทุกครั้งท่านต้องอบอุ่นร่างกายเป็นเวลา 10 นาที ด้วยวิธีการยืดกล้ามเนื้อ (ดังเอกสารแนบ)
   - หากท่านมีข้อสงสัย โปรดสอบถามผู้ทำการวิจัยได้ทุกเวลาที่ นางสาวกฤติกา หงษ์โต เบอร์โทรศัพท์ 02-9460805 หรือ 01-4854546
2. **อุปกรณ์ที่ต้องนำมาด้วยทุกครั้ง**
   - เสื้อรัดรูป และ กางเกงขาสั้น
   - รองเท้ากีฬา
3. **วิธีการทดสอบด้วย Modified Isometric Stability Test (MIST)**
   - ท่านจะได้รับการอธิบายวิธีการใช้เครื่องมือ และท่าออกกำลังกายก่อนการเก็บข้อมูลจริง
   - ขณะมีการทดสอบ โปรดปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการทดสอบด้วยวิธี MIST ที่ได้รับ (ดังเอกสารแนบ)
4. **โปรแกรมการฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอล (Gym Ball Exercise Program)**
   - ท่านจะได้รับการฝึกการออกกำลังกายด้วยลูกบอลก่อนการเก็บข้อมูลจริง
   - ขณะมีการทดสอบ หรือฝึก โปรดปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการออกกำลังกายที่ได้รับ (ดังเอกสารแนบ)

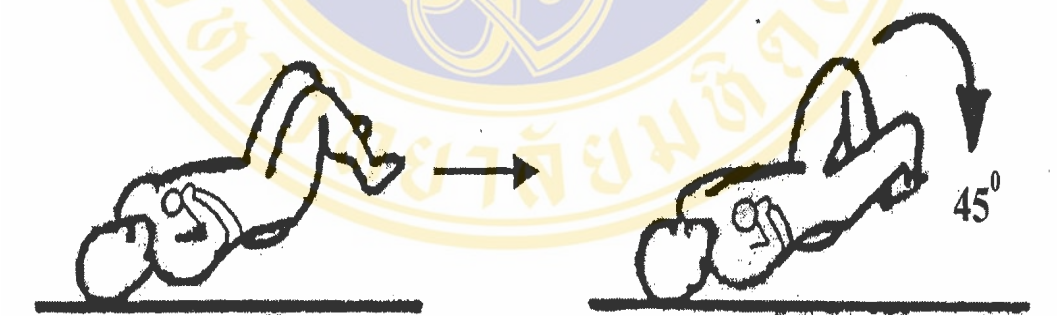
Copyright by Mahidol University

คู่มือการทดสอบด้วย Modified Isometric stability test (MIST)

ท่าที่ 1: ท่าแขม่วท้อง (Abdominal hollowing)

นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น วางมือข้างหนึ่งบนท้อง ระดับที่ต่ำกว่าสะดือ จากนั้นให้สังเกตการเกร็งของกล้ามเนื้อขณะที่หายใจออก พยายามให้กล้ามเนื้อท้องเคลื่อนที่เข้าหากระดูกสันหลัง ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมการหายใจให้เป็นปกติ และควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

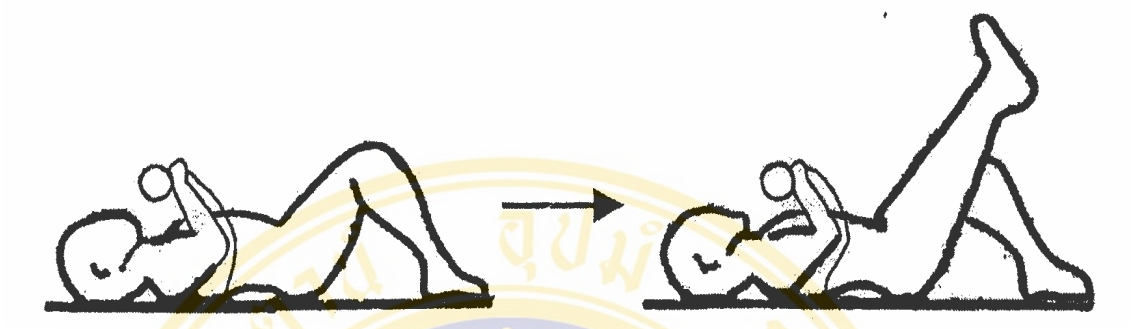
ท่าที่ 2: ท่าแขม่วท้องร่วมกับการกางขา (Unilateral abduction)



นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น ในขณะที่ทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง ให้กางขาขวาออก 45 องศา ในขณะที่ขาซ้ายอยู่กับที่ จากนั้นให้เคลื่อนขาขวากลับสู่ท่าเริ่มต้น ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

Copyright by Mahidol University

ท่าที่ 3: ท่าแขม่วท้องร่วมกับการเหยียดข้อเข่า (Unilateral knee extend)



นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น ในขณะที่ทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง เหยียดเข่าขวาขึ้นจนกระทั่งข้อเข่าเหยียดตรง โดยพยายามให้ต้นขาขวาอยู่ในระดับเดียวกับต้นขาซ้าย จากนั้นให้เคลื่อนขาขวากลับสู่ท่าเริ่มต้น ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมการหายใจให้เป็นปกติ และควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

ท่าที่ 4: ท่าแขม่วท้องร่วมกับการงอข้อเข่าและข้อสะโพกข้างเดียว (Unilateral knee raise)

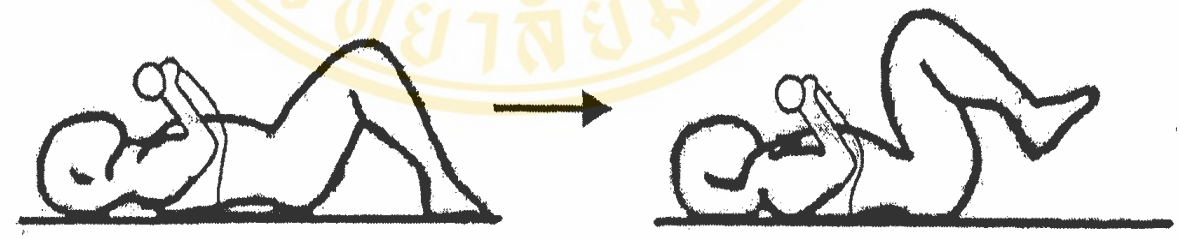
นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น ในขณะที่ทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง ให้งอเข่างอสะโพกข้างขวาขึ้นมาจนกระทั่งข้อสะโพกขวา งอประมาณ 90 องศา ในขณะที่ปล่อยข้อเข่าให้งอตามธรรมชาติ จากนั้นให้เคลื่อนขากลับสู่ท่าเริ่มต้น ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมการหายใจให้เป็นปกติ และควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

Copyright by Mahidol University

ท่าที่ 5: ท่าแขม่วท้องร่วมกับการงอข้อเข่าและข้อสะโพกทีละข้าง (Bilateral knee raise)

นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น ในขณะที่ทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง ให้งอเข่างอสะโพกข้างขวาขึ้นมาจนกระทั่งข้อสะโพกขวา งอประมาณ 90 องศา ในขณะที่ปล่อยข้อเข่าให้งอตามธรรมชาติ ยกขาขวาค้างไว้ จากนั้นให้งอสะโพกซ้ายขึ้นมาจนกระทั่งข้อสะโพกงอปรมาณ 90 องศา ในขณะที่ปล่อยข้อเข่าให้งอตามธรรมชาติ ซึ่งจะทำให้ขาทั้งสองข้างยกขึ้น จากนั้นยกขาขวาลงมายังท่าเริ่มต้น จากนั้นตามด้วยขาซ้าย ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมการหายใจให้เป็นปกติ และควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

ท่าที่ 6: ท่าแขม่วท้องร่วมกับการงอข้อเข่าและข้อสะโพกสองข้างพร้อมกัน (Bilateral knee raise together)

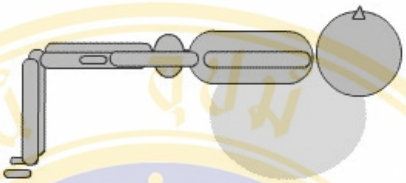


นอนหงายชันเข่า โดยให้ข้อเข่างอประมาณ 90 องศา เท้าวางราบกับพื้น ในขณะที่ทำการเกร็งกล้ามเนื้อท้อง ให้งอข้อสะโพกทั้ง 2 ข้างขึ้นมาพร้อมกันที่ประมาณ 90 องศา โดยปล่อยให้ข้อเข่างอตามธรรมชาติ จากนั้นให้เคลื่อนขากลับสู่ท่าเริ่มต้น ให้พยายามทำท่านี้พร้อมกับควบคุมการหายใจให้เป็นปกติ และควบคุมความดันให้อยู่ที่ 50±4 มิลลิเมตรปรอท ทำท่านี้ต่อเนื่องจนกระทั่งผู้ทำการทดสอบบอกหยุด (โดยกำหนดจากรอบการหายใจเข้าออกของผู้เข้าร่วมวิจัยครบ 3 รอบ)

Copyright by Mahidol University

คู่มือการออกกำลังกายด้วยลูกบอล (Gym Ball Exercise Training Program)

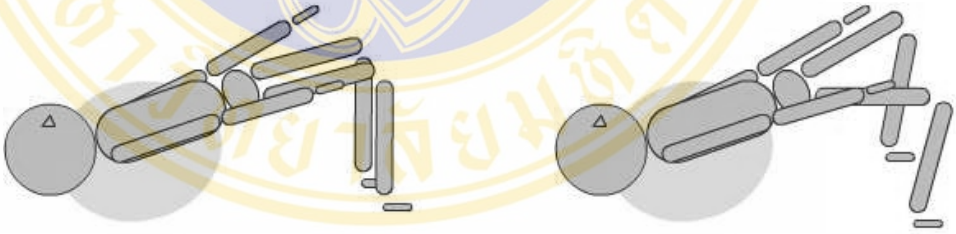
ท่าออกกำลังกายระดับที่ 1: Advanced neutral in bridge position



ทำท่าเริ่มต้นดังภาพ ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

ทำค้างไว้ 10 วินาที และพัก 10 วินาทีสลับกัน จำนวน 10 ครั้งต่อ 1 ชุด ทำทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 5 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 15 นาที

ท่าออกกำลังกายระดับที่ 2: Bridging with leg abduction

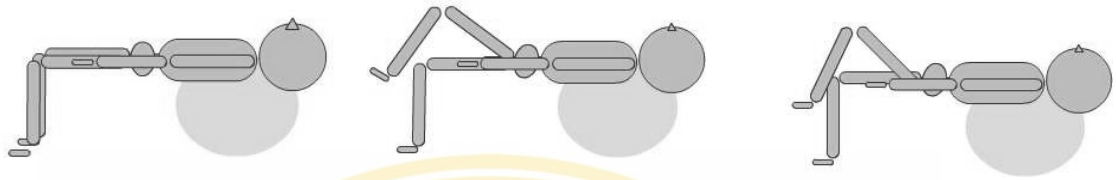


ทำท่าเริ่มต้นดังภาพเช่นเดียวกับท่าแรก ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา จากนั้นกางขาทั้งสองข้างออก ประมาณ 45 องศาพร้อมกัน และหุบเข้าสู่ท่าเริ่มต้น ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

ทำ 10 ครั้งต่อ 1 ชุดทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 3 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 8 นาที

Copyright by Mahidol University

ท่าออกกำลังกายระดับที่ 3: Bridging with alternate hip and knee flexion



ทำท่าเริ่มต้นดังภาพเช่นเดียวกับท่าแรก ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา จากนั้นยกขาขึ้นพร้อมกับงอเข่า ตามภาพ จนข้อสะโพกงอประมาณ 90 องศา จึงกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

ทำ 10 ครั้ง ต่อ 1 ชุด ทำทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 3 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 8 นาที

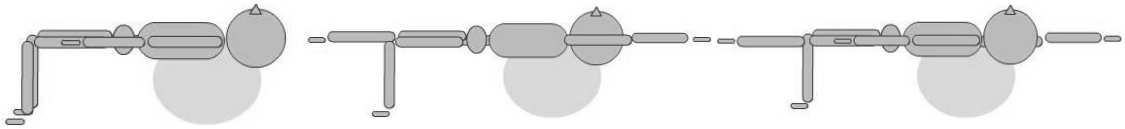
ท่าออกกำลังกายระดับที่ 4: Bridging with alternate knee extension

ทำท่าเริ่มต้นดังภาพเช่นเดียวกับท่าแรก ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา จากนั้นเหยียดเข่าออกตามภาพ พยายามให้ขาขนานกับพื้นมากที่สุด จากนั้นจึงงอเข่ากลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

ทำ 10 ครั้ง ต่อ 1 ชุด ทำทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 3 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 8 นาที

Copyright by Mahidol University

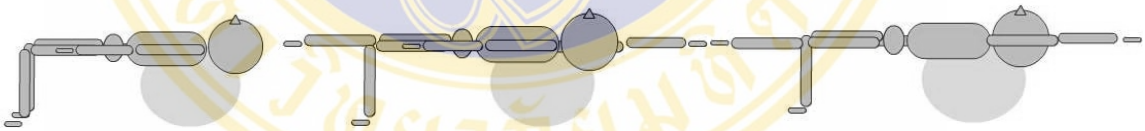
ท่าออกกำลังกายระดับที่ 5: Bridging with opposite shoulder and knee extension



ทำท่าเริ่มต้นดังภาพเช่นเดียวกับท่าแรก ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา เหยียดเข่าออกเช่นท่าที่ 4 และยกแขนสลับกับข้างที่เหยียดเข่าไปข้างหลังจนสุดพร้อม ๆ กัน จากนั้นจึงกลับสู่ท่าเริ่มต้นอีกครั้ง ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

ทำ 10 ครั้ง ต่อ 1 ชุด ทำทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 3 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 8 นาที

ท่าออกกำลังกายระดับที่ 6: Bridging with same side shoulder and knee extension



ทำท่าเริ่มต้นดังภาพเช่นเดียวกับท่าแรก ให้ศีรษะ และหัวไหล่ทั้ง 2 ข้างวางอยู่บนลูกบอลแบบสบาย ๆ หลังตรง และให้เข่างอ ประมาณ 90 องศา ระวังอย่าให้ลูกบอลขยับไปมา เหยียดเข่าออกเช่นท่าที่ 4 และยกแขน
ข้างเดียวกับเข่าที่เหยียดไปข้างหลังจนสุดพร้อม ๆ กัน จากนั้นจึงกลับสู่ท่าเริ่มต้น ขณะทำอย่ากลั้นหายใจ

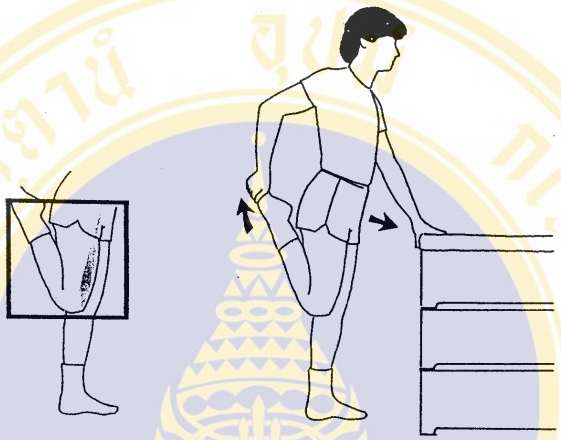
ทำ 10 ครั้ง ต่อ 1 ชุด ทำทั้งหมด 3 ชุด พักระหว่างชุด 1 นาที และพัก 3 นาที เพื่อเริ่มทำท่าต่อไป ใช้เวลาประมาณ 8 นาที

Copyright by Mahidol University

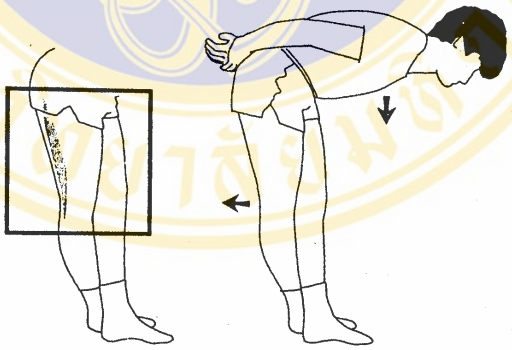
คู่มือการยืดกล้ามเนื้อ (Stretching Program)

ก่อนการฝึกการออกกำลังกาย หรือการทดสอบทุกครั้ง ผู้ฝึกจะต้องทำการยืดกล้ามเนื้อเป็นเวลา 10 นาที โดยแต่ละท่า ทำค้างไว้ประมาณ 10 วินาที ท่าละประมาณ 10 ครั้ง

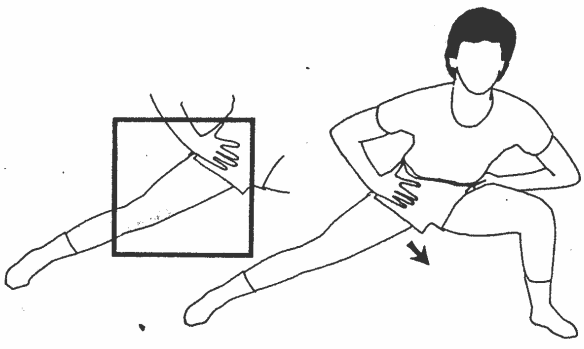
ท่าที่ 1



ท่าที่ 2

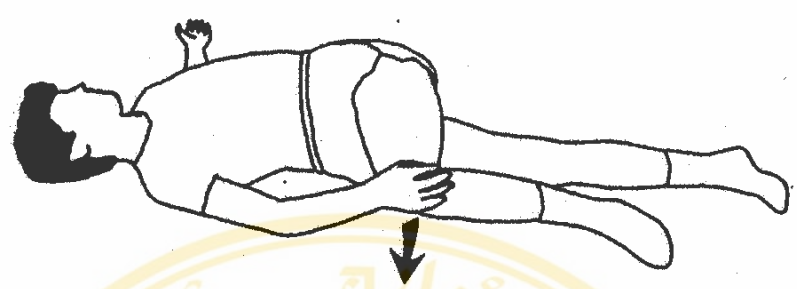


ท่าที่ 3

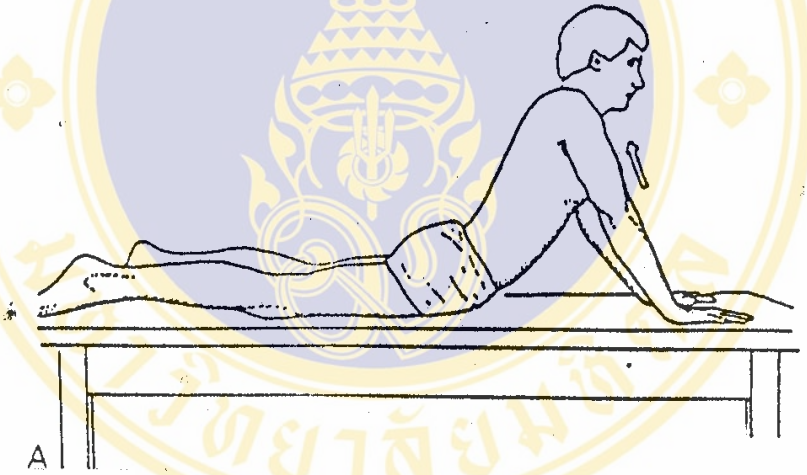


Copyright by Mahidol University

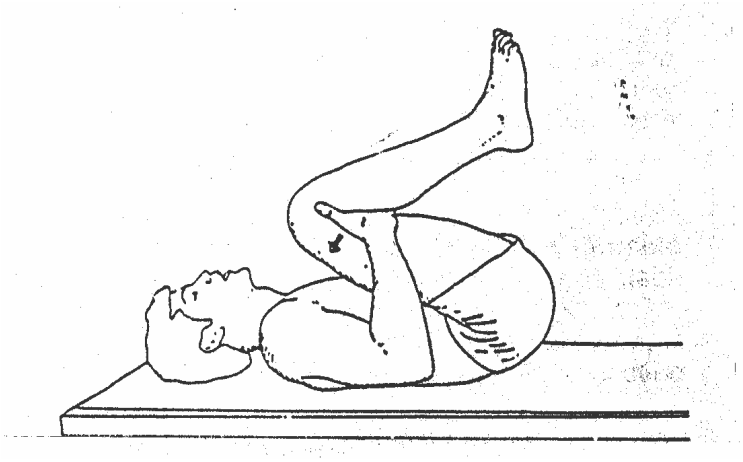
ท่าที่ 4



ท่าที่ 5



ท่าที่ 6



Copyright by Mahidol University

APPENDIX F
DATA COLLECTION FORM

No.....

Name..... Sex ☐ male ☐ female Age ..... yrs.

Height.....cm. Weight.....kg. Body Mass Index (BMI)..... kg/m²

Subject's group .....

Learning day _____

Pre-test day _____

Result: Gym ball exercise: Level _____Note _____

MIST*: Level _____ Note _____

1st evaluation and testing day .....

Result: Gym ball exercise: Level _____Note _____

MIST*: Level _____ Note _____

2nd evaluation and testing day .....

Result: Gym ball exercise: Level _____Note _____

MIST*: Level _____ Note _____

3rd evaluation and testing day .....

Result: Gym ball exercise: Level _____Note _____

MIST*: Level _____ Note _____

Post-test day .....

Result: Gym ball exercise: Level _____Note _____

MIST*: Level _____ Note _____

* Modified Isometric Stability Test (MIST)

Copyright by Mahidol University

APPENDIX G
RAW DATA OF THE STUDY

Table G.1 Characteristics of subjects in control and Gym ball exercise groups

Subjects No.	Control group				Exercise group			
	Age (yrs)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m^2)	Age (yrs)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m^2)
1	22	52	158	20.8	21	50	160	19.5
2	25	52	160	20.3	23	51	154	21.5
3	26	55	170	19.0	25	52	155	21.6
4	26	65	173	21.7	21	49	160	19.1
5	23	50	162	19.1	21	45	156	18.5
6	24	50	163	18.8	26	57	160	22.3
7	26	50	164	18.6	22	69	180	21.3
8	22	47	156	19.2	26	60	175	19.6
9	22	56	169	19.6	22	80	180	24.7
10	23	61	176	19.7	20	63	171	21.5
Mean	23.90	53.80	165.10	19.68	22.70	57.60	165.10	20.96
SD	1.729	5.573	6.624	0.983	2.214	10.710	10.344	1.837

Copyright by Mahidol University

Table G.2 Gym ball exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing, post-test in Gym ball exercise groups

Subjects No.	Gym ball exercise level attained				
	week				
	Pretest	1st	2nd	3rd	Posttest
1	2	2	3	3	4
2	3	3	4	4	5
3	2	2	3	4	5
4	2	3	3	4	4
5	3	3	3	4	4
6	2	2	3	3	3
7	2	3	4	4	5
8	1	2	3	4	4
9	2	3	3	4	4
10	3	3	3	4	5

Copyright by Mahidol University

Table G.3 MIST Exercise level attained at pre-test, 1st, 2nd, 3rd week testing, post-test in control and Gym ball exercise groups

Subj. No.	MIST Exercise level attained									
	Control group					Exercise group				
	week					week				
	Pre-test	1st	2nd	3rd	Post-test	Pre-test	1st	2nd	3rd	Post-test
1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3
2	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
3	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4
4	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3
5	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
6	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2
7	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3
8	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3
9	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3
10	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3

Copyright by Mahidol University

BIOGRAPHY

NAME Krittika Hongto

DATE OF BIRTH 11 June 1978 (2521)

PLACE OF BIRTH Chonburi Province, Thailand

INSTITUTIONS ATTENDED Chulalongkorn University, 1996-2000
Bachelor of Science
(Physiotherapy)
Mahidol University, 2001-2006
Master of Science
(Physiotherapy)

RESEARCH GRANT This Thesis is Supported in Part by the Office of the Higher Education Commission Affair and Faculty of Graduate Studies, Mahidol University in the Academic Year of 2006

HOME ADDRESS 51/769 Nuanjan Road, Klongkum,
Beungkum, Bangkok, 10230
Telephone 0-2946-0805

Copyright by Mahidol University