

บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญ
พลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุด
ในเพศหญิง อายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน



นายธิติ ญาณปรีชาเศรษฐ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา

คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

ปีการศึกษา 2556

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตที่สำเร็จวิทยานิพนธ์ที่ส่งแก่กรมการบัณฑิตวิทยาลัย
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY
EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING
IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN

Mr. Thiti Yanprechaset

The logo of Chulalongkorn University, featuring a central emblem with a sunburst and a tiered structure, set against a light background.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Doctor of Philosophy Program in Sports Science

Faculty of Sports Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

Thesis Title THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT
RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE
AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL
WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT
WOMEN

By Mr. Thiti Yanprechaset

Field of Study Sports Science

Thesis Advisor Associate Professor Vijit Kanungsukkasem, Ed.D.

Thesis Co-Advisor Associate Professor Panya Kaimuk, M.D.

Accepted by the Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University in
Partial Fulfillment of the Requirements for the Doctoral Degree

.....Dean of the Faculty of Sports Science
(Assistant Professor Chaninchai Intiraporn, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman
(Professor Thanomwong Kritpet, Ph.D.)

.....Thesis Advisor
(Associate Professor Vijit Kanungsukkasem, Ed.D.)

.....Thesis Co-Advisor
(Associate Professor Panya Kaimuk, M.D.)

.....Examiner
(Assistant Professor Chaninchai Intiraporn, Ph.D.)

.....Examiner
(Benjapol Benjapalakorn, Ed.D.)

.....External Examiner
(Tossaporn Yimlamai, Ph.D.)

ฉิติ ญาณปรีชาเศรษฐ : บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทิน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลูกล้อที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปีที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.วิจิต คุนิงสุขเกษม, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. นพ.ปัญญา ไช้มุก, 112 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของโคเอนไซม์คิวเทิน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลูกล้อที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุด และเพื่อตรวจสอบว่าโคเอนไซม์คิวเทินสามารถเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในเพศหญิงอายุ 40-60 ปีที่มีภาวะน้ำหนักเกินได้หรือไม่ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ พนักงานธนาคารแห่งประเทศไทย จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยการคัดเลือกอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่างทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) แล้วเลือกอย่างเฉพาะเจาะจง เพื่อคัดเลือกอาสาสมัครเข้ากลุ่มตามความเหมาะสม แบ่งเป็นกลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินอย่างเดียว) กลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) กลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) และกลุ่มสี่ (กลุ่มควบคุม) การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q) ยางยืดสำหรับฝึกออกกำลังกาย ยี่ห้อ Sanctband[®] และโคเอนไซม์คิวเทิน (100 mg soft-gels by TrueNature[®], USP Verified, USA) โดยรับประทานครั้งละ 100 มิลลิกรัม หลังอาหารเช้าและเย็น วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 17 ในการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง การทดสอบโคลโมโกรอฟ-สมิเรอร์นอฟ (The Kolmogorov - Smirnov Test) เพื่อประเมินความปกติของการแจกแจง การวิเคราะห์หาความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว (ANCOVA) เพื่อหาค่าความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยใช้ค่าที่ประเมินได้ก่อนการทดลองเป็นตัวแปรร่วม และใช้วิธีการทดสอบของฟิชเชอร์ (Fisher's Least Significant Difference test; LSD) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มเกิดขึ้น การทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนและหลังการทดลองด้วยวี-ที-เทสต์ (Paired t-test) รวมถึงหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร ที่ระดับความมีนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาวิจัยพบว่า หลังการทดลอง อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินอย่างเดียว) กลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) และกลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) โดยมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองทุกกลุ่มกับกลุ่มควบคุม รวมถึงระดับของพลาสมาโคเอนไซม์คิวเทินเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในทุกกลุ่ม และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ระหว่างกลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินอย่างเดียว) และกลุ่มควบคุม , กลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินอย่างเดียว) และกลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) , กลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) และกลุ่มควบคุม รวมถึง กลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) และกลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) น้ำหนักตัวและดัชนีมวลกาย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) และกลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) มวลที่ปราศจากไขมัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) แต่มวลไขมัน ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) กลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินร่วมกับการออกกำลังกาย) และกลุ่มสี่ (ควบคุม) อัตราการใช้พลังงานในขณะพัก ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินอย่างเดียว) กลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเดียว) และกลุ่มสี่ (ควบคุม) อัตราการใช้พลังงานในขณะเดินบนลูกล้อ ไตรกลีเซอไรด์ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในกลุ่มควบคุม ระดับน้ำตาลในเลือด โคลเลสเตอรอล แอลดีแอล และเอชดีแอล ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งก่อนและหลังการทดลอง

สรุปจากผลการทดลองพบว่า หลังการทดลองไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของอัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายทั้งขณะพักและขณะเดินบนลูกล้อที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลองทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระดับของพลาสมาโคเอนไซม์คิวเทินมีผลเชิงบวกในผู้หญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน ทั้งกลุ่มที่รับประทานโคเอนไซม์คิวเทินและ/หรือกลุ่มที่ฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจร นอกจากนี้ผู้วิจัยพบว่าความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดและระดับของพลาสมาโคเอนไซม์คิวเทิน

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การกีฬา

ลายมือชื่อนิสิต

ปีการศึกษา 2556

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

5278957139 : MAJOR SPORTS SCIENCE

KEYWORDS: COENZYME Q10 / CIRCUIT RESISTANCE TRAINING / ENERGY EXPENDITURE / OVERWEIGHT WOMEN

THITI YANPRECHASET: THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN. ADVISOR: ASSOC. PROF. VIJIT KANUNGSUKKASEM, Ed.D., CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. PANYA KAIMUK, M.D., 112 pp.

The objectives of this study were to investigate the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking and to determine whether CoQ₁₀ could alter energy expenditure in 40-60 years old overweight women. The sample used in this study were employees of the Bank of Thailand for 48 people, divided into four groups by the selection of volunteers who met the criteria for selection into the sample by electronic mail (Email) and were obtained by purposive sampling for more specific predefined groups based on the particular purpose of the experiment. Participants were divided into 4 groups of 12 people, including group 1 (CoQ₁₀) with supplemented CoQ₁₀ only, group 2 (Ex) with circuit resistance training only, group 3 (Ex&CoQ₁₀) with both supplemented coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training and Group 4 control group. Instruments used in this research for pretest and posttest after twelve weeks of program were The Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) for assessing participation before exercise, elastic exercise band (Sanctband[®]) for fitness training and coenzyme Q₁₀ (100 mg soft-gels by TrueNature[®], USP Verified, USA). CoQ₁₀ was taken as 100 mg capsules two times daily after a meal for 12 weeks. Statistical analyses were performed with SPSS software version 17. Descriptive statistic including frequency distribution, percentage, mean and standard deviation were used to analyze the demographic data. The Kolmogorov - Smirnov test was used to assess normal distribution. One-way Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to determine the difference between groups of subjects by using pretreatment evaluation as covariate and the differences in pairs of means among groups were made by Fisher's Least Significant Difference (LSD) test. Paired t-test was used to determine the difference between results of before and after treatment. Pearson's Product Moment Correlation was used to present the relationships. P values of less than 0.05 were considered to indicate statistical significance.

After treatment, the results showed that VO₂Max was found to be significantly increased in group 1 (CoQ₁₀), group 2 (Ex) and group3 (Ex&CoQ₁₀) and there were significant differences between all experiment groups and the control group. Moreover, plasma coenzyme Q₁₀ levels was found to be significantly increased within all groups. However, there were significant differences in plasma coenzyme Q₁₀ levels between group 1 (CoQ₁₀) and control group, group 1 (CoQ₁₀) and group 2 (Ex), group 3 (Ex&CoQ₁₀) and control group as well as group 3 (Ex&CoQ₁₀) and group 2 (Ex). In addition, it was also found that weight and BMI were significantly decreased in group 2 (Ex) and group 3 (Ex&CoQ₁₀). Fat free mass (FFM) was found to be significantly decreased in group 3 (Ex&CoQ₁₀) but fat mass (FM) was found to be significantly decreased in group 2 (Ex), group 3 (Ex&CoQ₁₀) and group 4 (control group). Resting energy expenditure (REE) was found to be significantly decreased in group 1 (CoQ₁₀), group 2 (Ex) and group 4 (control group). Triglyceride (mg/dl) was found to be significantly increased in control group. Walking energy expenditure, glucose levels, cholesterol, LDL and HDL were found to be no significant differences among all groups in both before and after treatment.

It was concluded in this study that after treatment no significant differences were found in energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking among all groups. However, maximum oxygen consumption (VO₂Max) and plasma coenzyme Q₁₀ levels were likely found to have positive effects in overweight subjects with supplemented coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training. Moreover, the researcher found low positive correlation between maximum oxygen consumption (VO₂Max) and plasma coenzyme Q₁₀ levels.

Field of Study: Sports Science

Academic Year: 2013

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to express my most sincere appreciation to my major advisor, Associate Professor Vijit Kanungsukkasem, who kindly guided throughout my study with his patience, understanding, and encouragement. I am also very grateful to my co-advisor Associate Professor Panya Kaimuk for his constructive comments, supervision and precious advice.

I also wish to express my most appreciation to the members of the dissertation committee, Professor Thanomwong Kritpet, Assistant Professor Chaninchai Intiraporn, Assistant Professor Silapachai Suwanthada and Lecturer Tossaporn Yimlamai for their critiques, suggestions, and assistances.

I am very much appreciated to the experts who provided me with very helpful suggestions and comments for revising and refining my combined exercise training program.

I would like to give my special thanks to the Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University and Graduate School, Chulalongkorn University for providing the study scholarships (Chulalongkorn University Graduate Scholarship to Commemorate the 72nd Anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulayadej) and thesis grant fund (The 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund, Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund).

I would like to express my sincere thanks to all subjects who participated in this study. I wish to thank the Bank of Thailand (BOT) for the cooperation and assistance during data collection process. Moreover, I would like to express my special thanks to the Department of Clinical Chemistry, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University and the Central Instrument Facility (CIF), Faculty of Science, Mahidol University for the excellent cooperation with the laboratory.

Finally, I am especially debtful to my parents especially my mother for their greatest love, support, and entirely care. The merit of this dissertation, I dedicate to my family and my teachers who have taught me since my childhood.

CONTENTS

	Page
THAI ABSTRACT	iv
ENGLISH ABSTRACT	v
ACKNOWLEDGEMENTS	vi
CONTENTS	vii
CHAPTER I INTRODUCTION.....	1
Background and rationale.....	1
Research question.....	3
Objectives of the study.....	4
Hypothesis.....	4
Scope of the study.....	4
Research limitations.....	4
Definition of terms	5
Benefits of the study	6
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	7
1. Coenzyme Q ₁₀	7
Pharmacokinetics of coenzyme Q ₁₀	10
Dosage.....	11
Toxicity.....	11
Side effects	11
Coenzyme Q ₁₀ and physical exercise.....	12
2. Circuit Resistance Training (CRT).....	12
Advantages of CRT.....	13
Resistance band exercises (Sanctband [®])	14
3. Energy Expenditure (EE).....	15
Control of Energy Expenditure.....	17
Total daily Energy Expenditure (TDEE).....	18
4. Overweight women	19

	Page
Body Mass Index (BMI).....	20
Body fat analysis.....	24
Body fat percentage.....	25
5. Conceptual framework.....	26
CHAPTER III MATERIALS AND METHODS.....	27
Population.....	27
Sample size calculation.....	27
Sampling technique.....	28
Inclusion criteria.....	28
Exclusion criteria.....	28
Data collection.....	29
1. The preparation phase.....	29
1.1 Information phase.....	29
1.2 Formal contact.....	29
2. The intervention phase.....	29
Experimental design.....	29
3. Data collection procedure.....	30
3.1 Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q).....	30
3.2 Anthropometric measurements.....	30
3.3 Body composition.....	31
3.4 Chemical analysis.....	31
3.5 Description of the HPLC method.....	32
3.6 Gas analysis.....	33
Instruction before test.....	34
Measuring resting energy expenditure.....	34
Important considerations or conditions to improve the REE measurement.....	35
Measuring energy expenditure during treadmill test.....	35

	Page
Estimated VO ₂ Max	36
Termination of exercise:.....	37
3.7 Circuit resistance protocol	37
Experimental procedure	39
The evaluation phase.....	40
Protection of human subjects	40
Data analysis.....	40
CHAPTER IV RESULTS	42
Part 1: Baseline characteristics of the subjects	43
Part 2: Morphological and physiological characteristics.....	45
Part 3: Correlations between VO ₂ max (ml/kg/min) and CoQ ₁₀ (μmol/l).....	62
CHAPTER V DISCUSSION	64
Overweight women who acquired circuit resistance training with supplemented coenzyme Q10 would be more prone to increase energy expenditure than those who acquired only CoQ10 or only circuit resistance training.	64
CHAPTER VI CONCLUSION.....	68
Summary of the study.....	68
Recommendation form this study.....	69
Recommendation for further study.....	69
.....	70
REFERENCES	70
APPENDIX.....	77
APPENDIX A SAMPLE SIZE TABLE	78
APPENDIX B PROPOSED CLASSIFICATION OF WEIGHT BY BMI IN ADULT ASIANS.....	79
APPENDIX C LIST OF EXPERTS.....	80
Appendix D Index of Item-Objective Congruence	81
APPENDIX E THE PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE (PAR-Q).....	82
APPENDIX F RESEARCH ETHICS REVIEW	83

	Page
APPENDIX G GS CERTIFICATE (Sanctband Exercise Band)	99
APPENDIX H CIRCUIT RESISTANCE TRAINING PROTOCOL.....	101
VITA.....	112



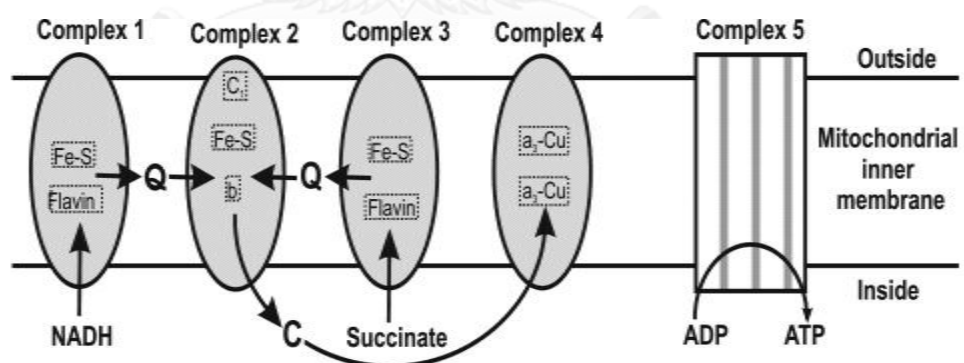
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

CHAPTER I INTRODUCTION

Background and rationale

Coenzyme Q₁₀ (CoQ₁₀) is a crucial component in the mitochondrial electron transport pathway found in every membranes through the cell (Kalen, Norling, Appelkvist, & Dallner, 1987). CoQ₁₀ helps the body produce energy within that cell from converting the energy in carbohydrates and fatty acids into ATP to drive cellular machinery and synthesis. Adequate amount of CoQ₁₀ are necessary for cellular respiration and ATP production (Figure 1). As the person grows older, CoQ₁₀ density in our body decreases considerable dip after the age of 30 years (Crane, 2001).

For many years, it was mainly known for its role in oxidative phosphorylation. CoQ₁₀ involved in making an important molecule known as adenosine triphosphate (ATP). ATP serves as the cell's major energy source and drives a number of biological processes, including muscle contraction and the production of protein. The basis of cellular energy is mitochondria (Littarru & Tiano, 2010).



(Molyneux, Young, Florkowski, Lever, & George, 2008)

Figure 1 The mitochondrial electron transport chain.

Previous studies have indicated that CoQ₁₀ is an essential cofactor in mitochondrial oxidative phosphorylation and necessary for ATP production. In this role, CoQ₁₀ acts as a mobile electron carrier, transferring electrons from complex I (NADH coenzyme Q reductase) to complex III (cytochrome bc1 complex) or from

complex II (succinate dehydrogenase) to complex III. This coenzyme helps in many diseases such as congestive heart failure and diabetes by increasing the flow of blood with oxygen to the heart and thus preventing cholesterol buildup (Crane, 2001). Moreover, CoQ₁₀ could increase in energy expenditure because it helps the energy production by transferring electrons from NADH and FADH₂ to oxygen (Molyneux et al., 2008).

Several studies found that CoQ₁₀ supplementation (60–100 mg/day for 4–8 weeks) improved aerobic power, anaerobic threshold, exercise performance, and/or recovery after exercise in trained athletes and untrained individuals (Bonetti, Solito, Carmosino, Bargossi, & Fiorella, 2000; Littarru, 1993; Zuliani et al., 1989). These findings suggest that provision of CoQ₁₀ in a fast-melt or effervescent form may facilitate CoQ₁₀ delivery and uptake to the muscle. Theoretically, this may enhance bioavailability of CoQ₁₀ and promote a greater metabolic and/or ergogenic impact. However, the effects of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training have never been clarified.

Numerous studies have revealed that aerobic training can stimulate the energy production as a percentage of VO₂max attained, the time spent at the high percentage of VO₂max, and the total oxygen consumption will result in greater aerobic adaptations and improvements in endurance performance (Bouchard & Trudeau, 2008). Furthermore, aerobic training improves the capacity for respiratory control in skeletal muscle. The enlarged mitochondrial structural machinery and enzyme activity adaptation with training (up to 50% increase in a few weeks) greatly increases capacity of subsarcolemmal and intermyofibrillar muscle mitochondria to generate ATP aerobically. A nearly 2 time increase in aerobic system enzymes within 5 to 10 days of training coincides with increased mitochondrial capacity to generate ATP aerobically (Green et al., 2004; Hoppeler & Fluck, 2003).

Circuit resistance training is a type of exercise program that improve the oxygen uptake within cell. It is combined between aerobic and resistance exercises, circuit resistance training (CRT) program, which is often recommended to improve

physical conditioning and weight management. Each modality has its unique advantages. Aerobic exercise is effective in improving cardiorespiratory fitness and promoting energy expenditure (EE) and fat utilization. Resistance exercise can serve as a potent stimulus to the musculoskeletal system necessary to bring about gains in muscle size and increasing metabolism. Resting metabolism increased by 8% of fat free mass (FFM) with heavy resistance training (Pratley et al., 1994). It is recommended that a training routine should combine both aerobic and resistance exercises because improvements in both cardiorespiratory and musculoskeletal function can allow individuals to reduce health risks such as obesity, diabetes, hypertension and symptoms associated with physical inactivity ("1988 American College of Sports Medicine. Annual meeting abstracts. May 25-28, Dallas, Texas," 1988; Feigenbaum & Pollock, 1999; Kang et al., 2009).

Despite all these facts, no previous studies have been clarified about the benefits of CoQ₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure. Even though, the CoQ₁₀ has long been recommended as one of the best antioxidants and plays a critical role in energy production for fighting free radicals and improving the general well-being. However, none of prior studies showed the benefits of CoQ₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure.

Therefore, in order to make the clarification, the purposes of this research were intended to study the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure in overweight women.

Research question

Do CoQ₁₀ and circuit resistance training, only CoQ₁₀, and only circuit resistance training have the relationship with the energy expenditure in 40-60 years old overweight women?

Objectives of the study

1. To investigate the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure in 40-60 years old overweight women.
2. To determine the effects of coenzyme Q₁₀ on energy expenditure in 40-60 years old overweight women.

Hypothesis

Overweight women who acquired circuit resistance training with supplemented coenzyme Q₁₀ would be more prone to increase energy expenditure than those who acquired only CoQ₁₀ or only circuit resistance training.

Scope of the study

This study investigated the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure and determined the effects of coenzyme Q₁₀ on energy expenditure in overweight women. Subjects in this study lived in Bangkok, Thailand.

Research limitations

- If the subjects did not have enough sleep, their metabolism might be lower than usual. Therefore, the subjects were advised to sleep at least 6-8 hours per day.
- The subjects were given instructions about the suggested nutrition per day, but not required to control their diet. Therefore, if the subjects did not follow the instruction by eating too much or too little food, it might affect their metabolism.
- This experiment did not control the daily activities of the subjects. Although the subjects were chosen based on their similarity of daily activities, but the result of each subject may be different due to the shift in their normal daily activities.

Definition of terms

Overweight women refers to an individual woman who has a sedentary behavior with low-intensity activities such as office workers, with a body mass index (BMI) between 23-27.4 (Consultation, 2004) (See Appendix B).

Coenzyme Q₁₀ (CoQ₁₀) refers to a vitamin-like substance found throughout the body, but especially in the heart, liver, kidney, and pancreas. It is found in small amounts in meats and seafood. Coenzyme Q₁₀ can also be made in a laboratory and it is used as supplement (Coenzyme Q₁₀: 100 mg soft-gels by TrueNature®, USP Verified, USA).

Circuit resistance training (CRT) was trained by resistance band for 3 circuits (10 muscle training positions in each circuit). Each muscle training position was trained with 1 set and with 8-12 repetitions per set and then was alternatively trained with the other muscle groups. They were trained 3 days a week for every other days (See Appendix H).

Energy expenditure (EE) refers to the amount of capacity to deliver oxygen to the tissue, which evaluated from oxygen uptake (VO₂) and carbon dioxide production (VCO₂) and converting into energy values by Weir equation (1949), calculated as:

$$EE \text{ (kcal/day)} = [(VO_2 \text{ L/min}) (3.941) + (VCO_2 \text{ L/min}) (1.11)] \times 1440 \text{ minutes}$$

Where 3.941 and 1.11 are the energy equivalents of oxygen and carbon dioxide. It can be measured by indirect calorimetry using a portable gas analyzer (Metamax 3B, Germany) (Weir, 1990).

Benefits of the study

1. To know the effects of coenzyme Q₁₀ on energy expenditure.
2. To achieve the effects of circuit resistance training on energy expenditure.
3. To obtain the combined effect of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure.
4. To help maintain weight and body fat by increasing energy expenditure.
5. To reduce the risk of developing obesity and related complications.



CHAPTER II

LITERATURE REVIEW

The goal of literature review was to investigate the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure. This literature review includes both theoretical and research literatures on the following topics:

1. Coenzyme Q₁₀

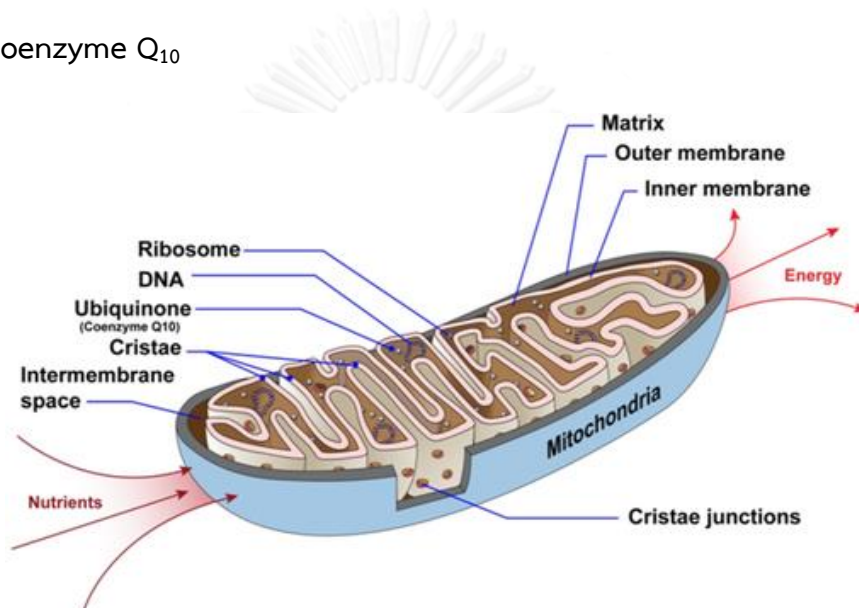


Figure 2 Anatomical structure of a mitochondrion illustrating ubiquinone (CoQ₁₀)

(Hiebert, Shen, & Pierce, 2012)

Coenzyme Q₁₀ was first discovered by Dr. Frederick L. Crane in 1958. It was a vitamin-like substance that has been found to be a crucial component in mitochondrial bioenergy transfer. Its enzymatic processes facilitate electron transfer in the generation of adenosine triphosphate (ATP) (Crane, 2001).

This coenzyme helps in many diseases like congestive heart failure, diabetes etc. It helps heart by increasing the flow of blood with oxygen to the heart and thus preventing cholesterol buildup (Crane, 2001). Previous studies have shown the provision of facilitating CoQ₁₀ delivery and uptake to the muscle. Theoretically, this may enhance bioavailability of CoQ₁₀ and promote greater muscle energy metabolism (M. Mizuno, Quistorff, Theorell, Theorell, & Chance, 1997).

They present naturally in foods and sometimes are also synthesized in the body. CoQ₁₀ likewise is found in small amounts in a wide variety of foods and was synthesized in all tissues. The biosynthesis of CoQ₁₀ from the amino acid tyrosine was a multistage process requiring at least eight vitamins and several trace elements. Coenzymes were cofactors upon which the comparatively large and complex enzymes absolutely depend for their function. Coenzyme Q₁₀ is the coenzyme for at least three mitochondrial enzymes (complexes I, II and III) as well as enzymes in other parts of the cell. Mitochondrial enzymes of the oxidative phosphorylation pathway are essential for the production of the high-energy phosphate, adenosine triphosphate (ATP), upon which all cellular functions depend. The electron and proton transfer functions of the quinone ring are of fundamental importance to all life forms; ubiquinone in the mitochondria of animals, plastoquinone in the chloroplast of plants, and menaquinone in bacteria. The term "bioenergetics" has been used to describe the field of biochemistry looking specifically at cellular energy production (Littarru, 1993).

The production of CoQ₁₀ is dependent on an adequate supply of various precursors and cofactors. A deficiency of one or more of these crucial components can harmfully affect the production of adequate amounts of CoQ₁₀.

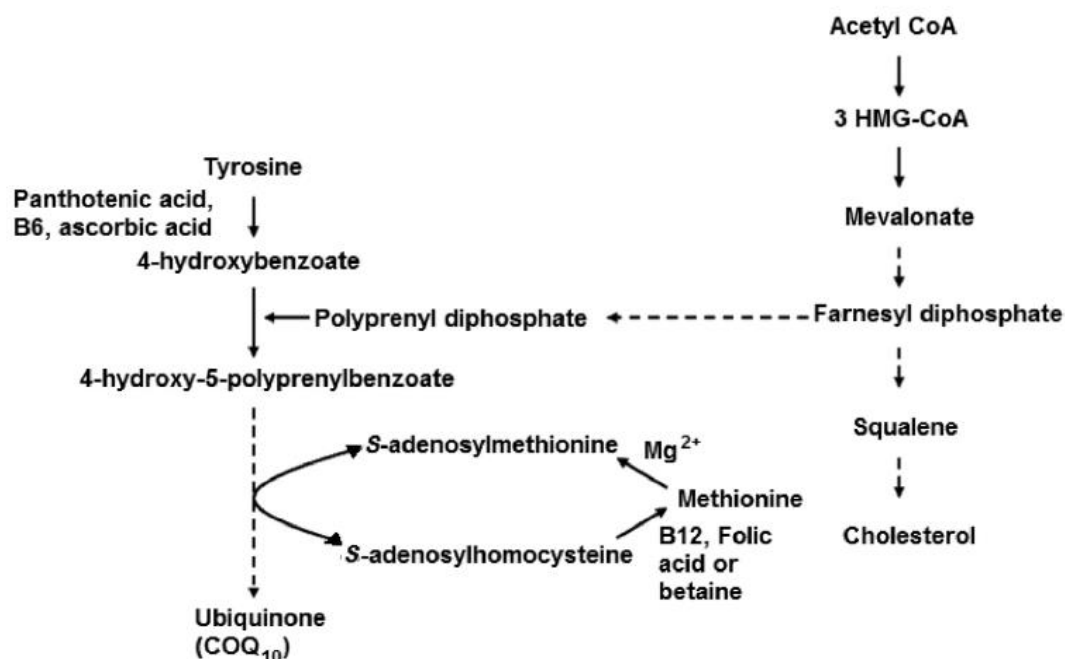


Figure 3 Synthesis of coenzyme Q₁₀ in human cells.

(Shinde, Patil, & Tendolkar, 2004)

The difference between “natural” and “synthetic” are the CoQ₁₀ occurs in two isomeric forms, namely the “trans” and the “cis” forms. The natural CoQ₁₀ is in the trans form whereas the synthetic CoQ₁₀ contains a mixture of both trans and cis isomers. The USP limits the presence of other CoQ analogs and the cis-isomer and related impurities to less than 1.5% (Aberg, Appelkvist, Dallner, & Ernster, 1992).

CoQ₁₀ in blood is associated with lipoproteins. The concentrations vary from tissue to tissue, and those with high rates of metabolic activity and high energy demands such as the heart, muscle, liver, kidney and brain contain relatively high concentrations of CoQ₁₀ (Aberg et al., 1992; Ernster & Dallner, 1995). Recent studies have shown that the level of circulating Ubiquinol tends to decline in certain disease conditions, such as diabetes, liver disease, down syndrome, etc. with the result that the ratio of circulating Ubiquinol to total Coenzyme Q₁₀ goes down (Lim et al., 2006). In humans, plasma or serum CoQ₁₀ concentrations will serve as a good indicator of status. The best way to assay CoQ₁₀ is by High Pressure Liquid

Chromatography (HPLC) by UV or electrochemical detection. However, it should be noted that plasma CoQ₁₀ may not always reflect tissue status (Lim et al., 2006).

Pharmacokinetics of coenzyme Q₁₀

Coenzyme Q₁₀ is absorbed from the gastrointestinal (GI) tract, passes into the lymphatic, and finally to the blood and tissues. Research on exogenous CoQ₁₀ absorption and bioavailability varies greatly depending on the type of CoQ₁₀ preparation. Some studies conclude CoQ₁₀ is well-absorbed by oral supplementation as evidenced by significant increases (168-178%) in serum CoQ₁₀ levels after supplementation (Kaikkonen et al., 1997; C Weber, Bysted, & Holmer, 1997).

Normal serum/plasma CoQ₁₀ concentrations in healthy individuals usually range from 0.40 to 1.91 mmol/l in healthy adults (Chopra & Bhagavan, 2006). Upon oral administration of CoQ₁₀, plasma or serum concentrations reach a maximum (C_{max}) at about 6 hours (T_{max}). The half-life (i.e. the time to reach half-maximum concentration (T_{1/2}) of CoQ₁₀ is about 34 hours. The ingestion of high doses of CoQ₁₀, plasma CoQ₁₀ levels have been found to plateau after a dose of 2400 mg a day (Shults, Flint Beal, Song, & Fontaine, 2004).

Peak levels of CoQ₁₀ occur at 5–10 hrs. following administration, with a half-life of 34 hrs. (Chopra & Bhagavan, 2006; Greenberg & Frishman, 1990; Tomono, Hasegawa, Seki, Moteji, & Morishita, 1986). A second peak may occur at approximately 24 hrs. probably due to enterohepatic recirculation (M. V. Miles, 2007).

Previous studies in healthy subjects reported a prolonged termination half-life of approximately 33 hrs. following a single dose of CoQ₁₀, and approximately 5–6 days were required for plasma CoQ₁₀ levels to return to baseline (Michael V. Miles et al., 2002; Tomono et al., 1986; Weis et al., 1994).

Dosage

It was reported that the average dietary intake of coenzyme Q₁₀ in Denmark was only 3-5 mg per day. A variety of food items were tested for coenzyme Q₁₀ content, and it was found that certain meats (such as pork, poultry, and beef) had higher amounts of coenzyme Q₁₀ than fruit and vegetables. However, normal dietary intake had little effect on coenzyme Q₁₀ concentrations, and would be unlikely to affect bioequivalence estimates of the current study (Christine Weber, Bysted, & Hølmer, 1997).

Typical dose of CoQ₁₀ for most conditions was 60-200 mg daily in divided doses (Shults et al., 2004). The weight-adjusted median dose of coenzyme Q₁₀ administered was 2.1 mg/kg (range 1.8 to 3.3 mg/kg). In order to have much higher levels of this compound in their blood and it also assists with fuel efficiency within the cells, which also assists weight management (Hathcock & Shao, 2006; Hosoe et al., 2007; Shults et al., 2004). Therefore, in this study recommended daily dosages of ubiquinol is 200 mg (Kaikkonen, Tuomainen, Nyysönen, & Salonen, 2002; Yubero-Serrano et al., 2011).

Toxicity

Coenzyme Q₁₀ appears to be quite safe and low in side effects, even at the highest doses cited in the literature. In extreme dosages, such as 600-1200 mg per day, headaches, heartburn, fatigue, diarrhea and skin reactions have been reported. The data for intakes above 1200 mg/day are not sufficient for a confident conclusion of safety (Hathcock & Shao, 2006).

Side effects

No reports of medical problems or side effects were indicated in several research studies. The observed adverse effect level of risk evaluation method illustrated that the evidence of safety was strong and had been approved without adverse effects (Cooke et al., 2008; Hathcock & Shao, 2006; Hosoe et al., 2007).

Coenzyme Q₁₀ and physical exercise

(Littarru & Tiano, 2005)

Previous studies have shown an improvement of higher CoQ₁₀ on aerobic capacity, anaerobic threshold, and physical performance. Other studies did not find an ergogenic effect. These issues have recently been addressed in three studies published in 2008 (Cooke et al., 2008; Kon et al., 2008; K. Mizuno et al., 2008). One of these studies showed that after a single administration of CoQ₁₀ plasma levels significantly correlated with muscle CoQ₁₀ levels, maximal oxygen consumption, and treadmill time to exhaustion. A trend for increased time to exhaustion was observed after 2 wk. of CoQ₁₀ supplementation (Cooke et al., 2008). In another study, oral administration of CoQ₁₀ improved subjective fatigue sensation and physical performance (K. Mizuno et al., 2008). The third study was a double-blind study where a group of kendo athletes showed lower levels of creatine kinase, myoglobin, and lipid peroxides compared with the corresponding values in the placebo group (Kon et al., 2008).

2. Circuit Resistance Training (CRT)

Circuit resistance training is a form of conditioning combined resistance training and high-intensity aerobics training. It is designed to be easy to follow and target strength building as well as muscular endurance. An exercise "circuit" is one completion of all prescribed exercises in the program. When one circuit is completed, one begins the first exercise again for another circuit. Traditionally, the time between exercises in circuit training is short, often with rapid movement to the next exercise (McArdle, Katch, & Katch, 2007).

Research has found that circuit weight training (CWT) can improve cardiorespiratory endurance, body composition, and strength. Studies showed that CWT increased aerobic capacity about 5%, compared with 15% to 25% in other aerobic exercise programs. Lean body mass increased 1 to 3.2 kg and fat decreased 0.8% to 2.9%. Strength improved 7% to 32%. Energy costs of CWT were similar to

jogging at 5 mph. These findings suggested that improvements in strength and $\dot{V}O_2$ max depend on work performed, not the equipment used. Although CWT did not develop high levels of aerobic fitness, it could help maintain fitness (Gettman & Pollock, 1981).

The Superset is the best technique not only for fat burning but also for muscle building. Joseph and Jim (2009) showed that training agonist and antagonist muscles immediately is an excellent way to increase muscle strength. The motor-unit activation is led immediately by contraction of the antagonist muscle. The antagonist muscle activates and prepares the nerves to contract the agonist muscle. It became a stronger and more powerful contraction.

Circuit resistance training (CRT) is an excellent way to improve strength, endurance and coordination. CRT comprises of 8 to 12 strength exercises that are completed one exercise after another. Each exercise is performed for a specified number of repetitions or for a set time before moving on to the next exercise. The exercises within each circuit are separated by a short rest period, and each circuit is separated by a longer rest period. The total number of circuits performed during a training session may vary from two to six depending on the training level (beginner, intermediate, or advanced), the period of training (preparation or competition) and the training objective (McArdle et al., 2007).

Advantages of CRT

(Romero-Arenas et al., 2013)

1. Improves strength, muscular endurance, flexibility and coordination.
2. Appropriate for most conditions.
3. Can be adjusted to individual fitness level.
4. May not require expensive equipment.
5. Can be customized for your workouts style.

Resistance band exercises (Sanctband®)

Resistance band exercises are perfectly used as a variety of health and fitness practitioners for general strength, conditioning, rehabilitation and injury prevention.

It should be performed slowly and under control. Begin with the band at the start of tension which increases as performing the exercise. It's ideal for home exercise programs and can easily be incorporated into a circuit training format helping to condition cardiovascular system as well as strengthening specific muscle groups. Because resistance tubing is so compact and lightweight, it can be used while away from home.

All resistance band exercises will be changed every 4 weeks for stable pull force resistance.

Resistance band exercises are available in a range of colors that relate to their stiffness or resistance. Color-coding varies between the brands but it typically as follows:



Figure 4 Sanctband resistive bands and pull force test (kg)

(Lifesports, 2013)

3. Energy Expenditure (EE)

(McArdle et al., 2007)

The human body demands a continual supply of chemical energy to perform its many complex functions. Energy in food does not transfer directly to the cells for biologic work. Rather, energy from macronutrient oxidation is harvested and funneled through the energy-rich compound adenosine triphosphate (ATP). The potential energy within this nucleotide molecule powers all of the cell's energy-requiring processes. In essence, the energy donor-energy receiver role of ATP represents the cells' two major energy-transforming activities:

1. Extract potential energy from food and conserve it within the bonds of ATP.
2. Extract and transfer the chemical energy in ATP to power biologic work.

ATP serves as the ideal energy-transfer agent. In one respect, ATP's phosphate bonds "trap" a large portion of the original food molecule's potential energy. ATP also readily transfers this energy to other compounds to raise them to a higher activation level. The cell contains other high-energy compounds, but ATP is by far the most important. A new compound, adenosine diphosphate (ADP) forms when ATP joins with water, catalyzed by the enzyme adenosine triphosphatase (ATPase).



The electron transport chain in the mitochondrion is the site of oxidative phosphorylation in eukaryotes. The NADH and succinate generated in the citric acid cycle are oxidized, providing energy to power ATP synthase.

Electron transport by specific carrier molecules constitutes the respiratory chain, the final common pathway where electrons extracted from hydrogen pass to oxygen. For each pair of hydrogen atoms, two electrons flow down the chain and reduce one atom of oxygen to form one water molecule. Figure 5 shows the route for hydrogen oxidation, electron transport, and energy transfer in the respiratory

chain that releases free energy in relatively small amounts. In several of the electron transfers, the formation of high-energy phosphate bonds conserves energy.

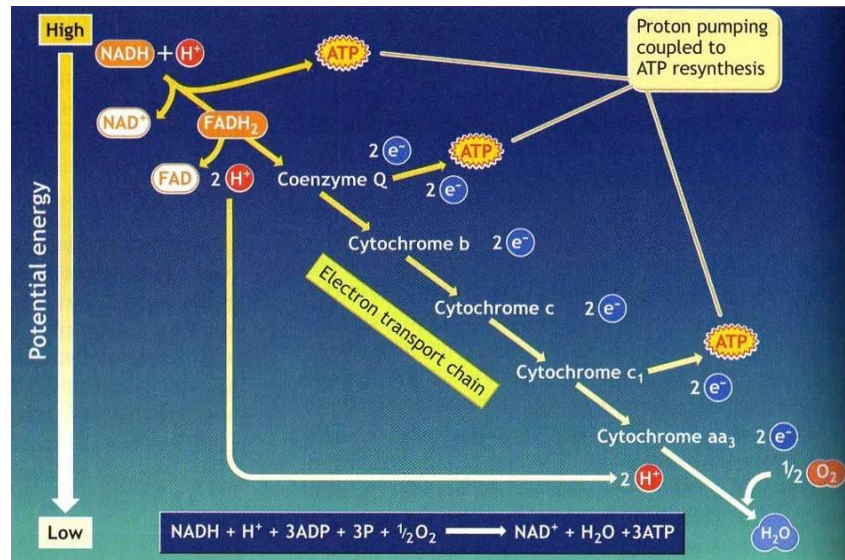
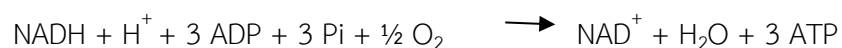


Figure 5 Examples of harnessing potential energy in the body, the electron transport chain removes electrons from hydrogen for ultimate delivery to oxygen. In oxidation-reduction, much of the chemical energy stored within the hydrogen atom does not dissipate to kinetic energy, but instead becomes conserved within ATP (McArdle et al., 2007).

Oxidative phosphorylation synthesizes ATP by transferring electrons from NADH and FADH₂ to oxygen. The electrochemical gradient generated by this reverse flow of protons represents stored potential energy. It provides the coupling mechanism that binds ADP and a phosphate ion to synthesize ATP. The mitochondrion's inner membrane remains impermeable to ATP, so the protein complex ATP/ADP translocation exports the newly synthesized ATP molecule. Energy transfer from NADH to ADP to reform ATP happens at three distinct coupling sites during electron transport. Oxidation of hydrogen and subsequent phosphorylation occurs as follows:



Control of Energy Expenditure

The mitochondrion is the cellular furnace where fuels (derived from fatty acids and glucose) are oxidized and energy is either stored in the high-energy phosphate bonds of ATP or is released as heat. Figure 5 illustrates that as electrons are passed down, the energy gradient of the electron transport chain, protons are pumped out of the inner matrix of the mitochondria, generating an electrochemical gradient across the inner mitochondrial membrane. These protons have two probable fates: as described by Mitchell, they can reenter the mitochondrial matrix through ATP synthase, driving the synthesis of ATP. ATP production is thus linked to the consumption of oxygen and this is referred to as coupled respiration. Alternatively, protons may “leak” back across the inner mitochondrial membrane in a manner not linked to ATP production. This uncouples energy storage from oxygen consumption and is referred to as uncoupled respiration. A certain degree of “leak” is an inherent property of several biological membranes, but this proton translocation can be greatly accelerated by the action of uncoupling proteins (UCPs), which function as specialized proton channels not linked to ATP production. In uncoupled respiration, energy is released as heat because these leaks, whether catalyzed by UCPs or not, disrupt the cycle and result in fuel oxidation in the absence of work (Spiegelman & Flier, 2001).

Total daily Energy Expenditure (TDEE)

(McArdle et al., 2007)

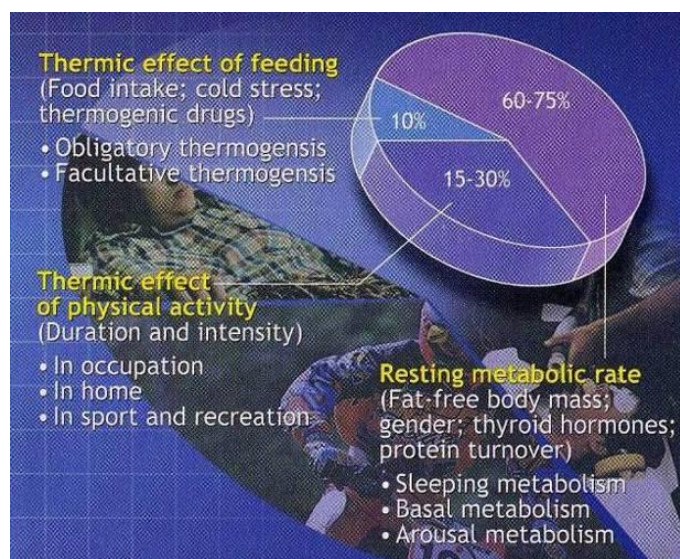


Figure 6 Components of total daily energy expenditure

Metabolism involves all of the chemical reactions of biomolecules within the body that encompass both synthesis (anabolism) and breakdown (catabolism). Figure 6 illustrates the three general factors that determine total daily energy expenditure (TDEE):

1. Resting metabolic rate, consisting of basal and sleeping conditions plus the added metabolic cost of arousal.
2. Thermogenic effect of food consumed.
3. Energy expended during physical activity and recovery.

Resting metabolism increased by 8% when 50 to 65-year-old men increased their FFM with heavy resistance training. (Pratley et al., 1994) In addition, an 8-week aerobic training program for older individuals produced a 10% increase in resting metabolism without a change in FFM (Poehlman & Danforth, 1991). This suggests that regular exercise affects factors in addition to body composition to stimulate resting metabolism. Regular endurance and resistance exercise offsets the decrease in resting metabolism that usually accompanies aging. Each 1-pound gain in FFM increases RMR by 7 to 10 kcal per day.

4. Overweight women

Overweight is generally defined as having excessive fat accumulation that may impair health. Excessive weight has reached epidemic proportions globally, with more than 1 billion adults being either overweight or obese. Increases have been observed across all age groups (WHO, 2010).

“Overweight women” refers to an individual woman who has a sedentary behavior with low-intensity activities such as office workers, with a body mass index (BMI) between 23-27.4 (Consultation, 2004).

Overweight occurs when a person consumes more calories than burning. For many people this happens to eating too much and exercising too little. But there are other factors that can cause overweight and obesity including age, gender, genetics, environmental factors, physical activity, psychological factors, illness and medication.

Gender differences may play an important role in the development of overweight and obesity (Sweeting, 2008). One of the main morphological differences between men and women is the greater amount of fat that women carry more or less erases the osseous indicators, and rounds out the surfaces while creating characteristic folds and grooves.

Fat in normal women represents between 18% and 20% of body weight, whereas in men it represents only 10% to 15% (Delavier, 2003). The reason for this difference is that women at some point in their lives may nourish a fetus and then a baby from their own reserves, so women have to stock energy in the form of fat in anticipation of future pregnancies (and must stock even more energy during the last two trimesters of pregnancy).

For many reasons, different fat distributions occur in women according to climate. In hot countries, the fat is localized on the buttocks (black Africans), on the hips (Mediterraneans), and around the navel (certain Asians). This distribution avoids covering the woman with a hot coat of fat that would be difficult to bear and

inefficient for thermoregulation during hot periods. In cold countries, the distribution of fat is more uniform, which provides for better protection during rigorous winters. However the fat is distributed, its main function is for the survival of the species as it provides for survival of the woman and her offspring during times of scarcity (Delavier, 2003).

It is important to note that all healthy people have fat reserves necessary for the proper functioning of their bodies. Obsession with obesity or the need to follow deviant aesthetic fashions should not lead to the complete elimination of fat. In fact, the almost complete disappearance of fat can lead to serious hormonal problems involving the cessation of the period (amenorrhea, which is a temporary absence of ovulation and therefore momentary sterility), as this means has been put in place during evolution to avoid bringing progeny into the world that the female could not nourish with her own organic reserves (Delavier, 2003).

Body Mass Index (BMI)

BMI is a simple index of weight-for-height that is commonly used in classifying overweight and obesity in adult populations. It is defined as the weight in kilograms divided by the square of the height in meters (kg/m^2).

Table 1 The International Classification of adult weight according to BMI.

Classification	BMI (kg/m^2)	
	Principal cut-off points	Additional cut-off points
Underweight	<18.50	<18.50
Severe thinness	<16.00	<16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
Normal range	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99

Overweight	≥ 25.00	≥ 25.00
Pre-obese	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
Obese	≥ 30.00	≥ 30.00
Obese class I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obese class II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obese class III	≥ 40.00	≥ 40.00

(WHO/IASO/IOTF, 2000)

The health risks associated with increasing BMI are continuous and the interpretation of BMI in relation to risk may differ for different populations.

In recent years, there was a growing debate on whether there were possible needs for developing different BMI cut-off points for different ethnic groups due to the increasing evidence that the associations between BMI, percentage of body fat, and body fat distribution differ across populations and therefore, the health risks increase below the cut-off point of 25 kg/m^2 that defines overweight in the WHO classification (WHO/IASO/IOTF, 2000).

There had been two previous attempts to interpret the BMI cut-offs in Asian and Pacific populations (James, Chunming, & Inoue, 2002; WHO/IASO/IOTF, 2000) which contributed to the growing debates. Therefore, to shed the light on these debates, WHO convened the Expert Consultation on BMI in Asian populations (Consultation, 2004).

The WHO expert consultation concluded that the proportion of Asian people with a high risk of type 2 diabetes and cardiovascular disease is substantial at BMI's lower than the existing WHO cut-off point for overweight ($= 25 \text{ kg/m}^2$). However, the

cut-off point for observed risk varies from 22 kg/m² to 25 kg/m² in different Asian populations and for high risk; it varies from 26 kg/m² to 31 kg/m². The consultation, therefore, recommended that the current WHO BMI cut-off points (Table 1) should be retained as the international classification.

But the cut-off points of 23, 27.5, 32.5 and 37.5 kg/m² are to be added as points for public health action. It was, therefore, recommended that countries should use all categories (i.e. 18.5, 23, 25, 27.5, 30, 32.5 kg/m², and in many populations, 35, 37.5, and 40 kg/m²) for reporting purposes, with a view to facilitating international comparisons.

BMI provides a significantly more accurate representation of body fat content than simply measuring a person's weight. It is highly correlated with both body fat percentage and body fat mass (Gray & Fujioka, 1991). It does not take into account certain factors such as pregnancy or bodybuilding; however, the BMI is an accurate reflection of fat percentage in the majority of the adult population.

WHO reassesses appropriate body-mass index for Asian populations in 2002. The range for acceptable, normal, or optimum body-mass index (BMI) for Asian populations should be narrowed to 18.5–23 kg/m², according to a WHO expert consultation on appropriate BMI for these populations that took place on July 8–11 in Singapore (Choo, 2002).

The WHO guidelines issued in 1997 of a BMI of 18.5–25 kg/m² for the acceptable range, up to 30 for being overweight, and over 30 for being obese were based on data from western countries. Increasingly there has been awareness that, by these guidelines, many Asian countries have a low prevalence of obesity, yet high rates of obesity-related diseases (Choo, 2002).

For this expert consultation, data on body fat percentage and BMI from ten Asian countries, as well as data that were available on the relation of BMI with risk factors for cardiovascular disease, were examined by nutrition consultant Paul

(Department of Nutrition and Epidemiology, Wageningen University, The Netherlands). The analysis of the relation between body fat and BMI was limited to the datasets derived by use of valid methods of measuring body fat. The findings were that, compared with western populations, the percentage of body fat and the risk factors for cardiovascular diseases at a given BMI are generally higher among Asian peoples. Body-frame rather than ethnicity is a likely reason for some of the differences between Asians and westerners in the relation between body fat and BMI (WHO, 2010).

The expert group concluded that the risk of obesity-related diseases among Asians rises from a BMI of 23, but there was no clear single cut-off point for all Asians for high risk (analogous to being obese).

The most common method for discussing this subject and the one used primarily by researchers and advisory institutions is BMI. Definitions of what is considered to be overweight vary by ethnicity. The definition proposed by the US National Institutes of Health (NIH) and the World Health Organization (WHO) designates whites, Hispanics and blacks with a BMI of 25 or more as overweight. For Asians, overweight was a BMI between 23-24.9 and obesity for all groups were a BMI of 25 or more. For health screening and education programs, the cut-off level of 23 kg/m² should be proposed for overweight adults in Thailand (Thaikruea, Seetamanotch, & Seetamanotch, 2006).

BMI; however, does not account extremes of muscle mass, some rare genetic factors, the very young, and a few other individual variations. Thus it is possible for an individual with a BMI of less than 25 to have excess body fat, while others may have a BMI that is significantly higher without falling into this category (Gallagher et al., 2000).

Although BMI calculates a simple obesity level, there is an also hidden fat level that is not revealed by a BMI designation. The examples below show two cases that were revealed by OMRON's research. Although both cases are for people of almost the same height and weight, and their BMI designation is normal, the body fat

percentage for case B is high. That is, although case B has normal body weight, the actual fat level is high, revealing the hidden fat. This hidden fat indicates high levels of visceral fat.

CaseA		CaseB	
F	Gender	F	Gender
34	Age	34	Age
172.1cm	Height	171.1cm	Height
65.3kg	Weight	63.9kg	Weight
22.0 (Normal)	BMI	21.8 (Normal)	BMI
19.2% Normal	Body fat percentage	35.2% High	Body fat percentage

Figure 7 Normal BMI designations with hidden fat (OMRON, 2011)

Body fat analysis

Body fat is classified as subcutaneous fat and visceral fat etc., depending on where it is located in the body. In particular, visceral fat level is known to have a close connection to susceptibility common diseases. Body fat percentage can be expressed by using the following simple formula.

$$\text{Body fat percentage (\%)} = [\text{Body fat mass (kg)} / \text{Body weight (kg)}] \times 100$$

(OMRON, 2011)

Body fat percentage

Gender	Age	Low (BMI < 18.5)	Normal (BMI 18.5 - 24.9)	High (BMI 25.0 - 29.9)	Very High (BMI > 30.0)
Female	20 - 39	< 21.0	21.0 - 32.9	33.0 - 38.9	≥ 39.0
	40 - 59	< 23.0	23.0 - 33.9	34.0 - 39.9	≥ 40.0
	60 - 79	< 24.0	24.0 - 35.9	36.0 - 41.9	≥ 42.0
Male	20 - 39	< 8.0	8.0 - 19.9	20.0 - 24.9	≥ 25.0
	40 - 59	< 11.0	11.0 - 21.9	22.0 - 27.9	≥ 28.0
	60 - 79	< 13.0	13.0 - 24.9	25.0 - 29.9	≥ 30.0

Figure 8 Recommended body fat ranges (Gallagher et al., 2000; WHO/IASO/IOTF, 2000)

The distribution of body fat in men and women is different, so the classifying of the body fat percentage for male and female are different.

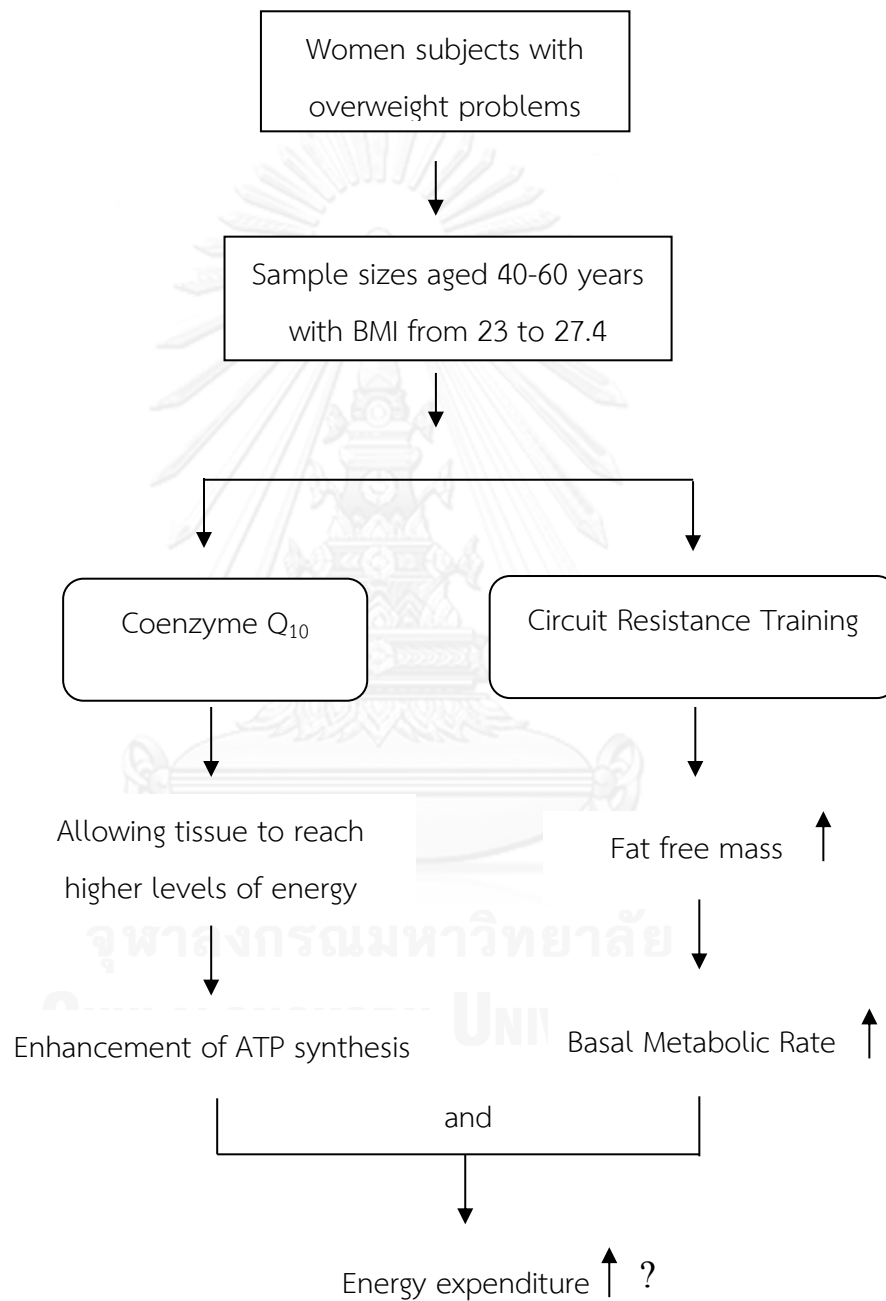
Too much visceral fat is thought to be closely linked to increased levels of fat in the bloodstream, which can lead to common diseases such as hyperlipidemia and diabetes, which impairs the ability of insulin to transfer energy from the bloodstream and using it in cells. In order to prevent or improve conditions of common diseases, it is important to try and reduce visceral fat levels to an acceptable level. People with high visceral fat levels tend to have large stomachs. However, this is not always the case and high visceral fat levels can lead to hidden fat.

Subcutaneous fat not only accumulates around the stomach but also around the upper arms, hips and thighs, and can cause a distortion of the body's proportions. Although not directly linked to increased risk of disease, it is thought to increase pressure on the heart and other complications. Subcutaneous fat is not displayed in this unit, but is included in the body fat percentage.

Study shows a significant inverse cross-sectional relationship between activity energy expenditure and percent body fat (Westerterp & Goran, 1997). The inversion based on the fact that usual weight was associated with an increase in total energy expenditure of 9 ± 7 kcal per kilogram of fat-free mass per day in the subjects who had never been obese and 8 ± 4 kcal per kilogram per day in the obese subjects. A

higher level of physical activity was related to a lower body fat percentage (Leibel, Rosenbaum, & Hirsch, 1995).

5. Conceptual framework



CHAPTER III

MATERIALS AND METHODS

The design of this study was a pretest-posttest equivalent groups study. The objectives of the research were to investigate the role of coenzyme Q₁₀ and/or circuit resistance training on energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking and determine whether CoQ₁₀ could alter energy expenditure in 40-60 years old overweight women. All of the data were collected two times, before the research procedure and 3 months afterwards.

Population

The population of this study was overweight women who had been working at Bank of Thailand (BOT) during the year of 2012 to 2013.

Sample size calculation

According to Cohen (1988) (See Appendix A), a “medium” effect size at .50, power at .80 and significant level at .05, the sample size of 12 cases for each group was recommended for each cell when comparing the group mean. The sample size of 36 cases for three experimental groups and the others 12 cases for the control group then were used for this study (Cohen, 1988).

Forty-eight volunteered women with overweight based on World Health Organization (Consultation, 2004) (See Appendix B) were recruited from the Bank of Thailand (BOT). The subjects were divided into 4 groups: group 1 (CoQ₁₀) with supplemented CoQ₁₀ only (n=12), group 2 (Ex) with circuit resistance training only (n=12), group 3 (Ex&CoQ₁₀) with both supplemented CoQ₁₀ and circuit resistance training (n=12), and group 4 control group (n=12).

Sampling technique

The overweight women who had been working at The Bank of Thailand (BOT) and met the inclusion criteria were asked to voluntarily participate in this study. The subjects were selected by purposive sampling for more specific predefined groups based on the particular purpose of the experiment. The researcher paired the subjects in each experimental and control groups, based on the selection criteria as follow:

Inclusion criteria

- Subjects answered no to all the PAR-Q questions.
- Healthy women aged range 40 to 60 years old.
- Non-smoking and non-alcohol drinking at least 6 months before the study.
- Participants agreed to sign informed consent form.
- Overweight determined by BMI in adult Asians; Overweight ≥ 23 -27.4 (Consultation, 2004) (See Appendix B).

Exclusion criteria

- Subjects answered yes to one or more in PAR-Q questions.
- Complications or co-morbidities associated with cardiovascular disease.
- Obesity or metabolic disease.
- Severe arterial hypertension.
- Dizziness or syncope after cessation of exercise.
- Taking Warfarin and Statin group for treatment of hypercholesterolemia.
- Participants desire to stop.

People who were excluded from screening were invited to consult exercise training guidelines for more complete details regarding exercise prescription with individual problem.

Data collection

1. The preparation phase

1.1 Information phase

The researcher met the director of the Bank of Thailand, a headquarters, and the director of health service center to explain the purpose of circuit resistance training, benefits of coenzyme Q₁₀, relevant & scientific merit, participant information sheet, informed consent form and research proposal.

1.2 Formal contact

1.2.1 A letter from the Dean of Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University was submitted to the director of the Bank of Thailand in order to obtain permission for implementing the program.

1.2.2 After obtaining the permission, the director of the Bank of Thailand, the location administration and the director of health service center were informed about the purpose of the study and the research procedure by the researcher.

1.2.3 The researcher set up a meeting with the participants to present the purpose of the study and research procedures, benefits and risks, and ask for collaboration. The research asked for cooperation, patience and a commitment to prevent contamination in among groups. The researcher was monitored by telephone and email to participants every other day. Participants could miss the exercise session not more than 80% of participation in exercise session. The supplement and exercise training manual were given to overweight volunteers during the meeting. The participants were alerted to take CoQ₁₀ by email, telephone, and advised to take responsibility for good health.

2. The intervention phase

Experimental design

A randomize control experimental intervention of 12 weeks duration was to perform in subjects with uncomplicated overweight women. A pilot study with three participants was used to test logistic procedure of equipment and gather information

prior to the actual experiment. Samples were obtained by voluntary process and purposive sampling selected people based on the particular purpose of the experiment.

Research assistants were trained to standardize their performances and work under the supervision. The researcher conduct the screening process combined with individual medical history such as PAR-Q, anthropometric measurements, body composition, laboratory blood tests, gas analysis and individual medical record. The calibration of instruments was performed before testing every time.

Subjects were purposively assigned into one of four groups: 200 mg coenzyme Q₁₀ (CoQ₁₀ TruNature® - 100 mg 130 Soft gels, USP Verified, USA) (Kaikkonen et al., 2002; Yubero-Serrano et al., 2011). Group 1 (CoQ₁₀) receiving supplemented CoQ₁₀ only (n=12), group 2 (Ex) receiving circuit resistance training only (n=12), group 3 (Ex&CoQ₁₀) receiving both supplemented CoQ₁₀ and circuit resistance training (n=12), and group 4 control group (n=12) receiving no treatment. Coenzyme Q₁₀ was taken as 100 mg capsules two times daily after a meal for 12 weeks.

3. Data collection procedure

3.1 Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

The physical activity readiness questionnaire (PAR-Q) is a self-screening tool that is used to determine the safety or possible risk of exercising for an individual (Thomas, Reading, & Shephard, 1992).

3.2 Anthropometric measurements

The anthropometric measurements and body weight were measured using a body composition analyzer (ioi-353, Jawon Medical, Korea), and height was measured using ultrasonic height meter. To analyze the state of their weight, the BMI was calculated by dividing the weight in kilograms by the height in square metres (Callaway, Chumlea, & Bouchard, 1988).

3.3 Body composition

Body composition was evaluated using a bioelectrical impedance analyzer (ioi-353, Jawon Medical, Korea). It directly measured bioimpedance of each body part as allowing the current and voltage into the body via tetra-polar method using 8 touch electrodes. Body composition analyzer ioi-353 approved accuracy with high correlativity to DEXA. The accurate impedance measurement at trunk segment is the key of bioimpedance measurement. Body composition was analyzed at Sports Science Laboratory, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University.

The protocol was suggested by Heyward and Stolarczyk (1996): no eating or drinking for 4 hrs. prior to the test; no kind of physical activity within the preceding 12 hrs.; bladder emptying; no drinking of any kind of alcoholic beverage for 48 hrs.; and no taking of any diuretics for 7 days prior to the test.

3.4 Chemical analysis

Oral coenzyme Q₁₀ supplementation was 200 mg per day (100 mg twice a day taken with the morning and evening after meals) (CoQ₁₀ 100 mg soft-gels by TrueNature[®], USP Verified, USA).

Chemical reagents (Mosca et al., 2002; Lunetta and Roman, 2008)

1.1 Reference standard

1.1.1 CoQ₁₀ reference standard was obtained from Sigma-Aldrich (St. Louis, MO; P/N C9538) and the purity was determined by HPLC analysis against a USP reference standard. An assign purity of ≥98% was used for this standard for the study.

1.2 The other chemical reagents

1.2.1 Methanol, HPLC grade; RP1115, RCI Labscan, Thailand

1.2.2 Ethanol (Absolute), HPLC grade; RP 1069, RCI Labscan, Thailand

1.2.3 Propan-1-ol, HPLC grade, RP 1161, RCI Labscan, Thailand

Apparatus

- 1.1 High Performance Liquid Chromatography; HPLC, Waters 717 Plus Autosampler HPLC Liquid Chromatography Auto Sampler
- 1.2 Waters 600 controller and 600 pump
- 1.3 Waters 996 Photodiode Array Detector (PAD), Degasser, system software (Millenium³² Software)
- 1.4 Savant SpeedFuge HSC10K centrifuge, United States
- 1.5 Beckman Allegra X-22R Refrigerated Benchtop Centrifuge
- 1.6 Vortex-Genie[®] Mixers, Scientific Industries, United States
- 1.7 HPLC column: Thermo Scientific™ Hypersil™ ODS-2 C18, 250 × 4.6 mm i.d. 3 μm
- 1.8 Micropipette; eppendorf[®] Research[®] plus 3 pipettes (2–20 μL, 20–200 μL, 100–1,000 μL)

3.5 Description of the HPLC method

(Mosca, Fattorini, Bompadre, & Littarru, 2002)

Two-hundred microliters of plasma was supplemented with 50 μl of a 1,4-benzoquinone solution (2 mg/ml) and vortexed for 10 s. After 10 min, 1 ml of n-propanol was added. The test tube was vortexed for 10 s and centrifuged at 10,000 rpm for 2 min in order to spin down the protein precipitate. Two-hundred microliters of the supernatant was injected into the HPLC. The supernatant, placed in a capped test tube, was stable for up to 3 days when kept even at 22°C. Mobile phase was constituted by ethanol–methanol (65–35%) and the flux was 1 ml/min. UV detection was performed by Waters 996 Photodiode Array Detector at 275 nm.

Two-hundred microliters of different concentrations of pure oxidized CoQ₁₀ was injected as standards. Working solutions of the standards were in propanol : water (5:1); i.e., the same propanol : water ratio as for the samples. Peak area analysis was performed by Millenium³² software system.

Biochemistry

Venous blood sample was collected at baseline and at the end of intervention in the morning after 12 hours overnight fast. Blood samples were drawn from the cubital vein with lithium heparin tube. Plasma obtained after centrifugation at 4000g for 15 min, at 4°C, were processed identically at hourly intervals up to 8 h after collection. For those tests not carry out immediately, serum and plasma frozen at -80°C and thaw immediately prior to analysis.

Laboratory blood tests

Two tubes of blood sample (4-6 ml/tube) were collected; One was operated at The Center for Instrument Facility (CIF), Faculty of science, Mahidol University to measure coenzyme Q₁₀. The technical advisor was Mr. Sirichai Kositarat (Analytical Chemist) and the other was operated at Department of Clinical Chemistry, Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University to determine serum glucose (mg/dl), serum cholesterol (mg/dl), serum triglyceride (mg/dl), low density lipoprotein (mg/dl) and high density lipoprotein (mg/dl). Medical technologist at Chulalongkorn Health Service Center will draw blood.

3.6 Gas analysis

A portable cardiopulmonary exercise system (MetaMax 3B) operates with a volume sensor which is integrated into a mask as well as oxygen and carbon dioxide sensors (Cortex Biophysik, Germany). Gas analysis was conducted at Sports Science Laboratory, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University.

The method of automated breath-by-breath analysis was presented as either l/min (liters per minute) or ml/kg/min (milliliter of oxygen per kilogram of body weight per minute). The subjects were considered to have reached their VO₂ max if several of the following criteria occurred: a plateau or 'peaking over' in oxygen uptake values which did not increase by more than 2 ml/kg/min despite increasing exercise intensity, Heart rate within 10 beat/min of maximal heart rate, Respiratory exchange ratio (RER) ≥ 1.15, Rating of perceived exertion (RPE) ≥ 18, or when subjects

requested to stop. If not, the highest oxygen consumption values recorded were referred to as VO_2 peak, rather than VO_2 max.

Instruction before test

(Jones & Rose, 2005)

- 1) Get a good sleep before the test.
- 2) Do not eat or drink alcohol for at least three hours before the test.
- 3) Do not drink coffee, tea, or other caffeine containing beverages for three hours before the test.
- 4) Do not heavily or moderately exercise on the day of the test.
- 5) Wear loose-fitting clothing (T-shirt, shorts or sweatpants) that permits freedom of movement for either walking on a treadmill.
- 6) Wear good walking or running shoes.
- 7) Void bladder and bowels before the test.
- 8) Drink water as necessary for hydration.

Measuring resting energy expenditure

Resting Energy Expenditure (REE) was measured by indirect calorimetry using a portable telemetric gas analyzer (Metamax 3B, Germany), oxygen consumption and carbon dioxide production were measured and converted to energy expenditure using weir equation (Weir, 1990).

$$\text{REE (kcal)} = [(\text{VO}_2 \text{ L/min}) (3.941) + (\text{VCO}_2 \text{ L/min}) (1.11)] 1440 \text{ minutes}$$

Where VO_2 and VCO_2 were expressed in L/min and 1440 was equal to the number of minutes in a day.

The acceptability criteria of recordings as obtained from data points were collected every 30 s and steady-state was defined as 10 min during which the volume of oxygen uptake, VE and RER do not vary >10%. Age, weight, height and sex were fed into the computer manually. The measurements were performed between

9.00 and 12.00 AM at approximately the same time for each individual, with empty stomach (at least 12 hours) and free from any type of strenuous physical activities for at least 24 hours.

Important considerations or conditions to improve the REE measurement

(Matarese, 1997; Rubenbauer, Johannsen, Baier, Litchfield, & Flakoll, 2006)

- 1) Individual should rest for at least 20 minutes in bed or a recliner before the test, however, the person should not be asleep.
- 2) No food for at least 2 hours before the test.
- 3) Maintain quiet surroundings when the test was in progress and normal temperature. The individual should not move arms or legs during the test.
- 4) Normal room temperature should be maintained, avoid drafts or any condition that might result in shivering.
- 5) Medications taken should be noted, such as stimulants or depressants.
- 6) REE is measured for a maximum of 10 minutes.
- 7) Steady state should be achieved, which would be identified clinically by the following: 5 minute period when average minute VO_2 and VCO_2 changes by less than 10% and the average RQ changes by less than 5%.

Stable interpretable measurements should be obtained in a 15 to 20 minute test.

Measuring energy expenditure during treadmill test

The subject was wearing a breathing face mask. Age, weight, height, sex and walking speed were fed into the computer manually. After a rest period of 15 min to stabilize circulation and breathing, the calorimetric measurements started with a 10-min walk at the selected speed of 5 km/h on the treadmill (Wergel-Kolmert & Wohlfart, 1999).

Gas measurements were made every 30 s. Borg's scale was used at the end of every 1-min period to rate the perceived exertion (manual recording). Talking was avoided during the walking sessions.

Basic measures of exercise responses included HR, BP, respiratory rate (RR), and rate of perceived exertion (RPE). The RPE was recorded according to the method of Borg scale, using the rate of perceived exertion (RPE) scale 6–20 (Borg, 1988).

The energy expenditure during walking sessions was calculated according to the formula (Weir, 1990).

$$EE \text{ (kcal/kg/min)} = 3.941 \times VO_2 \text{ (ml/kg/min)} + 1.106 \times VCO_2 \text{ (ml/kg/min)}$$

Estimated VO₂ Max

(Ebbeling, Ward, Puleo, Widrick, & Rippe, 1991)

The single stage treadmill walking test is a submaximal aerobic fitness test that estimates VO₂ max. It is suitable for low risk, apparently healthy, non-athletic adults 20-59 years of age. The walking pace required throughout the test also makes it appropriate for participants who experience problems such as knee pain when exercising at a jogging pace. The test can be administered to moderate sized groups of participants with low to moderate fitness levels and requires only a treadmill and a HR monitor.

Protocol: The walking speed for the test was predetermined based on the participant's gender, age, and fitness level.

1. Estimate the participant's age-predicted HRmax (220age) bpm then calculate 50% bpm and 70% bpm of his/her HRmax.

2. Have the participant warm-up for 4 minutes at a 0% grade and a walking speed that brings the HR to between 50% bpm and 70% bpm of his/her HRmax. (The recommended walking speed is from 3.4 to 4 mph). If the HR is not in this range after the first minute, adjust the speed accordingly.

3. Following the warm-up, keep the participant walk at the same speed for an additional 4 minutes at a grade of 5%, and then record the steady-state HR (SS HR) from the average of the final 30 sec of the last two minutes at the 5% grade. (Note; to

achieve steady-state, the HR from the last two minutes must not differ by more than 5 bpm. If the HR differs by more than 5 bpm, extend the test by an additional minute and record the SS HR from the new final two minutes.) SS HR = bpm.

4. Enter this SS HR into the equation below to estimate VO₂Max (ml/kg/min).

5. Allow the participant to cool down at a slow walk and 0% grade for 2-5 min.

Estimated VO₂Max (ml/kg/min) = 15.1 +21.8 (speed in mph) - 0.327 (SS HR in bpm) - 0.263 (speed x age in years) + 0.00504 (SS HR in bpm x age in years) + 5.98

Termination of exercise:

The exercise was terminated if one of the following criteria were met: angina, light-headedness, confusion, ataxia, staggering unsteadiness, pallor, cyanosis, nausea, marked dyspnea, unusual fatigue, claudication or other significant pain, facial expressions signifying distress (Ebbeling et al., 1991).

3.7 Circuit resistance protocol

The circuit resistance training (CRT) program was trained by pulling the band for 3 circuits (10 muscle training positions in each circuit with 60-90 seconds rest interval between each circuit). Each muscle training position was trained with 1 set, 8-12 repetition per set and then was alternatively trained with the other muscle groups without any break in one circuit. They were trained 3 days a week for every other day until 12 weeks (See Appendix H).

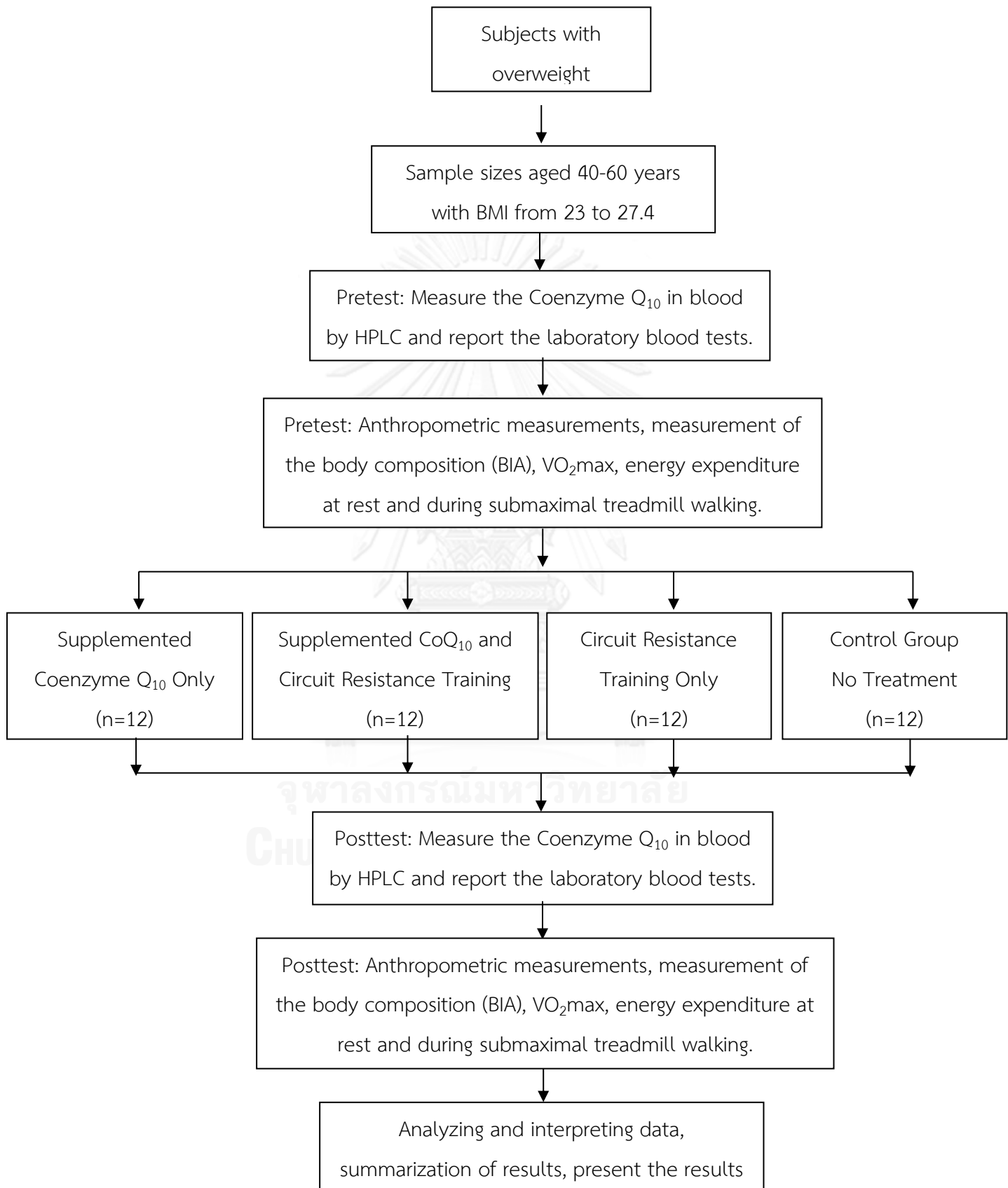
The subjects was begun the resistive exercise band with orange color (Light intensity). After 6 weeks, the color was changed to lime green (Moderate intensity) until the end of the program.

However, subjects can adjust the resistive exercise band by holding a band with an appropriate length for your strength while using the same color.

The content validity and reliability were using the index of item-objective congruence (IOC) (Rovinelli & Hambleton, 1977) and were approved by experiential experts to evaluate the components of circuit resistance training (Appendix C). The result of IOC was 0.89 (higher than 0.50) and its congruence between the objectives and content was acceptable (Appendix D).

The test-retest reliability of the circuit resistance training protocol was estimated by performing the same exercise protocol with the same respondents at different moments of time. The correlation coefficient between two sessions of the response was used as a quantitative measure of the test-retest reliability (Appendix C).

Experimental procedure



The evaluation phase

After 12 weeks of intervention, the overweight women in both the control group and three experimental groups were undergo the same tests as in the pretest.

Protection of human subjects

To ensure the human right protection of the subjects, the overweight women would be informed about the research objectives and procedures required for cooperation. The overweight women had the freedom to withdraw their participation at any time without any effects if they wanted. Each subject would be coded for the identification number that matches the participant's code in the data form. The participant's identity wouldn't be mentioned or discussed with anyone. The data collected were kept strictly confidential and would be presented as group of data only.

Data analysis

The completed Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) from each subject was given an identification code number. Demographic data, health status and physical activity scores were calculated for each subject.

The collected data was encoded, analyzed, and processed a statistical analysis by using Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 17.0 for Windows. All data analysis in the present study were as follows:

1. Descriptive statistic including mean and standard deviation were used to analyze the demographic data.
2. The Kolmogorov-Smirnov test was used to assess normal distribution of independent and dependent variables.
3. One-way Analysis of Covariance (ANCOVA) was used to determine the difference between groups of subjects by using pretreatment evaluation as covariate

and the differences in pairs of means among groups were made by using Fisher's Least Significant Difference (LSD) test.

4. Paired t-test was used to determine the difference between results of before and after treatment.

5. Pearson's Product Moment Correlation was used to present the relationships between coenzyme Q₁₀ and VO₂Max by using Fisher & Corcora's relationship criteria (r) classified as:

r from 0.00-0.20 means both variables has very low relationships

r from 0.21-0.40 means both variables has low relationships

r from 0.41-0.70 means both variables has moderate relationships

r from 0.71-1.00 means both variables has high relationships

CHAPTER IV

RESULTS

This research was intended to study on the role of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking in 40-60 years old overweight women. The samples used in this study were forty-eight volunteered employees from the Bank of Thailand. The overweight subjects were selected by purposive sampling for more specific predefined groups based on the particular purpose of the experiment. The data collection instruments were The Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q) for assessing physical activity readiness before exercise, elastic exercise band (Sanctband[®]) for fitness training and coenzyme Q₁₀ for oral supplementation as 100 mg each soft-gels taken two times a day (TrueNature[®], USP Verified, USA). The results were presented in 3 parts as:

Part 1: Baseline characteristics of the subjects [age, weight, height, BMI].

Part 2: Morphological, physiological and biochemical characteristics before and after treatment in each group [weight (kg), BMI (kg/m²), FFM (kg), FM (kg), REE (kcal), EE Walk (kcal), VO₂Max (ml/kg/min), Glucose (mg/dl), Cholesterol (mg/dl), Triglyceride (mg/dl), LDL (mg/dl), HDL (mg/dl), and CoQ₁₀ (μmol/l)].

Part 3: Correlations between VO₂Max (ml/kg/min) and CoQ₁₀ (μmol/l).

Part 1: Baseline characteristics of the subjects

Baseline characteristics consisted of age, weight, height, and BMI as shown in Table 2.

Table 2 Baseline characteristics of the subjects (n=12 in each group).

Characteristics	Control (n=12)		CoQ ₁₀ (n=12)		Ex (n=12)		Ex&CoQ ₁₀ (n=12)		P-value
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
Age (year)	48.7	± 3.57	50.1	± 5.82	52.3	± 6.23	50.9	± 4.1	0.377
Weight (kg)	60.7	± 5.57	62.6	± 6.12	60.8	± 5.79	64	± 4.89	0.988
Height (cm)	157	± 4.2	156	± 4.72	157	± 6.59	157	± 5	0.429
BMI (kg/m ²)	24.8	± 1.48	25.6	± 1.12	24.7	± 1.28	25.9	± 1.35	0.085

CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group. Each parameter represents Mean ± SD. *Significant if p<0.05 comparing to control.

According to Table 2, there were no any statistical significant differences among four groups through age, weight, height, and BMI (p<0.05).

Table 3 Kolmogorov-Smirnov Test of the baseline characteristics of subjects.

		Age (years)	Weight (kg)	Height (cm)	BMI (kg/m ²)
N		48	48	48	48
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	50.48	62	156.88	25.231
	Std. Deviation	5.07	5.6053	5.051	1.3718
Most Extreme Differences	Absolute	0.111	0.082	0.145	0.108
	Positive	0.111	0.082	0.145	0.108
	Negative	-0.098	-0.078	-0.084	-0.095
Kolmogorov-Smirnov Z		0.771	0.571	1.003	0.748
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.592	0.9	0.267	0.631

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

According to Table 3, there were normally distributed of subjects through age, weight, height, and BMI ($p < 0.01$).

Part 2: Morphological and physiological characteristics.

Table 4 Morphological and physiological consist of Weight (kg), BMI (kg/m^2), FFM (kg), FM (kg), REE (kcal), EE Walk (kcal), and VO_2Max ($\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$).

Parameters	Control (n=12)						CoQ ₁₀ (n=12)						Ex (n=12)						Ex & CoQ ₁₀ (n=12)							
	Before			After			Before			After			Before			After			Before			After				
	Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD		Mean	± SD			
Weight (kg)	60.7	± 5.57		60.2	± 4.11		62.6	± 6.13		62.3	± 6.09		60.8	± 5.8		59.8 [#]	± 5.8		64	± 5.8		63.3 [#]	± 4.9		63.3 [#]	± 4.9
BMI (kg/m^2)	24.8	± 1.48		24.4	± 1.09		25.6	± 1.12		25.4	± 1.23		24.7	± 1.28		24.3 [#]	± 1.44		25.9	± 1.35		25.6 [#]	± 1.35		25.6 [#]	± 1.3
FFM (kg)	40.7	± 2.84		40.4	± 2.53		41.7	± 4		41.4	± 3.89		40.8	± 3.65		40.4	± 3.93		41.7	± 3.2		41.4 [#]	± 3.2		41.4 [#]	± 3.13
FM (kg)	20.8	± 2.57		19.9 [#]	± 1.84		20.9	± 2.24		20.7	± 2.48		20	± 3.02		19.4 [#]	± 2.96		22.2	± 2.6		21.7 [#]	± 2.6		21.7 [#]	± 2.46
REE (kcal/day)	1726	± 358		1370 [#]	± 389		1736	± 290		1460 [#]	± 264		1780	± 262		1435 [#]	± 363		1426	± 403		1444	± 403		1444	± 305
EE Walk (kcal/10min)	70.3	± 17.9		63.1	± 25.3		66.4	± 16.1		75.1	± 9		69.6	± 22.9		75.9	± 16.4		69	± 21.1		74.5	± 21.1		74.5	± 14.1
VO_2Max ($\text{ml}/\text{kg}/\text{min}$)	33.4	± 3.2		32.3	± 3.4		30.4	± 1.8		33.6 ^{*a#}	± 2.6		32.5	± 2		34.5 ^{*a#}	± 2.4		31.6	± 1.5		34.6 ^{*a#}	± 1.5		34.6 ^{*a#}	± 1.7

Group 1 = Supplemented CoQ₁₀ only (CoQ₁₀), Group 2 = Circuit resistance training only (Ex), Group 3 = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training (Ex&CoQ₁₀) and control group. Each parameter represents mean ± SD. * Significant comparing with baseline by one-way ANOVA (p<0.05), **a** Significant comparing with control (p<0.05), **b** Significant comparing with CoQ₁₀ (p<0.05), **c** Significant comparing with Ex (p<0.05). **#** Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

Table 5 Biochemical characteristics consist of Glucose (mg/dl), Cholesterol (mg/dl), Triglyceride (mg/dl), LDL (mg/dl), HDL (mg/dl), and CoQ₁₀ (μmol/l).

Parameters	Control (n=12)		CoQ ₁₀ (n=12)		Ex (n=12)		Ex & CoQ ₁₀ (n=12)	
	After		Before		After		Before	
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Glucose (mg/dl)	89.4 ± 6.7	90.1 ± 6	90.2 ± 8.5	89.2 ± 9.3	90.3 ± 6.7	88.8 ± 6.4	92.6 ± 8.5	90.4 ± 6.6
Cholesterol (mg/dl)	211 ± 34.7	214 ± 28.3	229 ± 36.6	217 ± 29.1	229 ± 55.5	223 ± 29.9	224 ± 28.7	216 ± 30.4
Triglyceride (mg/dl)	88.5 ± 31.8	110 [#] ± 46.8	122 ± 68.6	116 ± 48.7	134 ± 73.5	148 ± 91.9	105 ± 52.9	113 ± 82.5
LDL (mg/dl)	134 ± 27.7	131 ± 30	148 ± 30	135 ± 25.3	146 ± 50.6	140 ± 24.9	141 ± 26.6	134 ± 29.2
HDL (mg/dl)	59.4 ± 17.9	61 ± 14.7	56.5 ± 12.5	58.7 ± 13.7	56.6 ± 14.4	53.3 ± 11.5	61.7 ± 19.2	59.4 ± 22.5
CoQ ₁₀ (μmol/l)	0.24 ± 0.07	0.43 [#] ± 0.12	0.23 ± 0.09	0.90 ^{a#} ± 0.44	0.25 ± 0.1	0.53 ^{b#} ± 0.19	0.3 ± 0.12	0.94 ^{a#c#} ± 0.18

Group 1 = Supplemented CoQ₁₀ only (CoQ₁₀), Group 2 = Circuit resistance training only (Ex), Group 3 = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training (Ex&CoQ₁₀) and control group. Each parameter represents mean ± SD. * Significant comparing with baseline by one-way ANOVA (p<0.05), **a** Significant comparing with control (p<0.05), **b** Significant comparing with CoQ₁₀ (p<0.05), **c** Significant comparing with Ex (p<0.05). **#** Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

According to Table 4 and Table 5, Group 1 (CoQ₁₀) was significant difference comparing among groups of subjects in plasma coenzyme Q₁₀ levels (control group : 0.24 ± 0.07 vs. 0.43 ± 0.12 , group 1 (CoQ₁₀) : 0.23 ± 0.09 vs. 0.90 ± 0.44 , group 2 (Ex) : 0.25 ± 0.1 vs. 0.53 ± 0.19 , group 3 (Ex&CoQ₁₀) : 0.3 ± 0.12 vs. 0.94 ± 0.18 , $p < 0.05$), respectively. Group 2 (Ex) was significant difference comparing among groups of subjects in maximum oxygen consumption (VO₂Max) (control group : 33.4 ± 3.2 vs. 32.3 ± 3.4 , group 1 (CoQ₁₀) : 30.4 ± 1.8 vs. 33.6 ± 2.6 , group 2 (Ex) : 32.5 ± 2 vs. 34.5 ± 2.4 , group 3 (Ex&CoQ₁₀) : 31.6 ± 1.5 vs. 34.6 ± 1.7 , $p < 0.05$), respectively. Group 3 (Ex&CoQ₁₀) was significant in 2 parameters (maximum oxygen consumption; VO₂Max) (control group : 33.4 ± 3.2 vs. 32.3 ± 3.4 , group 1 (CoQ₁₀) : 30.4 ± 1.8 vs. 33.6 ± 2.6 , group 2 (Ex) : 32.5 ± 2 vs. 34.5 ± 2.4 , group 3 (Ex&CoQ₁₀) : 31.6 ± 1.5 vs. 34.6 ± 1.7 , $p < 0.05$), and plasma coenzyme Q₁₀ levels (control group : 0.24 ± 0.07 vs. 0.43 ± 0.12 , group 1 (CoQ₁₀) : 0.23 ± 0.09 vs. 0.90 ± 0.44 , group 2 (Ex) : 0.25 ± 0.1 vs. 0.53 ± 0.19 , group 3 (Ex&CoQ₁₀) : 0.3 ± 0.12 vs. 0.94 ± 0.18 , $p < 0.05$), respectively.

Furthermore, there was significance difference indicating within-group differences in plasma coenzyme Q₁₀ levels after treatment between group 1 (CoQ₁₀) (CoQ₁₀ 0.23 ± 0.09 vs. 0.90 ± 0.44) and control group (CoQ₁₀ 0.24 ± 0.07 vs. 0.43 ± 0.12) and also between group 3 (Ex&CoQ₁₀) (CoQ₁₀ 0.3 ± 0.12 vs. 0.94 ± 0.18) and control group (CoQ₁₀ 0.24 ± 0.07 vs. 0.43 ± 0.12), respectively.

Moreover, there was significant difference between before and after treatment including weight (kg) in group 2 (Ex) (60.8 ± 5.8 vs. 59.8 ± 5.8) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (64 ± 4.9 vs. 63.3 ± 4.9); BMI (kg/m²) in group 2 (Ex) (24.7 ± 1.28 vs. 24.3 ± 1.44) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (25.9 ± 1.35 vs. 25.6 ± 1.3); FFM (kg) in group 3 (Ex&CoQ₁₀) (41.7 ± 3.2 vs. 41.4 ± 3.13); FM (kg) in control group, group 2 (Ex) (20 ± 3.02 vs. 19.4 ± 2.96) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (22.2 ± 2.6 vs. 21.7 ± 2.46); REE (kcal) in control group, group 1 (CoQ₁₀) (1736 ± 290 vs. 1460 ± 264) and group 2 (Ex) (1780 ± 262 vs. 1435 ± 363); VO₂Max (ml/kg/min) in group 1 (CoQ₁₀) (30.4 ± 1.8 vs. 33.6 ± 2.6)

and group 2 (Ex) (32.5 ± 2 vs 34.5 ± 2.4) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (31.6 ± 1.5 vs 34.6 ± 1.7) ; CoQ₁₀ ($\mu\text{mol/l}$) in in control group (0.24 ± 0.07 vs 0.43 ± 0.12), group 1 (CoQ₁₀) (0.23 ± 0.09 vs 0.90 ± 0.44), group 2 (Ex) (0.25 ± 0.1 vs. 0.53 ± 0.19) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (0.3 ± 0.12 vs 0.94 ± 0.18). Triglycerides (mg/dl) in control group (88.5 ± 31.8 vs. 110 ± 46.8). No significant differences were found between before and after treatment in EE Walk (kcal), Glucose (mg/dl), Cholesterol (mg/dl), LDL (mg/dl) and HDL (mg/dl) ($p < 0.05$), respectively.



Table 6 Weight (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	Weight (kg)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	60.66 ± 5.57	60.23 ± 4.11	-0.701	0.724
CoQ ₁₀	62.58 ± 6.13	62.26 ± 6.09	-0.519	0.331
Ex	60.80 ± 5.80	59.81 ± 5.80	-1.631	0.004 [#]
Ex&CoQ ₁₀	63.96 ± 4.90	63.25 ± 4.90	-1.107	0.026 [#]

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

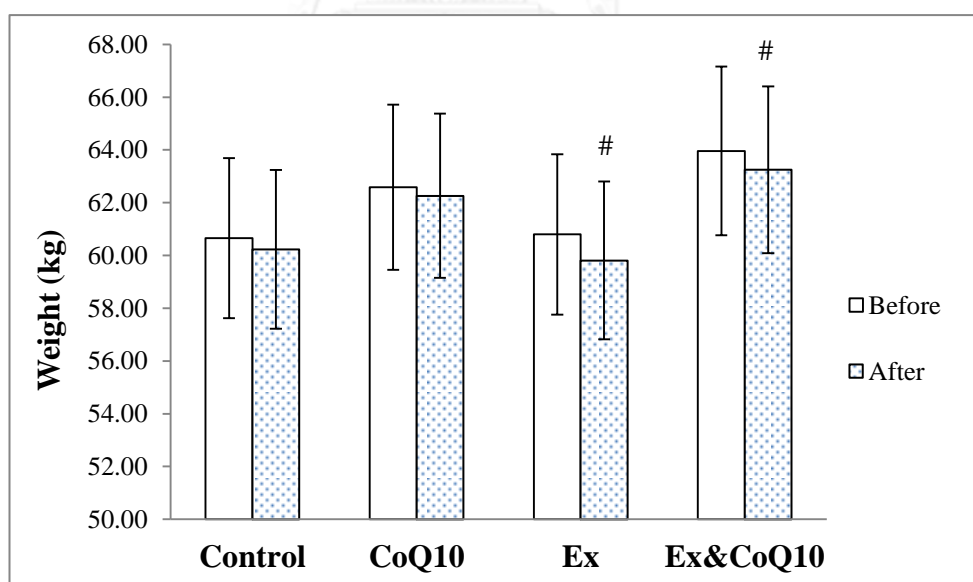


Figure 9 Weight (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 7 BMI (kg/m^2) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	BMI (kg/m^2)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	24.8 ± 1.48	24.4 ± 1.09	-1.613	0.321
CoQ ₁₀	25.6 ± 1.12	25.4 ± 1.23	-0.781	0.206
Ex	24.7 ± 1.28	24.3 ± 1.44	-1.619	0.001 [#]
Ex&CoQ ₁₀	25.9 ± 1.35	25.6 ± 1.3	-1.158	0.015 [#]

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test ($p < 0.05$).

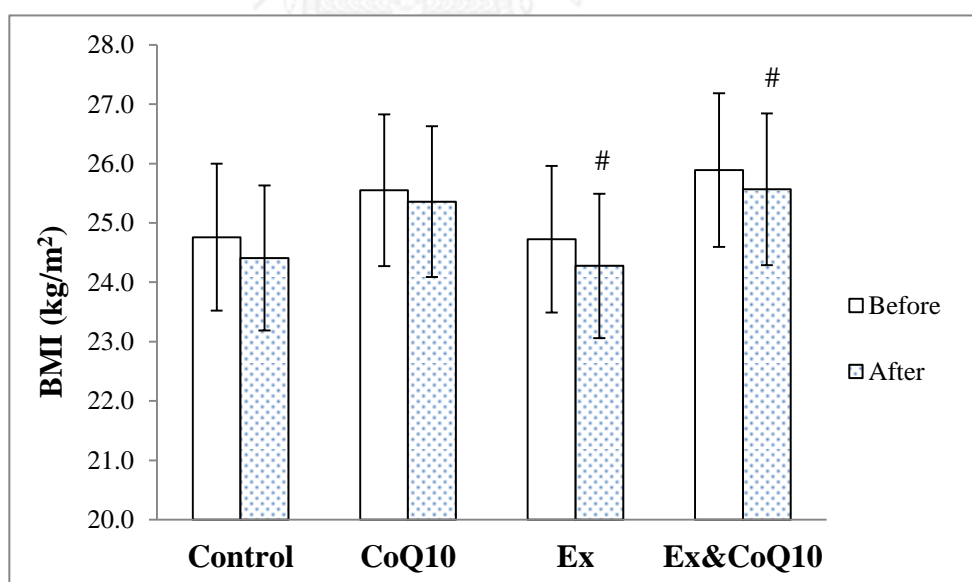


Figure 10 BMI (kg/m^2) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and Control Group between before and after the study.

Table 8 FFM (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	FFM (kg)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	40.7 ± 2.84	40.4 ± 2.53	-0.737	0.140
CoQ ₁₀	41.7 ± 4	41.4 ± 3.89	-0.719	0.105
Ex	40.8 ± 3.65	40.4 ± 3.93	-0.980	0.225
Ex&CoQ ₁₀	41.7 ± 3.2	41.4 ± 3.13	-0.719	0.042 [#]

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

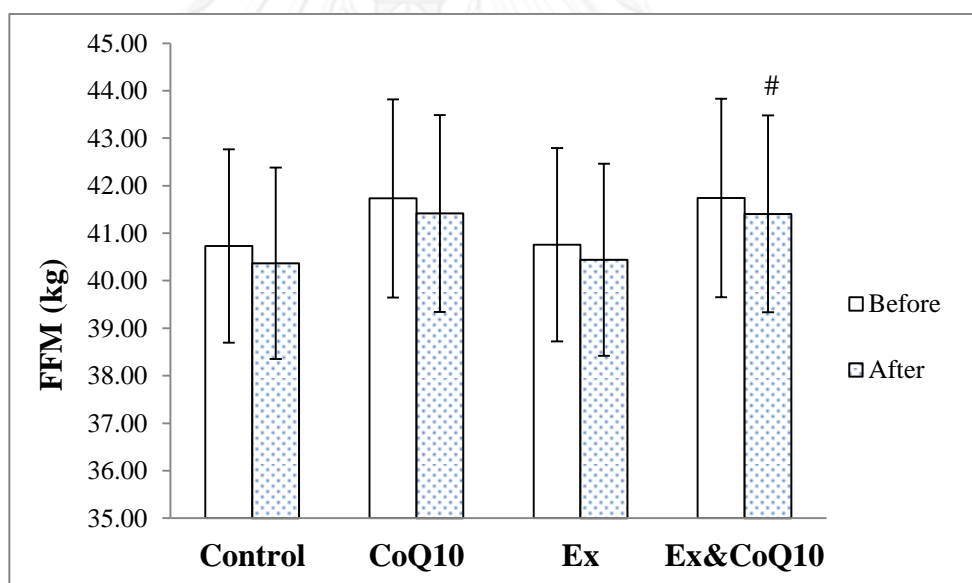


Figure 11 FFM (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 9 FM (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	FM (kg)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	20.8 ± 2.57	19.9 ± 1.84	-4.327	0.039 [#]
CoQ ₁₀	20.9 ± 2.24	20.7 ± 2.48	-0.957	0.143
Ex	20 ± 3.02	19.4 ± 2.96	-3.000	0.049 [#]
Ex&CoQ ₁₀	22.2 ± 2.6	21.7 ± 2.46	-2.252	0.001 [#]

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test ($p < 0.05$).

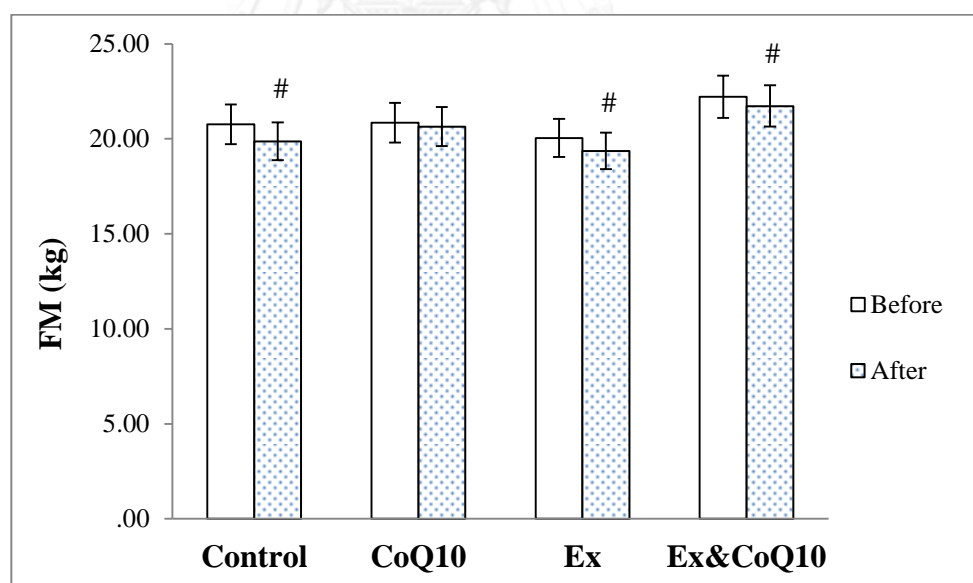


Figure 12 FM (kg) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 10 Resting Energy Expenditure: REE (kcal/day) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	REE (kcal/day)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	1726 ± 358	1370 ± 389	-20.626	0.013 [#]
CoQ ₁₀	1736 ± 290	1460 ± 264	-15.899	0.005 [#]
Ex	1780 ± 262	1435 ± 363	-19.382	0.000 [#]
Ex&CoQ ₁₀	1426 ± 403	1444 ± 305	1.262	0.879

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

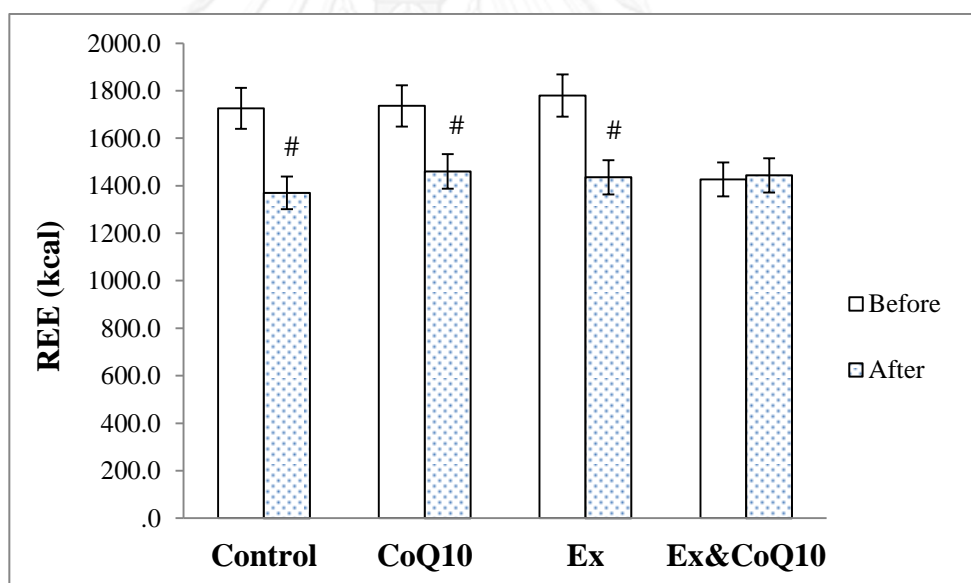


Figure 13 Resting Energy Expenditure: REE (kcal/day) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 11 Energy Expenditure during submaximal walking: EE Walk (kcal/10min) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	EE Walk (kcal/10min)				% Change	P-value
	Before		After			
Control	70.3	± 17.9	63.1	± 25.3	-10.242	0.392
CoQ ₁₀	66.4	± 16.1	75.1	± 9	13.102	0.106
Ex	69.6	± 22.9	75.9	± 16.4	9.052	0.370
Ex&CoQ ₁₀	69	± 21.1	74.5	± 14.1	7.971	0.398

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

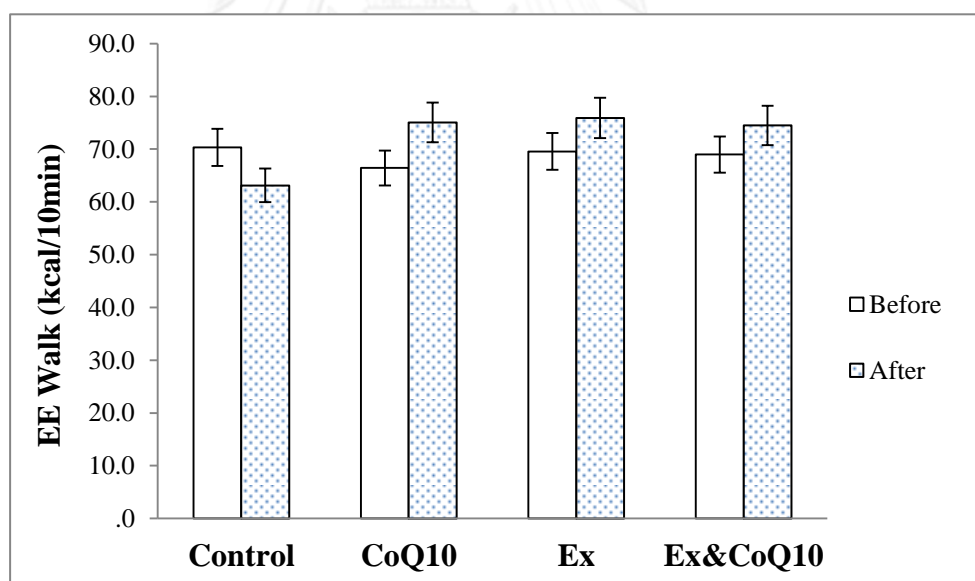


Figure 14 Energy Expenditure during submaximal walking: EE Walk (kcal/10min) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 12 VO₂Max (ml/kg/min) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	VO ₂ Max (ml/kg/min)				% Change	P-value
	Before		After			
Control	33.4	± 3.2	32.3	± 3.4	-3.293	.227
CoQ ₁₀	30.4	± 1.8	33.6	± 2.6	10.526	.000 ^{*a#}
Ex	32.5	± 2	34.5	± 2.4	6.154	.001 ^{*a#}
Ex&CoQ ₁₀	31.6	± 1.5	34.6	± 1.7	9.494	.000 ^{*a#}

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

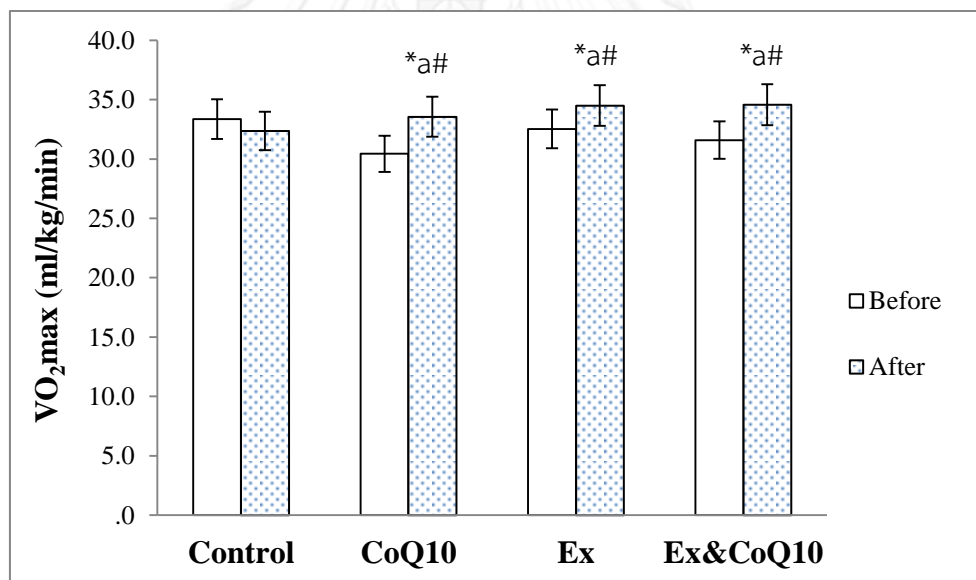


Figure 15 VO₂max (ml/kg/min) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 13 Glucose (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	Glucose (mg/dl)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	89.4 ± 6.7	90.1 ± 6	0.783	0.534
CoQ ₁₀	90.2 ± 8.5	89.2 ± 9.3	-1.109	0.445
Ex	90.3 ± 6.7	88.8 ± 6.4	-1.661	0.194
Ex&CoQ ₁₀	92.6 ± 8.5	90.4 ± 6.6	-2.376	0.118

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

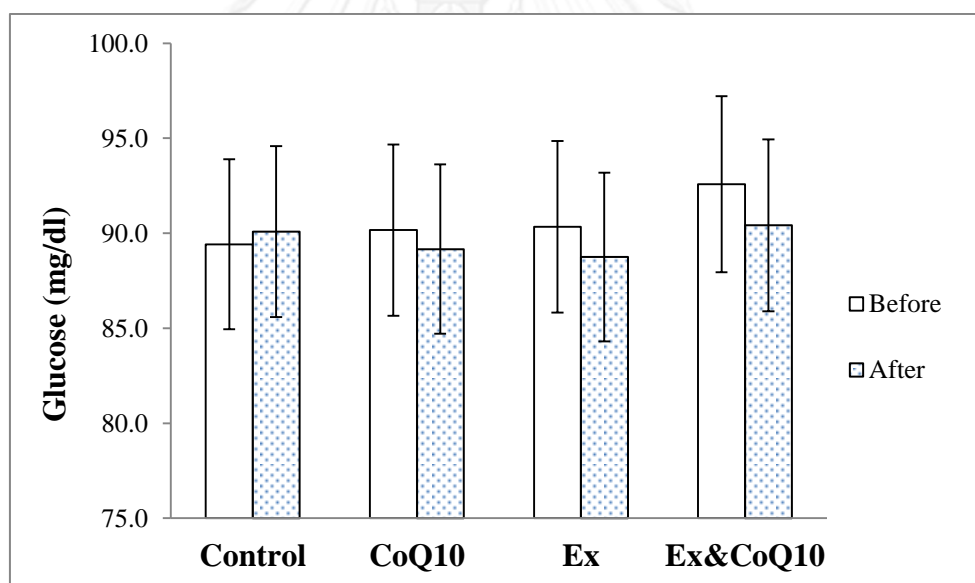


Figure 16 Glucose (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 14 Cholesterol (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	Cholesterol (mg/dl)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	211 ± 34.7	214 ± 28.3	1.422	0.780
CoQ ₁₀	229 ± 36.6	217 ± 29.1	-5.240	0.447
Ex	229 ± 55.5	223 ± 29.9	-2.620	0.634
Ex&CoQ ₁₀	224 ± 28.7	216 ± 30.4	-3.571	0.313

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

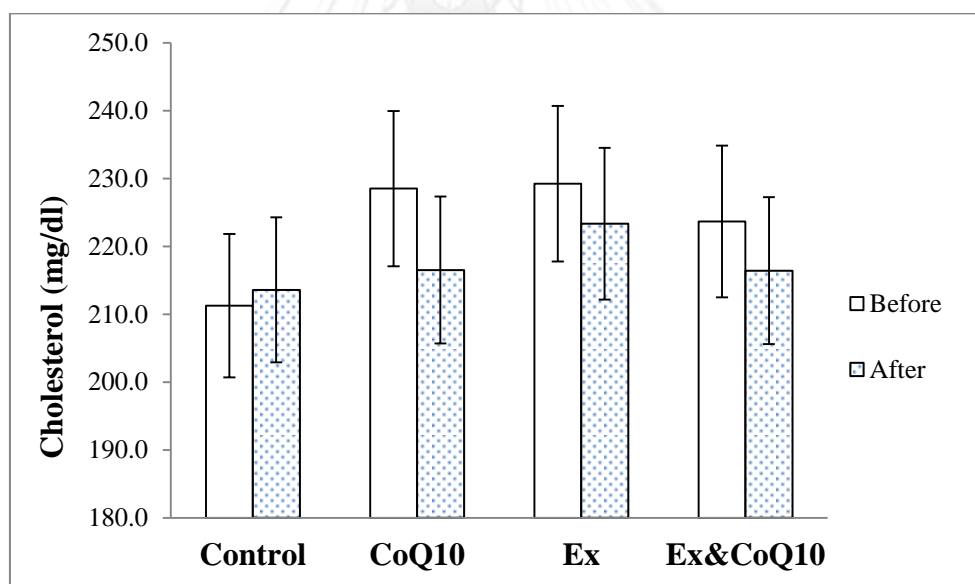


Figure 17 Cholesterol (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 15 Triglyceride (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	Triglyceride (mg/dl)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	88.5 ± 31.8	110 ± 46.8	24.294	0.044 [#]
CoQ ₁₀	122 ± 68.6	116 ± 48.7	-4.918	0.720
Ex	134 ± 73.5	148 ± 91.9	10.448	0.442
Ex&CoQ ₁₀	105 ± 52.9	113 ± 82.5	7.619	0.589

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

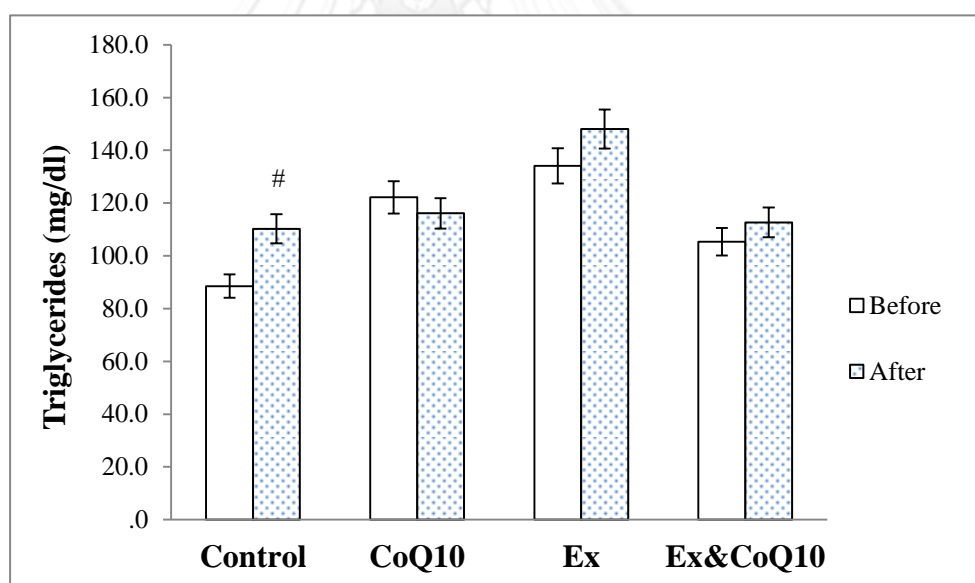


Figure 18 Triglyceride (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 16 LDL (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	LDL (mg/dl)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	134 ± 27.7	131 ± 30	-2.239	0.596
CoQ ₁₀	148 ± 30	135 ± 25.3	-8.784	0.301
Ex	146 ± 50.6	140 ± 24.9	-4.110	0.657
Ex&CoQ ₁₀	141 ± 26.6	134 ± 29.2	-4.965	0.419

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05)

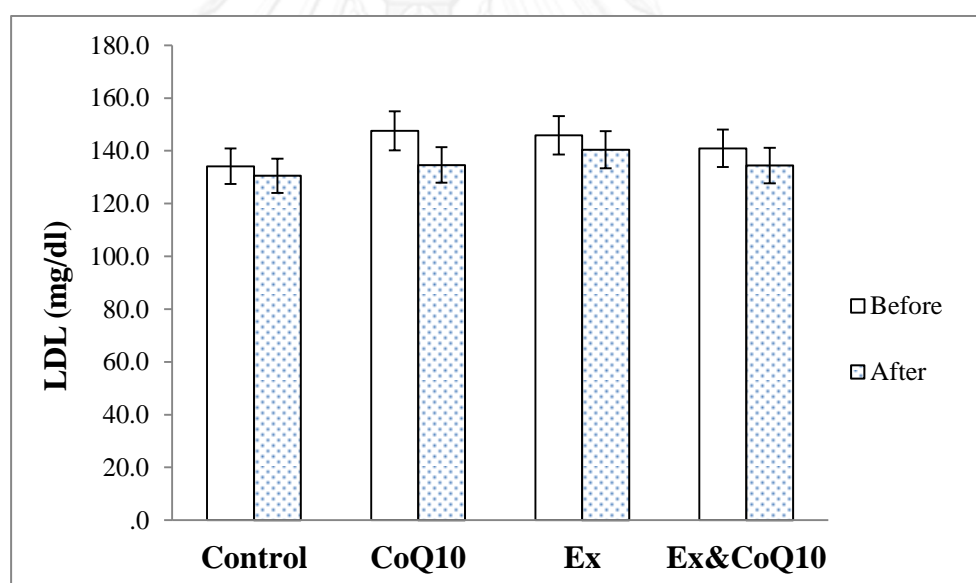


Figure 19 LDL (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 17 HDL (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	HDL (mg/dl)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	59.4 ± 17.9	61 ± 14.7	2.694	0.604
CoQ ₁₀	56.5 ± 12.5	58.7 ± 13.7	3.894	0.630
Ex	56.6 ± 14.4	53.3 ± 11.5	-5.830	0.318
Ex&CoQ ₁₀	61.7 ± 19.2	59.4 ± 22.5	-3.728	0.341

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

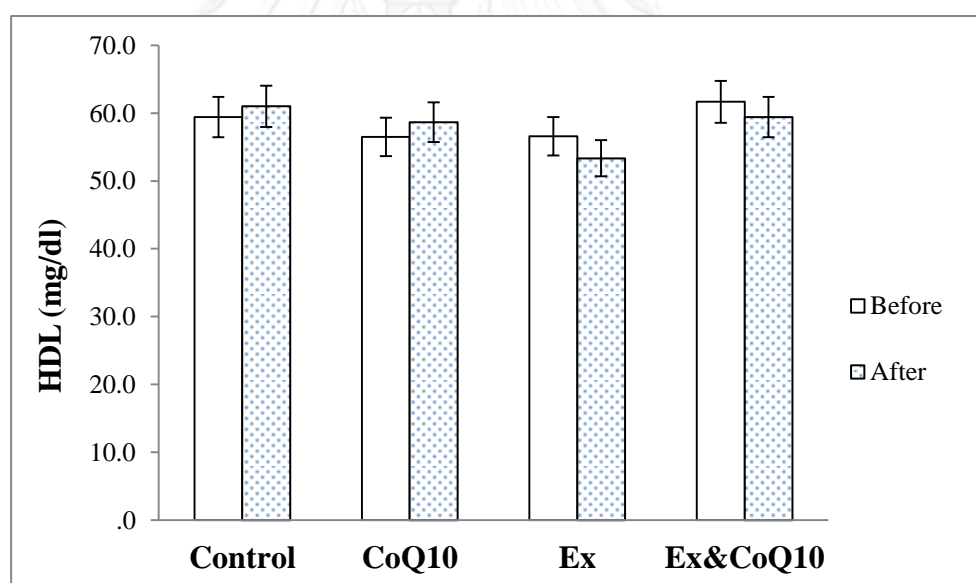


Figure 20 HDL (mg/dl) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Table 18 Plasma CoQ₁₀ levels (μmol/l) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Group	CoQ ₁₀ (μmol/l)		% Change	P-value
	Before	After		
Control	0.24 ± 0.07	0.43 ± 0.12	79.167	0.000 [#]
CoQ ₁₀	0.23 ± 0.09	0.9 ± 0.44	291.304	0.000 ^{*a#}
Ex	0.25 ± 0.1	0.53 ± 0.19	112.000	0.001 ^{b#}
Ex&CoQ ₁₀	0.3 ± 0.12	0.94 ± 0.18	213.333	0.000 ^{*ac#}

Each parameter represents mean±SD.

Significant difference between before and after treatment by paired t-test (p<0.05).

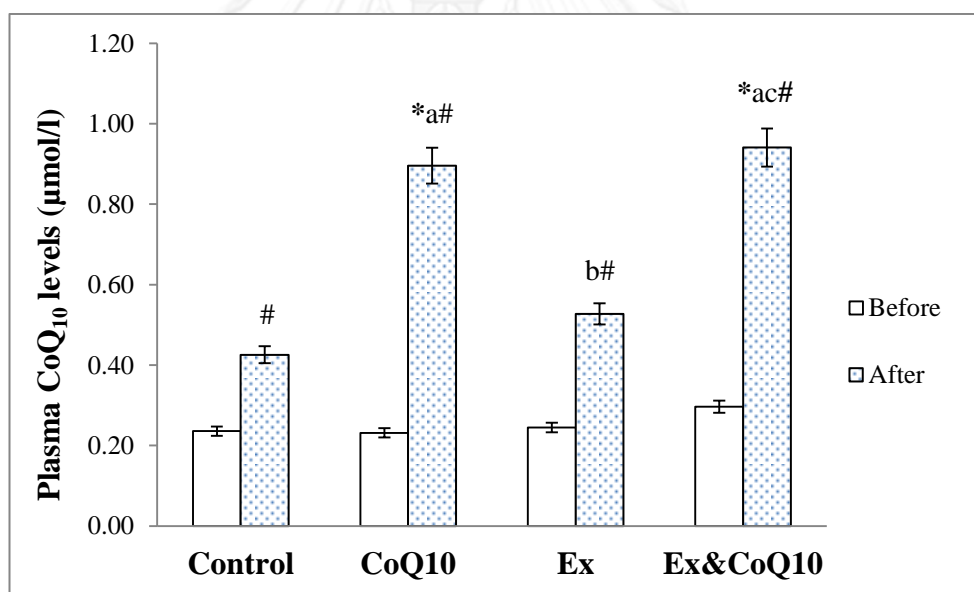


Figure 21 Plasma CoQ₁₀ levels (μmol/l) of CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ only, Ex = Circuit resistance training only, Ex&CoQ₁₀ = Supplemented CoQ₁₀ with circuit resistance training and control group between before and after the study.

Part 3: Correlations between $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and CoQ_{10} ($\mu\text{mol/l}$)

Table 19 Correlations between $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and CoQ_{10} ($\mu\text{mol/l}$) before treatment of CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} only, Ex = Circuit resistance training only, Ex& CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} with circuit resistance training and control group before the study.

Before Treatment		$VO_2\text{max}$	CoQ_{10}
$VO_2\text{max}$	Pearson Correlation	1	.024
	Sig. (1-tailed)		.434
	N	48	48
CoQ_{10}	Pearson Correlation	.024	1
	Sig. (1-tailed)	.434	
	N	48	48

r form 0.21-0.40 means both variables had low relationships

r form 0.41-0.70 means both variables had moderate relationships

r form 0.71-1.00 means both variables had high relationships

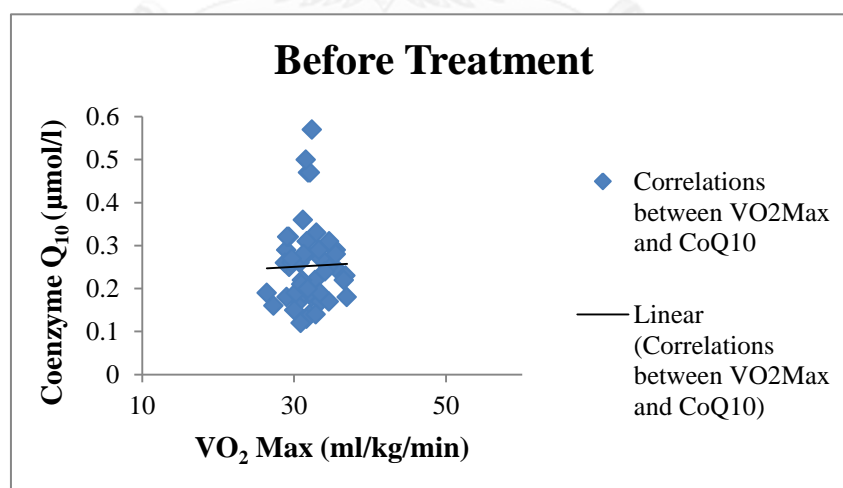


Figure 24 Correlations between $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and CoQ_{10} ($\mu\text{mol/l}$) before treatment of CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} only, Ex = Circuit resistance training only, Ex& CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} with circuit resistance training and control group before the study.

Table 20 Correlations between $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and CoQ_{10} ($\mu\text{mol/l}$) after treatment of CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} only, Ex = Circuit resistance training only, Ex& CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} with circuit resistance training and control group after the study.

After Treatment		$VO_2\text{max}$	CoQ_{10}
$VO_2\text{max}$	Pearson Correlation	1	.298*
	Sig. (1-tailed)		.020
	N	48	48
CoQ_{10}	Pearson Correlation	.298*	1
	Sig. (1-tailed)	.020	
	N	48	48

*. Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

r form 0.21-0.40 means both variables had low relationships

r form 0.41-0.70 means both variables had moderate relationships

r form 0.71-1.00 means both variables had high relationships

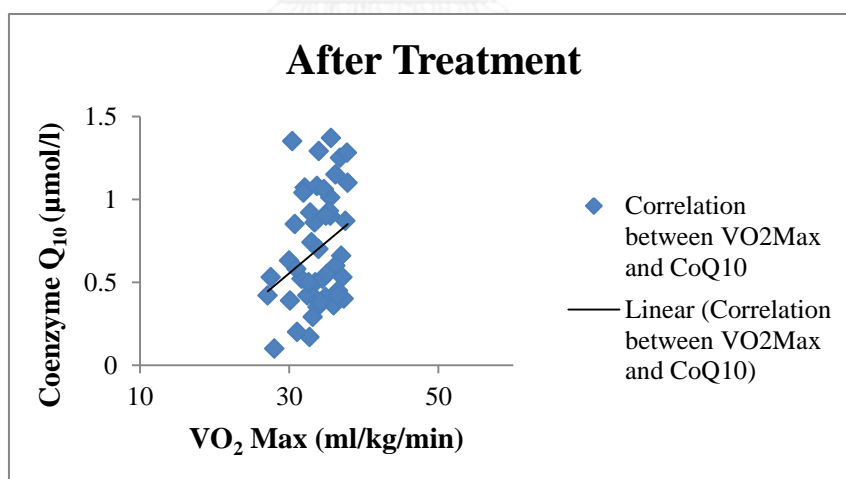


Figure 22 Correlations between $VO_2\text{max}$ (ml/kg/min) and CoQ_{10} ($\mu\text{mol/l}$) after treatment of CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} only, Ex = Circuit resistance training only, Ex& CoQ_{10} = Supplemented CoQ_{10} with circuit resistance training and control group after the study.

CHAPTER V

DISCUSSION

This pretest posttest equivalent groups study of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking in 40-60 years old overweight women. The results of the study were discussed according to the hypothesis as follow:

Overweight women who acquired circuit resistance training with supplemented coenzyme Q10 would be more prone to increase energy expenditure than those who acquired only CoQ10 or only circuit resistance training.

Previous studies have reported that coenzyme Q₁₀ is an essential cofactor involved in the electron transport pathway that was released from aerobic respiration within the mitochondria (Crane, 2001). Recent studies have shown the provision of facilitate coenzyme Q₁₀ delivery and uptake to the muscle (Cooke et al., 2008). Theoretically, this may enhance bioavailability of coenzyme Q₁₀ and promote greater energy expenditure. However, the effects of coenzyme Q₁₀ on plasma coenzyme Q₁₀ concentrations and exercise performance have never been clarified. Therefore, the researcher aimed to determine the role of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure in overweight women.

The results of this study showed that maximum oxygen consumption (VO₂max) was significantly higher after treatments in group 1 (CoQ₁₀), group 2 (Ex) and group 3 (Ex&CoQ₁₀). It was possible that the coenzyme Q₁₀ supplementation and/or circuit resistance training have shown the performance-enhancing effects after treatment (Gokbel, Gul, Belviranl, & Okudan, 2010). Dube et al. (2008) investigated the separate and combined effects of exercise training and weight loss on exercise efficiency and substrate oxidation. They concluded that exercise training, either alone or in combination with weight loss, increases both exercise efficiency and the utilization of fat during moderate physical activity in previously sedentary, obese older adults. Plasma coenzyme Q₁₀ levels were significantly higher after treatments in

four groups. The higher levels of plasma CoQ₁₀ in group 2 (Ex) and control group might be caused by nutrition replenishment that available in most foods (Crane, 2001). The levels of plasma coenzyme Q₁₀ after treatment were indicated with standard range based on the reference intervals in healthy adults of plasma coenzyme Q₁₀ levels range from 0.40 to 1.91 µmol/l (Bhagavan & Chopra, 2006).

One possible explanation of the effects of oral coenzyme Q₁₀ supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise which indicated that fatigue indexes decreased with CoQ₁₀ supplementation, but these decreases did not differ from that seen with placebo supplementation. Therefore, CoQ₁₀ may show performance-enhancing effects during the repeated bouts of supramaximal exercises and CoQ₁₀ might be used as ergogenic aid (Gokbel et al., 2010).

Another research has suggested that supplementation with certain antioxidants was practical for physically active individuals to speed up recovery from fatigue according to the results of CoQ₁₀ level and VO₂max in this study (Banerjee, Mandal, Chanda, & Chakraborti, 2003). Increasing in plasma CoQ₁₀ levels could explain the increased time to exhaustion observed in the prevailing study. It has been previously suggested that the CoQ₁₀ redox shuttle is a rate limiting step in the oxidative phosphorylation pathway (Hackenbrock, Chazotte, & Gupte, 1986). CoQ₁₀ supplementation increased the physical performance capacity of these endurance athletes, as more intense training and efficient recovery became possible, probably due to CoQ₁₀-induced changes in energy production according to the results of REE, EE walk and VO₂max in this study (Ylikoski, Piirainen, Hanninen, & Penttinen, 1997).

Body mass index (BMI) used as guideline to encourage overweight women to achieve a realistic target with a high probability of health benefits but the increases in energy expenditure were not in direct proportion to body weight. However, the body weight and BMI in this study was significantly lower after treatments in group 2 (Ex) and group 3 (Ex&CoQ₁₀). Fat mass (FM) was significantly lower after treatments in group 2 (Ex), group 3 (Ex&CoQ₁₀) and control group. But fat free mass (FFM) in group

3 (Ex&CoQ₁₀) was significantly lower after treatments. Decreasing in FFM may be caused by aging process, reducing to synthesize proteins and support new muscle growth (McArdle et al., 2007). However, Decreasing in FM was supports that the circuit resistance training has been shown to improved body composition (Ferreira et al., 2010). Resting energy expenditure (REE) was significantly lower after treatments in four groups. Energy expenditure during walk (EE walk) was not significant difference between before and after treatments. The negative results of REE and EE walk in this research may be caused by insufficient recovery after training session and may be caused by age-related decline in resting energy expenditure in humans is due to the loss of fat-free mass (Bosy-Westphal et al., 2003). Maximum oxygen consumption (VO₂max) was significantly higher after treatments in group 1 (CoQ₁₀), group 2 (Ex) and group 3 (Ex&CoQ₁₀) (Kraemer & Ratamess, 2004).

No significant differences were found between before and after treatment in Glucose (mg/dl), Cholesterol (mg/dl), LDL (mg/dl) and HDL (mg/dl). However, Triglyceride (mg/dl) was found to be significantly increased in control group. Plasma coenzyme Q₁₀ (CoQ₁₀) levels was significantly higher after treatments in four groups. The higher levels of plasma CoQ₁₀ in group 2 (Ex) and Control group may be caused by nutrition replenishment that available in most food (Crane, 2001). However, the levels of plasma coenzyme Q₁₀ concentration could not explain the increased energy expenditure observed in this study. But it was established that the maximum oxygen consumption (VO₂max) was correlated with plasma coenzyme Q₁₀ levels and could be used a good reflection of physical performance (Gokbel et al., 2010). But the statistically significant change in plasma coenzyme Q₁₀ levels could not explain the development of energy expenditure at resting and during submaximal walking that observed in this study. However, coenzyme Q₁₀ supplementation tend to be increased the physical performance capacity probably as a result of coenzyme Q₁₀-induced changes in their physical performance (Malm, Svensson, Ekblom, & Sjodin, 1997).

In contrast, the researcher found the paradoxical effects of using antioxidant supplementation combined with circuit resistance training in group 3 (Ex&CoQ₁₀) including EE walk, VO₂max, cholesterol, Triglyceride, LDL and HDL when compared with group 1 (CoQ₁₀) and group 2 (Ex). This may be caused by not only aging process and progressive overload in circuit resistance exercises that were related to increase in free radical formation in the skeletal muscle (Ji, 2001) but also antioxidant supplementation may impaired performance during training by decreasing exercise-induced mitochondrial biogenesis and the antioxidant capacity in skeletal muscle (M. C. Gomez-Cabrera et al., 2008). Therefore, whether antioxidant supplementation or strenuous exercise would impair the skeletal muscle has been an important point of discussion. However, further study for a better clarification is needed (Mari Carmen Gomez-Cabrera, Ferrando, Brioché, Sanchis-Gomar, & Viña, 2013).

In conclusion, coenzyme Q₁₀ could not alter in energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking in 40-60 years old overweight women. No side effects were reported with CoQ₁₀.

CHAPTER VI

CONCLUSION

Summary of the study

This study aimed to investigate the role of coenzyme Q₁₀ and circuit resistance training on energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking in 40-60 years old overweight women. Forty-eight volunteered subjects, aged 40-60 years, were obtained by voluntary process and purposive sampling for more specific predefined groups based on the particular objective of the experiment. Subjects were purposively assigned into one of four groups. Group 1 (CoQ₁₀) with supplemented CoQ₁₀ only (n=12), group 2 (Ex) with circuit resistance training only (n=12), group 3 (Ex&CoQ₁₀) with both supplemented CoQ₁₀ and circuit resistance training (n=12), and group 4 control group (n=12). Forty-eight overweight women subjects based on The Western Pacific Region criteria recruited from the Bank of Thailand (BOT). Data were collected during June to September 2013.

It was found that after 12 weeks of treatment there were no significant differences observed in energy expenditure at rest and during submaximal treadmill walking among all groups. Except for maximum oxygen consumption (VO₂max) and plasma coenzyme Q₁₀ levels which were higher in overweight subjects with coenzyme Q₁₀ supplement and/or circuit resistance training. Moreover, we found a low positive correlation between maximum oxygen consumption (VO₂max) and plasma coenzyme Q₁₀ levels (r = 0.298).

Recommendation form this study

1. There should be another technique to improve the energy expenditure.
2. There should be more resting time of interval between sets and circuits.
3. There should be increased the repetition maximum for each set.

Recommendation for further study

1. There should be another dose of CoQ10 to make comparison between groups.
2. There should have an exercise program with CoQ₁₀ for other groups of people.
3. There should be control the research limitations of this study.



REFERENCES

- 1988 American College of Sports Medicine. Annual meeting abstracts. May 25-28, Dallas, Texas. (1988). *Med Sci Sports Exerc*, 20(2 Suppl), S1-96.
- Aberg, F., Appelkvist, E. L., Dallner, G., & Ernster, L. (1992). Distribution and redox state of ubiquinones in rat and human tissues. *Arch Biochem Biophys*, 295(2), 230-234.
- Banerjee, A., Mandal, A., Chanda, D., & Chakraborti, S. (2003). Oxidant, antioxidant and physical exercise. *Mol Cell Biochem*, 253(1-2), 307-312. doi: 10.1023/A:1026032404105
- Bhagavan, H. N., & Chopra, R. K. (2006). Coenzyme Q10: absorption, tissue uptake, metabolism and pharmacokinetics. *Free Radic Res*, 40(5), 445-453. doi: 10.1080/10715760600617843
- Bonetti, A., Solito, F., Carmosino, G., Bargossi, A. M., & Fiorella, P. L. (2000). Effect of ubidecarenone oral treatment on aerobic power in middle-aged trained subjects. *J Sports Med Phys Fitness*, 40(1), 51-57.
- Bosy-Westphal, A., Eichhorn, C., Kutzner, D., Illner, K., Heller, M., & Muller, M. J. (2003). The age-related decline in resting energy expenditure in humans is due to the loss of fat-free mass and to alterations in its metabolically active components. *J Nutr*, 133(7), 2356-2362.
- Bouchard, D. R., & Trudeau, F. (2008). Estimation of energy expenditure in a work environment: comparison of accelerometry and oxygen consumption/heart rate regression. *Ergonomics*, 51(5), 663-670. doi: 10.1080/00140130701780484
- Callaway, C., Chumlea, W., & Bouchard, C. (1988). *Circumferences*. Champaign, IL: Human Kinetics Books.
- Choo, V. (2002). WHO reassesses appropriate body-mass index for Asian populations. *Lancet*, 360(9328), 235. doi: 10.1016/s0140-6736(02)09512-0
- Chopra, R. K., & Bhagavan, H. N. (2006). On the bioequivalence and bioavailability of three coenzyme Q10 products. *J Med Food*, 9(1), 131-132; author reply 133-134. doi: 10.1089/jmf.2006.9.131
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Consultation, W. H. O. E. (2004). Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *Lancet*, 363(9403), 157-163. doi: 10.1016/S0140-6736(03)15268-3

- Cooke, M., Iosia, M., Buford, T., Shelmadine, B., Hudson, G., Kerksick, C., . . . Kreider, R. (2008). Effects of acute and 14-day coenzyme Q10 supplementation on exercise performance in both trained and untrained individuals. *J Int Soc Sports Nutr*, 5, 8. doi: 10.1186/1550-2783-5-8
- Crane, F. L. (2001). Biochemical functions of coenzyme Q10. *J Am Coll Nutr*, 20(6), 591-598.
- Delavier, F. (2003). *Women's Strength Training Anatomy: Human Kinetics*.
- Dube, J. J., Amati, F., Stefanovic-Racic, M., Toledo, F. G., Sauers, S. E., & Goodpaster, B. H. (2008). Exercise-induced alterations in intramyocellular lipids and insulin resistance: the athlete's paradox revisited. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 294(5), E882-888. doi: 10.1152/ajpendo.00769.2007
- Ebbeling, C. B., Ward, A., Puleo, E. M., Widrick, J., & Rippe, J. M. (1991). Development of a single-stage submaximal treadmill walking test. *Med Sci Sports Exerc*, 23(8), 966-973.
- Ernster, L., & Dallner, G. (1995). Biochemical, physiological and medical aspects of ubiquinone function. *Biochim Biophys Acta*, 1271(1), 195-204.
- Feigenbaum, M. S., & Pollock, M. L. (1999). Prescription of resistance training for health and disease. *Med Sci Sports Exerc*, 31(1), 38-45.
- Ferreira, F. C., de Medeiros, A. I., Nicioli, C., Nunes, J. E., Shiguemoto, G. E., Prestes, J., . . . Perez, S. E. (2010). Circuit resistance training in sedentary women: body composition and serum cytokine levels. *Appl Physiol Nutr Metab*, 35(2), 163-171. doi: 10.1139/h09-136
- Gallagher, D., Heymsfield, S. B., Heo, M., Jebb, S. A., Murgatroyd, P. R., & Sakamoto, Y. (2000). Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr*, 72(3), 694-701.
- Gettman, L., & Pollock, M. (1981). Circuit weight training: a critical review of its physiological benefits. *Phys Sports Med*, 9, 44-60.
- Gokbel, H., Gul, I., Belviranli, M., & Okudan, N. (2010). The effects of coenzyme Q10 supplementation on performance during repeated bouts of supramaximal exercise in sedentary men. *J Strength Cond Res*, 24(1), 97-102. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181a61a50
- Gomez-Cabrera, M. C., Domenech, E., Romagnoli, M., Arduini, A., Borrás, C., Pallardo, F. V., . . . Vina, J. (2008). Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance. *Am J Clin Nutr*, 87(1), 142-149.

- Gomez-Cabrera, M. C., Ferrando, B., Brioché, T., Sanchis-Gomar, F., & Viña, J. (2013). Exercise and antioxidant supplements in the elderly. *Journal of Sport and Health Science*, 2(2), 94-100. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jshs.2013.03.007>
- Gray, D. S., & Fujioka, K. (1991). Use of relative weight and Body Mass Index for the determination of adiposity. *J Clin Epidemiol*, 44(6), 545-550.
- Green, H. J., Duhamel, T. A., Ferth, S., Holloway, G. P., Thomas, M. M., Tupling, A. R., . . . Yau, J. E. (2004). Reversal of muscle fatigue during 16 h of heavy intermittent cycle exercise. *J Appl Physiol* (1985), 97(6), 2166-2175. doi: 10.1152/jappphysiol.00565.2004
- Greenberg, S., & Frishman, W. H. (1990). Co-enzyme Q10: a new drug for cardiovascular disease. *J Clin Pharmacol*, 30(7), 596-608.
- Hackenbrock, C., Chazotte, B., & Gupte, S. (1986). The random collision model and a critical assessment of diffusion and collision in mitochondrial electron transport. *J Bioenerg Biomembr*, 18(5), 331-368. doi: 10.1007/BF00743010
- Hathcock, J. N., & Shao, A. (2006). Risk assessment for coenzyme Q10 (Ubiquinone). *Regul Toxicol Pharmacol*, 45(3), 282-288. doi: 10.1016/j.yrtph.2006.05.006
- Heyward, V., & Stolarczyk, L. (1996). *Applied Body Composition Assessment*. Champaign (IL): Human Kinetics.
- Hiebert, J., Shen, Q., & Pierce, J. (2012). Application of Coenzyme Q10 in Clinical Practice. *The Internet Journal of Internal Medicine*, 9(2).
- Hoppeler, H., & Fluck, M. (2003). Plasticity of skeletal muscle mitochondria: structure and function. *Med Sci Sports Exerc*, 35(1), 95-104. doi: 10.1249/01.mss.0000043292.99104.12
- Hosoe, K., Kitano, M., Kishida, H., Kubo, H., Fujii, K., & Kitahara, M. (2007). Study on safety and bioavailability of ubiquinol (Kaneka QH) after single and 4-week multiple oral administration to healthy volunteers. *Regul Toxicol Pharmacol*, 47(1), 19-28. doi: 10.1016/j.yrtph.2006.07.001
- James, W. P., Chunming, C., & Inoue, S. (2002). Appropriate Asian body mass indices? *Obes Rev*, 3(3), 139.
- Ji, L. L. (2001). Exercise at old age: does it increase or alleviate oxidative stress? *Ann N Y Acad Sci*, 928, 236-247.
- Jones, C., & Rose, D. (2005). *Physical activity instruction of older adults*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Joseph, W., & Jim, S. (2009). Stronger Arms & Upper Body. *Muscle & Fitness magazine*.

- Kaikkonen, J., Nyyssonen, K., Porkkala-Sarataho, E., Poulsen, H. E., Metsa-Ketela, T., Hayn, M., . . . Salonen, J. T. (1997). Effect of oral coenzyme Q10 supplementation on the oxidation resistance of human VLDL+LDL fraction: absorption and antioxidative properties of oil and granule-based preparations. *Free Radic Biol Med*, *22*(7), 1195-1202.
- Kaikkonen, J., Tuomainen, T. P., Nyyssonen, K., & Salonen, J. T. (2002). Coenzyme Q10: absorption, antioxidative properties, determinants, and plasma levels. *Free Radic Res*, *36*(4), 389-397.
- Kalen, A., Norling, B., Appelkvist, E. L., & Dallner, G. (1987). Ubiquinone biosynthesis by the microsomal fraction from rat liver. *Biochim Biophys Acta*, *926*(1), 70-78.
- Kang, J., Rashti, S. L., Tranchina, C. P., Ratamess, N. A., Faigenbaum, A. D., & Hoffman, J. R. (2009). Effect of preceding resistance exercise on metabolism during subsequent aerobic session. *Eur J Appl Physiol*, *107*(1), 43-50. doi: 10.1007/s00421-009-1100-z
- Kon, M., Tanabe, K., Akimoto, T., Kimura, F., Tanimura, Y., Shimizu, K., . . . Kono, I. (2008). Reducing exercise-induced muscular injury in kendo athletes with supplementation of coenzyme Q10. *Br J Nutr*, *100*(4), 903-909. doi: 10.1017/s0007114508926544
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc*, *36*(4), 674-688.
- Leibel, R. L., Rosenbaum, M., & Hirsch, J. (1995). Changes in energy expenditure resulting from altered body weight. *N Engl J Med*, *332*(10), 621-628. doi: 10.1056/nejm199503093321001
- Lifesports. (2013). Sanctband Resistance Bands. Retrieved 16 June, 2011
- Lim, S. C., Tan, H. H., Goh, S. K., Subramaniam, T., Sum, C. F., Tan, I. K., . . . Ong, C. N. (2006). Oxidative burden in prediabetic and diabetic individuals: evidence from plasma coenzyme Q(10). *Diabet Med*, *23*(12), 1344-1349. doi: 10.1111/j.1464-5491.2006.01996.x
- Littarru, G. P. (1993). Biomedical and clinical aspects of coenzyme Q. *Clin Investig*, *71*(8), 587-588.
- Littarru, G. P., & Tiano, L. (2005). Clinical aspects of coenzyme Q10: an update. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, *8*(6), 641-646.
- Littarru, G. P., & Tiano, L. (2010). Clinical aspects of coenzyme Q10: an update. *Nutrition*, *26*(3), 250-254. doi: 10.1016/j.nut.2009.08.008
- Malm, C., Svensson, M., Ekblom, B., & Sjodin, B. (1997). Effects of ubiquinone-10 supplementation and high intensity training on physical performance in

- humans. *Acta Physiol Scand*, 161(3), 379-384. doi: 10.1046/j.1365-201X.1997.00198.x
- Matarese, L. E. (1997). Indirect calorimetry: technical aspects. *J Am Diet Assoc*, 97(10 Suppl 2), S154-160.
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2007). *Exercise physiology: Energy, nutrition, and human performance (6th ed.)*. United States of America: Lippincott Williams & Wilkins.
- Miles, M. V. (2007). The uptake and distribution of coenzyme Q10. *Mitochondrion*, 7 Suppl, S72-77. doi: 10.1016/j.mito.2007.02.012
- Miles, M. V., Horn, P., Miles, L., Tang, P., Steele, P., & DeGrauw, T. (2002). Bioequivalence of coenzyme Q10 from over-the-counter supplements. *Nutrition Research*, 22(8), 919-929. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317\(02\)00402-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317(02)00402-5)
- Mizuno, K., Tanaka, M., Nozaki, S., Mizuma, H., Ataka, S., Tahara, T., . . . Watanabe, Y. (2008). Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue. *Nutrition*, 24(4), 293-299. doi: 10.1016/j.nut.2007.12.007
- Mizuno, M., Quistorff, B., Theorell, H., Theorell, M., & Chance, B. (1997). Effects of oral supplementation of coenzyme Q10 on 31P-NMR detected skeletal muscle energy metabolism in middle-aged post-polio subjects and normal volunteers. *Mol Aspects Med*, 18 Suppl, S291-298.
- Molyneux, S. L., Young, J. M., Florkowski, C. M., Lever, M., & George, P. M. (2008). Coenzyme Q10: is there a clinical role and a case for measurement? *Clin Biochem Rev*, 29(2), 71-82.
- Mosca, F., Fattorini, D., Bompadre, S., & Littarru, G. P. (2002). Assay of coenzyme Q(10) in plasma by a single dilution step. *Anal Biochem*, 305(1), 49-54. doi: 10.1006/abio.2002.5653
- OMRON. (2011). BMI & IDEAL WEIGHT. Retrieved 12 May, 2012
- Poehlman, E. T., & Danforth, E., Jr. (1991). Endurance training increases metabolic rate and norepinephrine appearance rate in older individuals. *Am J Physiol*, 261(2 Pt 1), E233-239.
- Pratley, R., Nicklas, B., Rubin, M., Miller, J., Smith, A., Smith, M., . . . Goldberg, A. (1994). Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50- to 65-yr-old men. *J Appl Physiol (1985)*, 76(1), 133-137.
- Romero-Arenas, S., Blazeovich, A. J., Martinez-Pascual, M., Perez-Gomez, J., Luque, A. J., Lopez-Roman, F. J., & Alcaraz, P. E. (2013). Effects of high-resistance circuit

- training in an elderly population. *Exp Gerontol*, 48(3), 334-340. doi: 10.1016/j.exger.2013.01.007
- Rovinelli, R., & Hambleton, R. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Dutch Journal of Educational Research*, 2(2), 49-60.
- Rubenbauer, J. R., Johannsen, D. L., Baier, S. M., Litchfield, R., & Flakoll, P. J. (2006). The use of a handheld calorimetry unit to estimate energy expenditure during different physiological conditions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr*, 30(3), 246-250.
- Shinde, S., Patil, N., & Tendolkar, A. (2004). Coenzyme Q10: A Review of Essential Functions. *The Internet Journal of Nutrition and Wellness*, 1(2).
- Shults, C. W., Flint Beal, M., Song, D., & Fontaine, D. (2004). Pilot trial of high dosages of coenzyme Q10 in patients with Parkinson's disease. *Exp Neurol*, 188(2), 491-494. doi: 10.1016/j.expneurol.2004.05.003
- Spiegelman, B. M., & Flier, J. S. (2001). Obesity and the regulation of energy balance. *Cell*, 104(4), 531-543.
- Sweeting, H. N. (2008). Gendered dimensions of obesity in childhood and adolescence. *Nutr J*, 7, 1. doi: 10.1186/1475-2891-7-1
- Thaikruea, L., Seetamanotch, W., & Seetamanotch, S. (2006). Appropriate cut-off level of BMI for screening in Thai adults. *J Med Assoc Thai*, 89(12), 2123-2128.
- Thomas, S., Reading, J., & Shephard, R. J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci*, 17(4), 338-345.
- Tomono, Y., Hasegawa, J., Seki, T., Motegi, K., & Morishita, N. (1986). Pharmacokinetic study of deuterium-labelled coenzyme Q10 in man. *Int J Clin Pharmacol Ther Toxicol*, 24(10), 536-541.
- Weber, C., Bysted, A., & Holmer, G. (1997). Intestinal absorption of coenzyme Q10 administered in a meal or as capsules to healthy subjects. *Nutrition Research*, 17(6), 941-945.
- Weber, C., Bysted, A., & Hølmer, G. (1997). Intestinal absorption of coenzyme Q10 administered in a meal or as capsules to healthy subjects. *Nutrition Research*, 17(6), 941-945. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317\(97\)00059-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0271-5317(97)00059-6)
- Weir, J. B. (1990). New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. 1949. *Nutrition*, 6(3), 213-221.
- Weis, M., Mortensen, S. A., Rassing, M. R., Moller-Sonnergaard, J., Poulsen, G., & Rasmussen, S. N. (1994). Bioavailability of four oral coenzyme Q10 formulations in healthy volunteers. *Mol Aspects Med*, 15 Suppl, s273-280.

- Wergel-Kolmert, U., & Wohlfart, B. (1999). Day-to-day variation in oxygen consumption and energy expenditure during submaximal treadmill walking in female adolescents. *Clin Physiol*, *19*(2), 161-168.
- Westerterp, K. R., & Goran, M. I. (1997). Relationship between physical activity related energy expenditure and body composition: a gender difference. *Int J Obes Relat Metab Disord*, *21*(3), 184-188.
- WHO. (2010). Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health: Obesity and overweight. Retrieved 29 Jan, 2010
- WHO/IASO/IOTF. (2000). *The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment*. Melbourne: Health Communications Australia.
- Ylikoski, T., Piirainen, J., Hanninen, O., & Penttinen, J. (1997). The effect of coenzyme Q10 on the exercise performance of cross-country skiers. *Mol Aspects Med*, *18 Suppl*, S283-290.
- Yubero-Serrano, E. M., Delgado-Casado, N., Delgado-Lista, J., Perez-Martinez, P., Tasset-Cuevas, I., Santos-Gonzalez, M., . . . Lopez-Miranda, J. (2011). Postprandial antioxidant effect of the Mediterranean diet supplemented with coenzyme Q10 in elderly men and women. *Age (Dordr)*, *33*(4), 579-590. doi: 10.1007/s11357-010-9199-8
- Zuliani, U., Bonetti, A., Campana, M., Cerioli, G., Solito, F., & Novarini, A. (1989). The influence of ubiquinone (Co Q10) on the metabolic response to work. *J Sports Med Phys Fitness*, *29*(1), 57-62.



APPENDIX

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

APPENDIX A
SAMPLE SIZE TABLE

($\alpha = .05$)

n to detect f by F test at $\alpha = .05$
for $u = 1, 2, 3, 4$

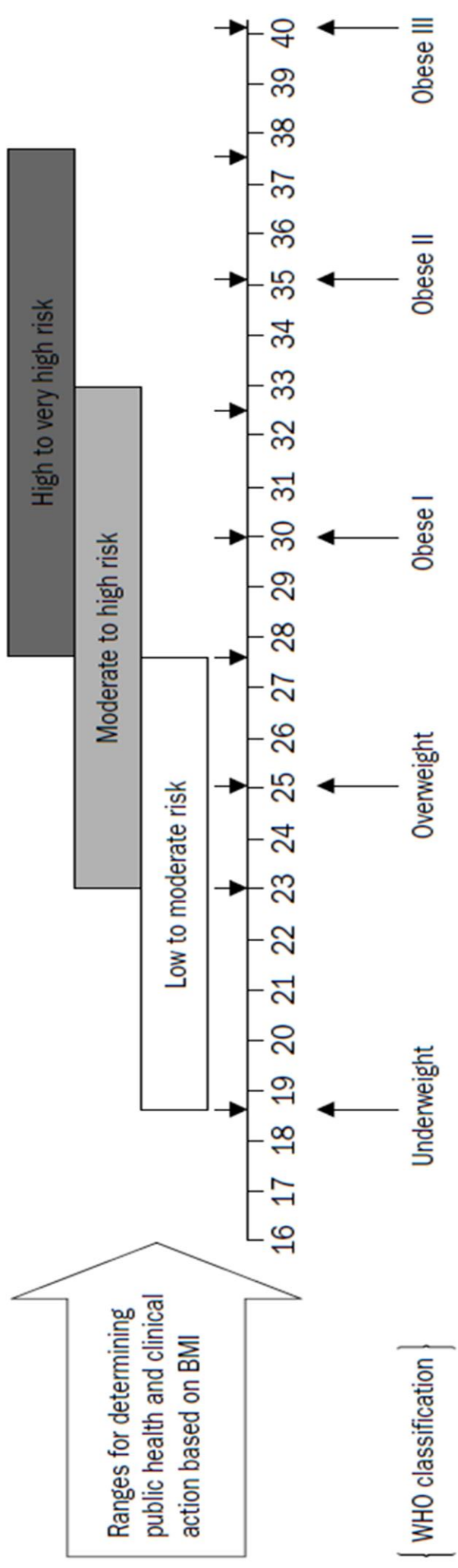
u = 1												
f												
Power	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.50	.60	.70	.80
.10	84	22	10	6	5	4	3	3	2	--	--	--
.50	769	193	86	49	32	22	17	13	9	7	5	4
.70	1235	310	138	78	50	35	26	20	13	10	7	6
.80	1571	393	175	99	64	45	33	26	17	12	9	7
.90	2102	526	234	132	85	59	44	34	22	16	12	9
.95	2600	651	290	163	105	73	54	42	27	19	14	11
.99	3675	920	409	231	148	103	76	58	38	27	20	15

u = 2												
f												
Power	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.50	.60	.70	.80
.10	84	22	10	6	5	4	3	3	2	--	--	--
.50	662	166	74	42	27	19	15	11	8	6	5	4
.70	1028	258	115	65	42	29	22	17	11	8	6	5
.80	1286	322	144	81	52	36	27	21	14	10	8	6
.90	1682	421	188	106	68	48	35	27	18	13	10	8
.95	2060	515	230	130	83	58	43	33	22	15	12	9
.99	2855	714	318	179	115	80	59	46	29	21	16	12

u = 3												
f												
Power	.05	.10	.15	.20	.25	.30	.35	.40	.50	.60	.70	.80
.10	79	21	10	6	4	3	3	2	2	--	--	--
.50	577	145	65	37	24	16	13	10	7	5	4	3
.70	881	221	99	56	36	25	19	15	10	7	6	5
.80	1096	274	123	69	45	31	23	18	12	9	7	5
.90	1415	354	158	89	58	40	30	23	15	11	8	7
.95	1718	430	192	108	70	49	36	28	18	13	10	8
.99	2353	589	262	148	95	66	49	38	24	17	13	10

(Cohen, 1988)

APPENDIX B
 PROPOSED CLASSIFICATION OF WEIGHT BY BMI IN ADULT ASIANS



(Consultations, 2004)

APPENDIX C

LIST OF EXPERTS

There are five experts who have validated the content of research instruments.

There are:

1. Associate Professor Dr. Phensri Thongnopnua
Faculty of Pharmaceutical Sciences, Chulalongkorn University.
2. Sitha Phongphibool
Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University.
3. Associate Professor Dr. Prawit Janwantanakul
Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University.
4. Assistant Professor Dr . Praneet Pensri
Faculty of Allied Health Sciences, Chulalongkorn University.
5. Kompakorn Limsuthirat
Faculty of Physical Therapy, Mahidol University.

Appendix D

Index of Item-Objective Congruence

Expert's Ratings the Index of Item-Objective Congruence Values

Number	Questions	Result		
		-1	0	+1
1	The components of circuit resistance training 1.1 Resistive exercise band (Sanctband®) 1.2 Endurance 1.3 Portable 1.4 Powder Free 1.5 Eco-Friendly			
2	Patterns of circuit resistance training 2.1 Interesting 2.2 Easy to do 2.3 Variety and Smoothly-continuous 2.4 Appropriate for overweight women			
3	Procedure of circuit resistance training 3.1 Load 3.2 Number of exercise 3.3 Time per station 3.4 Number of circuit per station 3.5 Rest interval between sets 3.6 Rest interval between circuit 3.7 Speed of execution 3.8 Frequency			

Suggestion.....

.....

.....

(.....)

IOC Expert

APPENDIX E
THE PHYSICAL ACTIVITY READINESS QUESTIONNAIRE (PAR-Q)

APPENDIX D

The Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)

แบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย



เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54

วันที่รับรอง..... 28 ส.ค. 2556

วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557

กรุณาตอบ “ใช่” หรือ “ไม่” ในคำถามดังต่อไปนี้

ใช่ ไม่

- คุณหมอเคยบอกว่าคุณมีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ และควรออกกำลังกายได้คำแนะนำของแพทย์ใช่หรือไม่?
- คุณรู้สึกเจ็บหน้าอกขณะที่ออกกำลังกายใช่หรือไม่?
- ในเดือนที่ผ่านมาคุณเคยรู้สึกเจ็บหน้าอกในขณะที่คุณไม่ได้ออกกำลังกายหรือไม่?
- คุณรู้สึกสูญเสียการทรงตัว เพราะเวียนหัว หรือเคยหมดสติหรือไม่?
- คุณมีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกหรือข้อต่อ ซึ่งอาจจะทำให้มีอาการแสบลงขณะออกกำลังกายหรือไม่?
- คุณเคยได้รับการรักษาโรคความดัน หรือหัวใจหรือไม่?
- คุณทราบถึงปัญหาอื่นใดที่เป็นสาเหตุทำให้คุณไม่สามารถออกกำลังกายได้หรือไม่?

หมายเหตุ

ถ้าตอบใช่ตั้งแต่ 1 ข้อขึ้นไป และมีอายุมากกว่า 40 ปี และมีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย (Inactive) หรือมีข้อควรระวังทางด้านสุขภาพ ควรปรึกษาแพทย์ก่อนการทดสอบสมรรถภาพ หรือก่อนการเพิ่มความหนักในการออกกำลังกาย และควรแจ้งให้ผู้ดูแลทราบถึงประวัติทางการแพทย์ และข้อจำกัดในการออกกำลังกายเสมอ

ถ้าตอบไม่ในทุกข้อของแบบสอบถาม (PAR-Q) คุณสามารถออกกำลังกายได้อย่างปลอดภัย และมีความเสี่ยงต่ำที่จะเกิดปัญหาระหว่างการออกกำลังกาย แต่อย่างไรก็ตามการออกกำลังกายควรเริ่มจากเบาไปหนักก่อนเสมอ ซึ่งถ้ามีการประเมินสมรรถภาพก่อนการออกกำลังกาย โดยมีผู้เชี่ยวชาญ (Personal trainer) หรือ โค้ช (Coach) ดูแลก่อนการออกกำลังกายเสมอ

ชื่อ..... วันที่.....

ลายเซ็น..... พยาน.....

APPENDIX F

RESEARCH ETHICS REVIEW

AF 02-12



**The Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects,
Health Science Group, Chulalongkorn University**
Institute Building 2, 4 Floor, Soi Chulalongkorn 62, Phyat hai Rd., Bangkok 10330, Thailand,
Tel: 0-2218-8147 Fax: 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

COA No. 101/2014

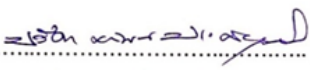

Certificate of Approval

Study Title No.153.2/54 : **THE ROLE OF COENZYME Q10 AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN**

Principal Investigator : MR. THITI YANPRECHASET

Place of Proposed Study/Institution : Faculty of Sports Science,
Chulalongkorn University

The Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects, Health Science Group, Chulalongkorn University, Thailand, has approved constituted in accordance with the International Conference on Harmonization – Good Clinical Practice (ICH-GCP) and/or Code of Conduct in Animal Use of NRCT version 2000.

Signature:  Signature: 
(Associate Professor Prida Tasanapradit, M.D.) (Assistant Professor Dr. Nuntaree Chaichanawongsaroj)
Chairman Secretary

Date of Approval : 28 March 2013

Approval Expire date : 27 March 2014

The approval documents including

- 1) Research proposal
- 2) Patient/Participant Information Sheet and Informed Consent Form
- 3) Researcher
- 4) Questionnaire



Protocol No. 153.2/54
Date of Approval 28 MAR 2013
Approval Expire Date 27 MAR 2014

The approved investigator must comply with the following conditions:

1. The research/project activities must end on the approval expired date of the Ethics Review Committee for Research Involving Human Research Subjects, Health Science Group, Chulalongkorn University (ECCU). In case the research/project is unable to complete within that date, the project extension can be applied one month prior to the ECCU approval expired date.
2. Strictly conduct the research/project activities as written in the proposal.
3. Using only the documents that bearing the ECCU's seal of approval with the subjects/volunteers (including subject information sheet, consent form, invitation letter for project/research participation (if available).
4. Report to the ECCU for any serious adverse events within 5 working days
5. Report to the ECCU for any change of the research/project activities prior to conduct the activities.
6. Final report (AF 03-12) and abstract is required for a one year (or less) research/project and report within 30 days after the completion of the research/project. For thesis, abstract is required and report within 30 days after the completion of the research/project.
7. Annual progress report is needed for a two-year (or more) research/project and submit the progress report before the expire date of certificate. After the completion of the research/project processes as No. 6.

เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย
(INFORMATION SHEET FOR RESEARCH PARTICIPANT)

ชื่อโครงการวิจัย บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการผลิตพลังงาน ในขณะที่พัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN)

ชื่อผู้วิจัย นายธิตี ญาณปริษาเศรษฐ ตำแหน่ง นิสิตระดับบัณฑิตศึกษา แขนงวิชาวิทยาการส่งเสริมสุขภาพ สถานที่ติดต่อผู้วิจัย 1/335 อาคารชุดลุมพินี สวิท ปิ่นเกล้า ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทรศัพท์มือถือ 085-838-8911 อีเมล thitity@hotmail.com

ขอเรียนเชิญท่านเข้าร่วมในการวิจัยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการวิจัย มีความจำเป็นที่ท่านควรทำความเข้าใจว่างานวิจัยนี้เนื่องจากท่านเป็นผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินและมีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ โดยก่อนที่ท่านจะตัดสินใจเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยดังกล่าว ขอให้ท่านอ่านเอกสารฉบับนี้อย่างถี่ถ้วน เพื่อให้ท่านได้ทราบถึงเหตุผลและรายละเอียดของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ หากท่านมีข้อสงสัยประการใดเพิ่มเติม กรุณาซักถามจากผู้ทำวิจัย ซึ่งจะเป็นผู้สามารถตอบคำถามและให้ความกระจ่างแก่ท่านได้

1. โครงการนี้เกี่ยวข้องกับภารกิจ บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการผลิตพลังงานในขณะที่พัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานในร่างกายเมื่อได้รับอาหารเสริมโคเอนไซม์คิวเทนร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรทั้งในขณะที่พักและขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุด

3. รายละเอียดของกลุ่มประชากรหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นพนักงานธนาคารแห่งประเทศไทยเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกิน อายุ 40-60 ปี จำนวน 48 คน แบ่งเป็น 4 กลุ่ม โดยการคัดเลือกอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเลือกของกลุ่มตัวอย่างทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Email) แล้วทำการจับสลากเพื่อคัดเลือกอาสาสมัครเข้ากลุ่มตามความเหมาะสม แบ่งเป็นกลุ่มละ 12 คน ได้แก่ กลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทนอย่างเดียว) กลุ่มสอง



เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54
วันที่รับขอ..... 28 ส.ค. 2556
วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557

(รับประทานโคเอนไซม์คิวเทนร่วมกับการออกกำลังกาย) กลุ่มสาม (ออกกำลังกายอย่างเคี้ยว) และกลุ่มสี่ (กลุ่มควบคุม) โดยผู้ที่ประสงค์จะเข้าร่วมในการวิจัยต้องมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้าของกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

- ตอบไม่ทุกข้อในแบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q)
- เป็นเพศหญิงที่มีสุขภาพดี และมีอายุระหว่าง 50-60 ปี
- ไม่สูบบุหรี่ อย่างน้อย 6 เดือนขึ้นไป
- ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ อย่างน้อย 6 เดือนขึ้นไป
- เห็นด้วย และเซ็นยินยอมในเอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมงานวิจัย
- มีค่าดัชนีมวลกายระหว่าง 23-27.4

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

- ตอบใช้ตั้งแต่ 1 ข้อขึ้นไปในแบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย (PAR-Q)
- มีโรคแทรกซ้อน หรือมีปัจจัยเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับโรคหัวใจ
- เป็นโรคอ้วน หรือโรคอ้วนลงพุง
- มีภาวะความดันโลหิตสูงอย่างรุนแรง
- เกิดอาการเวียนหัว หรือเป็นลมภายหลังจากการออกกำลังกาย
- ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องการถอนตัวออกจากโครงการวิจัย



เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54
วันที่รับรอง..... 26 ส.ค. 2556
วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557

หากผู้วิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยไม่อยู่ในเกณฑ์คัดเลือก ผู้วิจัยยินดีให้คำแนะนำวิธีการออกกำลังกาย และการดูแลสุขภาพของท่านอย่างเหมาะสม ซึ่งถ้าเกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาจะต้องได้รับความเห็นชอบจากแพทย์ผู้ดูแลเสมอ โดยทางผู้วิจัยจะแนะนำท่านไปปรึกษาต่อยังโรงพยาบาลที่ท่านสังกัด

4. กระบวนการการวิจัย

โคเอนไซม์คิวเทน เป็นสารที่มีคุณสมบัติคล้ายวิตามิน ละลายในไขมัน มีอยู่ตามธรรมชาติในร่างกาย และร่างกายสามารถผลิตได้เอง พบในเซลล์ทุกเซลล์ที่มีชีวิต โดยจะอยู่ที่ส่วนเยื่อหุ้ม (Membrane) ของไมโทคอนเดรีย (Mitochondrial) ซึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งผลิตพลังงานของเซลล์ โคเอนไซม์คิวเทนทำหน้าที่ เป็นเอนไซม์หลักในวงจรเครป หรือวงจรกรดซิตริก (Krebs cycle or Citric acid cycle) ซึ่งเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตและไขมันให้อยู่ในรูปของพลังงานที่ร่างกายสามารถนำไปใช้ได้ โดยจะเข้าไปช่วยเร่งปฏิกิริยาการเผาผลาญพลังงานภายในร่างกาย

แม้ว่าโคเอนไซม์คิวเทน เป็นสารที่ร่างกายมนุษย์สร้างขึ้นได้เอง แต่จะสร้างในปริมาณที่ลดลงเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยภายนอกที่ทำให้ปริมาณโคเอนไซม์คิวเทน ในร่างกายลดลงได้อีก เช่น ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม การพักผ่อนไม่เพียงพอ การได้รับยา หรือสารเคมี แม้แต่ความเครียด ก็ล้วนแต่มีผลทำให้ปริมาณโคเอนไซม์คิวเทน ในร่างกายลดลงทั้งสิ้น ดังนั้นร่างกายจึงควรได้รับ โคเอนไซม์คิวเทน จากภายนอกด้วย เช่น จากอาหาร แหล่งอาหารที่อุดมด้วย โคเอนไซม์คิวเทน ได้แก่ น้ำมันปลา ปลาทะเลเล็กสัตว์ทะเลต่าง ๆ และยังมีมากในอาหารจำพวกพืช เช่น รำข้าว บร็อกโคลี่ ถั่วเหลือง เป็นต้น นอกจากนี้การได้รับโคเอนไซม์คิวเทนที่สังเคราะห์ขึ้น มาใช้เป็นสารสำคัญในอาหารเสริมจะช่วยให้เกิดประโยชน์ต่อกระบวนการสร้างพลังงานของร่างกายได้

ท่านจะได้รับโคเอนไซม์คิวเทนวันละ 200 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 เม็ด หลังอาหาร 2 เวลา เข้าและเย็น เป็นระยะเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์

ผู้วิจัยจะเป็นผู้ควบคุมโครงการนี้ด้วยตนเอง หลังจากท่านให้ความยินยอมที่จะเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะขอตรวจวัด 1) ส่วนสูง 2) น้ำหนัก 3) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และมวลกล้ามเนื้อ ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 15 นาที ด้วยเครื่องวิเคราะห์องค์ประกอบของร่างกาย (Bioelectrical Impedance Analysis: BIA) เป็นวิธีการวัดองค์ประกอบของร่างกายจากความต้านทานไฟฟ้า โดยการติดขั้วบริเวณด้านหลังฝ่ามือ และหลังเท้า (ด้านซ้าย) ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดใดๆทั้งสิ้น หลักการคือไขมันซึ่งเป็นฉนวนและทำให้เกิดความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อที่มีส่วนประกอบของน้ำอยู่ในเซลล์มากกว่า จึงมีความต้านทานน้อยกว่าเซลล์ไขมันที่มีไขมันอยู่เป็นจำนวนมาก เมื่อได้ความต้านทานออกมาแล้วตัวเครื่องจึงนำไปคำนวณตามสมการ โดยอาศัยปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องทราบเพิ่มเติมเช่น ส่วนสูง น้ำหนัก เพศ อายุ เชื้อชาติ ออกมาเป็นองค์ประกอบของร่างกาย 4) อัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO_2) ใช้เวลาในการทดสอบประมาณ 40 นาที ด้วยเครื่องวิเคราะห์แก๊ส (Cardiopulmonary gas exchange system) ยี่ห้อ Cortex รุ่น Metamax 3B: Breath by breath จากประเทศเยอรมนี โดยการครอบหน้ากากบริเวณจมูกและปาก เพื่อทำการตรวจสอบอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็ว และไม่ทำให้เกิดความเจ็บปวดใดๆทั้งสิ้น 5) เจาะเลือดปริมาณ 4-6 มิลลิลิตร (1 ซ่อนชา) จำนวน 2 หลอดต่อครั้ง (โดยจะมีการเจาะเลือดตลอดทั้งโครงการจำนวนทั้งสิ้น 2 ครั้ง) เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด เพื่อคัดกรองว่าท่านมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่จะเข้าร่วมในการวิจัย โดยจะทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังการวิจัย ทางผู้วิจัยจะโทรนัดหมายอีกครั้งเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่จะเข้าร่วมในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 12 สัปดาห์ และท่านต้องมาพบผู้วิจัยทั้งสิ้น 36 ครั้ง โดยทำการฝึกออกกำลังกาย สัปดาห์ละ 3 วัน คือในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลาประมาณ 17.00 – 19.00 น. สถานที่

เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54
วันที่รับรอง..... 26 ส.ค. 2556
วันพบอาจารย์..... 27 ส.ค. 2557



ทำการวิจัย คือ ธนาคารแห่งประเทศไทย 273 ถนนสามเสน บางขุนพรหม เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 ซึ่งเมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลทางสุขภาพหรือผลการตรวจเลือดที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยจะถูกทำลายทั้งหมด

การเก็บรวบรวมในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ผู้วิจัยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย และประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย รวมถึงขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล และให้ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ลงนามในหนังสือยินยอมเข้าร่วมวิจัย
2. ผู้วิจัยดำเนินการฝึกการออกกำลังกาย เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ๆ ละ 3 วัน คือในวันจันทร์ วันพุธ และวันศุกร์ เวลาประมาณ 17.00 – 19.00 น. ทดสอบผล 2 ครั้ง คือ ก่อนการฝึก และหลังการฝึก 12 สัปดาห์

รายละเอียดการทดสอบประกอบด้วย

ตรวจวัดส่วนสูง น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ บันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO₂) และเจาะเลือดปริมาณ 4-6 มิลลิลิตร (1 ซ่อนชา) จำนวน 2 หลอดต่อครั้ง (โดยจะมีการเจาะเลือดตลอดทั้งโครงการจำนวนทั้งสิ้น 2 ครั้ง) เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) โคลเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด โดยจะทำการทดสอบทั้งก่อนและหลังการวิจัย

ในกรณีฉุกเฉินท่านสามารถติดต่อแพทย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย คือ รศ.นพ.ปัญญา ไข่มุก โทร.081-423-8448 ได้ทันที

5. ความรับผิดชอบของอาสาสมัครผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

เพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จ ผู้ทำวิจัยใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน โดยจะขอให้ท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัยอย่างเคร่งครัด รวมทั้งแจ้งอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับท่านระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัยให้ผู้ทำวิจัยได้รับทราบ

เพื่อความปลอดภัย ท่านไม่ควรใช้วัคซีน หรือรับประทานยาอื่น จากการจ่ายยาโดยแพทย์อื่นหรือซื้อยาจากร้านขายยา ขอให้ท่านปรึกษาผู้ทำวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากวัคซีน หรือยาดังกล่าวอาจมีผลต่ออาหารเสริม โคเอนไซม์คิวเทนที่ท่านได้รับจากผู้ทำวิจัย ดังนั้นขอให้ท่านแจ้งผู้ทำวิจัยเกี่ยวกับยาที่ท่านได้รับในระหว่างที่ท่านอยู่ในโครงการวิจัย

6. ความเสี่ยงที่อาจได้รับ

ความเสี่ยงจากการรับประทานยาทุกชนิดอาจทำให้เกิดอาการไม่พึงประสงค์ได้ทั้งสิ้นไม่มากก็น้อย ผู้ทำการวิจัยขอชี้แจงถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่อาจสัมพันธ์กับยาที่ศึกษาทั้งหมดดังนี้

เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54
วันที่รับของ..... 26 ส.ค. 2556
วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557



มีข้อมูลที่แสดงว่าอาหารเสริม โคเอนไซม์คิวเทน อาจมีผลทำให้เกิดการระคายเคืองต่อกระเพาะอาหารได้ ซึ่งอาจทำให้ท่านรู้สึกคลื่นไส้ ท้องเสีย หรือรู้สึกเบื่ออาหาร ดังนั้นระหว่างที่ท่านอยู่ในโครงการวิจัยจะมีการติดตามดูแลสุขภาพของท่านอย่างใกล้ชิด

กรุณาแจ้งผู้ทำวิจัยในกรณีที่พบอาการดังกล่าวข้างต้น หรืออาการอื่น ๆ ที่พบร่วมด้วย ระหว่างที่อยู่ในโครงการวิจัย ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสุขภาพของท่าน ขอให้ท่านรายงานให้ผู้ทำวิจัยทราบโดยเร็ว

7. ความเสี่ยงที่ได้รับจากการเจาะเลือด

ท่านมีโอกาสที่จะเกิดอาการเจ็บ เลือดออก ช้ำจากการเจาะเลือด อาการบวมบริเวณที่เจาะเลือดหรือหน้ามืด และโอกาสที่จะเกิดการติดเชื้อบริเวณที่เจาะเลือดพบได้น้อยมาก

8. ความเสี่ยงที่ไม่ทราบแน่นอน

ท่านอาจเกิดอาการข้างเคียง หรือความไม่สบาย นอกเหนือจากที่ได้แสดงในเอกสารฉบับนี้ ซึ่งอาการข้างเคียงเหล่านี้เป็นอาการที่ไม่เคยพบมาก่อน เพื่อความปลอดภัยของท่าน ควรแจ้งผู้ทำวิจัยให้ทราบทันทีเมื่อเกิดความผิดปกติใด ๆ เกิดขึ้น

หากท่านมีข้อสงสัยใดๆ เกี่ยวกับความเสี่ยงที่อาจได้รับจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านสามารถสอบถามจากผู้ทำวิจัยได้ตลอดเวลา

หากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ ๆ ที่อาจมีผลต่อความปลอดภัยของท่านในระหว่างที่ท่านเข้าร่วมในโครงการวิจัย ผู้ทำวิจัยจะแจ้งให้ท่านทราบทันที เพื่อให้ท่านตัดสินใจว่าจะอยู่ในโครงการวิจัยต่อไปหรือจะหยุดถอนตัวออกจากโครงการวิจัย

วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556

พิมพ์ตรา 27 ส.ค. 2557



9. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

หากผลการศึกษาวิจัยสามารถเพิ่มการใช้พลังงานในเพศหญิงที่มีภาวะน้ำหนักเกินได้จริง จะเปิดทางเลือกให้แก่ผู้ที่มีภาวะน้ำหนักเกินในการดูแลสุขภาพของตนเอง และสามารถป้องกันโรคแทรกซ้อนจากภาวะน้ำหนักเกินได้

10. อันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการเข้าร่วมในโครงการวิจัย

หากพบอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิจัย ท่านจะได้รับการรักษาอย่างเหมาะสมทันที และท่านปฏิบัติตามคำแนะนำของทีมผู้ทำวิจัยแล้ว ผู้ทำวิจัยยินดีจะรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปยังสถานพยาบาลที่ท่านสังกัดตามความเหมาะสม และการลงนามในเอกสารให้ความยินยอม ไม่ได้หมายความว่าท่านได้สละสิทธิ์ทางกฎหมายตามปกติที่ท่านพึงมี

ในกรณีที่ท่านได้รับอันตรายใด ๆ หรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย ท่านสามารถติดต่อกับผู้ทำวิจัยคือ นายธิตติ ญาณปรีชาเศรษฐ โทร. 085-838-8911 ได้ตลอด 24 ชั่วโมง

11. ค่าใช้จ่ายของท่านในการเข้าร่วมการวิจัย

ท่านจะได้รับอาหารเสริมโคเอนไซม์คิวเทนในโครงการวิจัยจากผู้สนับสนุนการวิจัยโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย (ค่าใช้จ่ายอื่นที่เกี่ยวข้องกับโครงการวิจัย เช่น ค่าธรรมเนียมทางการแพทย์ และ ค่าวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะเป็นผู้รับผิดชอบทั้งหมด)

ท่านจะไม่ได้รับเงินค่าตอบแทนจากการเข้าร่วมในการวิจัย แต่ท่านจะได้รับค่าเดินทางตามความเหมาะสม โดยไม่เกินครั้งละ 300 บาทต่อหนึ่งท่าน

12. การเข้าร่วมและการสิ้นสุดการเข้าร่วมโครงการวิจัย

การเข้าร่วมในการวิจัยของท่านเป็นโดยสมัครใจ และสามารถปฏิเสธที่จะเข้าร่วมหรือถอนตัวจากการวิจัยได้ทุกขณะ โดยไม่ต้องให้เหตุผลและไม่สูญเสียประโยชน์ที่พึงได้รับ โดยจะไม่มีผลต่อการดูแลรักษาโรคของท่านแต่อย่างใด

ผู้ทำวิจัยอาจถอนท่านออกจากการเข้าร่วมการวิจัย เพื่อเหตุผลด้านความปลอดภัยของท่าน หรือเมื่อผู้สนับสนุนการวิจัยยุติการดำเนินงานวิจัย หรือในกรณีดังต่อไปนี้

- ท่านไม่สามารถปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ทำวิจัย
- ท่านรับประทานยาที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในการศึกษา
- ท่านตั้งครุภะระหว่างที่เข้าร่วมโครงการวิจัย
- ท่านเกิดการข้างเคียง หรือความผิดปกติของผลทางห้องปฏิบัติการจากการได้รับยาที่ใช้ในการศึกษา
- ท่านแพ้ Coenzyme Q10 ที่ใช้ในการศึกษา
- ท่านต้องการปรับเปลี่ยนการรักษาด้วยยาตัวที่ไม่ได้รับอนุญาตจากการวิจัยครั้งนี้

เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54

วันที่รับรอง..... 28 ส.ค. 2556

วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557



13. การปกป้องรักษาข้อมูลความลับของอาสาสมัคร

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับท่านจะเก็บเป็นความลับ หากมีการเสนอผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวม ข้อมูลใดที่สามารถระบุถึงตัวท่านได้จะไม่ปรากฏในรายงาน ข้อมูลที่อาจนำไปสู่การเปิดเผยตัวท่านจะได้รับการปกปิดและจะไม่เปิดเผยแก่สาธารณชน ในกรณีที่ผลการวิจัยได้รับการตีพิมพ์ ชื่อและที่อยู่ของท่านจะต้องได้รับการปกปิดอยู่เสมอ โดยจะใช้เฉพาะรหัสประจำโครงการวิจัยของท่าน

จากการลงนามยินยอมของท่านผู้ทำวิจัย และผู้สนับสนุนการวิจัยสามารถเข้าไปตรวจสอบบันทึกข้อมูลของท่านได้แม้จะสิ้นสุดโครงการวิจัยแล้วก็ตาม หากท่านต้องการยกเลิกการให้สิทธิ์ดังกล่าว ท่านสามารถแจ้งหรือเขียนบันทึกขอยกเลิกการให้คำยินยอม โดยส่งไปที่ คณะวิทยาศาสตร์การกีฬา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนน พระราม 1 เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 02-218-1022-24 โทรสาร 02-218-1019

หากท่านขอยกเลิกการให้คำยินยอมหลังจากที่ท่านได้เข้าร่วมโครงการวิจัยแล้ว ข้อมูลส่วนตัวของท่านจะไม่ถูกบันทึกเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามข้อมูลอื่น ๆ ของท่านอาจถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลการวิจัย และท่านจะไม่สามารถกลับมาเข้าร่วมในโครงการนี้ได้อีก

จากการลงนามยินยอมของท่านผู้ทำวิจัยสามารถบอกรายละเอียดของท่านที่เกี่ยวกับการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ให้แก่แพทย์ผู้รักษาท่านได้ก็ต่อเมื่อผู้มีส่วนร่วมการวิจัยอนุญาตเท่านั้น

14. สิทธิของผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

ในฐานะที่ท่านเป็นผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย ท่านจะมีสิทธิดังต่อไปนี้

- 14.1 ท่านจะได้รับทราบถึงลักษณะและวัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้
- 14.2 ท่านจะได้รับการอธิบายเกี่ยวกับระเบียบวิธีการของการวิจัยทางการแพทย์ รวมทั้งยาและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้
- 14.3 ท่านจะได้รับการอธิบายถึงความเสี่ยงและความไม่สบายที่จะได้รับจากการวิจัย
- 14.4 ท่านจะได้รับการอธิบายถึงประโยชน์ที่ท่านอาจจะได้รับจากการวิจัย
- 14.5 ท่านจะได้รับการเปิดเผยถึงทางเลือกในการรักษาด้วยวิธีอื่น ยา หรืออุปกรณ์ซึ่งมีผลดีต่อท่านรวมทั้งประโยชน์และความเสี่ยงที่ท่านอาจได้รับ
- 14.6 ท่านจะได้รับทราบแนวทางในการรักษา ในกรณีที่พบโรคแทรกซ้อนภายหลังการเข้าร่วมในโครงการวิจัย

หากท่านไม่ได้รับการปฏิบัติตามข้อมูลดังกล่าวสามารถร้องเรียนได้ที่ คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147 หรือ 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th



เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54
วันที่รับรอง..... 2 ๒ ส.ค. 2556
วันหมดอายุ..... 2 7 ส.ค. 2557

เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

กลุ่มหนึ่ง (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทนอย่างเดียว)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย

การวิจัยเรื่อง บทบาทของ โคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN)

ผู้วิจัย นายธิตี ญาณปริชาเศรษฐี ที่อยู่อาคารชุดลุมพินี สวีท ปิ่นเกล้า 1/335 ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทรศัพท์มือถือ 085-838-8911 อีเมล thitiy@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยงอันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมที่จะได้รับโคเอนไซม์คิวเทนวันละ 200 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 เม็ด หลังอาหาร 2 เวลา เข้า-เย็น เป็นเวลา 12 สัปดาห์ โดยจะมีการตรวจวัดส่วนสูง น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ บันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO₂) และเจาะเลือด ปริมาณ 2 ซ้อนชา เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) โกลูเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด ทั้งก่อนและหลังการวิจัย เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและตัวอย่างเลือดจะถูกทำลายทั้งหมด



เลขที่โครงการวิจัย..... 153. 1/54

วันที่รับรอง..... 28 ส.ค. 2556

วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557

2

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ หรือสิทธิในการดูแลรักษาอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไปทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นายธิตี ญาณปรีชาเศรษฐ)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย 153. 1/54
วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556
วันหมดอายุ 27 ส.ค. 2557

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

กลุ่มสอง (ออกกำลังกายอย่างเคี้ยว)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่ง ได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วม โครงการวิจัย

การวิจัยเรื่อง บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN)

ผู้วิจัย นายธิตี ญาณปรีชาเศรษฐ ที่อยู่อาศัยอาคารชุดลมพินี สวีท ปิ่นเกล้า 1/335 ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทรศัพท์มือถือ 085-838-8911 อีเมล thitit@hotmai.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย และเข้ารับการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 36 ครั้ง โดยจะมีการตรวจวัดส่วนสูง น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ บันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO₂) และเจาะเลือด ปริมาณ 2 ซ้อนชา เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) โคเลสเตอรอล ไครอทีเซอรัลด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด ทั้งก่อนและหลังการวิจัย เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและตัวอย่างเลือดจะถูกทำลายทั้งหมด



เลขที่โครงการวิจัย 153.1/54
วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556
ผู้แทนอาสา 27 ส.ค. 2557

2

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ หรือสิทธิในการดูแลรักษาอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไปทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นายธิตี ญาณปรีชาเศรษฐ)

ผู้วิจัยหลัก

เลขที่โครงการวิจัย 153-1/54

วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556

วันหมดอายุ 27 ส.ค. 2557



ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

กลุ่มสาม (รับประทานโคเอนไซม์คิวเทนร่วมกับการออกกำลังกาย)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

การวิจัยเรื่อง บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการเผาผลาญพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN)

ผู้วิจัย นายธิตี ญาณปรีชาเศรษฐ ที่อยู่อาคารชุดลุมพินี สวิท ปิ่นเกล้า 1/335 ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทรศัพท์มือถือ 085-838-8911 อีเมลล์ thitity@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกาย และรับประทานโคเอนไซม์คิวเทนวันละ 200 มิลลิกรัม ครั้งละ 1 เม็ด หลังอาหาร 2 เวลา เข้า-เย็น ร่วมกับการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรเป็นเวลา 12 สัปดาห์ จำนวน 36 ครั้ง โดยจะมีการตรวจวัดส่วนสูง น้ำหนัก เปรอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ บันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO₂) และเจาะเลือด ปริมาณ 2 ซ้อนชา เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) โคลเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด ทั้งก่อนและหลังการวิจัยเมื่อสิ้นสุดการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและตัวอย่างเลือดจะถูกทำลายทั้งหมด



เลขที่โครงการวิจัย 153.1/54
วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556
วันหมดอายุ 27 ส.ค. 2557

2

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ หรือสิทธิในการดูแลรักษาอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไปทั้งสิ้น

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นายธิตี ญาณปริชาเศรษฐ)

ผู้วิจัยหลัก

เลขที่โครงการวิจัย 153.1/54

วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556

หมดอายุ 27 ส.ค. 2557



ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

เอกสารแสดงความยินยอมเข้าร่วมในโครงการวิจัย

กลุ่มที่ (กลุ่มควบคุม)

ทำที่.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เลขที่ ประชากรตัวอย่างหรือผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย.....

ข้าพเจ้า ซึ่งได้ลงนามท้ายหนังสือนี้ ขอแสดงความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

การวิจัยเรื่อง บทบาทของโคเอนไซม์คิวเทน และการฝึกด้วยแรงต้านแบบวงจรต่ออัตราการผลิตพลังงานในขณะพัก และขณะเดินบนลู่วิ่งที่ระดับต่ำกว่าความสามารถสูงสุดในเพศหญิงอายุ 40-60 ปี ที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (THE ROLE OF COENZYME Q₁₀ AND CIRCUIT RESISTANCE TRAINING ON ENERGY EXPENDITURE AT REST AND DURING SUBMAXIMAL TREADMILL WALKING IN 40-60 YEARS OLD OVERWEIGHT WOMEN)

ผู้วิจัย นายธิต ญาณปรีชาเศรษฐ ที่อยู่อาศัยอาคารชุดลุมพินี สวีท ปิ่นเกล้า 1/335 ถนนสมเด็จพระปิ่นเกล้า แขวงบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ 10700 โทรศัพท์มือถือ 085-838-8911 อีเมล thitij@hotmail.com

ข้าพเจ้า ได้รับทราบรายละเอียดเกี่ยวกับที่มาและวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย รายละเอียดขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องปฏิบัติหรือได้รับการปฏิบัติ ความเสี่ยง/อันตราย และประโยชน์ซึ่งจะเกิดขึ้นจากการวิจัยเรื่องนี้ โดยได้อ่านรายละเอียดในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัยโดยตลอด และได้รับคำอธิบายจากผู้วิจัย จนเข้าใจเป็นอย่างดีแล้ว

ข้าพเจ้าจึงสมัครใจเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้ ตามที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย โดยข้าพเจ้ายินยอมให้มีการตรวจวัดส่วนสูง น้ำหนัก เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย มวลกล้ามเนื้อ บันทึกอัตราการใช้ออกซิเจนในร่างกาย (VO₂) และเจาะเลือด ปริมาณ 2 ซ้อนชา เพื่อตรวจไขมันในเลือดทั้งชนิดดี (HDL) และไม่ดี (LDL) โคลเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์ และน้ำตาล รวมถึงตรวจวัดค่าของโคเอนไซม์ในกระแสเลือด ทั้งก่อนและหลังการวิจัย เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยและตัวอย่างเลือกจะถูกทำลายทั้งหมด

ข้าพเจ้ามีสิทธิถอนตัวออกจากการวิจัยเมื่อใดก็ได้ตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งเหตุผล ซึ่งการถอนตัวออกจากการวิจัยนั้น จะไม่มีผลกระทบในทางใดๆ หรือสิทธิในการดูแลรักษาอื่น ๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไปทั้งสิ้น



เลขที่โครงการวิจัย..... 153.1/54

วันที่รับรอง..... 28 ส.ค. 2556

วันหมดอายุ..... 27 ส.ค. 2557

2

ข้าพเจ้าได้รับคำรับรองว่า ผู้วิจัยจะปฏิบัติต่อข้าพเจ้าตามข้อมูลที่ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และข้อมูลใดๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้าพเจ้า ผู้วิจัยจะเก็บรักษาเป็นความลับ โดยจะนำเสนอข้อมูลการวิจัยเป็นภาพรวมเท่านั้น ไม่มีข้อมูลใดในการรายงานที่จะนำไปสู่การระบุตัวข้าพเจ้า

หากข้าพเจ้าไม่ได้รับการปฏิบัติตรงตามที่ได้ระบุไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย ข้าพเจ้าสามารถร้องเรียนได้ที่คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน กลุ่มสหสถาบัน ชุดที่ 1 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชั้น 4 อาคารสถาบัน 2 ซอยจุฬาลงกรณ์ 62 ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทรศัพท์ 0-2218-8147, 0-2218-8141 โทรสาร 0-2218-8147 E-mail: eccu@chula.ac.th

ข้าพเจ้าได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน ทั้งนี้ข้าพเจ้าได้รับสำเนาเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย และสำเนาหนังสือแสดงความยินยอมไว้แล้ว

ลงชื่อ.....

(นายธิตติ ญาณปรีชาเศรษฐ)

ผู้วิจัยหลัก



เลขที่โครงการวิจัย 153.1/54
วันที่รับรอง 28 ส.ค. 2556
หมดอายุ 27 ส.ค. 2557

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย

ลงชื่อ.....

(.....)

พยาน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

APPENDIX G
GS CERTIFICATE (Sanctband Exercise Band)



Zertifikat

Certificate

Registrier-Nr.
Registered No.

44 322 09 366822

Zeichen des Auftraggebers
Customer's reference

--

Auftragsdatum
Date of order

29.10.2008

Aktenzeichen
File reference

2.4-4000/09 Bul/Spri

Prüfbericht Nr.
Test report no.

TWR081027 001

**Name und Anschrift
des Auftraggebers**

**Sanctuary Health Sdn Bhd
464, Jalan Kuala Kangsar,
30010 Ipoh, Perak, Malaysia**

*Name and address of
the customer*

ist berechtigt, das unten
genannte Produkt
mit dem abgebildeten Zeichen
zu kennzeichnen



*is authorized to
provide the product
mentioned below with
the mark as illustrated*

Fertigungsstätte

**Sanctuary Health Sdn Bhd
464, Jalan Kuala Kangsar,
30010 Ipoh, Perak, Malaysia**

Manufacturing plant

Geprüft nach

DIN 32935: 1987

Tested in accordance with

Das Produkt entspricht den Anforderungen des Geräte- und Produktsicherheitsgesetzes GPSG § 7(1)
The product is conform with the requirements of the Equipment and Product Safety Act – GPSG § 7(1)

**Beschreibung des
Produktes**
(Details s. Anlage 1)

**Gymnastikband aus Latex,
Typ SB-001, SB-002, SB-003, SB-004, SB-005, SB-006**
*Sanctband Exercise Band / Pulling Exercise Equipment,
model SB-001, SB-002, SB-003, SB-004, SB-005, SB-006*

*Description of product
(Details see Annex 1)*

**TÜV NORD CERT GmbH
Zertifizierungsstelle für
Produktsicherheit**

Gültig bis / Valid until: 07.01.2014

Essen, 07.01.2009

Bitte beachten sie auch die umseitigen Hinweise
Please also pay attention to the information stated overleaf

Langemarckstr. 20 • 45141 Essen • Fon +49 (0)201 825 5120 • Fax +49 (0)201 825 3209 • Email: prodcert@tuv-nord.de



Anlage 1 zum Zertifikat Nr.: / Annex 1 to Certificate No.: 44 322 09 366822

Seite / Page 1 von / of, 1

Aktenzeichen: / File reference: 2.4-4000/09

07.01.2009

Produktart: Gymnastikband aus Latex
(Sanctband Exercise Band/ Pulling Exercise Equipment)

Typbezeichnung: SB-001, SB-002, SB-003, SB-004, SB-005, SB-006

Ursprungszeichen: Sanctuary Health Sdn Bhd

Farbe:	SB-001	SB-002	SB-003	SB-004	SB-005	SB-006
	Gelb	Orange	Grün	Blau	Violett	Grau

Die oben aufgeführten Produkte dürfen wie folgt gekennzeichnet werden:
The above mentioned products could be provided with the following marking:

TÜV NORD CERT GmbH
Zertifizierungsstelle für
Produktsicherheit

Q. Qw



APPENDIX H

CIRCUIT RESISTANCE TRAINING PROTOCOL

The circuit resistance training (CRT) program, were trained by pulling the band for 3 circuits (10 muscle training positions in each circuit with 60-90 seconds rest interval between each circuit). Each muscle training position was trained with 1 set and with 8-12 repetitions a set and then was alternatively trained with the other muscle groups without any break in one circuit. They were trained 3 days a week for every other day until 12 weeks.

10 Resistance Band Exercises

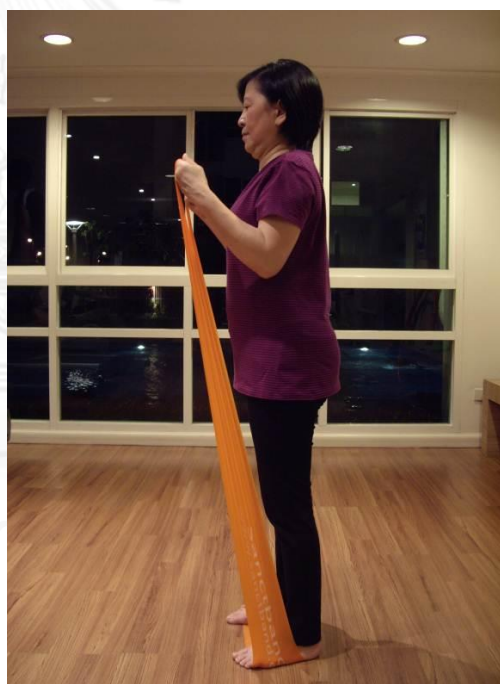
- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. Biceps curls | 6. Hip abduction |
| 2. Triceps extension | 7. Abdominal crunch |
| 3. Chest presses | 8. Kick back |
| 4. Pull back | 9. Lateral toward back |
| 5. Squats | 10. Single leg curl |

Circuit Resistance Training Program	
Load	3 sets with 8-12 RM each set
No. Exercise	10 exercises
Time per station	30-60 seconds
No. Circuits per session	3 sessions
Rest interval between sets	Continuous
Rest interval between circuits	60-90 seconds
Speed of execution	Slow to medium
Frequency	3 alternate days per week (Monday, Wednesday, and Friday)

CIRCUIT RESISTANCE TRAINING (CRT)

Exercise 1 (Biceps curls)

- Stand in neutral position.
- Wrap end of resistive band around each hand.
- Loop band around both feet, keeping feet shoulder-width apart.
- Raise hands up.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 2 (Triceps extension)

- Stand in neutral position.
- Grip resistive band with both arms.
- Slowly lift up the resistive band one side at a time above your head.
- Repeat for 8-12 repetitions.



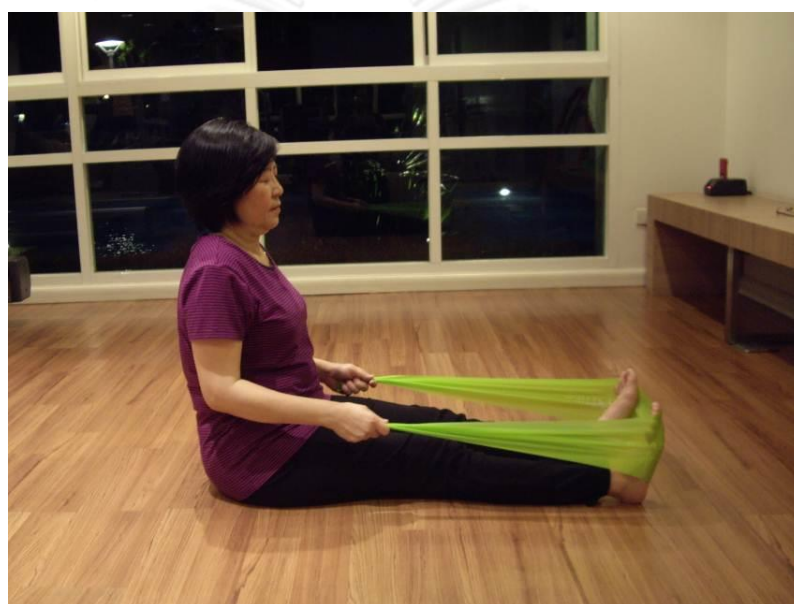
Exercise 3 (Chest presses)

- Sit on floor.
- Grip resistive band with both arms.
- Hold resistive band behind your back.
- Slowly Stretch forward with both hands.
- Repeat for 8-12 repetitions.



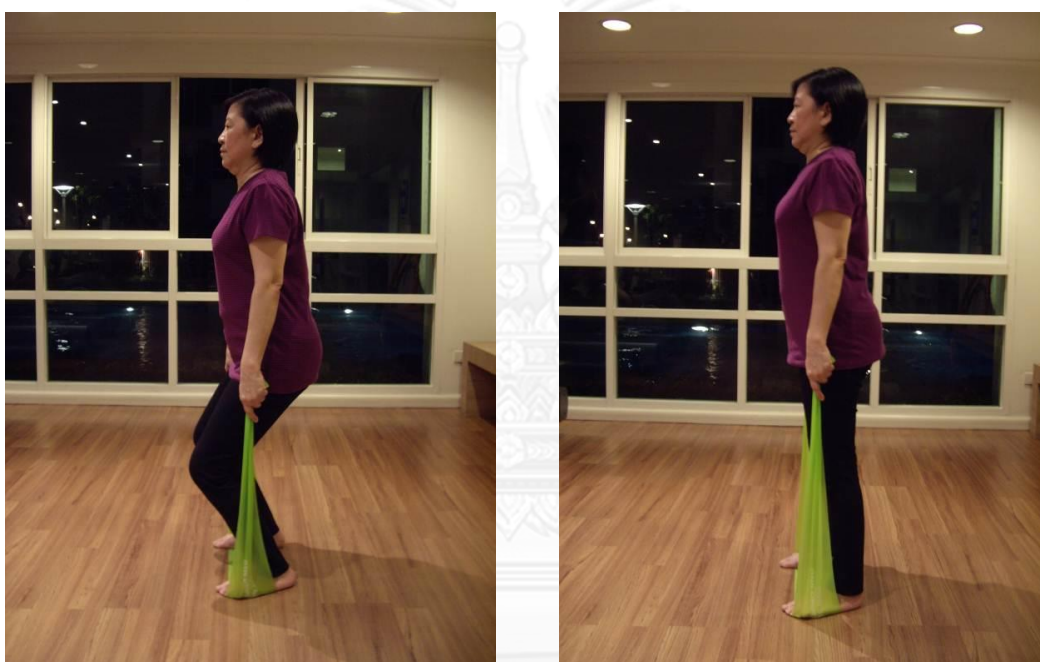
Exercise 4 (Pull back)

- Sit on floor.
- Hold resistive band firmly with supported at feet.
- Slowly pull backwards while maintaining tension.
- Repeat for 8-12 repetitions.



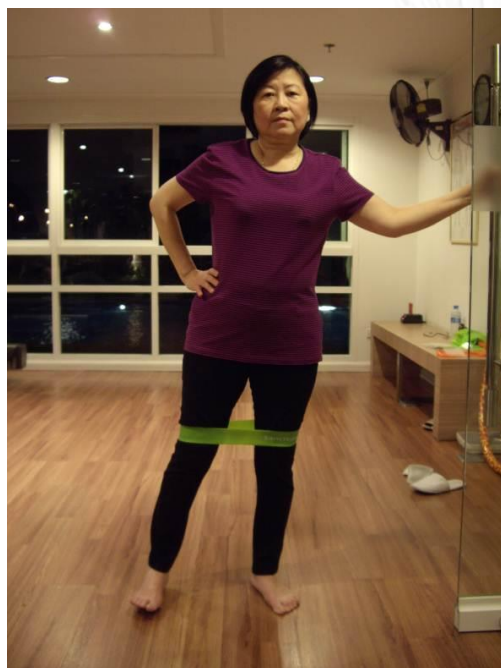
Exercise 5 (Squats)

- Grip resistive band with both arms.
- Squat lower and bend knee.
- Straighten body while maintaining tension on bands.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 6 (Hip Abduction)

- Place both legs in the resistive loop band.
- Extend outwards.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 7 (Abdominal crunch)

- Sit on resistive band and hold both ends.
- Sling resistive band behind shoulder.
- Bent and maintain tension.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 8 (Kick back)

- Place both legs in the resistive loop band above knees with neutral position.
- Single leg curls using gluteus muscle strength.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 9 (Lateral towards back)

- Hold resistive band with arms extend forward.
- Pull towards back and sideways.
- Repeat for 8-12 repetitions.



Exercise 10 (Single leg curl)

- Place both legs in the resistive loop band above ankles with neutral position.
- Single leg curls using hamstring strength.
- Repeat for 8-12 repetitions.



VITA

NAME: Thiti Yanprechaset

DATE OF BIRTH: 17 June 1983

PLACE OF BIRTH: Bangkok, Thailand

INSTITUTIONS ATTENDED: Bachelor of Science with 1st Class Honors in Sports Science, Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, 2006. Master of Science (Sports Physiology), Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, 2008. Doctor of Philosophy (Health Promotion Science), Faculty of Sports Science, Chulalongkorn University, 2013.

STUDY SCHOLARSHIPS: Chulalongkorn University Graduate Scholarship to Commemorate the 72nd Anniversary of His Majesty King Bhumibol Adulayadej

THESIS GRANT: The 90th Anniversary of Chulalongkorn University Fund (Ratchadaphiseksomphot Endowment Fund)

HOME ADDRESS: 99 Soi Boromarajonani 119, Boromarajonani road, Sala Thammasop, Thawi Watthana, Bangkok, Thailand, 10170.