ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็น ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

นางสาวนันทวัน โหละบุตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา
คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-3305-4
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF MODERATE EXERCISE ON PRE-BREAKFAST AND PRE-DINNER TO GLUCOREGULATION IN TYPE 2 DIABETES

Miss Nuntawan Holaputra

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Medicine
Faculty of Medicine
Chulalongkorn University
Academic Year 2002

ISBN 974-17-3305-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2
โดย	นางสาวนันทวัน โหละบุตร
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ สมพล สงวนรังศิริกุล

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์นายแพทย์ ภิรมย์ กมลรัตนกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์แพทย์หญิง ดร. บังอร ชมเดช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ สมพล สงวนรังศิริกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไล อโนมะศิริ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นันทวัน โหละบุตร : ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. (Effects of Moderate Exercise on Pre-breakfast and Pre-dinner to Glucoregulation in Type 2 Diabetes) อ. ที่ปรึกษา : ผศ.นพ.สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล จำนวน 91 หน้า. ISBN 974-17-3305-4.

การศึกษาวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกาย ระดับความหนักปานกลางเป็นเวลาต่อเนื่องกันสองสัปดาห์ระหว่างช่วงก่อนรับประทานอาหารเช้า กับการออกกำลังกายในช่วงบ่ายก่อนรับประทานอาหารเย็น ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่สอง อาสาสมัครเข้าร่วมในโครงการวิจัยจำนวน 18 คน (เพศชาย 10 คน เพศหญิง 8 คน) อายุระหว่าง 30-63 ปี มีการควบคุมเบาหวานอยู่ในระดับปานกลาง ($HbA_1c<8\%$) ได้รับการฝึกสอนให้ออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานทดสอบทุกวัน ด้วยความหนักระดับปานกลาง วันละครั้งเป็นเวลา 30 นาที โดยแบ่งเป็นสามคาบ คาบแรกอาสาสมัครจะทำการออกกำลังกายเป็นระยะเวลาสองสัปดาห์ในช่วงเช้าหรือบ่ายก่อน โดยวิธีการสุ่ม จากนั้นหยุดพักสองสัปดาห์ในคาบที่สอง คาบที่สามให้ทำการออกกำลังกายในช่วงเช้าหรือบ่ายที่เหลือต่ออีกสองสัปดาห์ ภายหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกาย ในแต่ละคาบ ได้ทำการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ก่อนและหลังอาหารทุกมื้อและก่อนเข้านอน ภายหลังการออกกำลังกายครั้งสุดท้าย อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่า ระดับฟรุคโตซามีนภายหลังออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ของผู้ที่เป็นเบาหวานมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารภายหลังออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์มีแนวโน้มลดลง และพบว่าระดับน้ำตาลในเลือดก่อนและหลังมื้ออาหารต่างๆ ภายหลังการออกกำลังกาย 24 ชั่วโมงในคาบที่ออกกำลังกายตอนบ่ายมีแนวโน้มลดลงมากกว่าคาบที่ออกกำลังกายก่อนเช้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักสูตร.....เวชศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา.....เวชศาสตร์การกีฬา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2545.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4375231430: MAJOR SPORTS MEDICINE
KEY WORD: DIABETES MELLITUS / MODERATE EXERCISE/ GLUCOREGULATION/
SHORT TERM CONTROL

NUNTAWAN HOLAPUTRA: EFFECTS OF MODERATE EXERCISE ON PRE-BREAKFAST AND PRE-DINNER TO GLUCOREGULATION IN TYPE 2 DIABETES. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. SOMPONGSE SUWANWALAIKORN, M.D., THESIS CO-ADVISOR: ASST. PROF. SOMPOL SANGUANRUNGSIRIKUL, M.D., 91 pp. ISBN 974-17-3305-4

The purpose of this study is to compare the effects of short term moderate intensity aerobic exercise between morning (pre-breakfast) exercise session and afternoon (pre-dinner) exercise session in term of glycemic control. Eighteen type 2 diabetic volunteers (10 males, 8 females), 30-63 years old, with fair glycemic control ($HbA_1c<8\%$) were asked to perform moderate intensity, stationary bicycle exercise for 30 minutes per day. A randomized cross-over study were designed accordingly. At the first period; subjects were randomly assigned to perform exercise for 30 minutes in the morning or afternoon session for two weeks, followed by a two weeks wash-out period, then subjects performed exercise at the subsequence morning or afternoon session for another two weeks. A 7-points (before and after each meals and before bedtime) blood glucose profile was determined immediately after the last exercise session of each periods. The results showed that serum fructosamine levels significantly decreased in afternoon exercise session. On the contrary, the fasting plasma glucose levels has trend to decreased in the morning session, the 7-points blood glucose profile following the afternoon exercise session was less than the morning session.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department……..Student's signature……
Field of study…….Sports Medicine…….Advisor's signature……
Academic year…..2002…….Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือจาก ผศ.นพ.สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผศ.นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษา ข้อแนะนำและข้อคิดเห็น ตลอดจนความเอาใจใส่ในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและปัญหาต่างๆเป็นอย่างดียิ่ง รวมถึง คณะกรรมการวิทยานิพนธ์ ศ.พญ.ดร.บังอร ชมเดช ผศ.ดร.เฉลิม ชัยวัชราภรณ์ และ ผศ.ดร.วิไล อโนมะศิริ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแก้ไขปรับปรุงและข้อคิดเห็นต่างๆ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจากบุคลากรประจำหน่วยพัฒนาสุขภาพ ภปร. ชั้น 2 หน่วยสุขศึกษา เวชศาสตร์ป้องกันและสังคม ภปร. ชั้น 2 หน่วยผู้ป่วยนอกอายุรกรรม ภปร. ชั้น 3 คุณโศภิตศจี ปสาทรัตน์ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ภปร. ชั้น 3 ที่สำคัญที่สุดขอขอบคุณผู้ป่วยเบาหวานที่เข้าร่วมในโครงการทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณเพื่อนๆและน้องๆนิสิตเวชศาสตร์การกีฬาทุกคน โดยเฉพาะน้องที่น่ารัก คือ นางสาวสุกัญญา เอกสกุลกล้าและนางสาวอภิญญา คันธา ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา ที่สำคัญคือ บัณฑิตวิทยาลัย ที่มอบทุนอุดหนุนแก่การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ พลตรี จารึก โหละบุตร คุณแม่ ภัทรา โหละบุตร ตลอดจนญาติ พี่และน้องทุกคนที่เป็นขวัญและกำลังใจ รวมทั้งการให้ความสนับสนุนช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ผู้วิจัยซาบซึ้งในความเมตตา กรุณา ปราณีของทุกท่านดังที่ได้กล่าวมาแล้ว และผู้ที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวนันทวัน โหละบุตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฏ

บทที่

1. บทนำ.....1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

คำถามการวิจัย.....3

วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

สมมติฐานการวิจัย.....3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....5

โรคเบาหวาน.....5

ตับอ่อนและฮอร์โมนอินซูลิน.....5

การแบ่งประเภทของเบาหวาน.....6

กลไกการเกิดเบาหวานชนิดที่ 2.....7

Insulin Resistance..... 8

การวินิจฉัยโรคเบาหวาน.....9

ระบบที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในร่างกาย.....10

การตรวจหาระดับน้ำตาลในกระแสเลือด.....10

ภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานชนิดที่ 2.....13

หลักการรักษาโรคเบาหวานและการดูแลสุขภาพ.....13

การรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2.....13

การออกกำลังกายกับโรคเบาหวาน.....15

การเตรียมตัวสำหรับการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน.....16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....17

3. วิธีดำเนินการวิจัย....22

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง....22

เกณฑ์การคัดเข้า....22

เกณฑ์การคัดออก....23

การคำนวณขนาดตัวอย่าง....23

กลุ่มตัวอย่าง....24

ขอบเขตของการวิจัย....24

ข้อตกลงเบื้องต้น....25

ข้อจำกัดของการวิจัยและการแก้ไข....26

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย....26

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....27

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล....27

วิธีการดำเนินการวิจัย....28

ลำดับขั้นตอนการฝึก....33

การวิเคราะห์ข้อมูล....35

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....36

5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ....48

สรุปผลการวิจัย....49

อภิปรายผลการวิจัย....49

ข้อเสนอแนะ....54

รายการอ้างอิง....56

ภาคผนวก....61

ก. เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ....62

ข. แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล....65

ค. Exercise Protocol (Ordinary Ramp Test)....67

ง. ตารางแสดงข้อมูลต่าง ๆ....68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

จ. ภาพแสดงการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดโดยรวมภายใน 24 ชม..77
ฉ. วิธีการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ.....90
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....91

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 แสดงการวินิจฉัยโรคเบาหวาน.....9

ตารางที่ 2.2 แสดงเป้าหมายการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน (ADA).....12

ตารางที่ 2.3 แสดงการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในขนาดต่ำในเบาหวานชนิดที่สอง..14

ตารางที่ 2.4 แสดงชนิดการออกกำลังกายที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่การรับรู้ของระบบประสาทเสียไป.....17

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะของประชากรตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการ.....37

ตารางที่ 4.2 ผลจากการให้การออกกำลังกาย ด้วยการสุ่มเลือกแบบ cross over trial ระหว่างการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า และการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แสดงข้อมูลด้วยค่าความแตกต่าง ของระดับฟรุคโตซามีน (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลาสองสัปดาห์ โดยมี wash-out period สองสัปดาห์ระหว่างสองช่วงเวลาการออกกำลังกาย (period).....38

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับฟรุคโตซามีน ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (N=18) 40

ตารางที่ 4.4 ผลจากการให้การออกกำลังกาย ด้วยการสุ่มเลือกแบบ cross over trial ระหว่างการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า และการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แสดงข้อมูลด้วยค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve: mg/dl*min) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลาสองสัปดาห์ โดยมี wash-out Period สองสัปดาห์ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย.....41

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายระหว่างกลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น กับ กลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (N=18).....44

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร(fasting blood glucose) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (N=18).....46

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

บทที่ 2

ภาพที่ 2.1 ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินขึ้นลงในแต่ละวันตามมื้ออาหาร.....6

ภาพที่ 2.2 glucose metabolism ในภาวะปกติ.....8

ภาพที่ 2.3 ภาพการจับกันระหว่างน้ำตาลกลูโคสและโปรตีน.....12

บทที่ 3

ภาพที่ 3.1 การทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนโดยเครื่อง Gas Analyzer..30

ภาพที่ 3.2 การฝึกออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยาน
(Monark 818 Bicycle Ergometer).....34

ภาพที่ 3.3 เครื่องเจาะน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ Glucometer.....35

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

ในสภาวะปัจจุบัน เบาหวานเป็นโรคที่คุกคามสุขภาพของประชากร เป็นอันดับต้นๆ ซึ่งโรคเบาหวานก็เป็นสาเหตุหนึ่ง จากสถิติรายงานขององค์การอนามัยโลก ในปี ค.ศ. 2000 พบว่า มีประชากรทั่วโลกป่วยเป็นโรคนี้มากถึง 176,525,312 ราย และคาดว่าจะเพิ่มสูงขึ้นถึง 370,023,002 ราย ในปี ค.ศ. 2030 ซึ่งคาดคะเนว่าในปี ค.ศ. 2010 จะพบจำนวนผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานในแถบเอเชียมากกว่า 50% ของผู้ป่วยเบาหวานทั้งหมด ในส่วนของประเทศไทยซึ่งอยู่ในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้น องค์การอนามัยโลกทำการสำรวจ พบว่ามีผู้ป่วยเป็นเบาหวาน 538,203 ราย และคาดว่าจะมีจำนวนสูงขึ้นถึง 2,912,626 ราย ในอีก 30 ปีข้างหน้า คือปี ค.ศ. 2030

เบาหวานเป็นโรคที่เกิดจากความผิดปกติของ metabolism ที่แสดงออกโดย มีภาวะน้ำตาลในเลือดสูง เกิดจากความผิดปกติในการหลั่งอินซูลินจากตับอ่อน และ/หรือความผิดปกติ ในการทำงานของอินซูลิน ปัจจุบันพบว่า คนไทยป่วยเป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เพิ่มมากขึ้น สาเหตุอาจเกิดมาจาก ความอ้วน พฤติกรรมการรับประทานอาหารตามแบบตะวันตก โดยเฉพาะอาหารที่ให้พลังงาน และมีไขมันสูง รวมทั้งการดำเนินชีวิตประจำวันที่สะดวกสบาย ทำให้ไม่ค่อยได้ใช้พลังงาน การขาดการออกกำลังกาย ซึ่งการรักษาเบาหวานในปัจจุบัน มีแนวทางสำคัญคือ การลดระดับน้ำตาลในเลือด ให้อยู่ในค่าที่ใกล้เคียงปกติ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายในการรักษาคือ ลดโอกาสเกิดโรคแทรกซ้อนโดยเฉพาะโรคหัวใจ และหากผู้ที่เป็นเบาหวานไม่สามารถควบคุมระดับน้ำตาลได้ ก็จะเกิดภาวะแทรกซ้อนทั้งเฉียบพลัน และเรื้อรัง เช่น ภาวะคีโตนในเลือดสูง ภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือด ขนาดใหญ่ ภาวะแทรกซ้อนของหลอดเลือดขนาดเล็ก

การรักษาระดับน้ำตาลในเลือด ให้อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับค่าปกตินั้น นอกเหนือจากการควบคุมอาหาร และการใช้ยาลดระดับน้ำตาลแล้ว ในปัจจุบันพบว่าการออกกำลังกาย มีบทบาทสำคัญ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลใน ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยรูปแบบของการออกกำลังกายมีหลากหลายชนิด ซึ่งที่เหมาะสม ต่อการแนะนำในผู้ป่วยเบาหวาน เป็นการออกกำลังกาย ที่มี

ความหนัก ระดับปานกลาง แบบแอโรบิกใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ชนิด non-weight bearing (เช่น stationary cycling, swimming, aquatic activity) อาจจัดให้เป็น แบบโปรแกรมการออกกำลังกายปฏิบัติ 3 ถึง 5 ครั้ง ต่อสัปดาห์นาน 6 สัปดาห์ถึง12 เดือน การให้โปรแกรมการออกกำลังกาย ร่วมกับการให้ความรู้เรื่อง การควบคุมอาหาร ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ซึ่งเป็นที่ทราบกันว่าได้รับผลดี ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลโดยเพิ่ม insulin sensitivity ลดการสร้างน้ำตาลกลูโคสจากตับ พร้อมกับเพิ่มความสามารถในการนำกลูโคสเข้าเซลให้ดีขึ้น ทำให้ระดับ HDL-cholesterol เพิ่มขึ้น และลดระดับ LDL-cholesterol Triglyceride ที่เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิด coronary artery disease โดยผลจากการปรับตัว ต่อการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก อย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 2 สัปดาห์ จะพบการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทั้งในระบบของร่างกาย ระดับเนื้อเยื่อ และระดับเซล แต่อย่างไรก็ตามเมื่อหยุดการฝึกประมาณ 1-2 สัปดาห์แล้ว ผลต่อการออกกำลังกาย เหล่านี้จะหมดไปอย่างสมบูรณ์

หลายปีที่ผ่านมา ได้มีงานวิจัยที่สนใจ ในเรื่องของช่วงเวลาในการออกกำลังกาย และการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งยังไม่มีรายงานที่แน่ชัด ว่าช่วงเวลาใดจะเหมาะสมที่สุด จากการศึกษาของ Larsen และ คณะในปี 1997 และปี 1999 ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการออกกำลังกายแบบเฉียบพลัน ขนาดปานกลางหลังอาหารมื้อเช้าเป็นเวลา 45 นาที จะช่วยลดระดับน้ำตาล และระดับของอินซูลินในเลือดได้ โดยผลของการลดระดับน้ำตาลนี้ จะไม่ส่งผลถึงมื้อถัดไป นั่นก็หมายความว่า มีผลเฉพาะ เมื่อออกกำลังกายในช่วงมื้อใดมื้อหนึ่งเท่านั้น โดยจะไม่ส่งผลถึงมื้ออาหารถัดไป

นอกจากนั้นได้มีผู้สนใจ ทำการศึกษาถึงช่วงเวลาที่เหมาะสม ในการออกกำลังกายทั้งในคนปกติ หรือในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายในช่วงเช้า จะมีผลในการลดระดับน้ำตาลได้น้อยกว่าในช่วงบ่าย ซึ่งมีบางงานวิจัย ยังพบว่าการออกกำลังกายในช่วงเช้า และการออกกำลังกายในช่วงบ่ายวันเดียวกัน อาจทำให้เกิดภาวะ hypoglycemia เห็นได้ว่าช่วงเวลาการอกกำลังกาย ที่แตกต่างกัน จะมีความสำคัญต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

สอดคล้องกับในปัจจุบัน พบว่าการออกกำลังกายเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มคนหลายกลุ่ม ทั้งในกลุ่มคนปกติ และกลุ่มผู้ป่วย และได้รับความนิยมมากขึ้น จากการสังเกตพบว่ามี การจัดกิจกรรม การออกกำลังกายตามสถานที่สาธารณะ หรือศูนย์ออกกำลังกายต่างๆ ซึ่งมักจะใช้ช่วงเช้าก่อนไปทำงาน หรือช่วงเย็นหลังเลิกงาน (เวลาประมาณ 16.00) ตรงกับเวลารับประทานอาหารเย็น แต่ยังมีการขัดแย้งว่า การออกกำลังกายในช่วงเช้าหรือเย็น ให้ผลแตกต่างกันหรือไม่โดยเฉพาะผู้

ป่วยเบาหวาน ซึ่งต้องมีการควบคุมอาหาร การใช้ยา ตลอดจนการจัดกิจกรรมการออกกำลังกายให้ตรงตามเวลาเพื่อผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลให้ได้ดีที่สุด

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา ผลของการฝึกออกกำลังกายระยะสั้น ในช่วงเวลาแตกต่างกันคือ ก่อนอาหารเช้าภายใน 2 สัปดาห์และ ก่อนอาหารเย็นภายใน 2 สัปดาห์ว่า จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในระยะ 24 ชั่วโมง ภายหลังการออกกำลังกายอย่างไรใน ผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งยังไม่พบว่ามีการศึกษาในผู้ป่วยชนิดที่ 2 และผลที่ได้ น่าจะมีประโยชน์ในการให้คำแนะนำ ในการออกกำลังกาย ในช่วงเวลาที่เหมาะสม แก่ผู้ป่วยเบาหวาน อาจนำไปใช้เป็นแนวทางการให้การรักษา ด้วยการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่สองได้

คำถามการวิจัย

การออกกำลังกายระยะสั้นในความหนักระดับปานกลาง ก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นจะมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แตกต่างกันหรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายระยะสั้นในความหนักระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนอาหารเย็น ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

สมมติฐานการวิจัย

1. การออกกำลังกายในระยะสั้นที่ความหนักระดับปานกลาง ก่อนอาหารเย็นสามารถลดระดับน้ำตาลฟรุคโตซามีนในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ดีกว่า ก่อนอาหารเช้า

2. การออกกำลังกายในระยะสั้นที่ความหนักระดับปานกลาง ก่อนอาหารเย็นสามารถลดระดับน้ำตาล โดยรวมใน 24 ชั่วโมงภายหลังการออกกำลังกาย ของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ให้อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ ดีกว่า ก่อนอาหารเช้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การออกกำลังกายในระยะสั้นที่ความหนักระดับปานกลาง ก่อนอาหารเย็นสามารถลดระดับน้ำตาล fasting blood glucose ในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้ดีกว่า ก่อนอาหารเช้า

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อทราบถึงผลของการออกกำลังกาย ในระยะสั้นในช่วงก่อนอาหารเช้า และก่อนอาหารเย็นต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาล ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 หากช่วงเวลาของการออกกำลังกาย มีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด แตกต่างกัน โดยไม่มีอาการแทรกซ้อน จะสามารถแนะนำให้ผู้ป่วยนำไปปฏิบัติ เพื่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีขึ้น

2. สามารถนำข้อมูลที่ได้ ไปปรับใช้ให้คำแนะนำ การจัดโปรแกรมการออกกำลังกาย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการรักษาได้

3. สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการค้นคว้าวิจัยต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

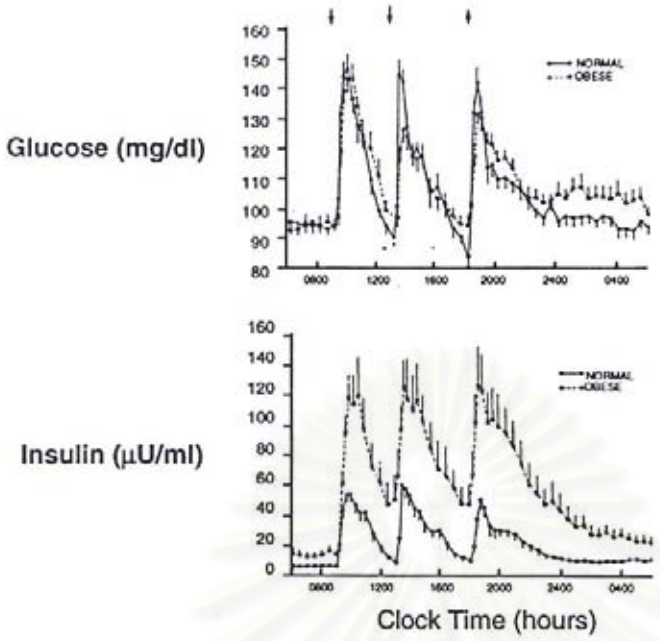
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โรคเบาหวาน[12]

คือภาวะที่ร่างกายมีระดับน้ำตาลในเลือด สูงกว่าปกติ เกิดจากความบกพร่องของการทำงานของฮอร์โมน อินซูลินซึ่งเป็นตัวพากลูโคสในกระแสเลือดเข้าสู่เนื้อเยื่อ ร่างกายจึงไม่สามารถนำน้ำตาลในเลือดซึ่งได้จากอาหารไปใช้ได้ตามปกติ ทำให้เกิดน้ำตาลในเลือดสูง (hyperglycemia) น้ำตาลในปัสสาวะสูง (glycosuria) และความผิดปกติของ metabolism ของคาร์โบไฮเดรต และสารอื่นๆ เช่น การเพิ่มการสลายโปรตีน ทำให้เพิ่มการสร้างกลูโคสจากสารอื่นๆ และลดการสร้างไกลโคเจน เพิ่มการสลายไขมัน ทำให้เพิ่มกรดไขมันในเลือด และเพิ่มการสลายกรดไขมัน ทำให้มี คีโตนในเลือดสูงขึ้น (ketonemia) หรือพบสารคีโตนในปัสสาวะสูง (ketonuria)

ตับอ่อนและฮอร์โมนอินซูลิน

ตับอ่อนเป็นอวัยวะที่อยู่ในช่องท้อง หลังกระเพาะอาหาร ทำหน้าที่สร้างและหลั่งอินซูลินเข้าสู่กระแสเลือด โดยอินซูลินเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากเซลในตับอ่อน (เบต้าเซล) ทำหน้าที่พาน้ำตาลกลูโคสในเลือด เข้าสู่เซลของอวัยวะต่างๆ และเผาผลาญเป็นพลังงานให้กับร่างกาย ซึ่งในภาวะปกติ ภายหลังรับประทานอาหาร ตับอ่อนจะสร้างและหลั่งอินซูลิน เข้าสู่กระแสเลือดในปริมาณสูง อย่างรวดเร็ว โดยอินซูลินจะนำน้ำตาลกลูโคสในเลือด ไปเก็บไว้ที่ตับและไขมัน และในภาวะที่ไม่ได้รับประทานอาหาร ตับอ่อนจะสร้างและหลั่งอินซูลินสู่กระแสเลือด ในปริมาณน้อยตลอดเวลา เพื่อรักษาระดับน้ำตาลในเลือด ไม่ให้สูงหรือต่ำเกินไป ระดับน้ำตาลที่ควรเป็น คือ 70 - 110 mg% ในขณะอดอาหาร และ 120 - 180 mg% ภายหลังรับประทานอาหาร ในผู้ที่เป็นเบาหวานนั้น จะมีความผิดปกติของตับอ่อน ไม่สามารถสร้างและหลั่งอินซูลินได้ ทันท่วงทีและพอเพียง จะทำให้น้ำตาลกลูโคส ไม่สามารถเข้าไปในเซลได้ น้ำตาลในเลือดค้างอยู่มากและมีระดับสูงขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็น เบาหวาน



ภาพที่ 2.1 แสดงระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินขึ้นลงในแต่ละวันตามมื้ออาหาร (Modified with permission from Polonsky KS, Given BD, Vancauter E. Twenty-four-hour profiles and pulsatile patterns of insulin secretion in normal and obese subjects. J Clin Invest. 1988; 81: 442-448.)

การแบ่งประเภทของเบาหวาน ตามสาเหตุการเกิด และพยาธิสภาพของโรค (Etiologic classification of diabetes mellitus)[13]

โดย ADA (American Diabetes Association) ในปี ค.ศ.1997 และ WHO (World Health Organization) ค.ศ.1998 ดังนี้

1) Type 1 diabetes พบได้ทุกอายุ อาจมีสาเหตุจากพันธุกรรมร่วมกับการอักเสบที่มีการทำลาย เบต้าเซลในตับอ่อน ทำให้สร้างอินซูลินไม่ได้ ร่างกายเกิดภาวะขาดอินซูลิน เบาหวานชนิดนี้จึงจำเป็นต้องรักษาด้วยยาฉีดอินซูลิน

2) Type 2 diabetes ส่วนใหญ่พบในคนอายุมาก ในคนไทยส่วนใหญ่พบเบาหวานชนิดที่สอง มากกว่าร้อยละ 90 – 95 ของผู้เป็นเบาหวาน มีกลไกการเกิดโรคที่สำคัญ คือ มีภาวะดื้อต่ออินซูลิน ร่วมกับตับอ่อนมีการหลั่งอินซูลินลดลง ผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงอายุมากกว่า

40 ปี รูปร่างอ้วน มีประวัติครอบครัวเป็นเบาหวานที่ชัดเจน นอกจากนี้ยังพบว่ามีไขมันในเลือดสูง ความดันโลหิตสูง มีไขมันบริเวณท้องมาก เป็นต้น

3) ชนิดอื่น ๆ

A. Genetic defects of β-cell function
B. Genetic defects in insulin action
C. Disease of the exocrine pancreas
D. Endocriniopathies เช่น ธัยรอยด์เป็นพิษ โรคคุชชิ่ง (Cushing's syndrome) เป็นต้น
E. Drug or chemical – induced เช่น ยาธัยรอยด์ ยาขับปัสสาวะ เป็นต้น
F. Infections
G. Uncommon forms of immune mediated diabetes
H. Other genetic syndrome sometimes associated with diabetes

4) Gestational diabetes mellitus (GDM)

เป็นเบาหวานที่ได้รับการวินิจฉัยครั้งแรกขณะตั้งครรภ์ หรือมีความผิดปกติของระดับน้ำตาลในเลือดสูงเมื่อทดสอบความทนต่อกลูโคสที่เกิดขึ้นก่อนการตั้งครรภ์ แต่ไม่เคยได้รับการตรวจวินิจฉัยมาก่อน ส่วนใหญ่พบเบาหวานเมื่อ ตั้งครรภ์ในไตรมาสที่ 2 หรือ 3 เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมน การตั้งครรภ์ที่ต้านฤทธิ์ต่อฮอร์โมนอินซูลิน ภายหลังการคลอดส่วนใหญ่เบาหวานจะหายไป

กลไกการเกิดเบาหวานชนิดที่ 2

โรคเบาหวานชนิดที่ 2 มีความผิดปกติใหญ่ๆ 2 อย่าง คือ

1. **Insulin resistance** ของอวัยวะที่ควบคุมการทำงานโดยอินซูลิน ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ คือ
   ก. มีการเพิ่มการผลิตน้ำตาลจากตับ
   ข. มีการใช้น้ำตาลผ่านทางกล้ามเนื้อลดลง
2. **Insulin deficiency** การหลั่งอินซูลินลดลง ซึ่งในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นั้นมีความผิดปกติของทั้ง 2 อย่างรวมกัน

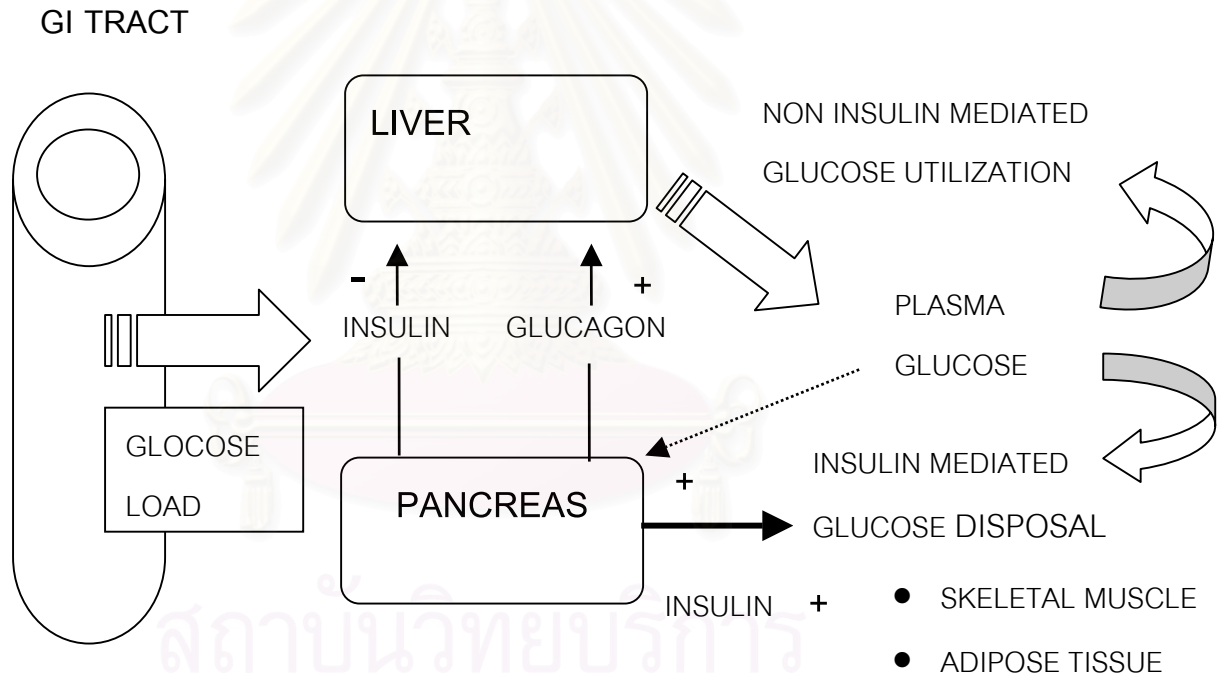
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Insulin Resistance[14,15,16,17]

หมายถึงความบกพร่องของอวัยวะต่างๆที่ทำให้ผลของอินซูลินต่ออวัยวะนั้นลดลง หน้าที่สำคัญของอินซูลินต่อ glucose metabolism คือ

1. ลดการผลิตของน้ำตาลจากตับ โดยทำให้ขบวนการ gluconeogenesis และ glycogenolysis ลดลง
2. เพิ่ม glucose uptake ใน peripheral tissue โดยส่วนใหญ่จะเป็นกล้ามเนื้อ ไขมันจะทำหน้าที่นี้เพียง 10%

จากหน้าที่ของอินซูลินข้างต้น ทำให้ผู้ป่วยที่มีภาวะ insulin resistance มีการสร้างน้ำตาลจากตับมากขึ้นและการกำจัดน้ำตาลลดลง ส่งผลให้น้ำตาลในกระแสเลือดสูงขึ้น



ภาพที่ 2.2 แสดง glucose metabolim ในภาวะปกติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวินิจฉัยโรคเบาหวาน[18,19]

ในปัจจุบันมีการวินิจฉัยโรคเบาหวาน 3 วิธี ได้แก่

1. **Fasting plasma glucose** เจาะเลือดตรวจหลังจากอดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง แต่ไม่ควรนานกว่า 12 ชั่วโมง โดยเกณฑ์การวินิจฉัยเบาหวาน คือ ระดับกลูโคส (พลาสม่า) มากกว่าหรือเท่ากับ 126 mg% จากผลการตรวจซ้ำอย่างน้อย 2 ครั้ง
2. **Casual (random) plasma glucose** คือ การเจาะเลือดตรวจเวลาใดก็ได้ โดยมีเกณฑ์การวินิจฉัยเป็นเบาหวาน คือ ระดับกลูโคสในเลือด มากกว่า หรือเท่ากับ 200 mg% ร่วมกับมีอาการของเบาหวานชัดเจน ได้แก่ หิวน้ำบ่อย ปัสสาวะบ่อย รับประทานอาหารจุ น้ำหนักตัวลดลง
3. การตรวจสอบความทนต่อน้ำตาลกลูโคส เกณฑ์การวินิจฉัยเบาหวาน คือ ระดับน้ำตาลกลูโคสในเลือด ที่ 2 ชั่วโมง หลังจากทำ glucose tolerance test (OGTT) โดยค่าระดับน้ำตาลภายหลังให้ดื่ม กลูโคส 75 กรัม แล้ว 2 ชั่วโมง มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 200 mg% ถ้าค่าที่ใช้ในการวิจัย ในแต่ละวิธีข้างต้น อยู่ในเกณฑ์ของโรคเบาหวาน ควรตรวจในวันอื่นอีก 1 ครั้ง เพื่อเป็นการยืนยันการวินิจฉัย ยกเว้นในกรณีที่มี plasma glucose สูง อาจชัดเจน ร่วมกับมี acute metabolic decompensation

	ปกติ	**IFG**	**IGT**	**เบาหวาน**
FPG (mg/dl)	<110	110-125		≥ 126
OGTT 2-h PG (mg/dl)	<140		140-199	≥ 200
Random PG (mg/dl)	<160			≥ 200

ตารางที่ 2.1 แสดงการวินิจฉัยโรคเบาหวาน, impaired fasting glucose (IFG), Impaired glucose tolerance (IGT)

ระบบที่ควบคุมการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในร่างกาย

1. **ระบบฮอร์โมน** (Glucoregulatory hormone) ได้แก่
   - อินซูลิน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงและ
   - กลูคากอน ทำให้ระดับกลูโคสในเลือดเพิ่มขึ้น
   - Catecholamine ออกฤทธิ์คล้ายกลูคากอน เป็นตัวสำคัญที่มีบทบาทในการปรับระดับน้ำตาลที่ต่ำลงให้เข้าสู่ภาวะปกติ
   - Growth hormone ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้น โดยกระตุ้นการสลายไขมันทำให้มีสารต้นกำเนิดของกระบวนการสังเคราะห์กลูโคสขึ้นใหม่จากไขมันคือ Acytyl-CoA เพิ่มขึ้น
   - Glucocorticoid กระตุ้นการสังเคราะห์กลูโคสขึ้นใหม่ โดยมีการสลายโปรตีนและไขมันเพิ่มขึ้น ทำให้มี Acytyl-CoA เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะที่ตับ ทำให้กลูโคสออกจากตับสู่กระแสเลือดมากขึ้น นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ ลดการใช้กลูโคสที่กล้ามเนื้อและไขมันอีกด้วย ผลคือฮอร์โมนนี้ทำให้น้ำตาลสูงขึ้น

2. **ระบบประสาท**

เซลประสาทของ Hypothamus อาจทำหน้าที่วัดระดับน้ำตาลกลูโคส (Glucoreceptor) ได้ว่าสูงหรือต่ำ และสามารถหลั่งฮอร์โมนและปล่อยพลังประสาทที่มีผลต่อระดับกลูโคสในเลือดให้ลดลงหรือเพิ่มขึ้น เพื่อรักษาสมดุลกลูโคสในร่างกาย

การตรวจหาระดับน้ำตาลในกระแสเลือด[20,21,22,23,24]

1. **การตรวจ** plasma glucose

โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น fasting postprandial และ random plasma glucose ซึ่งการตรวจด้วยวิธีนี้จะบอกถึงระดับน้ำตาล ในขณะตรวจเท่านั้น แต่เนื่องจากระดับน้ำตาลมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา จึงไม่สามารถบอกถึงการควบคุมน้ำตาลระยะยาวได้ American Diabetes Association ให้คำแนะนำว่า ควรใช้ทั้ง plasma glucose และการตรวจ glycosylated Hb (และ/หรือ fructosamine)

2 การตรวจน้ำตาลด้วยตนเอง (Self Monitoring Blood Glucose: SMBG)

เป็นการตรวจเพื่อติดตามระดับน้ำตาลที่เปลี่ยนแปลงตลอดวัน โดยการใช้ portable glucose meter เป้าหมายในการควบคุมระดับน้ำตาล ก่อนอาหาร (pre meal) ควรเป็น 4-7

mmol/l (72-126 mg/dl) หลังอาหาร (post prandial) ควรเป็น 4-10 mmol/l (72-180 mg/dl) แต่มื้อก่อนนอน (bed time) ควร > 7 mmol/l (> 126 mg/dl) เพื่อป้องกันการเกิดภาวะน้ำตาลต่ำเวลากลางคืน (nocturnal hypoglycemia) โดยปกติค่าน้ำตาลที่วัดได้จะแตกต่างกัน หากมาจาก plasma glucose จะมีค่าสูงกว่า whole blood glucose ประมาณ 10-15% ขึ้นกับชนิดของเครื่องมือที่ใช้วัด

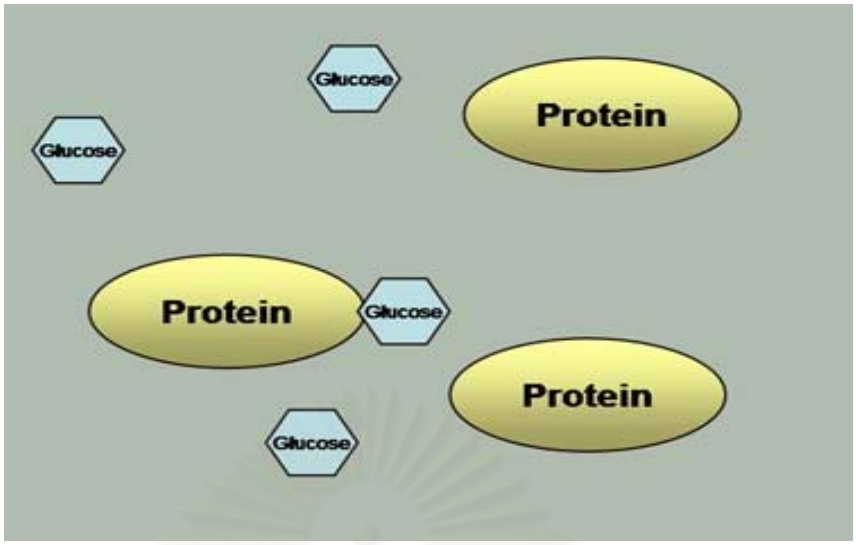
3 การตรวจน้ำตาลสะสม

เป็นการประเมินผลในระยะยาว การตรวจดังกล่าวได้แก่ glycated hemoglobin และ glysylated serum protein เช่น fructosamine

3.1 Glycated hemoglobin (GHb) (หรือ glycosylated hemoglobin , glycohemoglobin หรือ HbA_1c) เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ Hemoglobin ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงโดย nonenzymatic method จากปฏิกิริยาระหว่าง hemoglobin และ glucose อัตราการเปลี่ยนแปลงเมื่อเกิด GHb นี้ มีความสัมพันธ์ โดยตรงกับระดับของ plasma glucose ระดับของ GHb นี้บอกระดับน้ำตาลในระยะเวลา 2 เดือน

3.2 Fructosamine เป็นการตรวจน้ำตาลสะสมที่สามารถ บ่งบอกถึงการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลภายใน 1 – 3 สัปดาห์ เป็นการวัดระดับของ serum protein ketoamine ซึ่งมีการจับกับกลูโคส มีลักษณะเป็น reducing agents ใน alkaline solution เนื่องจากอายุของ serum protein อื่นๆ มีอายุน้อยกว่า hemoglobin การวัด fructosamine จึงสามารถใช้บอกระดับน้ำตาลในเวลา 2-3 สัปดาห์ ซึ่งจะมีความสำคัญในการควบคุม น้ำตาลในผู้ป่วยตั้งครรภ์ และผู้ป่วยที่มีความผิดปกติในการแปลผล GHb ข้างต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพการจับกันระหว่างน้ำตาลกลูโคสและโปรตีน

การตรวจทางห้องปฏิบัติการ	ค่าปกติ	ควบคุมได้	ค่าที่ควรมีการปรับเปลี่ยนการรักษา
ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลก่อนอาหาร (มก./ดล.)	< 110	90-130	< 90 > 150
ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลก่อนนอน (มก./ดล.)	< 120	110-150	< 110 > 180
Glycated Hemoglobin (%)	4-6	< 7	> 8
Fructosamine (ไมโครโมล/ลิตร)	195-279	< 280	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 2.2 แสดงเป้าหมายการควบคุม ระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวาน (American Diabetes Association)

ภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานชนิดที่ 2

การมีระดับน้ำตาลในเลือด สูงเป็นระยะเวลานานๆ ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนทั้ง microvascular และ macrovascular complication ได้แก่

1. ความผิดปกติของตา เช่น อาจเป็นต้อกระจกก่อนวัย สังเกตเห็นเลนส์แก้วตาขุ่นขาว มองเห็นลำบาก ในที่กลางแจ้ง จากการมีจอประสาทตาเสื่อม หรือมีเลือดออกในน้ำวุ้นในตา ทำให้ตาบอดได้
2. ความผิดปกติของระบบประสาท
3. ไตเสื่อม
4. ความผิดปกติของหลอดเลือด
5. ผิดปกติของระบบภูมิต้านทาน เกิดโรคติดเชื้อได้ง่าย

หลักการรักษาโรคเบาหวานและการดูแลสุขภาพ

1. การให้โภชนบำบัดหรือการควบคุมอาหาร
2. การใช้ยาเบาหวาน เช่น โรคเบาหวานชนิดที่ 1 ต้องใช้ยาฉีดอินซูลินและโรคเบาหวานชนิดที่ 2 รักษาด้วยยาเม็ดชนิดรับประทาน หรือใช้ยาฉีดอินซูลินร่วมด้วยเมื่อจำเป็น
3. การออกกำลังกาย ผู้ป่วยเบาหวานควรออกกำลังกายสม่ำเสมอ ทำให้มีการใช้พลังงานมากขึ้น จะช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือดและน้ำหนักตัว
4. ติดตามการรักษาอย่างต่อเนื่อง ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดให้ใกล้เคียงกับปกติ ระดับ HbA_1c ไม่ควรเกิน 7%
5. เฝ้าระวังภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน ผู้ป่วยเบาหวานควรได้รับการตรวจตา และตรวจสภาพการทำงานของไตจาก albumin ในปัสสาวะ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง แม้ไม่มีอาการ

การรักษาโรคเบาหวานชนิดที่ 2 [25,26,27]

ประกอบด้วย การควบคุมอาหาร การใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล การออกกำลังกาย

ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในเลือด

ปัจจุบันแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

1.**Insulin Secretagogues** (ยาที่กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน)

ก. Sulfonylurea ออกฤทธิ์กระตุ้นการหลั่งอินซูลิน ลด Hepatic glucose output และเพิ่ม insulin sensitivity

ข. Non-Sulfonylurea insulin secretagogue เป็นยาใหม่ที่ไม่ใช่กลุ่มยาซัลฟา ได้แก่ Novonorm และ Nateglinide (starlix) ออกฤทธิ์เร็ว มี half life สั้นประมาณ 1 ชั่วโมง ออกฤทธิ์แบบเดียวกับ Sulfonylurea

2.**Insulin sensitizer** (ยาที่เพิ่ม Insulin sensitivity)

ก. Biguanide ได้แก่ metformin มีฤทธิ์ลดการสร้างกลูโคสจากตับ เพิ่ม anaerobic glycolysis เพิ่มการใช้กลูโคสของกล้ามเนื้อโดยผ่านอินซูลิน ลดการดูดซึมกลูโคสจากทางเดินอาหาร

ข. Thiazolidinedione ออกฤทธิ์เพิ่ม insulin sensitivity โดยเพิ่มการใช้กลูโคสของกล้ามเนื้อและลดการใช้กลูโคสจากตับ

3.**ยาที่ลดการดูดซึมกลูโคส** ออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ glucosidase ที่ผนังลำไส้ ทำให้ลดการดูดซึมกลูโคส เป็นผลให้ลดระดับน้ำตาลในเลือด โดยเฉพาะหลังอาหาร ได้แก่ Acarbose (glucobay) และ volgibose (basen)

	Initial dose (mg)	Maximum total daily dose (mg)
Sulfonylurea		
Tolbutamine	500	2,000
Glibenclamide	2.5	15
Glipizide	2.5	20
Glicazide	80	240
Glimepiride	1	6
Metformin	500	3,000
Acrabose	50	600

ตารางที่ 2.3 แสดงการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในขนาดที่ต่ำในการรักษาเบาหวานชนิดที่สอง

การออกกำลังกายกับโรคเบาหวาน[28,29,30,31,32]

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ขณะฝึกออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานนั้น พบว่า มีการลดระดับของ fasting plasma insulin และการตอบสนองของ อินซูลิน ต่อ กลูโคส ลดลง เสริม whole-body sensitivity ต่อ อินซูลินได้ดีขึ้น ซึ่งการฝึกออกกำลังกายในกลุ่มคนที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ นั้นพบว่าภายหลังเมื่อได้รับการฝึก นาน 4-6 สัปดาห์ พบว่า ความไวต่ออินซูลินของกล้ามเนื้อมีมากขึ้น เป็นสัดส่วนเดียวกับ การเพิ่มขึ้นของค่า maximal oxygen consumption กลไกที่ทำให้กล้ามเนื้อมีความไวต่ออินซูลิน ได้คือ ขณะที่ร่างกายมีการเพิ่มขึ้นของ การไหลเวียนเลือด จะทำให้ ความเข้มข้นของ glucose transport protein (GLUT-4) ในกล้ามเนื้อ และ glycogen synthase activity เพิ่มขึ้นด้วย นอกจากนี้แล้ว ผลต่อขบวนการ เมตาบอลิสมของไขมัน จะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ HDL-cholesterol ซึ่งเป็นผลมาจาก lipoprotein lipase activity เพิ่มขึ้น

1.**ผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด** (Glycemic Control)

ในขณะที่ออกกำลังกาย กล้ามเนื้อลายซึ่งเป็นส่วนที่มีมากที่สุดของร่างกาย จะมีความต้องการพลังงานมากขึ้น ร่างกายสามารถนำน้ำตาลในเลือด ไปใช้ได้เพิ่มมากขึ้นจากเดิม ถึง 35 เท่า เกิดเนื่องจาก มีอัตราการไหลเวียนของเลือดไปสู่กล้ามเนื้อ ในขณะออกกำลังกาย เพิ่มมากขึ้น ทำให้น้ำตาลและอินซูลินในเลือด ถูกส่งไปยังกล้ามเนื้อ มากกว่าในขณะพัก เมื่อกล้ามเนื้อมีอัตราการใช้น้ำตาลที่สูง จะทำให้เกิดการแพร่ของน้ำตาลในเลือดขึ้น สัมพันธ์กับการเพิ่มความสามารถของ glucose transporters ในเยื่อหุ้มเซลขณะออกกำลังกาย ผลจากการออกกำลังกาย จะทำให้กล้ามเนื้อมีความไวต่ออินซูลินมากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อใช้อินซูลินน้อยลง กล้ามเนื้อสามารถใช้น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงานได้ดีขึ้น นอกจากนั้นแล้ว ปริมาณแคลเซียมที่สูงขึ้นในกล้ามเนื้อ ซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการออกกำลังกายนั้น จะมีแนวโน้มที่จะจับกับ glucose transporter ที่ไม่ active จะทำให้การขนส่งน้ำตาลดีขึ้น ในขณะที่ระดับอินซูลินไม่เปลี่ยนแปลง ดังนั้นการออกกำลังกายจึงมีผลที่สำคัญต่อการรักษาโรคเบาหวาน และหากมีการไม่เคลื่อนไหวร่างกายหรือการขาดการออกกำลังกายจะทำให้การต้านอินซูลินเพิ่มขึ้น

2.ผลต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด

การออกกำลังกายจะช่วยลดอัตราตายจากโรคแทรกซ้อนเช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ Stroke และโรคหลอดเลือดของประสาทส่วนปลายที่เพิ่มขึ้นในผู้ที่มีภาวะ arteriosclerosis และมีระดับน้ำตาลในเลือดสูง โดยช่วยให้ลดระดับไขมันในเลือดลงได้ ลดการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง และช่วยให้ระดับความดันโลหิตลดลง

3.น้ำหนักตัวลดลง

การออกกำลังกายร่วมกับการรับประทานอาหารที่เหมาะสมอาจช่วยให้น้ำหนักตัวลดลง ซึ่งจำเป็นสำหรับผู้ป่วยเบาหวานและโรคอ้วน ช่วยเสริมให้เมตาบอลิสมของร่างกายดีขึ้น ลดปัจจัยเสี่ยงต่อโรคหลอดเลือดหัวใจลงได้

4.ประโยชน์ทางด้านจิตใจ

การออกกำลังกายช่วยลดความเครียด เพิ่มความมั่นใจในตนเอง คุณภาพชีวิตดีขึ้น

การเตรียมตัวสำหรับการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวาน[32,33]

การเตรียมตัวสำหรับการออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานมีความสำคัญ และควรได้รับการพิจารณาถึงอันตรายจากภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน เช่น ภาวะเสี่ยงของหัวใจหลอดเลือด จอประสาทตาเสื่อม อาการทางระบบประสาทส่วนปลายเสื่อม เป็นต้น

การออกกำลังกายโดยทั่วไปจะแนะนำให้ต้องมีการอบอุ่นร่างกาย (warm up) และ cool down ใช้เวลา 5-10 นาที ในการออกกำลังกายแบบ aerobic activity (เช่น การเดิน การปั่นจักรยาน เป็นต้น) ด้วยความหนักเล็กน้อย เป็นการเตรียมกล้ามเนื้อ หัวใจ และปอด เพื่อตอบสนองกับความหนักของการออกกำลังกาย หลังจากนั้นตามด้วยการยืดกล้ามเนื้อเบาๆ อีก 5-10 นาที และหลังเสร็จสิ้นการออกกำลังกายแล้ว การ cool down จะมีวิธีการปฏิบัติคล้ายกันกับการ warm up อีก 5-10 นาที เป็นการปรับอัตราการเต้นของหัวใจ ให้กลับสู่ระดับก่อนเริ่มออกกำลังกาย

สำหรับรูปแบบการออกกำลังกายที่จำเพาะกับผู้ป่วยเบาหวานนั้นควรแนะนำการออกกำลังกายแบบแอโรบิก แต่สิ่งสำคัญที่ควรระมัดระวังและคำนึงถึง คือ การออกกำลังกายที่มีความเกี่ยวข้องกับเท้า ซึ่งหากไม่ระมัดระวังอาจทำให้เกิดแผลเรื้อรังได้ การใช้ silica gel หรือ air midsoles เช่น โพลีเอสเตอร์ (cotton-polyester) หรือใส่ถุงเท้าขณะเล่นกีฬา จะป้องกันการเกิดตุ่ม

น้ำ (blister) ลดการเสียดสีและรักษาเท้าให้แห้ง ป้องกันการบาดเจ็บเล็กๆน้อยๆ ของเท้าได้ สิ่งเหล่านี้มีความสำคัญต่อผู้ป่วยที่มีภาวะแทรกซ้อนของ Peripheral Nephropathy ที่มีการรับรู้ของอวัยวะส่วนปลายลดลง ดังนั้นผู้ป่วยควรได้รับการตรวจเท้า ก่อนและหลังการออกกำลังกายทุกครั้ง

Contraindication	Recommended exercise
Treadmill	Swimming
Prolong walking	Bicycling
Jogging	Rowing
Step exercise	Chair exercise Arm exercise Other non-weight-bearing exercise

ตารางที่ 2.4 แสดงชนิดการออกกำลังกายที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน ที่การรับรู้ของระบบประสาทเสียไป (loss of protective sensation)

การดูแลสารน้ำให้เหมาะสมขณะออกกำลังกายนั้นมีความสำคัญ คือ ขณะออกกำลังกายมีการสูญเสียเกลือแร่และน้ำทางการขับเหงื่อ ดังนั้นภาวะขาดน้ำอาจมีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดและการทำงานของหัวใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการออกกำลังกาย ในที่อากาศร้อนชื้นควรรักษาสมดุลของสารน้ำให้อยู่ในภาวะปกติ ดังนั้นควรให้สารน้ำก่อนการออกกำลังกาย (เช่น การให้น้ำเปล่า 1 แก้ว ดื่ม 2 ชั่วโมงก่อนการออกกำลังกาย) ซึ่งในขณะออกกำลังกายมีการสูญเสียเหงื่อ อาจประเมินได้จากน้ำหนักตัวที่ลดลง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน เป้าหมายของการรักษาเบาหวาน คือการควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติ หรือใกล้เคียงปกติมากที่สุด เพื่อลดโอกาสเสี่ยง ที่จะเกิดอันตรายจากภาวะดังกล่าว แนวทางการรักษาในปัจจุบัน นอกเหนือจากการใช้ยาลดระดับน้ำตาลในเลือด และการควบคุมอาหารแล้ว พบว่าการออกกำลังกาย มีบทบาทที่สำคัญมากขึ้น สามารถส่งเสริมกระบวนการ metabolism ในร่างกาย และป้องกันการเกิดโรค หรือเลื่อนระยะเวลาการเกิดภาวะแทรกซ้อนให้นานออกไปได้[34]

การให้การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ ในผู้ป่วยเบาหวาน มีข้อดี ในแง่ของการลดปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ เช่น ภาวะไขมันในเลือดสูง และ ภาวะความดันโลหิตสูง เป็นต้น เสริมความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาล และ เพิ่ม ความไวต่ออินซูลิน ลดปริมาณการใช้ยาในการรักษา ทั้งประเภทยาเม็ด และการฉีดอินซูลิน ทำให้มีคุณภาพชีวิตและสุขภาพจิตดีขึ้น[35] โดยรูปแบบของการออกกำลังกาย ที่แนะนำให้ผู้ป่วยกลุ่มนี้ จะเป็นแบบแอโรบิก ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ชนิด non-weight bearing เช่นการปั่นจักรยานอยู่กับที่ การออกกำลังกายในน้ำ เป็นต้น ซึ่งให้ความหนักของการออกกำลังกาย อยู่ในระดับปานกลาง ในรูปแบบของโปรแกรมการออกกำลังกาย หรือออกกำลังกายแบบเฉียบพลันส่งผลดี ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด[6]

Devlin JT.ในปี 1987 ศึกษาผลของการออกกำลังกาย อย่างหนักแบบ single bout exercise (85%VO_{2max}) ต่อ ความไวต่ออินซูลิน ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 เพศชาย พบว่าใน12 ชั่วโมงหลังออกกำลังกาย มีอัตราการใช้กลูโคส ในร่างกายเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับขณะพัก [36]

Devlin JT.ในปี1992 ทำการทบทวนวรรณกรรม เกี่ยวกับการออกกำลังกายต่อ ความไวต่ออินซูลิน ในผู้ป่วยเบาหวานพบว่า สามารถทำให้การควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดดีขึ้น (ทั้ง fasting plasma glucose และ HbA_1c) เป็นผลมาจากความไวต่ออินซูลิน ในกล้ามเนื้อลายเพิ่มขึ้น อัตราการใช้น้ำตาลในกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น[37]

จะเห็นว่าหลังจากให้การรักษา โดยการให้ออกกำลังกายแล้ว การติดตามการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดนั้นมีความสำคัญ ซึ่งเป็นการบอกถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งในปัจจุบันทางการแพทย์จะวัดระดับของ glycated hemoglobin หรือ ฮีโมโกลบินเอวันซี (HbA_1c)ของผู้ป่วยเบาหวานในช่วง 8-12 สัปดาห์ที่ผ่านมา แต่เมื่อต้องการทราบถึงผลของการเปลี่ยนแปลง ในระยะสั้นในช่วง 2 สัปดาห์นั้น จะอาศัยการวัด glycated protein ที่สำคัญคือ ฟรุคโทซามีน (fructosamine) ซึ่งเกิดจากการจับของกลูโคสกับกรดอะมิโนไลซีนของพลาสมาโปรตีนที่มีมากที่สุดชื่ออัลบูมิน (albumin) สามารถตรวจวัดในพลาสมาของคนเป็นเบาหวาน สามารถนำมาติดตามการรักษาและการควบคุมน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยในช่วง 2 สัปดาห์ได้ เนื่องจากครึ่งชีวิตของอัลบูมินสั้นกว่า ฮีโมโกลบิน และตรวจวัดง่ายกว่า HbA_1c ค่าปกติของฟรุคโตซามีน ในเลือดคือ 195-279 ไมโครโมล/ลิตร [38,39]

Martin Halle และ คณะในปี ค.ศ. 1999 ศึกษาอิทธิพลของการให้ โปรแกรมการออกกำลังกายร่วมกับการควบคุมอาหารใน 4 สัปดาห์ ต่อระดับ fasting plasma glucose ฟรุคโตซามีน ในผู้ป่วยเบาหวาน ชนิดที่ 2 ที่มีภาวะอ้วน เพศชาย 34 คน อายุ 49 $\pm$ 9 ปี BMI 33.1 $\pm$ 5.1 kg/m^2 โดยปั่นจักรยานที่ความหนัก 70%HR_{max} ครั้งละ 30 นาที เป็นเวลา 5 วัน/สัปดาห์ พบว่า ระดับ fasting plasma glucose ฟรุคโตซามีน ลดลง ($p<0.001$) [40]

Marc A. Roger และคณะในปีค.ศ. 1988 ศึกษาผลของการออกกำลังกาย ที่ระดับความหนัก 60%Heart rate$_{max}$ นาน 60 นาที เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ต่อ Glucose tolerance ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 จำนวน 10 ราย โดยสามวันแรกจะทดสอบในห้องทดลองด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ และในวันที่สี่ จะให้ออกกำลังกายที่บ้าน ด้วยการเดินที่ความหนักระดับ 60%Heart rate$_{max}$ หลังจากนั้นอีกสามวัน กลับมาออกกำลังกายในห้องทดลอง โดยจะให้เดินบนสายพาน นาน 30 นาที แล้วพัก 10 นาทีต่อด้วยการปั่นจักรยานอีก 20-30 นาที พบว่า ผล Oral glucose tolerance test (OGTT) ที่ 120 นาที มีระดับน้ำตาลในเลือด เฉลี่ยก่อนฝึกออกกำลังกาย เท่ากับ 227$\pm$23 mg/dl และหลังฝึกเท่ากับ 170$\pm$18 mg/dl ($p<0.001$) และระดับอินซูลิน มีค่าลดลงโดยเฉลี่ยก่อนฝึกเท่ากับ 172$\pm$27 μU/ml และหลังฝึกเท่ากับ 106$\pm$13 μU/ml ($p<0.001$)[41]

นอกจากนี้ ยังมีผู้สนใจทำการศึกษาถึง ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการออกกำลังกายซึ่งพบว่ามีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลแตกต่างกัน

Scheen และคณะโดยในปี ค.ศ.1998 ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อ glucose regulation ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันในชายสุขภาพดีโดยให้ ออกกำลังกายในตอนเช้า (5 คน) ตอนบ่าย (8 คน) เที่ยงคืน (9 คน) พบว่าระดับน้ำตาลในตอนเที่ยงคืนลดลงประมาณ 50% เทียบกับตอนเช้า และตอนบ่าย[42]

Zang JQ และคณะในปี ค.ศ.1998 ศึกษาผลของช่วงเวลาการออกกำลังกายต่อการเปลี่ยนแปลงระดับไขมันหลังอาหารในชายสุขภาพดี ที่ออกกำลังกายเป็นประจำ 21 คน (อายุ 27 $\pm$ 1.7 ปี) โดยแต่ละคนได้รับอาหารประเภทไขมันและออกกำลังกาย ที่ระดับความหนัก 60%VO_2max เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เปรียบเทียบระหว่าง 1 ชั่วโมงก่อนอาหาร 1 ชั่วโมงหลังอาหาร และ 12 ชั่วโมงหลังอาหาร พบว่าการออกกำลังกาย 1 ชั่วโมงก่อนอาหารจะมีผลดีต่อการตอบสนองของ triglyceride และ HDL metabolism [43]

นอกจากนั้นได้มีผู้สนใจทำการศึกษา ถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมในการออกกำลังกาย ทั้งในคนปกติหรือในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 พบว่า การออกกำลังกายในช่วงเช้าจะมีผลในการลดระดับน้ำตาลได้น้อยกว่าในช่วงบ่าย[10] ซึ่งมีบางวิจัยยังพบว่าการออกกำลังกายในช่วงเช้า และการออกกำลังกายในช่วงบ่ายวันเดียวกัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำได้[11] จะเห็นได้ว่าช่วงเวลาในการรับประทานอาหาร จะเป็นสิ่งกระตุ้นหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด

Ruegemer J.J. และคณะ ในปี ค.ศ.1990 ทำการศึกษาการตอบสนองของการออกกำลังกาย ต่อการควบคุมระดับน้ำตาล ในช่วงก่อนอาหารเช้า และก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 จำนวน 6 คน ที่ได้รับการรักษาด้วยการใช้อินซูลิน ออกกำลังกาย 30 นาที ที่ระดับความหนัก 60%VO_2max ในช่วงเวลาก่อนอาหารเช้า และเวลา 16.00 น. จากการศึกษาพบว่า การออกกำลังกายในช่วงก่อนอาหารเช้า จะพบอัตราเสี่ยงต่อการเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ได้น้อยกว่า

การออกกำลังกาย ในช่วงก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 ทั้งนี้เชื่อว่า ในช่วงเช้าจะมี free-insulin concentration ในปริมาณที่ต่ำ จึงทำให้เกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ น้อยกว่า การออกกำลังกายในช่วงก่อนอาหารเย็น ฉะนั้นการออกกำลังกายในช่วงเช้า จึงเหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่หนึ่ง[10]

Torres-Tamayo M และคณะ ในปี ค.ศ. 1996 ได้ทำการศึกษาผลของการให้โปรแกรมการอออกกำลังกาย 60 นาที วันละ 2 ครั้ง ร่วมกับการให้อินซูลินฉีด และควบคุมอาหาร ต่อการ control metabolism เปรียบเทียบก่อนและหลังการให้โปรแกรมการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์ ใน Training Camp ของ Juvenile Diabetes ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 1 พบว่า ระดับฟรุคโตซามีน มีค่าลดลงจาก 430 เป็น 362.7 mg/dL ($p<0.001$)[44] แต่เนื่องจากพยาธิสภาพของโรค เบาหวานชนิดที่ 1 และ 2 นั้นต่างกันจึงไม่สามารถนำมาอธิบายแทนได้

เกือบ 50% ของผู้ป่วยเบาหวาน เป็นผู้ที่มีอายุมากกว่า 65 ปี [45] จึงมีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกายในกลุ่มคนวัยนี้ ซึ่งมีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวานได้มาก

Raz I และคณะในปี 1994 ศึกษาการให้การออกกำลังกายระดับปานกลาง วันละ 45 นาที สามวันต่อสัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่าระดับ ฟรุคโตซามีนและ glycohemoglobin ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ[46] เช่นเดียวกับ Tessier D.และคณะในปี 2000 พบว่าการให้ กิจกรรมการออกกำลังกายแบบ aerobic เป็นเวลา 16 สัปดาห์ ในผู้ป่วยเบาหวานที่สูงอายุจะเสริมความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้[47]

นอกจากนั้น มีการศึกษาในสัตว์ทดลองที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 เกี่ยวกับการให้การออกกำลังกาย กับภาวะแทรกซ้อน nephropathy

Chiasera และคณะในปี 2000 พบว่าการให้ aerobic training โดยการวิ่งบน Treadmill วันละ 1 ชั่วโมง 5 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 18 สัปดาห์ ใน Zuker rat ที่เป็นเบาหวานชนิดที่สอง สามารถทำให้ลดระดับ albuminurea และเสริมการทำงานของ metabolic control ได้ดีขึ้น[48]

ในส่วนของงานวิจัยที่เกี่ยวกับช่วงเวลากับการออกกำลังกาย ในผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานนั้น

Sakey AH และ Jefferson IG ในปี 1996 ศึกษาการให้กิจกรรมทางกาย กับ การควบคุมระดับน้ำตาล ในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานเด็กโดยการทำบันทึกกิจกรรมที่บ้านเป็นเวลา 6 วัน แล้วติดตามระดับน้ำตาลในเลือด 24 ชั่วโมงพบว่าผู้ป่วยที่มีกิจกรรมทางกายมากในเวลาเช้า อาจทำให้ระดับน้ำตาลในเลือด และฟรุคโตซามีน ลดลงมากกว่าในกลุ่มที่มี กิจกรรมพอๆกัน[49]

Larsen และ คณะในปี 1997 และปี 1999 ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 พบว่าการออกกำลังกายแบบเฉียบพลัน ขนาดปานกลางหลังอาหารมื้อเช้าเป็นเวลา 45 นาที จะช่วยลดระดับน้ำตาล และระดับของอินซูลินในเลือดได้ โดยผลของการลดระดับน้ำตาลนี้ จะไม่ส่งผลถึงมื้อถัดไป

นั่นก็หมายความว่า มีผลเฉพาะ เมื่อออกกำลังกายในช่วงมื้อใดมื้อหนึ่งเท่านั้น โดยจะไม่ส่งผลถึงมื้ออาหารถัดไป[8,9]

จากการทบทวนวรรณกรรมดังกล่าว ที่เกี่ยวข้องกับการออกกำลังกายก่อนอาหาร ที่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดพบว่า การออกกำลังกายมีผลช่วยลดระดับน้ำตาล โดยเพิ่มการใช้น้ำตาลในกล้ามเนื้อ ผลการลดระดับน้ำตาลมีเพียงระยะสั้น ไม่มีผลต่อระดับน้ำตาลในเลือดภายหลังอาหารมื้อถัดไป การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ มีผลทำให้ระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานดีขึ้น โดยเป็นผลจากการลดภาวะต้านอินซูลิน การออกกำลังกายเวลาเช้า (ช่วงเวลาก่อนรับประทานอาหารเช้า) อาจมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลแตกต่างกัน การออกกำลังกายช่วงเวลาเย็นโดยเฉพาะในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 อาจเกิดภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำภายหลังการออกกำลังกายช่วงเวลาเย็น อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของการออกกำลังกายในช่วงเวลาต่าง ๆ ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 มีน้อยมาก จำนวนตัวอย่างที่เข้าร่วมการวิจัยน้อยเกินไป ซึ่งอาจทำให้ไม่มีความน่าเชื่อถือของข้อมูล ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาในกลุ่มคนปกติ และในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 รวมทั้งบางงานวิจัยไม่มีการควบคุมอาหารที่ดี จึงอาจทำให้การแปลผลการวิจัยผิดพลาดได้ ประกอบกับการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการออกกำลังกาย ก่อนมื้ออาหารในผู้ป่วยเบาหวานยังมีไม่มากนัก

จึงทำให้ผู้วิจัย มีความสนใจทำการศึกษา ผลของการออกกำลังกายก่อนมื้ออาหารเช้า และก่อนมื้ออาหารเย็นที่ความหนักระดับปานกลางเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่รักษาด้วยการควบคุมอาหาร ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าความรู้ที่ได้จากการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ป่วยในการรักษาโรคลดอันตรายจากภาวะ hyperglycemia ที่จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อน ลดค่าใช้จ่ายในการรักษา พร้อมกับเป็นแนวทางปฏิบัติ ให้ได้รับอันตรายจากการออกกำลังกายน้อยที่สุดและเกิดประโยชน์สูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีรูปแบบการวิจัย (Reseach design) แบบ cross over design เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 และการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลตลอดวันเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาก่อนอาหารเช้า กับช่วงเวลาก่อนอาหารเย็น โดยกลุ่มที่ทำการศึกษาจะได้รับทั้งสองวิธีการ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร (Target population) : ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ประชากรศึกษา (Study population) : ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการตรวจ ณ แผนกอายุรกรรมผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ประชากรตัวอย่าง (Sample population) : ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการตรวจ ณ แผนกอายุรกรรมผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเข้าและคัดออก ที่ยินดีและลงชื่อเข้าร่วมโครงการวิจัย เป็นลายลักษณ์อักษร

เกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria)

1. เพศหญิงหรือเพศชายอายุระหว่าง 30- 60 ปี
2. ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นโรคเบาหวานมานานกว่า6 เดือน ตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก
3. รักษาเบาหวานด้วยการควบคุมอาหาร หรือด้วยการใช้ยาลดระดับน้ำตาลชนิดรับประทาน ซึ่งมีระดับการใช้ยาที่คงที่อย่างน้อย 3 เดือน ได้แก่

- Glibenclamide $\leq$ 10 mg/day
- Glipizide $\leq$ 15 mg/day
- Glimiperide $\leq$ 2 mg/day
- Metformin $\leq$ 1500 mg/day

- Alphaglucoside (Glucobay) $\leq$ 100 mg/day

4. ระดับการควบคุมเบาหวาน อยู่ในเกณฑ์ที่ดีปานกลาง (HbA_1c มีค่าระหว่าง 6.5-9.0% ฟรุคโตซามีน มีค่าระหว่าง 259-320 μmol/dl)
5. ไม่มีโรคแทรกซ้อนเรื้อรังจากโรคเบาหวานที่รุนแรง เช่น nephropathy ที่มี heavy proteinurea, proliferative retinopathy
6. ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย ด้วยความเต็มใจ

เกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria)

1. เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 1
2 .มีปัญหาโรคข้อ กล้ามเนื้อ ระบบประสาท ที่ไม่สามารถออกกำลังกายได้
3. ผู้ป่วยที่ตั้งครรภ์
4. รักษาเบาหวานด้วยยาฉีด อินซูลิน
5. มีความผิดปกติของตับ ไต ขั้นรุนแรง
6. มีโรคหลอดเลือดหัวใจ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย
7. ออกกำลังกายอย่างน้อย 3 ครั้ง ต่อสัปดาห์ ก่อนเข้าร่วมการทำวิจัย เป็นเวลา 2 สัปดาห์

การรักษาร่วม

1. ชนิดที่อนุญาตให้ใช้ได้ ; ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล Sulfonylureas, Biguanides, Alpha-glucosidase inhibitors, Angiotensin Converting enzyme inhibitors, Aspirin, Calcium channal blockers, Isosorbide dinitrate

2 ชนิดที่ห้ามใช้ ; beta-blocker

การคำนวณขนาดตัวอย่าง

จากสูตรการคำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างแบบ Crossover Design ซึ่งไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบ

$$n = 16S^2 / d^2$$

d คือค่าความแตกต่างของระดับน้ำตาล fructosamine ก่อนและหลังการทดลอง ที่ถือว่ามีนัยสำคัญทางสถิติ ในกรณีนี้กำหนดให้เท่ากับ 15% = 0.15

s คือค่า within - subject standard deviation ในกรณีนี้กำหนดให้เท่ากับ 15% = 0.15

แทนค่าในสูตร $16 \times 10^2 / 10^2 = 16$

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงใช้กลุ่มตัวอย่าง 16 ราย แต่เพื่อป้องกันการสูญหาย ของกลุ่มตัวอย่าง ขณะทำการศึกษาวิจัย และเพื่อให้ผลการวิจัย มีความน่าเชื่อถือ จึงเพิ่มขนาดจำนวนตัวอย่างขึ้นร้อยละ 20 ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงกำหนดจำนวนกลุ่มตัวอย่างเป็น 20 ราย

กลุ่มตัวอย่าง

การเลือกประชากรตัวอย่าง (Sampling Technique) จะใช้วิธีเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) สุ่มเลือกวิธีการศึกษา (Randomization) แบบ Restric randomization เพื่อให้ประชากรที่เริ่มฝึกด้วยวิธีการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็น มีจำนวนเท่าๆกัน โดยวิธีการ Block of four แบ่งเป็น

กลุ่มประชากรที่เริ่มต้นด้วยการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (A)	=	10	คน
กลุ่มประชากรที่เริ่มต้นด้วยการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (B)	=	10	คน
รวม		20	คน

ประชากรทุกคนสามารถเข้าร่วมตามโปรแกรมการฝึกได้ครบ ตลอดจนสิ้นสุดโครงการ คือ 6 สัปดาห์

จำนวนประชากรตัวอย่างที่เลือกไว้ศึกษามีจำนวนทั้งหมด 20 คน มีประชากรตัวอย่างที่ไม่สามารถเข้าร่วมการศึกษาวิจัยได้ จำนวน 2 คน เนื่องจากขาดการติดต่อ ดังนั้นจึงเหลือประชากรตัวอย่าง จำนวน 18 คน ที่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้ครบตลอดโครงการ รวมเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ แบ่งตามกลุ่มการศึกษาได้ดังนี้

กลุ่มประชากรที่เริ่มต้นด้วยการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (A)	=	9	คน
กลุ่มประชากรที่เริ่มต้นด้วยการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (B)	=	9	คน
รวมทั้งสิ้น		18	คน

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ศึกษาในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่สอง ที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย ทำการศึกษาระหว่างเดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2545 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2546 ประชากรตัวอย่าง 18 คน

การวิจัยครั้งนี้ ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรียบร้อยแล้ว ประชากรตัวอย่างทุกคน จะได้รับทราบวัตถุประสงค์ และ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประโยชน์ที่จะได้รับ วิธีการแก้ไขและป้องกัน ลงชื่อยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยเป็นลายลักษณ์อักษร ประชากรตัวอย่างทุกคนสามารถยกเลิก การเข้าร่วมโครงการในช่วงเวลาใดก็ได้ ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตามซึ่งการถอนตัวนั้น ไม่ก่อให้เกิด อคติในการดูแลจากเจ้าหน้าที่แต่อย่างใด ระหว่างการฝึกตามโปรแกรม จะมีแพทย์จากหน่วยต่อมไร้ท่อ แผนกอายุรกรรม เป็นที่ปรึกษาตลอดโครงการ และสามารถติดต่อขอความช่วยเหลือได้ในกรณีฉุกเฉิน

ข้อตกลงเบื้องต้น

1. อาสาสมัครเป็นผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ไม่มีภาวะแทรกซ้อนและได้รับการรักษาอย่างสม่ำเสมอ
2. อาสาสมัครให้ความร่วมมือด้วยความเต็มใจตลอดการศึกษาวิจัย
3. การฝึกออกกำลังกาย จะทำการฝึกที่ห้องปฏิบัติการออกกำลังกาย ที่ตึกสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นเวลา 10 วัน โดยระหว่างสัปดาห์จะให้อาสาสมัครฝึกออกกำลังกายที่บ้าน (เสาร์และอาทิตย์) เป็นเวลา 4 วัน รวมทั้งสิ้น 14 วัน ในแต่ละโปรแกรม
4. ระยะเวลา wash out period คือ ช่วงเวลา 2 สัปดาห์ ระหว่างโปรแกรมที่อาสาสมัครทุกคนหยุดกิจกรรมการฝึกออกกำลังกาย แต่ยังคงรับการรักษาตามปกติ ซึ่งทุกคนเป็น sedentary life style ไม่ใช่นักกีฬา
5. เกณฑ์การฝึกคือ เกณฑ์การออกกำลังกายที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ที่ห้องออกกำลังกาย ห้อง 107 ภาควิชาสรีรวิทยา เป็นเวลาอย่างน้อย 10 วัน ในแต่ละโปรแกรม จึงจะถือว่าฝึกได้ตามเกณฑ์
6. อาสาสมัครทุกคนรับประทานอาหาร และรับการรักษาเหมือนก่อนเข้าโครงการ
7. การตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือดของอาสาสมัครทุกคน จะปฏิบัติโดยอาสาสมัครเองทุกครั้งทั้งขณะออกกำลังกายที่ห้องปฏิบัติการ และที่บ้าน โดยจะตรวจดูผลการทำบันทึก และการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ด้วยตนเอง (self monitoring of blood glucose) ที่เจาะ ก่อนมื้ออาหาร 15 นาที และหลังมื้ออาหาร 1 ชั่วโมง ในสมุดบันทึก ซึ่งอาสาสมัครจะได้รับการแนะนำวิธีการเจาะเลือดตนเอง และการลงบันทึก อย่างถูกต้องจากผู้วิจัย
8. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นยำเชื่อถือได้

ข้อจำกัดของการวิจัยและการแก้ไข

1. การฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมที่กำหนดให้ทั้งสองแบบนั้น อาสาสมัครต้องปฏิบัติเองที่บ้านในวันเสาร์และอาทิตย์ ตามแบบที่ฝึกในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้วิจัยได้ให้คำแนะนำในการประเมินอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อให้ได้ระดับความหนัก และให้ได้ระยะเวลาตามที่กำหนด ผู้วิจัยไม่ได้ติดตามผลการฝึกด้วยตนเองที่บ้านของอาสาสมัคร แต่จะติดตามสอบถามทางโทรศัพท์ ในช่วงเวลาที่ตรงกับ ตารางการออกกำลังกาย ที่ผู้วิจัยทำบันทึกช่วยจำให้ ซึ่งอาสาสมัครทุกคนให้ความร่วมมือด้วยความยินดี เนื่องจากได้รับการฝึกปฏิบัติด้วยตนเองและเห็นถึงประโยชน์ ของการฝึกต่อสุขภาพของตนเอง
2. ผู้วิจัยไม่สามารถติดตามควบคุมในเรื่องอาหาร ว่าสามารถปฏิบัติได้จริงเพียงใด ซึ่งอาสาสมัครจะได้รับคำแนะนำจากหน่วยพัฒนาสุขภาพ ที่ ภปร. ชั้น 3 และนักโภชนาการ ของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ในเรื่องของการดูแลอาหารที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงให้อาสาสมัครสังเกตตนเองจากสมุดบันทึกรายการอาหาร ว่าเลือกประเภทและปริมาณเหมาะสมหรือไม่ เป็นการสะท้อนให้เห็นถึงพฤติกรรมบริโภค รวมทั้งให้กำลังใจกับอาสาสมัคร โดยเน้นให้เห็นถึงประโยชน์ต่อสุขภาพ หากสามารถควบคุมระดับน้ำตาลให้อยู่ในเกณฑ์ปกติได้
3. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมการตรวจวัดระดับน้ำตาลในเลือด ในขณะที่อาสาสมัครเจาะด้วยตนเองที่บ้าน ว่าปฏิบัติจริงหรือไม่ ซึ่งสามารถตรวจสอบข้อมูลการตรวจวัดได้จากเครื่องมือที่ใช้วัด โดยการเรียกข้อมูลย้อนกลับ ที่ทำบันทึก จากเครื่องตรวจวัดได้ว่าถูกต้องและตรงกับผลที่ลงบันทึกในสมุดบันทึกจริง

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

1. Pre – Breakfast ระยะเวลาที่อดอาหาร เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง
2. Pre – Dinner ระยะเวลาหลังจากอาหารมื้อกลางวัน เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
3. VO_2 peak เป็นค่าความสามารถสูงสุดในการใช้ออกซิเจน ในการตอบสนอง ความหนักของการออกกำลังกายที่เพิ่มขึ้น จนกระทั่ง exhaustion ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ ดังนี้ คือ

- การเพิ่มขึ้นของค่า VO_2 นั้นต้องน้อยกว่า 2 ml/kg/min ที่ 2 นาทีสุดท้าย (หรือมีค่าคงที่ของ VO_2 ในขณะที่มีค่าเพิ่มขึ้นของงาน)

- ค่าอัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดเข้าใกล้ HRmax = 220 - อายุ มีค่าแปรผัน $\pm$ 10
- Respiratory exchange ratio เกิน 1.10

4. Short term exercise การออกกำลังกายนาน 30 นาที ที่ความหนัก 60% VO_2 peak วันละครั้ง ทุกวัน เป็นเวลา 2 สัปดาห์ (จันทร์ – ศุกร์ ฝึกที่ห้องปฏิบัติการ วันเสาร์และอาทิตย์ แนะนำให้ฝึกที่บ้าน ด้วยการเดินที่ระดับความหนักเดียวกัน)

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องชั่งน้ำหนัก (Yamato DP-6100 GP)
2. เครื่องวัดส่วนสูง
3. เครื่องวัด ระดับน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ DTX monitor รุ่น Precision QID จาก Abbott Labolatory USA.
4. เครื่องมือวิเคราะห์ Gas Analyzer Quinton Metabolic Cart
5. Bicycle Ergometer; Monark 818
6. เครื่องมือวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate monitor polar pacer)
7. เครื่องวัดความดันเลือด (Sphygmomanometer)
8. หูฟัง (Stethoscope)

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

1. แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้
   ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการเจ็บป่วย
   ตอนที่ 2 ข้อมูลตามเกณฑ์การคัดเข้า
2. สมุดบันทึกระดับน้ำตาลในเลือด เป็นเครื่องมือที่อาสาสมัครได้รับจากหน่วยพัฒนาสุขภาพ ห้องสอนแสดง ภปร.3 เพื่อใช้เป็นแบบบันทึกระดับน้ำตาลในเลือดด้วยตนเองที่บ้าน ทั้งหมด 4 วัน ทำการเจาะเลือดโดย
   เจาะก่อนมื้ออาหาร 15 นาที 3 เวลา (เช้า กลางวัน เย็น)
   เจาะหลังมื้ออาหาร 1 ชั่วโมง 4 เวลา (เช้า กลางวัน เย็น ก่อนนอน)

โดยมีรูปแบบการบันทึกดังนี้

ครั้งที่ 1 เจาะเลือดภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนเริ่มต้นฝึกออกกำลังกาย

ครั้งที่ 2 เจาะเลือดภายใน 24 ชั่วโมง หลังการฝึกออกกำลังกายวันสุดท้าย

ครั้งที่ 3 เจาะเลือดภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนเริ่มต้นฝึกออกกำลังกาย

ครั้งที่ 4 เจาะเลือดภายใน 24 ชั่วโมง หลังการฝึกออกกำลังกายวันสุดท้าย

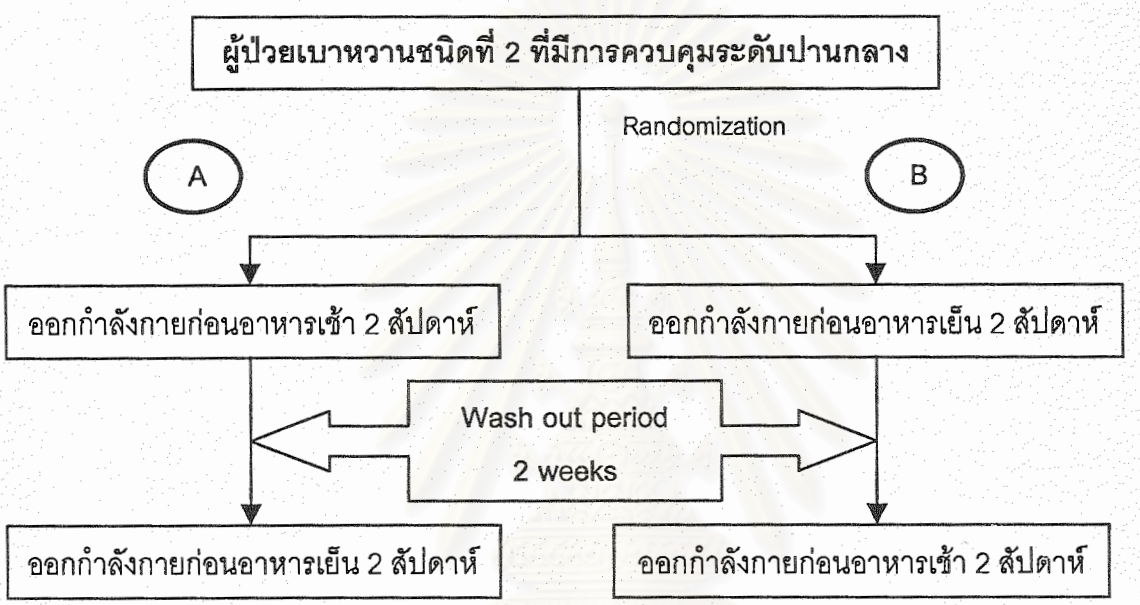
อาสาสมัครทุกคนจะได้รับคำแนะนำเหมือนกันทุกคน เกี่ยวกับวิธีการเจาะน้ำตาลปลายนิ้วมือจากผู้วิจัย และผู้วิจัยติดตามบันทึกผลระดับน้ำตาลในเลือดจากสมุดบันทึกของอาสาสมัครภายหลังทำการบันทึกครบทุกครั้ง

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. จากการคัดเลือกประชากรตัวอย่างเข้าทำการศึกษา จากวิธีการ sampling technique โดยวิธีการสุ่มแบบเจาะจง (purposive randomization) ได้ประชากรตัวอย่างที่ถูกคัดเข้าการศึกษา โดยอาศัยเกณฑ์การคัดเข้า (inclusion criteria) และเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) ทุกคนเป็นผู้ป่วยที่รับการตรวจและรักษาในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
2. ประชากรตัวอย่างทุกคนที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกทุกคน จะได้รับคำแนะนำอย่างละเอียดของโครงการวิจัย วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่ได้รับ รวมทั้งความปลอดภัย โอกาสเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น การป้องกันและการแก้ไขอย่างละเอียด หลังจากนั้นประชากรตัวอย่างลงชื่อ ยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย เป็นลายลักษณ์อักษร
3. ประชากรตัวอย่างทุกคน จะได้รับการตรวจสุขภาพร่างกาย ตรวจเลือด ปัสสาวะ และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ เพื่อทำการคัดกรองเบื้องต้น ในกรณีที่พบความผิดปกติหรือสงสัยว่าจะมีโรคทางระบบหลอดเลือดหัวใจ ที่จะเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกายผู้วิจัยจะส่งปรึกษาแพทย์ด้านอายุรกรรม เพื่อพิจารณาความเหมาะสม จากนั้นจะได้รับการประเมิน และคำแนะนำในเรื่องการเลือกรับประทานอาหารที่เหมาะสมกับผู้ป่วยเบาหวาน และการทำบันทึกรายการอาหารประจำวัน จากนักโภชนาการของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
4. ทำการสุ่มเลือก เพื่อเลือกประชากรตัวอย่างเข้าสู่วิธีการศึกษา ด้วยวิธี randomization แบบ restric randomization โดยวิธีของ block of four เพื่อแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

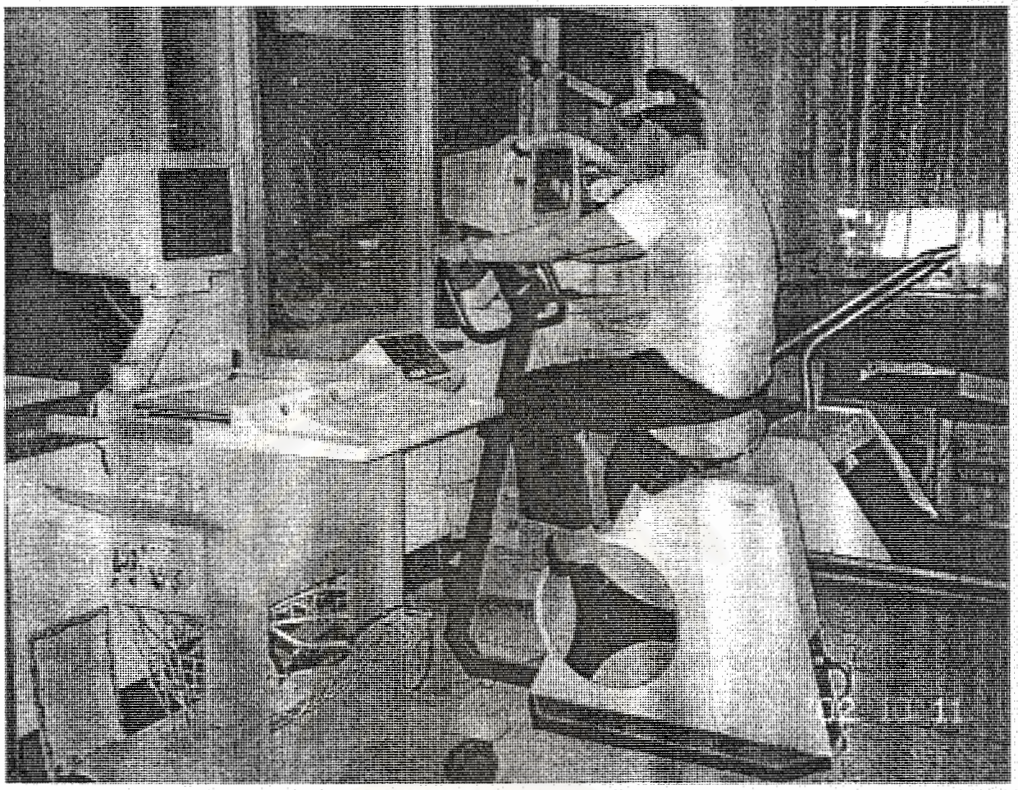
   โปรแกรม A คือ การเริ่มต้นฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (07.30น.-08.00น.) สองสัปดาห์ จากนั้นหยุดฝึก เป็นเวลาสองสัปดาห์ (wash out period) แล้วเปลี่ยนเวลาฝึกออกกำลังกาย เป็นก่อนออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (16.00น.-16.30น.) เป็นเวลาสองสัปดาห์

โปรแกรม B คือ การเริ่มต้นฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (16.00-16.30 น.) สองสัปดาห์ จากนั้นหยุดฝึกเป็นเวลาสองสัปดาห์ (wash out period) แล้วเปลี่ยนเวลาฝึกออกกำลังกายเป็น ก่อนออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (07.30-08.00 น.) เป็นเวลาสองสัปดาห์



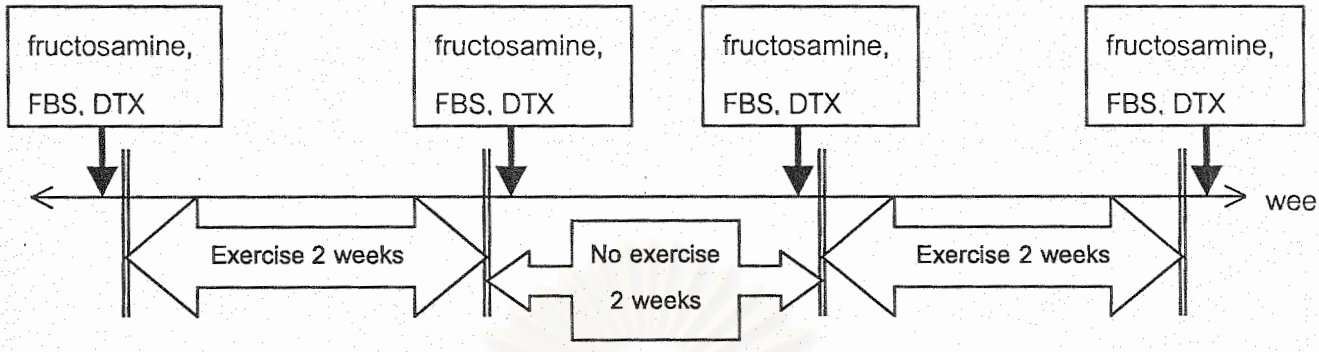
5. บันทึกข้อมูลส่วนบุคคล ชี้แจงรายละเอียด ลำดับขั้นตอนการดำเนินการวิจัย นัดหมายการทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด และการฝึกออกกำลังกาย ตามตารางที่กำหนด และขอความร่วมมือในการฝึก ตามตารางการฝึก โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดูแลการฝึกด้วยตนเอง ที่ห้องปฏิบัติการออกกำลังกาย 107 ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. ประชากรตัวอย่างทุกคนทำการทดสอบความสามารถสูงสุด ของการใช้ออกซิเจน โดยการปั่นจักรยานวัดงาน (bicycle ergometer) จนกระทั่ง exhaustion ด้วยโปรแกรม Ordinary ramp test คือ ความหนักของงานเริ่มต้นที่ 0 watt จนกระทั่งนาทีที่ 3 จะเพิ่มเป็น 25 watt และเพิ่มขึ้นทุก 25 watt ทุกหนึ่งนาทีถัดไป ประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจน แต่ละบุคคลจาก Gas Analyzer Quinton Metabolic Cart จากนั้น

นำค่า VO_2 peak ที่วัดได้ คำนวณหาค่า 60% VO_2 peak เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการฝึกแต่ละบุคคล



ภาพที่ 3.1 แสดงการทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจน
โดยเครื่อง Gas Analyzer Quinton Metabolic Cart

7. ภายหลังการทดสอบสมรรถภาพของหัวใจและปอด หนึ่งสัปดาห์ ประชากรตัวอย่างจะเริ่มฝึกออกกำลังกายตามตารางที่นัดหมาย ที่ห้องปฏิบัติการ ออกกำลังกาย 107 ภาควิชาสรีรวิทยา ทุกวัน จันทร์ถึงศุกร์ ด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ (Monark 818 Bicycle ergometer) ที่ระดับความหนัก 60%VO_2peak โดยวันเสาร์และอาทิตย์จะให้ฝึกออกกำลังกายเองที่บ้าน ด้วยวิธีการเดินเร็วต่อเนื่อง ที่ระดับความหนักเช่นกัน ประเมินจากอัตราการเต้นของชีพจรขณะออกกำลังกาย ที่ประชากรตัวอย่างลงบันทึกไว้ตามตารางนัดและบันทึกช่วยจำ ซึ่งผู้วิจัยจะติดตามโดยการสอบถามช่วงเวลาและหมายเลขโทรศัพท์ ที่สะดวกติดต่อ เพื่อความต่อเนื่องของการฝึกออกกำลังกาย
8. ก่อนและหลังการฝึก 1 วันของการออกกำลังกาย ในแต่ละช่วงจะนัดอาสาสมัคร มาเจาะเลือดเช้า 07.00 น. เพื่อวัดระดับ ฟรุกโตซามีน FBS และน้ำตาลปลายนิ้ว

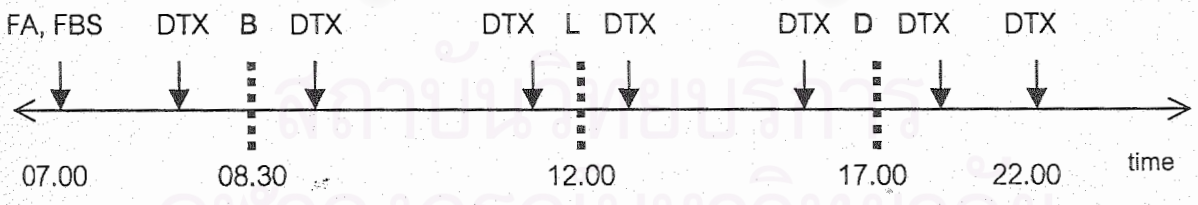


9. การ monitor DTX จะให้อาสาสมัครเจาะและบันทึกด้วยตนเอง โดย

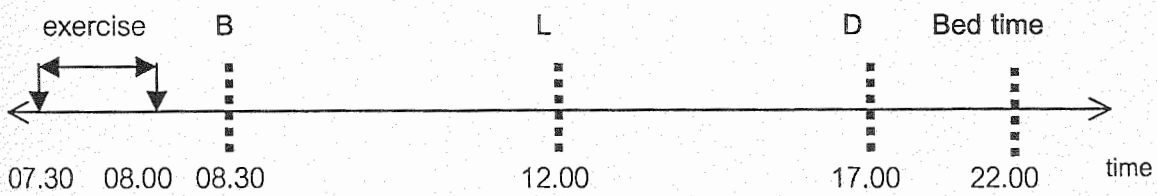
9.1 <u>การออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า</u> กลุ่มตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการ เวลา 07.00 น. ประเมินสัญญาณชีพ และพักผ่อนเตรียมออกกำลังกาย ด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ นาน 30 นาที (07.30 น.-08.30 น.)

9.2 กลุ่มตัวอย่างมาเจาะเลือด วัดระดับ fructosamine, FBS (07.00น.) และเริ่มเจาะเลือดปลายนิ้ว (DTX) ทั้ง 7 จุดเวลา คือ ก่อนอาหารเช้า15 นาที- หลังอาหารเช้า 60 นาที-ก่อนอาหารเที่ยง 15 นาที-หลังอาหารเที่ยง 60 นาที-ก่อนอาหารเย็น15 นาที-หลังอาหารเย็น 60 นาที-ก่อนนอน (22.00 น.) ดังผังแสดงการเจาะเลือดต่อไปนี้

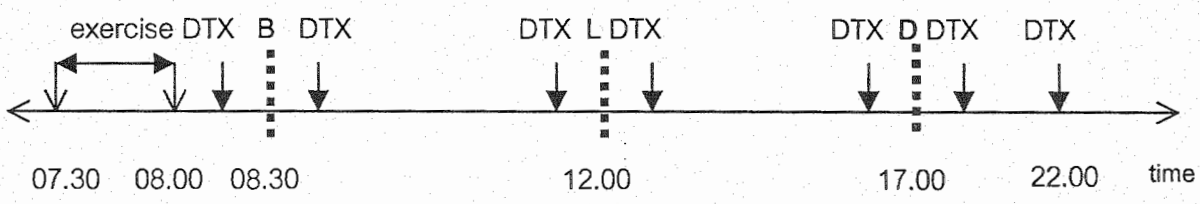
Day 0; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือดเช้า; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



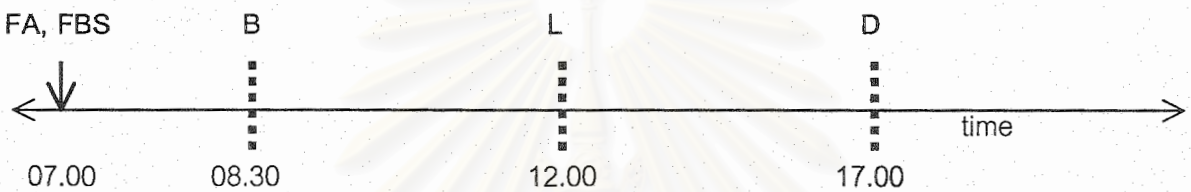
Day 1-13; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนปั่นจักรยาน; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



Day 14; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนปั่นจักรยาน; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



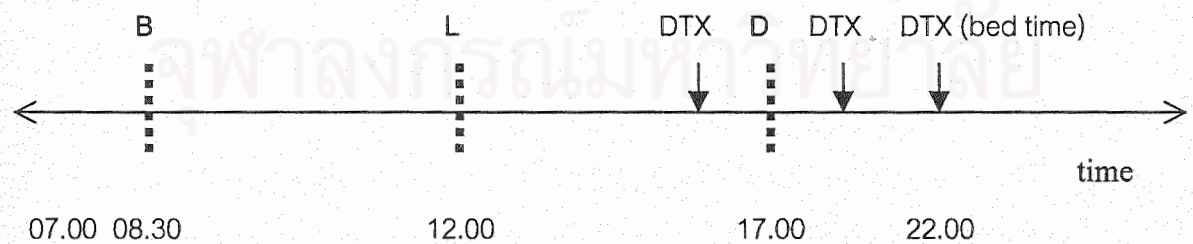
Day post training; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือดเช้า; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



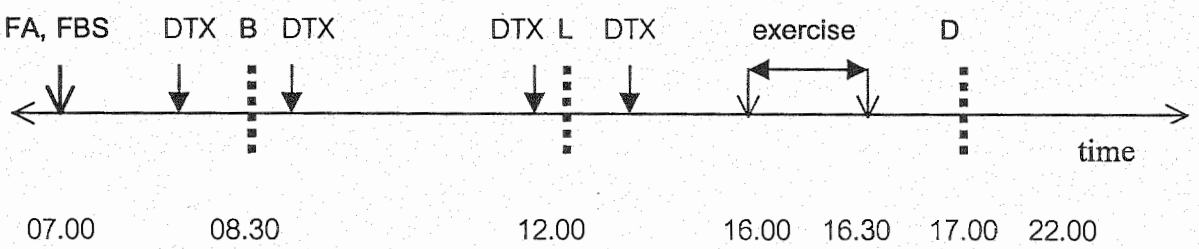
9.3 <u>การออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น</u> ก่อนเริ่มการฝึก1วันจะนัดกลุ่มตัวอย่าง มาเจาะเลือดปลายนิ้ว 7 จุดเวลา ก่อนและหลังอาหารเย็น ก่อนนอน ก่อนและหลังมื้อเช้าและมื้อเที่ยง ของวันถัดไป การเจาะเลือดวัดระดับ fructosamine, FBS (07.00 น.) ซึ่งจะเจาะก่อนการเจาะ DTX จุดที่ 6 และหลังจากนั้น จะเริ่มการออกกำลังกาย ในช่วงเวลา ก่อนอาหารเย็น (16.00-16.30 น.) ของเย็นวันนั้น

9.4 วันแรกของการออกกำลังกาย; กลุ่มตัวอย่างงดอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมง และในวันสุดท้ายของการฝึกจะนัดมาเจาะเลือดโดยปฏิบัติเช่น ดังข้อ 9.3 เพื่อเก็บข้อมูลจนครบ 24 ชั่วโมง ดังผังแสดงการเจาะเลือดต่อไปนี้

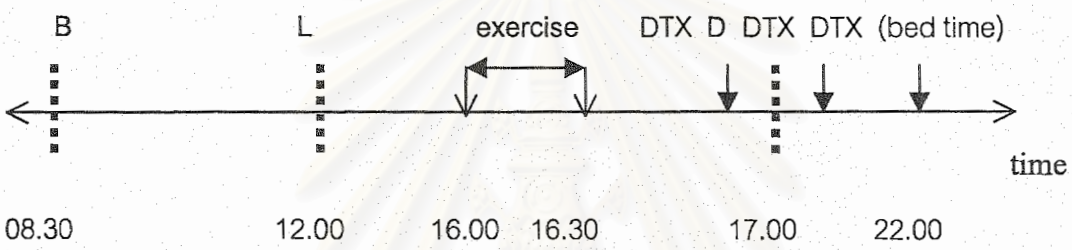
Day 0; (B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



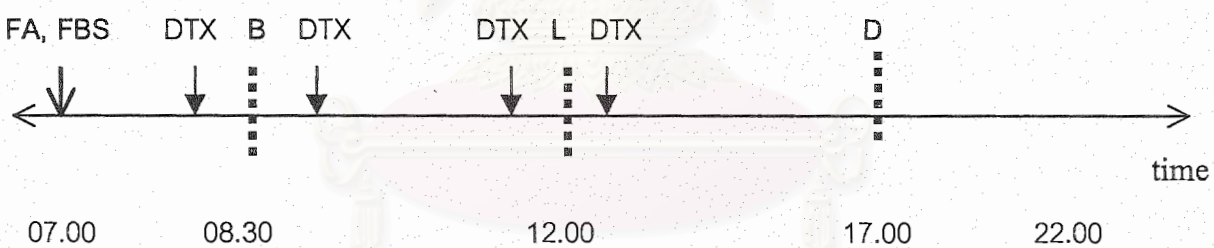
Day 1; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือดเช้า และอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนปั่นจักรยาน; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



Day 14; (งดอาหารหลังมื้อเที่ยงอย่างน้อย 3 ชั่วโมงก่อนปั่นจักรยาน; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



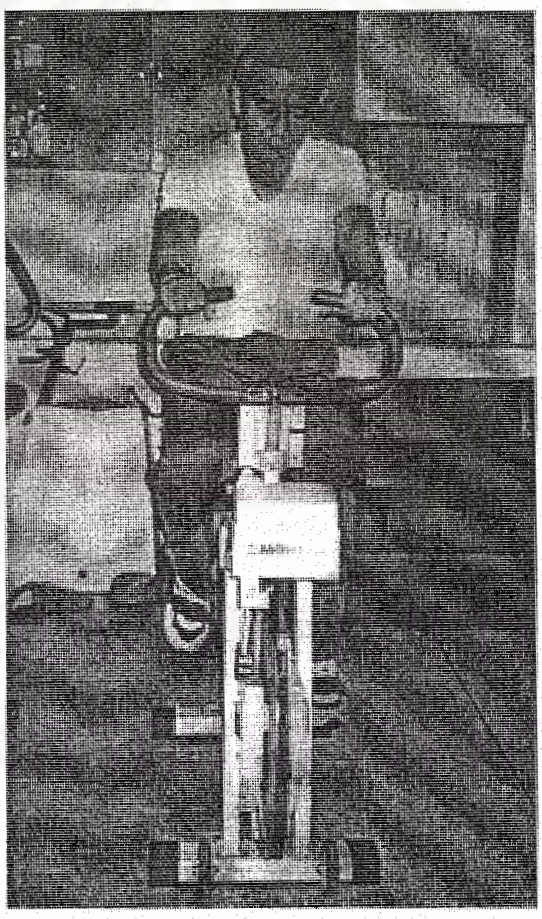
Day post training; (งดน้ำและอาหารอย่างน้อย 8 ชั่วโมงก่อนเจาะเลือดเช้า; B=Breakfast, L=Lunch, D=Dinner)



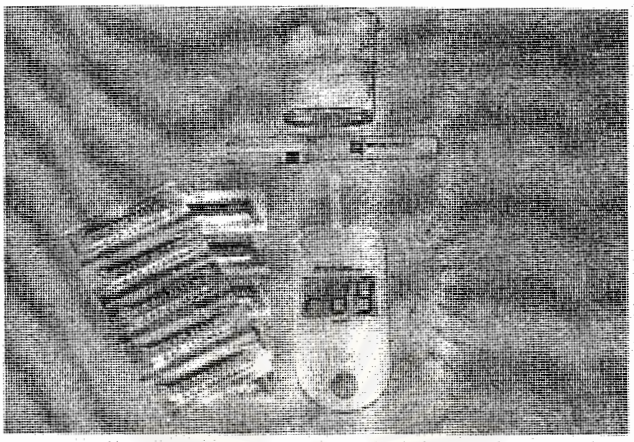
ลำดับขั้นตอนการฝึก

1. ประชากรตัวอย่างมาถึงห้องปฏิบัติการ 107 ตามเวลานัดหมายแต่ละโปรแกรมการฝึก คือ
   โปรแกรม A: ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า: เวลา 07.30 น.
   โปรแกรม B: ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น: เวลา 16.00 น.
2. ประเมินสภาพร่างกาย ชั่งน้ำหนัก วัดความดันโลหิต อัตราการเต้นชีพจร ทำบันทึกทุกครั้ง
3. อบอุ่นร่างกายโดย การยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (Stretching Exercise) ตามเกณฑ์การออกกำลังกายของกระทรวงสาธารณสุข เป็นเวลา 10 นาที

4. ฝึกออกกำลังกาย Aerobic Exercise โดยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ (Monark 818 Bicycle Ergometer) ที่ความหนัก 60% VO_2 peak เป็นเวลา 30 นาที ประเมินอัตราการเต้นชีพจรขณะฝึกออกกำลังกาย
5. Cool down exercise ด้วยการปั่นจักรยานที่ระดับความหนัก 0 watt นาน 5 นาที จากนั้นยืดเหยียดกล้ามเนื้อ 5 นาที
6. ประเมินสภาพร่างกาย ชั่งน้ำหนัก วัดความดันโลหิต อัตราการเต้นชีพจร ทำบันทึกทุกครั้ง และประเมินระดับน้ำตาลด้วย Glucometer (Precision QID, an Abbott Laboratory, USA) ภายหลังการฝึกในกรณีประชากรตัวอย่างมีภาวะน้ำตาลต่ำ เช่น ใจหวิว คล้ายจะเป็นลม ตัวเย็น เป็นต้น ซึ่งไม่พบอาการดังกล่าวขณะทำการศึกษา
7. ทบทวนตารางการฝึกครั้งต่อไป



ภาพที่ 3.2 แสดงการฝึกออกกำลังกายโดยการปั่นจักรยานอยู่กับที่
(Monark 818 Bicycle Ergometer)



ภาพที่ 3.3 แสดงเครื่องเจาะน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ Glucometer (Precision QID, an Abbott Laboratory, USA)

การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อเก็บรวบรวมข้อมูลครบ ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความสมบูรณ์ของข้อมูลในเบื้องต้น แสดงผลด้วยค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation: SD.) หลังจากนั้นบันทึกข้อมูลลงคอมพิวเตอร์ เพื่อทำการวิเคราะห์ผล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Window version 11.0 การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติดังนี้

1. เปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับผลความแตกต่างของค่าระดับน้ำตาลในเลือดก่อนการฝึกและหลังการฝึก แต่ละโปรแกรมการฝึก โดยใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p<0.05$)
2. เปรียบเทียบข้อมูลเกี่ยวกับผลความแตกต่างของระดับน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือ (DTX) ภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการฝึกที่เปลี่ยน ในแต่ละโปรแกรมการฝึก โดยใช้สถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p<0.05$)
3. ทดสอบสมติฐานเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายระยะสั้นในความหนักระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 หาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยใช้ค่าสถิติ paired t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ($p<0.05$)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอตามลำดับดังนี้ คือ

ส่วนที่ 1 นำเสนอคุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 เป็นผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับความแตกต่างของค่าระดับน้ำตาลในเลือดของกลุ่มตัวอย่าง

ส่วนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือ ภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนเริ่มต้นและภายหลังสิ้นสุดการฝึกออกกำลังกาย แต่ละโปรแกรม

ส่วนที่ 1

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานชนิดที่ 2 แต่ไม่พบว่ามีภาวะแทรกซ้อน ระยะเวลาการเกิดโรคเฉลี่ย 6 ปี มีอายุระหว่าง 44 - 63 ปี จำนวนทั้งสิ้น 18 คน

ผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ทั้งหมด 18 คน (90%) เพศหญิง 8 คน เพศชาย 10 คน รักษาโดยการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล 15 คน รักษาโดยการควบคุมอาหาร 3 คน มีอายุเฉลี่ย 50.2(7.0) ปี น้ำหนักเฉลี่ย 67.6(11.8) กิโลกรัม ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 25.1(2.6) กิโลกรัม/เมตร^2 ส่วนสูงเฉลี่ย 163.2(9.4) เซนติเมตร อัตราการเต้นของชีพจรขณะพักเฉลี่ย 87.3(7.4) ครั้งต่อนาที อัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดเฉลี่ย 169.7(7.0) ครั้งต่อนาที ค่าความดันเลือด systolic blood pressureเฉลี่ย 128.3(12.0) มิลลิเมตรปรอท ค่าความดันเลือด diastolic blood pressureเฉลี่ย 77.2(6.6) มิลลิเมตรปรอท ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ย 23.6 (5.6) ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกิโลกรัมต่อนาที

ตารางที่ 4.1 คุณลักษณะทั่วไปของประชากรตัวอย่างที่เข้าร่วมโครงการ (N=18)

คุณลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง	Mean (SD.)	Range
อายุ (ปี)	50.2 (7.0)	43-63
น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	67.6 (11.8)	51.0-85.0
ดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	25.1 (2.6)	19.6-28.2
ส่วนสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	163.2 (9.4)	145.0-177.0
อัตราการเต้นของชีพจรขณะพักเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)	87.3 (7.4)	72-98
อัตราการเต้นของชีพจรสูงสุดเฉลี่ย (ครั้งต่อนาที)	169.7 (7.0)	157-184
ค่าความดันเลือด Systolic blood pressure (mmHg)	128.3 (12.0)	110-150
ค่าความดันเลือด Diastolic blood pressure (mmHg)	77.2 (6.6)	70-90
ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเฉลี่ย (ml/kg/min)	23.6 (5.6)	12.8-33.0

ส่วนที่ 2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เกี่ยวกับความแตกต่างของค่าระดับน้ำตาลในเลือด

ตารางที่ 4.2 ผลจากการให้การออกกำลังกาย ด้วยการสุ่มเลือกแบบ cross over trial ระหว่างการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า และการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แสดงข้อมูลด้วยค่าความแตกต่าง ของระดับฟรุคโตซามีน (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลาสองสัปดาห์ โดยมี wash-out period สองสัปดาห์ระหว่างสองช่วงเวลาการออกกำลังกาย (period)

โปรแกรม A : ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ จากนั้นงดการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์ แล้วตามด้วยออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์ (N=9)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	Period 1	Period 2	(1)-(2)	(1)+(2) / 2	(2)-(1)
	ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า	ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น			
	ผลต่าง(1)	ผลต่าง(2)			
1	-61	5	-66	-28	66
2	-61	-4	-57	-32.5	57
7	-4	-7	3	-5.5	-3
8	2	10	-8	6	8
9	11	-13	24	-1	-24
12	-5	-20	15	-12.5	-15
15	-13	-21	8	-17	-8
16	-79	-31	-48	-55	48
18	-4	-17	13	-10.5	-13
Mean	**-23.8**	**-10.9**	**-12.9(d_1)**	**-17.3(a_1)**	**12.9(-d_1)**
SD.	**33.4**	**13.1**	**34.5**	**18.7**	**34.5**

โปรแกรม B : ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์ จากนั้นงดออกกำลังกาย 2 สัปดาห์ แล้วตามด้วยออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ (N=9)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	Period 1	Period 2	(1)-(2)	(1)+(2) / 2	(2)-(1)
	ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น	ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า			
	ผลต่าง(1)	ผลต่าง(2)			
3	53	-4	57	24.5	-57
4	5	-56	61	-25.5	-61
5	62	-27	89	17.5	-89
6	-5	3	-8	-1	8
10	0	-2	2	-1	-2
11	-40	-31	-9	-35.5	9
13	-7	-12	5	-9.5	-5
14	-19	-48	29	-33.5	-29
17	5	-42	47	-18.5	-47
Mean	**6.0**	**-24.3**	30.3(d_2)	**-9.2(a_2)**	**-30.3(-d_2)**
SD.	**32.4**	**21.6**	**35.1**	**21.3**	**35.1**

ในกลุ่มโปรแกรม A พบว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับ ฟรุคโตซามีน ภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ มีค่าลดลงเท่ากับ 23.8(33.4)μmol/L และค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับ ฟรุคโตซามีน ภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ มีค่าลดลงน้อยกว่าภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า คือ เท่ากับ 10.9(13.1))μmol/L

ในกลุ่มโปรแกรม B พบว่า ค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับ ฟรุคโตซามีน ภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 6.0(32.4) μmol/L และค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับ ฟรุคโตซามีน ภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ มีค่าลดลงเท่ากับ 24.3(21.6) μmol/L

เมื่อทำการทดสอบ period effect เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของระดับฟรุคโตซามีน ระหว่างโปรแกรม ด้วยค่าเฉลี่ยผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (d_1) เปรียบเทียบกับกลุ่มการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (-d_2) ด้วย two sample t-test ได้ค่า t = 1.064, df = 16, p = 0.303

เมื่อทำการทดสอบ treatment-period interaction เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของระดับฟรุคโตซามีน ระหว่างโปรแกรม ด้วยค่าเฉลี่ย (N=9) ของผลต่างเฉลี่ย (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (a_1) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เริ่มด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (a_2) ด้วย two sample t-test ได้ค่า t = -0.866, df = 16, p = 0.399

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับฟรุคโตซามีน ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (N=18)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	ค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับฟรุคโตซามีน (μmol/L) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า	ค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับฟรุคโตซามีน (μmol/L) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น
1	-61	5
2	-61	-4
3	-4	-7
4	2	10
5	11	-13
6	-5	-20
7	-13	-21
8	-79	-31
9	-4	-17
10	-4	53
11	-56	5
12	-27	62
13	3	-5
14	-2	0
15	-31	-40
16	-12	-7
17	-48	-19
18	-42	5
Mean	**-24.1**	**-2.4**
SD.	**27.3**	**25.5**

จากตารางที่ 4.3 ค่าความแตกต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับฟรุคโตซามีน ของกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าลดลงเท่ากับ 24.1(27.3) µmol/l และกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีค่าลดลงเท่ากับ 2.4 (25.5) µmol/l ซึ่งในกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าระดับฟรุคโตซามีน ลดลงมากกว่า กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของระดับ ฟรุคโตซามีน ระหว่างกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้ากับกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า t = 2.626, df = 17, p = 0.018

ตารางที่ 4.4 ผลจากการให้การออกกำลังกาย ด้วยการสุ่มเลือกแบบ cross over trial ระหว่างการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า และการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แสดงข้อมูลด้วยค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve: mg/dl*min) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายเป็นเวลาสองสัปดาห์ โดยมี wash-out period สองสัปดาห์ระหว่างช่วงเวลาการออกกำลังกาย

โปรแกรม A : ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ จากนั้นงดการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์ แล้วตามด้วยออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์ (N=9)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	Period 1	Period 2	(1)-(2)	(1)+(2) / 2	(2)-(1)
	ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า	ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น			
	ผลต่าง(1)	ผลต่าง(2)			
1	11,142.5	-5,235.0	16,377.5	2,953.8	-16,377.5
2	-20,352.5	5,962.5	-26,315.0	-7,195.0	26,315.0
7	-45,067.5	-23,197.5	-21,870.0	-34,132.5	21,870.0
8	14,347.5	787.5	13,560.0	7,567.5	-13,560.0
9	4,577.5	-39,262.5	43,840.0	-17,342.5	-43,840.0
12	4,920.0	4,640.0	280.0	4,780.0	-280.0
15	-16,590.0	-25,597.5	9,007.5	-21,093.8	-9,007.5
16	43,120.0	-146,445.0	189,565.0	-51,662.5	-189,565.0
18	-8,932.5	-6,735.0	-2,197.5	-7,833.8	2,197.5
Mean	**-1,426.1**	**-26,120.3**	24,694.2(d_1)	**-13,773.2(a_1)**	**-24,694.2($-d_1$)**
SD.	**25,041.3**	**47,659.1**	**65266.3**	**19603.6**	**65266.3**

โปรแกรม B : ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น แล้วตามด้วยออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (N=9)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	Period 1	Period 2	(1)-(2)	(1)+(2) / 2	(2)-(1)
	ออกกำลังกาย ก่อนอาหารเย็น	ออกกำลังกาย ก่อนอาหารเช้า			
	ผลต่าง(1)	ผลต่าง(2)			
3	-5,380.0	-5,475.0	95.0	-5,427.5	-95.0
4	19,222.5	-18,425.0	37,647.5	398.8	-37,647.5
5	13,957.5	7,265.0	6,692.5	10,611.3	-6,692.5
6	8,592.5	-10,235.0	18,827.5	-821.3	-18,827.5
10	8,272.5	-4,230.0	12,502.5	2,021.3	-12,502.5
11	78,145.0	-15,892.5	-62,252.5	-47,018.8	62,252.5
13	36,892.5	-1,740.0	-35,152.5	-19,316.3	35,152.5
14	5,347.5	18,830.0	-24,177.5	6,741.3	24,177.5
17	9,750.0	31,897.5	-22,147.5	20,823.8	22,147.5
Mean	**-7,330.0**	**221.7**	-7,551.7(d_2)	**-3,554.2(a_2)**	**7,551.7(-d_2)**
SD.	**31,311.6**	**16,477.5**	**30,914.8**	**19,673.1**	**30,914.8**

ในกลุ่มโปรแกรม A พบว่าค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับพื้นที่ใต้กราฟ ของระดับน้ำตาลโดยรวมจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลาภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ มีค่าลดลงเท่ากับ 1,426.1(25,041.3) mg/dl* min และค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับน้ำตาลโดยรวมจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลาภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ มีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า คือ เท่ากับ 26,120.3(47,659.1) mg/dl* min

ในกลุ่มโปรแกรม B พบว่า ค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับพื้นที่ใต้กราฟ ของระดับน้ำตาลโดยรวมจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลาภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ มีค่าเพิ่มขึ้นเท่ากับ 221.7(16,477.5) mg/dl*min และค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับน้ำตาลโดยรวมจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลาภายใน 24 ชั่วโมง ก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ มีค่าลดลงมากกว่าภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า คือ เท่ากับ 7330.0(31,311.6) mg/dl* min

เมื่อทำการทดสอบ period effect เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของระดับค่าผลต่างเฉลี่ยของระดับพื้นที่ใต้กราฟ ระหว่างโปรแกรม ด้วยค่าเฉลี่ยความแตกต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (d_1) เปรียบเทียบกับกลุ่มการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (d_2) ด้วย two sample t-test ได้ค่า t = 0.712, df = 16, p = 0.487

เมื่อทำการทดสอบ treatment-period interaction เพื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของระหว่าง โปรแกรม ด้วยค่าเฉลี่ย (N=9) ของผลต่างเฉลี่ย (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (a_1) เปรียบเทียบกับกลุ่มที่เริ่มด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นแล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (a_2) ด้วย two sample t-test ได้ค่า t = -1.104, df = 16, p = 0.286

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ภายหลังการออกกำลังกายระหว่างกลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น กับ กลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (N=18)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	ผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (mg/dl* min) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า	ผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา (mg/dl* min) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น
1	1,1142.5	-5,235.0
2	-20,352.5	5,962.5
3	-45,067.5	-23,197.5
4	14,347.5	787.5
5	4,577.5	-39,262.5
6	4,920.0	4,640.0
7	-16,590.0	-25,597.5
8	43,120.0	-14,6445.0
9	-8,932.5	-6,735.0
10	-5,475.0	-5,380.0
11	-18,425.0	19,222.5
12	7,265.0	13,957.5
13	-10,235.0	8,592.5
14	-4,230.0	8,272.5
15	-15,892.5	-78,145.0
16	-1,740.0	-36,892.5
17	18,830.0	-5,347.5
18	31,897.5	9,750.0
Mean	**-602.2**	**-16,725.1**
SD.	**20,581.0**	**40,295.4**

จากตารางที่ 4.5 ค่าความแตกต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของระดับค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา ของกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าลดลงเท่ากับ 602.2(20,581.0) mg/dl* min และกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีค่าลดลงเท่ากับ16,725.1(40,295.4) mg/dl* min ซึ่งในกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีค่าระดับค่าความแตกต่างของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา ลดลงมากกว่า กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า

เมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve) ของระดับน้ำตาลจากเลือดปลายนิ้วมือ 7 จุดเวลา ภายหลังการออกกำลังกายระหว่างกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า t = -1.359, df = 17, p = 0.192

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร(fasting blood glucose) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (N=18)

กลุ่มตัวอย่าง หมายเลขที่	ผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร (fasting blood glucose) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า	ผลต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร (fasting blood glucose) กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า
1	-44	11
2	15	-27
3	-50	-45
4	1	-25
5	-6	-5
6	-41	-13
7	-3	-16
8	-166	-68
9	14	-4
10	-16	-47
11	-7	14
12	4	34
13	-10	-25
14	6	-2
15	-45	-70
16	-34	4
17	12	3
18	-12	19
Mean	**-21.2**	**-14.6**
SD.	**42.0**	**29.0**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.6 ค่าความแตกต่าง (หลังฝึก-ก่อนฝึก) ของค่าความแตกต่าง ของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร (fasting blood glucose) ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 21.2(42) mg%และกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 14.6(29) mg% ซึ่งในกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร ลดลงมากกว่า กลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร ระหว่างกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า กับ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ด้วยสถิติ paired t-test พบว่า $t = -0.800$, $df = 17$, $p = 0.435$

เมื่อพิจารณาถึงค่าแตกต่างของการทำทดสอบความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ซึ่งเป็นผลจากการให้การออกกำลังกายในระยะ 2 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้ากับกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น พบว่า มีแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย คือ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เท่ากับ 0.4(3.9) ml/kg/min และ กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีค่าเฉลี่ยของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้น เท่ากับ 1.6(2.6) ml/kg/min (ภาคผนวก ง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายที่ความหนักระดับปานกลาง ในผู้ที่เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เปรียบเทียบระหว่างการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็น

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นผู้ป่วยที่มีภาวะเบาหวานชนิดที่ 2 ที่เข้ารับการตรวจและรักษาที่โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย โดยการคัดเลือกผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ตามลักษณะที่กำหนดไว้ โดยใช้การศึกษาวิจัยแบบ Cross Over Research Design แบ่งการฝึกออกเป็นสองวิธีการ ได้แก่ การออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (A) และก่อนอาหารเย็น (B) เป็นเวลาสองสัปดาห์ จำนวนกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 18 คน โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับทั้ง 2 วิธีการฝึก โดยผู้วิจัยเป็นผู้ฝึกและเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดด้วยตนเอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่

1. แบบบันทึกการฝึกผลการเจาะเลือดจากปลายนิ้วมือด้วยตนเอง
2. แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

เครื่องมือที่ใช้เหล่านี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์เรียบร้อยแล้ว

การดำเนินการวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างทุกคน ที่แผนกอายุรกรรม คลินิกเบาหวาน ตึก ภปร. ชั้น 3 ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างทุกคนหลังจากได้รับคำแนะนำเรื่องอาหาร การรับประทานยา และการเจาะเลือดด้วยตนเองพร้อมวิธีการลงบันทึกผลเลือด ในสมุดบันทึกที่กลุ่มตัวอย่างทุกคนได้รับเหมือนกันจากหน่วยพัฒนาสุขภาพ หลังจากนั้นกลุ่มตัวอย่าง ได้รับการฝึกออกกำลังกายตามโปรแกรมที่ห้องปฏิบัติการออกกำลังกาย 107 ตึกสรีรวิทยา ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยฝึกกับผู้วิจัยทุกครั้งตามตารางนัดเป็นเวลา 2 สัปดาห์แรกจากนั้นเว้นการฝึก 2 สัปดาห์แล้วตามด้วยการฝึกอีก 2 สัปดาห์

ข้อมูลที่รวบรวมได้นำมาวิเคราะห์ หาความแตกต่างของกลุ่มข้อมูล ด้วยสถิติ paired t-test, unpaired t-test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS for Window version 11.0 นำเสนอข้อมูลด้วย ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และพื้นที่ใต้กราฟ (Area under the curve)

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยระดับฟรุคโตซามีน ภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ และก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p=0.018)

2. ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลโดยรวมที่เจาะจากปลายนิ้วมือภายใน 24 ชั่วโมงที่แสดงด้วยพื้นที่ใต้กราฟ ภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ มีแนวโน้มค่าลดลงมากกว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ (p=0.192)

3. ค่าเฉลี่ยของระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร ภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าสองสัปดาห์ มีแนวโน้มลดลงมากกว่า ภายหลังการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสองสัปดาห์ (p=0.435)

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยตนเอง เพื่อให้ประชากรทุกหน่วยมีความใกล้เคียงกันและมีความเป็นตัวแทนได้ดีที่สุด โดยอาศัยเกณฑ์การคัดเลือกเข้าและออก เนื่องจากอาสาสมัครที่ได้รับการรักษา โดยวิธีการควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียว และมีแนวโน้มที่จะสามารถเข้าร่วมโครงการได้ตลอดนั้นมีจำนวนน้อย ผู้วิจัยจึงคัดเลือกผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ที่ได้รับการวินิจฉัยมาแล้วอย่างน้อย 3 เดือน และได้รับการรักษาด้วยการควบคุมอาหาร ร่วมกับการรักษา ด้วยยาเม็ดลดระดับ น้ำตาล ในขนาดยาที่ต่ำ (ดังเกณฑ์การคัดเลือกเข้า) ที่ไม่ได้รับการปรับระดับยา เป็นเวลาอย่างน้อย 3 เดือน ก่อนเข้าโครงการ ซึ่งในทางการแพทย์ เชื่อว่าเป็นช่วงเวลาที่ระดับยาในกระแสเลือดจะคงที่แล้ว และลักษณะของผู้ป่วย ที่รักษาด้วยการควบคุมอาหาร และผู้ป่วยที่รักษาด้วยการควบคุมอาหาร ร่วมกับการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลในขนาดยาที่ต่ำ จะมีลักษณะการควบคุมระดับน้ำตาลได้ใกล้เคียงกัน จึงสามารถเป็นตัวแทนของประชากรที่ใช้ศึกษาได้ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกเข้า รวมทั้งสิ้น 18 คน เป็นคนที่ใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล 14 คน คิดเป็นร้อยละ 77.7 และคนที่ใช้วิธีการควบคุมอาหารเพียงอย่างเดียว 4 คน คิดเป็นร้อยละ 22.2

จากผลการทดลองที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบ ผลของการควบคุมระดับน้ำตาลภายหลังจากที่ได้รับการฝึกออกกำลังกาย ระหว่างสองช่วงเวลาของการออกกำลังกาย คือ กลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์แล้วหยุดฝึก 2 สัปดาห์ ตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ และกลุ่มที่เริ่มฝึกด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหาร

เย็น 2 สัปดาห์แล้วหยุดฝึก 2 สัปดาห์ ตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จำนวนทั้งสิ้น 18 คน อาสาสมัครทุกคน สามารถเข้าร่วมตลอดจนเสร็จสิ้นโครงการ และสามารถติดตามผลได้ จนครบระยะเวลาที่ศึกษา รวมเวลาที่อยู่ในโครงการทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ ไม่มีประชากรตัวอย่าง ถูกคัดออกจากการศึกษาระหว่างเข้าร่วมโครงการ ซึ่งจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่ได้นั้น เมื่อนำมาสุ่มเลือกวิธีการศึกษาแล้ว มีจำนวนที่เท่ากันทั้งสองวิธีการออกกำลังกาย คือ กลุ่มละ 9 คน เป็นไปตามการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง เมื่อเริ่มทำการศึกษา ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ cross over design โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องได้รับการให้วิธีการศึกษาทั้งสองวิธี ได้แก่ การออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า และการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ดังนั้นการเก็บข้อมูลจากขนาดตัวอย่างที่เหมาะสมจะทำให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น เนื่องจากขนาดของกลุ่มตัวอย่างมีความสำคัญอย่างยิ่งโดยเฉพาะ ในการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งต้องอาศัยการพิสูจน์สมมติฐาน หากขนาดของกลุ่มตัวอย่างน้อยเกินไป อาจไม่สามารถบอกความแตกต่างของข้อมูลได้ ทั้งที่ความเป็นจริงมีความแตกต่างกัน

ในการศึกษานี้มีการให้วิธีการออกกำลังกายทั้งสองวิธีในกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ดังนั้น เมื่อทดสอบ period effect และ treatment-period interaction ระหว่างสองกลุ่มวิธีการ คือ กลุ่มที่เริ่มต้นด้วยวิธีการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์แล้วหยุดฝึก 2 สัปดาห์ตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์ กับกลุ่มที่เริ่มต้นด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์แล้วหยุดฝึก 2 สัปดาห์ตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ วิเคราะห์ค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หมายถึงการที่ให้วิธีการออกกำลังกายทั้งสองวิธี กับกลุ่มตัวอย่าง โดยมีช่วงเว้นการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์นั้น ผลที่เกิดขึ้นจากวิธีดังกล่าวเป็นอิสระต่อกัน การจัดลำดับ treatment ก่อนหรือหลังไม่ส่งผลกระทบถึงกัน การวิจัยจึงเป็นไปตามระเบียบการวิจัยแบบ cross over design

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบว่า ภายหลังจากการออกกำลังกายเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ระหว่างกลุ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าและกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด เมื่อนำข้อมูลของค่าความแตกต่างของระดับน้ำตาล ของทั้งสองกลุ่มเปรียบเทียบกัน พบว่า กลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น มีระดับฟรุคโตซามีนลดลง มากกว่ากลุ่มที่เริ่มต้นด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า ในขณะที่การติดตามระดับน้ำตาลในเลือดโดยรวม 24 ชั่วโมง ภายหลังการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

ในการประเมินความสามารถในการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของการวิจัยนี้ เลือกน้ำตาลฟรุคโตซามีน เป็นตัวแปรหลักในการวิจัย ซึ่งมีความเหมาะสม ในการประเมินผลของการฝึกสองสัปดาห์ เนื่องจาก ฟรุคโตซามีนเป็น Glycated Serum Protein (GSP) ที่มีครึ่งชีวิต (half life) สั้น คือ 14-20 วัน (เท่ากับ ครึ่งชีวิตของโปรตีน อัลบูมิน) ซึ่งอายุสั้นกว่า ฮีโมโกลบิน (erythrocyte

มีครึ่งชีวิตเท่ากับ 120 วัน) และสามารถนำมาใช้ประเมินการควบคุมน้ำตาลแทน HbA_1c test ได้ในบางกรณี เช่น ภาวะ hemolytic anemia เป็นต้น เนื่องจาก GSP จะมีการแปรผันได้ตาม การสร้างหรือการสลายของ serum protein เช่น กรณี systemic illness หรือมีโรคตับ ด้วย แต่การทำ fructosamine assays ควรมีการ corrected serum protein หรือ serum albumin ในการประเมินการควบคุมน้ำตาลด้วยหรือไม่นั้นยังมีการศึกษาที่ขัดแย้งกันอยู่[23] ซึ่งในปีค.ศ. 1990 Brunnbauer M. และคณะทำการศึกษา Diurnal variations ของฟรุคโตซามีน ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่สอง พบว่า การทำ fructosamine assays ไม่จำเป็นต้อง corrected serum protein หรือ albumin concentrations ได้[50] ในการศึกษานี้จึงวัดผลเฉพาะระดับการเปลี่ยนแปลงของฟรุกโตซามีน เท่านั้น ในการตรวจ clinical routine นั้น การทำ fructosamine assays สามารถประเมินได้บ่อย ทุกๆ เดือน ซึ่งแตกต่างกับ HbA_1c ที่ตรวจได้ 3-4 ครั้งต่อปี แต่ GSP (fructosamine) มีข้อจำกัดกว่า HbA_1c ในการนำมาใช้ ประเมินความเกี่ยวข้องกับการเกิดโอกาสเสี่ยง หรือการดำเนินของภาวะแทรกซ้อนจากเบาหวานได้[23] ดังเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นการยืนยันความน่าเชื่อถือของการประเมินการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดด้วยค่าฟรุคโตซามีน

เมื่อพิจารณาถึงสาเหตุที่อาจเป็นได้ในการที่ค่าระดับน้ำตาลในเลือดโดยรวม 24 ชั่วโมงภายหลังการฝึกออกกำลังกาย 2 สัปดาห์นั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแง่ของทางสถิติ อาจเป็นได้จาก ขณะก่อนเข้าร่วมโครงการ ผู้วิจัยจะให้กลุ่มตัวอย่างทุกคน ได้รับคำแนะนำและฝึกปฏิบัติในการใช้เครื่องมือตรวจวัดระดับน้ำตาลด้วยตนเองเป็นอย่างดี เพื่อเป็นการควบคุมตัวแปรกวน (confounding factor) ดังกล่าวแล้ว แต่เนื่องจากผู้วิจัย ไม่สามารถติดตามควบคุมการเก็บข้อมูล ด้วยวิธีการเจาะเลือดด้วยตนเองของกลุ่มตัวอย่าง รวมถึง กลุ่มตัวอย่างบางราย อาจให้ญาติหรือผู้อื่น เจาะเลือดให้แทนการทำด้วยตนเอง อาจมีผลให้เกิดความลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ (Human error) นอกจากนี้ ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล อาจมาจากในขณะทำการศึกษา ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความถูกต้องของเครื่องตรวจวัดระดับน้ำตาลด้วยตนเอง ที่นำมาใช้ในงานวิจัยทั้งหมด 10 เครื่อง ด้วยน้ำยาทดสอบ glucose control solution (โดย Abott laboratories Inc. USA) ก่อนและหลังให้กลุ่มตัวอย่างใช้เก็บข้อมูล พบว่าระหว่างการศึกษา มีค่าทดสอบคลาดเคลื่อนจากปกติ 2 เครื่อง จึงส่งคืนห้องทดลอง มีเครื่องที่ผ่านการทดสอบสำหรับทำการศึกษาทั้งหมด 8 เครื่อง

ในส่วนของผลการศึกษาเกี่ยวกับระดับน้ำตาลในเลือดต่อช่วงเวลาการออกกำลังกายนั้น พบว่า ภายหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้าระดับน้ำตาลมีแนวโน้มลดลงปกติแล้วการควบคุมระดับน้ำตาลในภาวะหลังมื้ออาหารใหม่ๆ (Post prandial state) และในภาวะระหว่างมื้ออาหาร (fasting state) มีลักษณะทางสรีรวิทยาที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเพิ่มกิจกรรมการใช้พลังงานให้กับร่างกายในภาวะที่แตกต่างกันดังกล่าว น่าจะส่งผลที่แตกต่างกัน ดังการศึกษาครั้งนี้พบว่าภายหลังให้การฝึกออกกำลังกายก่อนมื้ออาหารเช้า ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ร่างกายอยู่ในภาวะ

fasting state ขณะนั้นระดับน้ำตาลในเลือดต่ำ ฮอร์โมนอินซูลินทำงานน้อยลง ฮอร์โมนที่สำคัญ คือ กลูคากอนจะกระตุ้นให้ร่างกายสร้างกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดมากขึ้น เมื่อร่างกายมีความต้องการใช้พลังงานมากขึ้น เป็นผลจากการออกกำลังกาย ในขณะนั้นฮอร์โมนอื่นที่ควบคุมระดับน้ำตาล เช่น Cathecholamine, Growth hormone เป็นต้น สร้างกลูโคสเข้าสู่กระแสเลือดเพิ่มขึ้น อินซูลินก็จะทำหน้าที่ช่วยให้เซลล์นำน้ำตาลไปใช้ได้ดีขึ้น เมื่อมีการฝึกออกกำลังกายซ้ำ ๆ เป็นประจำ จะเกิดการปรับตัว ร่างกายมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อการเกิด metabolism ได้ดีขึ้น[53] เป็นผลสืบเนื่องจากการฝึกออกกำลังกาย

แต่ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น พบในการฝึกออกกำลังกายในช่วยเวลาก่อนอาหารเย็น ซึ่งมีค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลลดลง ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวถือว่าร่างกายอยู่ในภาวะ post absorbtion ในสาม ชั่วโมงหลังรับประทานอาหารมื้อกลางวัน ภายหลังที่ร่างกายได้รับการกระตุ้นจากอาหารทำให้มีระดับน้ำตาลในเลือดสูง ฮอร์โมนอินซูลินหลั่งออกมามากขึ้น ระดับน้ำตาลเข้าสู่ภาวะก่อนรับประทานอาหาร เมื่อให้กิจกรรมการออกกำลังกาย ในขณะนั้น เบต้าเซลล์จะถูกกดการทำงาน (ระดับอินซูลินในกระแสเลือดลดลง) โดยการกระตุ้นการทำงานของ กระแสประสาทซิมพาเทติก กระตุ้นกระบวนการสลายไขมัน (lypolysis)[54] ระดับน้ำตาลสูงขึ้นตอบสนองกับการออกกำลังกาย ภายหลังออกกำลังกายก็จะทำให้ฮอร์โมนอินซูลินหลั่งออกมาทำงานได้ดีขึ้น[55] แตกต่างกับการศึกษาของ Poirier P ศึกษาในปี ค.ศ.2000 พบว่าการออกกำลังกายนาน 1 ชั่วโมง ที่ความหนัก 60% VO_2peak ในช่วงเวลา fasted state ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 นั้นมีผลต่อการลดระดับน้ำตาลได้ไม่ดีเท่ากับการออกกำลังกายขณะภาวะ Post prandial state[56]

ในการศึกษานี้ ทำการติดตามระดับน้ำตาลในเลือดตลอด 24 ชั่วโมง ภายหลังการออกกำลังกายสองสัปดาห์แล้วพบว่ามีค่าลดลงเล็กน้อย สอดคล้องกับการวิจัยข้างต้นเกี่ยวกับผลของการออกกำลังกายที่ไม่ส่งผลต่อมื้ออาหารมื้อถัดไป[8] แต่แตกต่างกับงานวิจัยของ Galassetti P และคณะในปี ค.ศ.2001 ศึกษาผลของการให้การออกกำลังกายในคนปกติในช่วงเวลาเช้าและเวลาบ่ายในวันเดียวกัน พบว่าภายหลังการออกกำลังกายเวลาเช้าจะส่งผลต่อการสนองของ neuroendocrine ในการควบคุมน้ำตาลในเวลาบ่ายได้[11] ซึ่งผลคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับผลรวมของระดับน้ำตาลใน 24 ชั่วโมง ภายหลังการฝึกสองสัปดาห์ในกลุ่มที่เริ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นจากนั้นหยุดพัก 2 สัปดาห์ แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ พบว่ามีค่าลดลงมากกว่ากลุ่มที่เริ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์ จากนั้นหยุดพัก 2 สัปดาห์ แล้วตามด้วยการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์

ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าภายหลังฝึกออกกำลังกายเปรียบเทียบทั้งเวลาก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นเป็นเวลาสองสัปดาห์ มีผลเล็กน้อยต่อการลดระดับน้ำตาลในเลือด ซึ่งการ

ออกกำลังกายเวลาใดเวลาหนึ่งสามารถลดระดับน้ำตาลลงได้จริงจากการเพิ่มการใช้น้ำตาลในร่างกาย แต่จะไม่สามารถคงผลเอาไว้ได้จนถึงมื้ออาหารถัดไป ร่างกายจะปรับสมดุลให้อยู่ในภาวะ homeostasis ของร่างกายไว้[8]

แต่เมื่อเป็นการฝึกออกกำลังกายแบบแอโรบิก ที่ใช้เวลานานประมาณ 30 นาที ดังการศึกษาครั้งนี้ ปัจจัยหนึ่งที่เกิดขึ้นและคงมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาล คือ ร่างกายเกิดการปรับตัว เมื่อกล้ามเนื้อมีการหด-ยืดขณะออกกำลังกาย เพิ่มการไหลเวียนเลือดไปที่กล้ามเนื้อที่ออกกำลังกายทำให้ Glucose Transporter 4 (GLUT4) ที่ส่วนใหญ่มีอยู่ในกล้ามเนื้อ จะถูกกระตุ้นให้รวมตัวที่ผนังเซลล์และอยู่ในสภาวะถูกกระตุ้น (active) สามารถนำน้ำตาลกลูโคสภายนอกเข้าสู่เซลล์ได้ดีขึ้น เพิ่ม insulin sensitivity[55,56]

จากผลของการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดโดยรวม 24 ชั่วโมง ภายหลังการออกกำลังกาย 2 สัปดาห์นั้น จะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าระดับน้ำตาลในเลือด มีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งเป็นผลดีที่เกิดจากการฝึกออกกำลังกาย ตลอดระยะที่ทำการศึกษา ไม่พบภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำ ซึ่งเป็นภาวะอันตรายต่อผู้ป่วยเบาหวานที่อาจเกิดขึ้นได้ขณะออกกำลังกาย

อย่างไรก็ตามในแง่ของการดูแลผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 แม้ว่าการออกกำลังกายระยะสั้นภายใน 2 สัปดาห์ จะไม่สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้จนเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนด้วยการทดสอบทางสถิติ แต่ในแง่ของการรักษาและการดูแลผู้ป่วยนั้น ถือว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ตลอดจนการเรียนรู้และความเข้าใจของผู้ป่วยต่อการรักษาโรคนี้ทำได้ยาก[52] ดังนั้น การที่ระดับน้ำตาลในเลือดลดลงแม้เพียงเล็กน้อย หรือมีแนวโน้มที่จะลดลงอีกได้หาก ได้รับการฝึกออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องต่อไป จากการศึกษานี้ถือว่าให้ผลดีอย่างมากต่อผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

ในขณะทำการศึกษา ผู้วิจัยได้รับความร่วมมือ เป็นอย่างดีจากกลุ่มตัวอย่างทุกคนทั้งในส่วนของการฝึกตามตารางการออกกำลังกาย และการปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหารและการดูแลตนเอง โดยประเมินได้จากการทำบันทึก ข้อมูลการรับประทานอาหารและการสอบถามความรู้ระหว่างการศึกษา ภายหลังการศึกษาผู้วิจัยได้รับการติดต่อกลับจากกลุ่มตัวอย่างถึงผลของการตรวจตามนัดของตนเอง พบว่า มี 4 ราย ที่ได้รับการปรับการรักษา โดยการลดขนาดของการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาลลง เนื่องจากสามารถควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดลง อยู่ในเกณฑ์ปกติได้ นอกจากนั้นยังมีกลุ่มตัวอย่างบางรายที่คงการออกกำลังกายต่อไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้วิจัยมีความภูมิใจอย่างยิ่งจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

กล่าวโดยสรุป จากการศึกษาพบว่าภายหลังการฝึกออกกำลังกายด้วยระดับความหนักปานกลางเป็นเวลาสองสัปดาห์ ร่วมกับการรักษาด้วยการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล ในช่วงเวลาที่

แตกต่างกันคือก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นนั้น การออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นสามารถส่งผลต่อการควบคุมระดับนน้ำตาลในเลือดได้ และระดับน้ำตาลในเลือดโดยรวม 24 ชั่วโมง ภายหลังการออกกำลังกายมีแนวโน้มลดลง ดังนั้นการฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็นเป็นเวลา 2 สัปดาห์ จะสามารถส่งผลที่ดีต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 ได้

ข้อจำกัดของการศึกษาวิจัยนี้

1. กลุ่มประชากรที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยชนิดที่ 2 ที่มีระยะการเกิดโรคไม่นาน โดยเฉลี่ย 4-6 ปี ได้รับการรักษาด้วยการควบคุมอาหาร ร่วมกับการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล ซึ่งมีการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดที่ดีปานกลางอยู่แล้ว
2. ผลการศึกษาอาจไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 1 หรือในกลุ่มผู้ป่วยที่ได้รับการรักษาด้วยยาฉีดอินซูลิน
3. การให้ระดับความหนักของการออกกำลังกายในระดับปานกลางในการออกกำลังกายระยะสั้น 2 สัปดาห์นั้น หากสามารถเพิ่มความบ่อยครั้งในการออกกำลังกาย เป็นวันละหลายครั้ง หรือนานกว่า 2 สัปดาห์ขึ้นไป อาจพบความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำตาลในเลือดชัดเจนขึ้น

ข้อเสนอแนะและการประยุกต์ทางคลินิกจากการศึกษาวิจัยครั้งนี้

การออกกำลังกายในช่วงบ่ายก่อนอาหารเย็นในผู้เป็นเบาหวานชนิดที่ 2 มีแนวโน้มว่าจะดีกว่าการออกกกำลังกายในตอนเช้าก่อนรับประทานอาหาร โดยจะมีผลลดระดับน้ำตาลในเลือดในช่วงตอนเย็นและตอนเช้าวันรุ่งขึ้นได้ดีกว่า อย่างไรก็ตาม ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากปริมาณไขมันในร่างกายมีผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลที่เป็นผลจากการฝึกออกกำลังกาย ดังนั้นควรจำกัดดัชนีมวลกาย (body mass index) ในเกณฑ์การคัดเข้าศึกษา
2. ศึกษาผลของการออกกำลังกายในรูปแบบเดียวกันในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานที่รักษาโดยการควบคุม อาหารเพียงอย่างเดียว เป็นการขจัดผลที่อาจเกิดจากการรักษาด้วยวิธีการอื่น เพื่อวัดผลที่เกิดจากการฝึกออกกำลังกายเพียงอย่างเดียว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

1. World Health Organization. Global estimates for prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose tolerance in adults. **Diabetes Care** 16(1993): 157-77.
2. สมภพ ประธานธุรารักษ์. สมุนไพรกับโรคเบาหวาน. **เมดิคอลไทม์** 50 (พฤศจิกายน2545): 41.
3. การป้องกันเบาหวานประเภทที่ 2 โดยปรับเปลี่ยนวิถีชีวิต. **สรรพสารวงการแพทย์** 3(2544) : 3.
4. การออกกำลังกายในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2. **สรรพสารวงการแพทย์** 3(2544): 4.
5. ต้านภัยเบาหวานคุกคามคนไทย. **สรรพสารวงการแพทย์** 3(2544): 8.
6. Albright, A.; Franz, M.; Hornsby, G.; Kriska, A.; Marrero, D.; Ullrich, I.; et al. Exercise and Type 2 Diabetes (Positionstand). **Med Sci Sports Exercise** (2000): 1345-1360.
7. Ivy, J. L.; Zderic, T. W.; Fogt, D. L. Prevention and treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Exercise Sport Sci Rev** 27(1999): 1-35.
8. Larsen J. J. S.; Dela, F.; Kjaer, M.; Gallbo, H. The effect of moderate exercise on postprandial glucose homeostasis in NIDDM patients. **Diabetologia** 40(1997): 447-453.
9. Larsen J. J. S.; Dela, F.; Madsbad, S.; Gallbo, H. The effect of intense exercise on postprandial glucose homeostasis in Type II diabetic patients. **Diabetologia** 42 (1999): 1282-1292.
10. Ruegemer, J. J.; Squires, R. W.; Marsh, H. M.; Haymond, M. W.; Cryer, P. E.; Rizzer, R. A., et al. Differences Between Pre-breakfast and Late Afternoon Glycemic Response to Exercise in IDDM Patients. **Diabetes Care** 13(1990): 104-110.
11. Galassetti, P.; Mann, S.; Tate, D.; Nail, R. A.; Wasserman, D. H.; Davis, S. N. Effect of morning exercise on counterregulartory response to subsequent, afternoon exercise. **J Appl Physiol** 91(2001): 91-99.
12. ปิยรัตน์ โตสุโขวงศ์. คาร์โบไฮเดรตและเมตาบอลิสมของคาร์โบไฮเดรต. เมตาบอลิสมและโภชนาการ. เอกสารประกอบการสอน. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2541: 49-53.

13. Report of the Expert Committee on the Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. **Diabetes Care** 20 (1997): 1183-1201.

14. Mahler, R. J.; Adler, M. L. Type 2 diabetes mellitus: Update on diagnosis, pathophysiology and treament. **J Clin Endocrinol Metb** 84 (1999): 1165-1171.

15. Yki-Jarviven, H. Pathogenesis of NIDDM. **Lancet** 343 (1994): 91-95.

16. Yki-Jarviven H. Role of insulin resistance in pathogenesis of NIDDM. **Diabetologia** 30(1995): 1378-1388.

17. Reaven, G. M. Role of insulin resistance in human disease. **Diabetes** 37(1998): 1495-1507.

18. National Diabetes Data Group: Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other Categories of glucose intolerance. **Diabetes** 28(1979): 1039-1057.

19. Dinneen, S.; Rizza, R. A. Classification and diagnosis of diabetes mellitus. **Endocriniology** 4th ed. (n.p.), 2001: 756-762.

20. American Diabetes Association. Self Monitoring of Blood Glucose. **Diabetes Care** 10(1987): 95-99.

21. American Diabetes Association. Standard of Care for patients with diabetes mellitus. **Diabetes Care** 22 Suppl1(1999): S32-41.

22. Kilpatrick, E. S. Problems in the assessment of glycemic control in diabetes mellitus. **Diabetic Medicine** 14(1997): 819-831.

23. John, C. Pickup. Insulin Injection Treatment. In John, C. Pickup. (ed.), **Textbook of Diabetes**, pp. 11. Gaveth Williams, 1997.

24. American Diabetes Association. Tests of Glycemia in Diabetes. **Diabetes Care** 25 Suppl1(Jan2002): S97-99.

25. Malasisse, W. J.; Lebrun, P. Mechanism of Sulfonylurea – induced insulin release. **Diabetes care** 13 Suppl 3(1990): 9-17.

26. Bailey, C. J. Biguanides and NIDDM. **Diabetes Care** 15(1992): 755-7572.

27. United Kingdom Prospective Diabetic Study Group. United Kingdom Prospective Diabetic Study (UKPDS 13) relative efficacy of randomly allocated diet, Sulfonylurea, insulin or metformin in patients with newly diagnosed non-insulin dependent diabetes followed for three years. **BMJ** 310(1995): 83-88.

28. Koivisto, V. A.; YKI-Jarrinen, H.; Defronzo, R. Physical Training and insulin sensitivity. **Diab Metab** Rev 1(1986): 445-481.

29. Defronzo, R. A.; Sherwin, R. S.; Kraemer, N. Effect of physiology training on insulin action in obesity. **Diabetes** 36(1987): 1379-1385.

30. Houmard, J. A.; Egan, P. C.; Neuter, P. D.; Fridman, J. E.; Wheeler, W. S.; Israel, R. G. et al. Elevated skeletal muscle transporter levels in exercise-trained middle aged men. **Am J Physiol** 261(1991): E437-E443.

31. Shangold, M. M.; Mirkin, G.; **Women and Exercise Physiology and Sports Medicine**, 2nd ed. Philadelphia: FA. David Company, 1994.

32. American Diabetes Association. Diabetes Mellitus and Exercise. **Diabetes Care** 25 Suppl1(2002): S64-S68.

33. Devlin, J. T.; Ruderman, N. E. D. S.; Alexandria, V. A. Diabetes and exercise: the risk-benefit profile. In the health professional's guide to diabetes and exercise. **American Diabetes Association** (1995): 3-4.

34. Eriksson, K. F.; Lindgarde. Prevention of Type 2 (Non-insulin-dependent) diabetes mellitus by diet and physical exercise. **Diabetologia** 34(1991): 891-898.

35. American Diabetes Association. **Medical Management of Type 2 Diabetes**. Canada 4th ed. (1998): 50-55.

36. Devlin, J. T.; Hirshman M.; Horton, E. D.; Horton, E. S. Enhanced peripheral and splancnic insulin sensitivity in NIDDM men after single bout of exercise. **Diabetes** (1987): 36434-3639.

37. Devlin, J. T. Effects of exercise on insulin sensitivity in humans. **Diabetes Care** 15 Suppl 4(1992): 1690-1693.

38. ปิยรัตน์ โตสุโขวงค์. คาร์โบไฮเดรตและเมตาบอลิสมของคาร์โบไฮเดรต. เมตาบอลิสมและโภชนาการ. เอกสาร ประกอบการสอน. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2543: 129.

39. Jarausch, J.; Akpan, W.; Von Mollendorff, E.; Wittenbrink-Dix, A.; Mittmann, D.; Raab, D; et al. The effect of orthostasis on the fructosamine value. **Wien Klin Wochenschr**. 180(1990): 40-42.

40. Martin, H.; Aloys, B.; Ulrich, G.; Manfred, W. B.; Werner, K.; Domiinik, G.; et al. Influence of 4 Weeks Intervention by Low-Density Lipoprotein Subfractions in Obese With Type 2 Diabetes. **Metabolism** ; 48 (May 1999): 641-644.

41. Roger, M. A.; Yamamoto, C.; King, D. S.; Hagberg, J. M.; Ehsani, A. A.; Holloszy, J. O. Improvement in glucose tolerance after 1 WK of exercise in patients with mild NIDDM. **Diabetes Care** 8(Sep 1988): 613-618.

42. Scheen, A. J.; Buxton, O. M.; Jison, M.; Van, R. O.; Leproult, R.; L'Hermite-Baleriaux M.; et al. Effects of exercise on neuroendocrine secretions and glucose regulation at different times of day. **Am J physiol** 274(Jun 1998): E1014-E1049.

43. Zhang, J. Q.; Thomas, T. R.; Ball, S. D. Effect of exercise timing on postprandial lipemia and HDL cholesterol subfractions. **J Appl Physiol** 85(1998): 1516-1522.

44. Torres-Tamayo, M.; Perez-Pasten, L. E.; Barron-Uribe, C.; Hermida-Gutierrez, I.; Zamora-Gonzalez, J.; Cardoso- Saldana, G.; et al. Improved metabolic control dose not change plasma lipoprotein (a) levels in adolescents with type 1 diabetes mellitus. **Arch Med Res** 29(Winter 1998): 307-312.

45. Morley, J. E.; Perry, H. M. The management of diabetes mellitus in older individuals. **Drugs** 41(April 1999): 548-465.

46. Raz, I.; Hauser, E.; Bursztyn, M. Moderate exercise improves glucose metabolism in uncontrolled elderly patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. **Isr J Med Sci**. 30(October1994): 766-770.

47. Tessier, D.; Mennard, J.; Fulop, T.; Ardilouze, J.; Roy, M.; Dubuc, N.; et al. Effects of aerobic exercise in the elderly with type 2 diabetes mellitus. **Arch Gerontol Geriatr** 31(October 2000): 121-132.

48. Chiasera, J. M.; Ward-Cook, K. M.; Mc Cune, S. A.; Wardlaw, G. M.; Effect of aerobic training on diabetic mellitus. **American Clin Lab Sci** 30(October 2000): 346-353.

49. Sackey, A. H.; Jefferson, I. G. Physical activity and glycemic control in children with mellitus. **Diabetes Med** 13(1996) Suppl1: 789-793.

50. Brunnbauer, M.; Kuenburg, E.; Winter, F.; Muller, M. M.; Prager, R. Diurnal variations of fructosamine in patients with type II diabetes mellitus. **Wein Klin Wochenschr** 180(1990): 78-81.

51. Poirier, P.; Tremblay, A.; Broderick, T.; Catellier, C.; Tancrede, G.; Nadeau, A. Impact of moderate aerobic exercise training on insulin sensitivity in type 2 diabetic men treated with oral hypoglycemic agents: is insulin sensitivity enhanced only in nonobese subjects?. **Med Sci Monit** 8(Feb 2002): CR59-CR65.

52. Assal, J. P.; Jacquement, S.; Morel, Y. The added value of therapy in diabetes. The education of patients for self-management of their disease. **Metabolism** 46 (1997): 61-64.

53. Koivisto, V. A.; Defronzo, R. A. Exercise in the treatment of type II diabetes. **Acta Endocrinol** 262(1984): 107-111.

54. Guezennec, C.Y. Hormonal response and adaptation to short-term exercise and training. **Boll Acad Natl Med** 179(October1995): 1449-1457.

55. Galbo, H. Hormonal and metabolic adaptations to exercise. New York: Thieme Stuttgart, (n.d.).

56. Dela, F.; Mikines, K. J.; Sonne, B.; Galbol, H. Effect of training on interaction between insulin and exercise in human muscle. **J Appl physiol** 76 (n.d.): 2386-2393.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

เอกสารชี้แจงข้อมูล/คำแนะนำแก่ผู้เข้าร่วมโครงการ
(Patient Information Sheet)

ชื่อโครงการ ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2
Effects of Moderate Exercise on Pre- breakfast and Pre- dinner to Glucoregulation in Type 2 Diabetes.

ชื่อผู้วิจัย นางสาว นันทวัน โหละบุตร ผู้วิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์สมพล สงวนรังศิริกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิจัยร่วม

แพทย์หรือผู้ดูแลที่ติดต่อได้

1. ผศ.นพ. สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร หน่วยต่อมไร้ท่อฯ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 256-4101 (ที่ทำงาน)
2. น.ส. นันทวัน โหละบุตร ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 01-3278748 , 02-2564267,02-2564146

สถานที่วิจัย
- ภาควิชาสรีรวิทยา ตึกสรีรวิทยา ชั้นล่าง (ห้อง107) คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โทรศัพท์ 02-2564267
- หน่วยต่อมไร้ท่อฯ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตึกสามัคคีพยาบาร ชั้นสอง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โทรศัพท์ 02-2564101, 02-2564296

ความเป็นมาของโครงการ

การรักษาระดับน้ำตาลในเลือด ให้อยู่ในเกณฑ์ใกล้เคียงกับค่าปกตินั้น นอกเหนือจากการควบคุมอาหาร และการใช้ยาลดระดับน้ำตาลแล้ว ในปัจจุบันพบว่า การออกกำลังกาย มีบทบาทที่สำคัญ ต่อการควบคุมระดับน้ำตาล ในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2 โดยรูปแบบของการออกกำลังกายมีหลากหลายชนิด ซึ่งที่เหมาะสม ต่อการแนะนำในผู้ป่วยเบาหวาน เป็นการออกกำลังกาย ที่มีระดับความหนักปานกลาง แบบแอโรบิก ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ซึ่งช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดของการออกกำลังกาย ต่อการลดระดับน้ำตาลนั้น ยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่า เวลาใดจะเหมาะสมที่สุด สำหรับผู้ป่วยเบาหวาน

สอดคล้องกับในปัจจุบัน จะสังเกตได้ว่าการออกกำลังกายได้รับความนิยม และเป็นประโยชน์ในกลุ่มคนหลายประเภท ทั้งในคนปกติและกลุ่มผู้ป่วย จะเห็นได้จากการจัดกิจกรรมการออกกำลังกาย ตามสถานที่สาธารณะหรือตามศูนย์ออกกำลังกายต่างๆ มักจะใช้ช่วงเวลาตอนเช้า ก่อนไปทำงาน หรือตอนเย็น หลังเลิกงาน ประมาณ 16.00 น. เป็นเวลาที่สะดวกในการทำกิจกรรม ตรงกับเวลาก่อนรับประทานอาหารเย็น ยังมีข้อสงสัยว่าในช่วงเวลาดังกล่าวอาจจะมีผลที่ดี แตกต่างกันหรือไม่ ต่อการให้คำแนะนำเพื่อการรักษา โดยเฉพาะกับผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งต้องมีการควบคุมอาหาร การใช้ยา ตลอดจนการจัดกิจกรรมการออกกำลังกาย ให้ตรงตามเวลาเพื่อผลต่อการควบคุมระดับน้ำตาลให้ได้ดีที่สุด

ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษา ผลของการฝึกออกกำลังกายระยะสั้น ในช่วงเวลาแตกต่างกันคือ เช้าภายใน 2 สัปดาห์และ เย็นภายใน 2 สัปดาห์ว่า จะมีผลต่อการปรับตัวอย่างไรในผู้ป่วยเบาหวาน ซึ่งยังไม่พบว่ามีการศึกษาในผู้ป่วยชนิดที่ 2 และผลที่ได้ น่าจะมีประโยชน์ในการให้คำแนะนำ ในการออกกำลังกาย ในช่วงเวลาที่เหมาะสม แก่ผู้ป่วยเบาหวาน อาจนำไปใช้เป็นแนวทางการให้การรักษา แทนการรับประทานยาตามเวลาได้ และเป็นแนวทางในการศึกษาค้นคว้าต่อไป

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลการออกกำลังกายความหนักระดับปานกลาง ก่อนอาหารเช้าเปรียบเทียบกับช่วงเวลาก่อนอาหารเย็น ต่อการควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดของผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

รายละเอียดที่จะปฏิบัติต่อผู้เข้าร่วมโครงการ

1. ได้รับการสัมภาษณ์ โดยผู้ช่วยวิจัย สอบถามข้อมูลทั่วไป ประวัติความเจ็บป่วยในอดีต ความเจ็บป่วยปัจจุบัน ประวัติการรับประทานยาประจำ ประวัติการสูบบุหรี่ และการดื่มสุรา ระยะเวลาการเป็นโรคเบาหวาน ยารักษาโรคเบาหวานที่ได้รับ เป็นต้น
2. ท่านจะได้รับการประเมินสภาวะความสมบูรณ์ของร่างกายว่า จะสามารถออกกำลังกายในระดับปานกลางอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 30 นาทีได้หรือไม่ โดย อายุรแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านโรคหัวใจ
3. ท่านจะได้รับคำแนะนำ ในการเลือกรับประทานอาหาร ที่เหมาะสำหรับผู้ป่วยเบาหวาน โดยโภชนากรของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งต้องปฏิบัติตลอดโครงการ
4. ท่านจะได้รับคำแนะนำ เกี่ยวกับโปรแกรมการออกกำลังกาย ด้วยการปั่นจักรยานอยู่กับที่ นาน 30 นาที ที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ แบ่งออกเป็น 2 โปรแกรม (โปรแกรมละ 2 สัปดาห์) ได้แก่
   - โปรแกรมการออกกำลังกาย ก่อนอาหารเช้า
     เริ่มต้นเวลา 07.30 น. ถึง 08.00 น. เป็นเวลา 30 นาที ก่อนอาหารเช้าของทุกวันเป็นเวลา 5 วัน/สัปดาห์ ยกเว้น เสาร์ - อาทิตย์นาน 2 สัปดาห์

- โปรแกรมการออกกำลังกาย ก่อนอาหารเย็น
  เริ่มต้นเวลา 16.00 น. ถึง 16.30 น. เป็นเวลา 30 นาที ก่อนอาหารเย็นของทุกวันเป็นเวลา 5 วัน/สัปดาห์ ยกเว้น เสาร์ - อาทิตย์นาน 2 สัปดาห์

5. ท่านจะได้รับการขอร้อง ให้หยุดการออกกำลังกายนาน 2 สัปดาห์ ในช่วงสลับโปรแกรมการฝึก เพื่อขจัดอคติในการวิเคราะห์ข้อมูลให้ได้รับความถูกต้อง และให้เป็นประโยชน์มากที่สุด โดยระหว่าง 2 สัปดาห์นั้นท่านจะต้องควบคุมการรับประทานอาหาร ต่อเนื่องตลอดโครงการ
6. ท่านจะได้รับการเจาะเลือด ตรวจวัดระดับน้ำตาล ก่อนและหลังเข้าโปรแกรมการฝึก ซึ่งจะเป็นการเจาะเลือดที่ปฏิบัติโดยพยาบาล และการวัดระดับน้ำตาล ตามมื้ออาหารด้วยเครื่องมือ วัดระดับน้ำตาลด้วยตัวท่านเอง (self monitoring blood glucose) รวม 28 ครั้ง ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความปลอดภัย เจ็บปวดน้อยมาก เป็นเครื่องมือที่สะอาด มีมาตรฐาน เกิดโอกาสติดเชื้อได้น้อยมาก และใช้ปริมาณเลือดเพียงหยดจากปลายนิ้ว
7. ท่านจะได้รับการขอร้อง ให้ทำแบบบันทึกชนิด และปริมาณที่รับประทานในแต่ละวัน และผลการเจาะเลือดซึ่งท่านสามารถรับทราบข้อมูล ได้ตลอดขณะร่วมโครงการวิจัย

การเก็บข้อมูลเป็นความลับ

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่าน จะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น และชื่อของท่านจะไม่ปรากฏ ในแบบฟอร์มการเก็บข้อมูล และในฐานข้อมูลทั่วไป ผู้วิจัยจะใช้ฐานข้อมูลลับ ที่มีชื่อของท่านไว้ต่างหาก โดยมีผู้วิจัยเพียงท่านเดียวเท่านั้น ที่ทราบรายละเอียดของข้อมูลนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่าน ที่ให้ความร่วมมือเข้าโครงการวิจัย และขอให้ท่านตระหนักว่า ไม่ว่าท่านจะเข้าร่วมโครงการนี้ หรือไม่ก็ตาม จะไม่มีผลต่อการรักษาพยาบาล ที่จะได้รับจากโรงพยาบาลนี้ และเมื่อท่านเข้าร่วมโครงการนี้แล้ว ท่านสามารถออกจากโครงการ ได้ทุกเวลา เมื่อท่านต้องการ

ผู้วิจัยขอยืนยันว่า ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่าน จะเก็บไว้เป็นความลับ และจะใช้สำหรับงานวิจัยนี้เท่านั้น และเมื่อใด ก็ตาม ที่ท่านต้องการที่จะร้องเรียน เกี่ยวกับความไม่ถูกต้องของการทำวิจัย ท่านสามารถร้องเรียนมาได้ที่ ฝ่ายวิจัย คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ถนนพระราม 4 เขตปทุมวัน กทม 10330 ทางคณะกรรมการ พิจารณา จริยธรรมการวิจัยของคณะฯ พร้อมที่จะชี้แจง และให้ความยุติธรรมแก่ท่าน ถ้าท่านมีข้อสงสัย เกี่ยวกับการทำวิจัยนี้ กรุณาติดต่อมาที่ ผศ.นพ. สมพงษ์ สุวรรณวลัยกร หน่วยต่อมไร้ท่อฯ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โทรศัพท์ 02-2564101 (ที่ทำงาน) หรือ นางสาว นันทวัน โหละบุตร ภาควิชาสรีรวิทยา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย หมายเลขโทรศัพท์ 01-3278748, 02-2564267, 02-2564146

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกข้อมูลส่วนบุคคล

โครงการศึกษา ผลของการออกกำลังกายระดับปานกลางก่อนอาหารเช้าและก่อนอาหารเย็นต่อการควบคุมระดับน้ำ ตาลในผู้ป่วยเบาหวานชนิดที่ 2

เลขที่……. วันที่…….....

ชื่อ……นามสกุล.....

อายุ.....ปี วัน/เดือน/ปีที่เกิด.....

น้ำหนัก……กิโลกรัม ส่วนสูง.....เซนติเมตร

สถานภาพ.....โสด..... คู่.....หย่า.....แยกกันอยู่

ที่อยู่……..…

……เบอร์โทรศัพท์.....

ระดับการศึกษา .....อ่านไม่ออก .....ป.4.....ป.6.....มัธยมต้น

.....มัธยมปลาย.....ปวช.....ปวส.....ปริญญาตรี

.....ปริญญาโท.....ปริญญาเอก

อาชีพ.....เบอร์โทรที่ทำงาน.....

เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน……ติดต่อคุณ……

ตอนที่ 1 ข้อมูลการเจ็บป่วย

1. โรคประจำตัว.....

2. ยาที่รับประทานเป็นประจำ

.....

.....

.....

3. เคยได้รับการผ่าตัดหรือไม่

.....ไม่เคย.....เคย (โปรดระบุ).....

4. เคยได้รับเลือดหรือไม่

.....ไม่เคย.....เคยเพราะ.....

5. การรักษาที่เคยได้รับในช่วง 1 ปีที่ผ่านมา

.....

ชื่อ-นามสกุล.....เลขที่.....

ตอนที่ 2 เกณฑ์ในการคัดเข้า

หากท่านอยู่ในเกณฑ์ของแต่ละข้อให้ ✓ ในช่องใช่ และหากไม่ได้อยู่ในเกณฑ์ให้ ✓ในช่องไม่ใช่

	ใช่	ไม่ใช่
1.อายุ 30-50 ปี	☐	☐
2.เป็นโรคเบาหวานชนิดที่ 2	☐	☐
3.ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นเบาหวานมานานกว่า 6 เดือน	☐	☐
4.ได้รับการรักษาโดยการใช้ยาเม็ดลดระดับน้ำตาล	☐	☐
5.รักษาเบาหวานโดยการใช้ยาฉีดอินซูลิน	☐	☐
6.ผลตรวจระดับน้ำตาล (fructosamine) อยู่ระหว่าง 259 - 320 μg/dl	☐	☐
7.มีปัญหาโรคข้อ กล้ามเนื้อ ระบบประสาท ที่ไม่สามารถออกกำลังกายได้	☐	☐
8.มีโรคหลอดเลือดหัวใจที่จะเป็นอุปสรรคต่อการออกกำลังกาย (ผล EKG ผิดปกติ)	☐	☐
9.มีภาวะแทรกซ้อนจากโรคเบาหวาน (serum creatinine >1.5 mg/dl, urine albumin>2^{+}, proliferative retinopathy)	☐	☐
10.ออกกำลังกายเป็นประจำ (อย่างน้อย 3 ครั้ง/สัปดาห์) ก่อนเข้าร่วมโครงการวิจัยเป็นเวลา 2 สัปดาห์	☐	☐
11.ยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัยด้วยความเต็มใจ	☐	☐

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

EXERCISE PROTOCAL

(ORDINARY RAMP TEST)

ลำดับที่_____

ชื่อ_____วันที่_____

REST HR_____beat/min

BP_____mmHg

DTX_____mg%

$VO2_{peak}$ _____ml/kg/min

POST-ex HR_____beat/min

BP_____mmHg

DTX_____mg%

60% $VO2_{peak}$ _____ml/kg/min

เวลา(นาที)	Work (WATTS)	Heart Rate(beat/min)
1		
2		
3		
4	25	
5	50	
6	75	
7	100	
8	125	
9	150	
10	175	
11	200	
12	225	
13	250	
14	275	
15	300	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ตารางแสดงข้อมูลต่างๆ

ตารางที่ 1 แสดงคุณลักษณะของอาสาสมัคร (N=18)

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	เพศ	อายุ (ปี)	น้ำหนัก (กก.)	ส่วนสูง (ซม.)	VO_2peak (ml/kg/min)	HR_{rest} (beat/min)	HR_{max} (beat/min)	SBP (mmHg)	DBP (beat/min)
1	หญิง	36	84	165	12.8	82	184	130	70
2	ชาย	48	71	165	22.4	78	172	130	80
3	หญิง	43	51	145	27.4	90	177	140	80
4	ชาย	52	72	170	33	88	168	130	80
5	หญิง	55	52	146	17.4	82	165	120	80
6	หญิง	50	55	163	19.4	80	170	120	70
7	หญิง	43	65	154	22.6	96	177	110	70
8	ชาย	44	73	167	30.3	90	176	150	80
9	ชาย	60	84	175	21.7	78	160	130	80
10	หญิง	52	61	156	18.8	84	168	150	80
11	ชาย	63	72	165	27.9	92	157	130	70
12	หญิง	49	53	155	20.7	72	171	130	80
13	ชาย	62	51	162	25.4	94	158	130	90
14	ชาย	48	81	174	23.9	98	172	130	90
15	ชาย	51	66	172	35.5	86	169	120	70
16	ชาย	44	85	177	21.3	92	176	110	70
17	ชาย	50	75	171	25.3	96	170	110	70
18	หญิง	55	67	157	19.8	94	165	140	80
Mean		50.27	67.66	163.27	23.64	87.33	169.72	128.33	77.22
SD.		7.05	11.81	9.47	5.65	7.45	7.05	12.00	6.69

ตารางที่ 2 ระดับน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือก่อนและหลังมื้ออาหารและก่อนนอนรวม 7 เวลา ในระยะก่อนเริ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง เลขที่	มื้อเช้า		มื้อเที่ยง		มื้อเย็น		ก่อนนอน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1	133	238	137	209	136	207	134
2	107	207	125	154	99	116	110
3	132	130	74	97	136	111	139
4	66	143	154	153	100	181	47
5	106	175	82	114	110	168	167
6	125	118	117	125	163	136	113
7	199	277	118	191	204	234	204
8	99	128	79	106	95	124	104
9	107	126	96	177	93	146	127
10	91	123	92	130	105	148	130
11	104	124	105	145	116	181	130
12	108	115	110	138	103	121	89
13	106	170	118	145	75	178	168
14	132	181	128	116	108	181	148
15	143	232	130	125	115	165	192
16	225	297	182	251	245	315	391
17	116	147	117	182	221	192	214
18	114	212	50	165	126	114	105
Mean	122.94	174.61	111.88	151.27	130.55	167.66	150.66
SD.	37.18	57.16	30.81	39.39	47.46	50.64	73.00

ตารางที่ 3 ระดับน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือก่อนและหลังมื้ออาหารและก่อนนอนรวม 7 เวลา ในระยะหลังออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า 2 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง เลขที่	มื้อเช้า		มื้อเที่ยง		มื้อเย็น		ก่อนนอน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1	143	286	177	190	160	207	126
2	120	155	82	102	81	142	90
3	132	102	65	111	114	165	124
4	92	172	64	137	72	143	80
5	149	211	123	136	117	150	132
6	126	114	133	150	109	125	122
7	158	169	71	183	142	188	126
8	76	101	119	141	112	121	88
9	115	113	165	177	129	133	122
10	85	121	102	118	122	104	95
11	128	190	107	70	72	180	75
12	115	124	112	118	120	135	112
13	116	231	134	109	88	104	101
14	115	214	104	124	137	178	153
15	134	218	114	130	94	178	168
16	189	331	279	346	342	401	381
17	141	278	183	197	204	232	206
18	123	109	82	153	106	174	117
Mean	125.38	179.94	123.11	149.55	128.94	170.00	134.33
SD.	26.54	70.10	52.59	59.17	62.12	67.21	69.47

ตารางที่ 4 ระดับน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือก่อนและหลังมื้ออาหารและก่อนนอนรวม 7 เวลา ในระยะก่อนเริ่มออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	มื้อเช้า		มื้อเที่ยง		มื้อเย็น		ก่อนนอน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1	134	285	237	215	135	255	93
2	106	141	118	149	168	133	101
3	121	150	103	207	102	245	203
4	106	147	139	151	140	170	67
5	119	277	153	135	67	116	96
6	121	139	91	165	175	144	123
7	179	262	115	200	223	253	215
8	105	133	88	117	94	92	107
9	110	179	123	137	96	174	159
10	107	116	103	98	125	148	108
11	140	121	112	96	165	176	147
12	100	110	120	193	170	168	104
13	116	133	99	129	100	248	175
14	135	217	88	168	127	133	123
15	141	192	136	148	104	163	148
16	189	331	279	346	342	401	381
17	123	216	102	164	134	157	207
18	132	148	131	189	1128	162	128
Mean	125.75	189.25	130.87	170.12	143.87	187.50	150.62
SD.	25.67	68.31	53.57	57.23	65.59	76.34	76.15

ตารางที่ 5 ระดับน้ำตาลที่เจาะจากปลายนิ้วมือก่อนและหลังมื้ออาหารและก่อนนอนรวม 7 เวลา ในระยะหลังออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น 2 สัปดาห์

กลุ่มตัวอย่าง เลขที่	มื้อเช้า		มื้อเที่ยง		มื้อเย็น		ก่อนนอน
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	
1	130	241	198	200	124	172	100
2	91	195	159	167	86	244	49
3	122	285	79	140	125	197	151
4	119	243	143	153	106	177	84
5	149	120	115	128	89	116	154
6	111	176	98	108	114	137	134
7	194	200	81	150	113	192	155
8	101	127	104	127	90	117	109
9	119	161	121	126	102	158	110
10	102	128	141	106	103	152	106
11	141	121	152	122	95	148	129
12	125	242	130	125	132	143	59
13	96	165	117	143	97	135	122
14	81	204	151	147	143	114	108
15	128	154	101	142	106	143	131
16	164	198	126	209	146	224	193
17	133	212	201	156	115	229	164
18	132	146	108	144	118	274	139
Mean	122.81	190.68	129.06	145.43	111.93	165.62	120.56
SD.	28.51	47.37	35.83	28.42	18.27	41.58	38.24

ตารางที่ 6 แสดงผลต่างของ ฟรุกโตซามีน (μmol/L) ก่อนและหลังฝึกของกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

การฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ผลต่าง
1	369	308	-61
2	357	296	-61
3	207	260	53
4	265	270	5
5	271	333	62
6	257	252	-5
7	295	291	-4
8	236	238	2
9	250	261	11
10	234	234	0
11	276	239	-37
12	262	257	-5
13	270	263	-7
14	294	275	-19
15	291	278	-13
16	402	323	-79
17	305	310	5
18	241	237	-4
Mean	282.33	273.61	-8.72
SD.	50.22	30.56	35.29

การฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ผลต่าง
1	310	315	5
2	274	270	-4
3	310	306	-4
4	341	285	-56
5	308	281	-27
6	254	257	3
7	286	279	-7
8	225	235	10
9	262	249	-13
10	246	244	-2
11	287	256	-31
12	279	259	-20
13	274	262	-12
14	308	260	-48
15	302	281	-21
16	344	313	-31
17	279	237	-42
18	245	228	-17
Mean	288.20	270.81	0.55
SD.	33.75	25.28	61.67

ตารางที่ 7 แสดงผลต่างของ ระดับน้ำตาลขณะอดอาหาร Fasting blood glucose (mg%) ก่อนและหลังฝึกของกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า เปรียบเทียบกับกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

การฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ผลต่าง
1	167	123	-44
2	110	125	15
3	172	125	-47
4	78	92	14
5	124	158	34
6	117	92	-25
7	195	145	-50
8	81	82	1
9	94	88	-6
10	77	75	-2
11	151	81	-70
12	124	83	-41
13	93	97	4
14	113	116	3
15	131	128	-3
16	261	95	-166
17	157	176	19
18	107	121	14
Mean	130.66	111.22	-19.44
SD.	47.10	28.76	46.53

การฝึกออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น

กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนฝึก	หลังฝึก	ผลต่าง
1	134	145	11
2	126	99	-27
3	146	130	-16
4	98	91	-7
5	132	136	4
6	99	89	-10
7	186	141	-45
8	95	70	-25
9	94	89	-5
10	81	87	6
11	141	96	-45
12	104	91	-13
13	112	78	-34
14	130	142	12
15	142	126	-16
16	229	161	-68
17	142	130	12
18	114	110	-4
Mean	127.20	111.66	-12.94
SD.	38.87	29.25	20.74

ตาราง 8 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า (N=18)

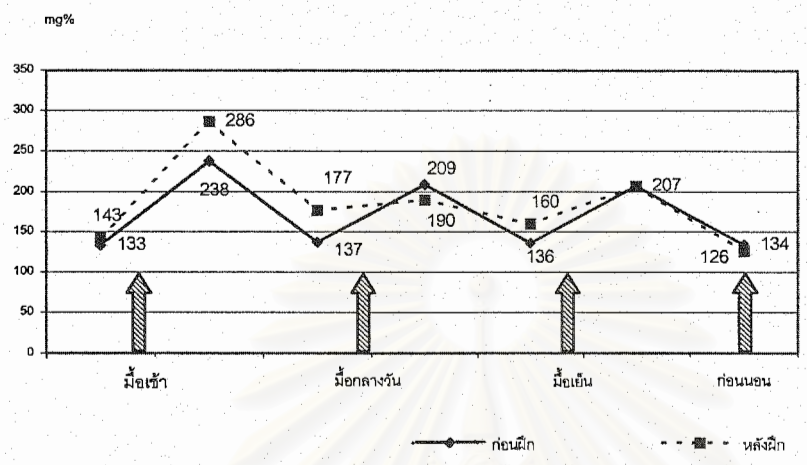
กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนออกกำลังกาย (ml/kg/min)	หลังออกกำลังกาย (ml/kg/min)	ผลต่าง(หลัง-ก่อน) (ml/kg/min)
1	12.8	13.6	0.8
2	22.4	23.8	1.4
3	27.4	32.1	4.7
4	33	29.4	-3.6
5	17.4	18.8	1.4
6	19.4	18.7	-0.7
7	22.6	23.8	1.2
8	30.3	28.6	-1.7
9	21.7	16.7	-5
10	18.8	21.4	2.6
11	27.9	26.4	-1.5
12	20.7	21.7	1
13	25.4	28.3	2.9
14	23.9	24.2	0.3
15	35.5	29.5	-6
16	21.3	32.8	11.5
17	25.3	22.9	-2.4
18	19.8	20.4	0.6
Mean	23.6	24.1	0.4
SD.	5.7	5.4	3.9

ตารางที่ 9 แสดงค่าการเปลี่ยนแปลงของความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของกลุ่มตัวอย่าง เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการออกกำลังกายก่อนอาหารเย็น (N=18)

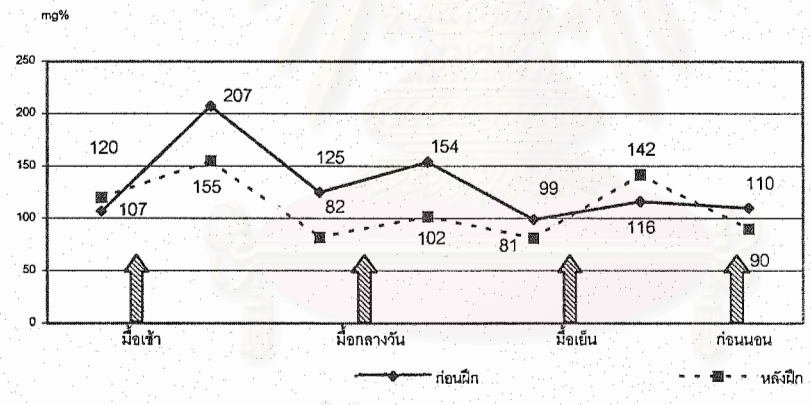
กลุ่มตัวอย่างเลขที่	ก่อนออกกำลังกาย ml/kg/min	หลังออกกำลังกาย ml/kg/min	ผลต่าง(หลัง-ก่อน) ml/kg/min
1	15.6	18.1	2.5
2	29.5	30.1	0.6
3	26.2	29.1	2.9
4	27.9	32.5	4.6
5	16.7	15.5	-1.2
6	20.1	20.8	0.7
7	22.4	23.9	1.5
8	28	28.3	0.3
9	24.4	22.6	-1.8
10	20.4	22.7	2.3
11	23.2	26.5	3.3
12	18.2	22.7	4.5
13	21.4	26.5	5.1
14	23.7	21.1	-2.6
15	27.7	27.1	-0.6
16	25.8	26.4	0.6
17	15.7	22.6	6.9
18	19.7	18.6	-1.1
Mean	22.6	24.2	1.6
SD.	4.4	4.5	2.6

ภาคผนวก จ

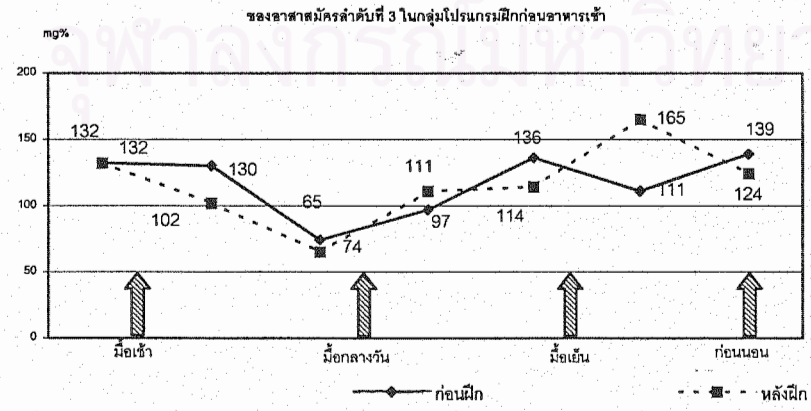
ภาพที่ 1 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 1 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



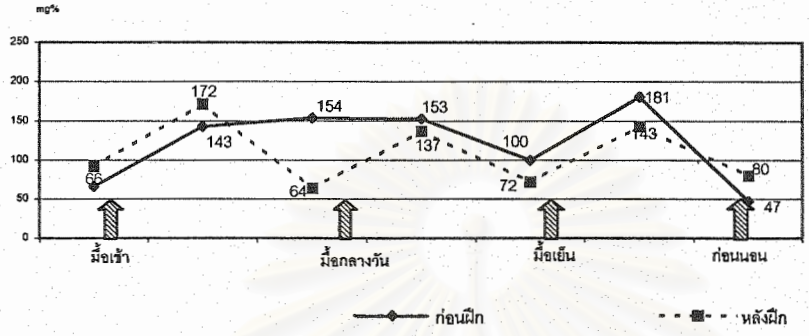
ภาพที่ 2 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 2 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



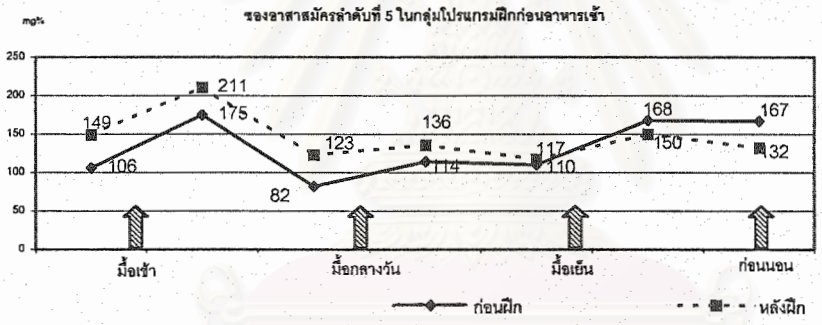
ภาพที่ 3 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 3 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



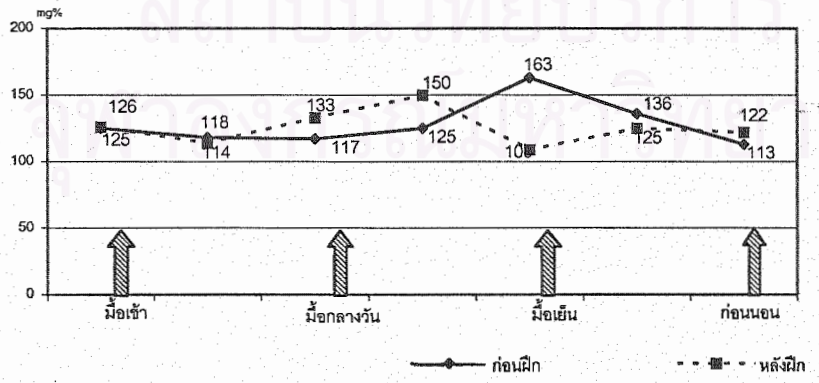
ภาพที่ 4 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 4 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



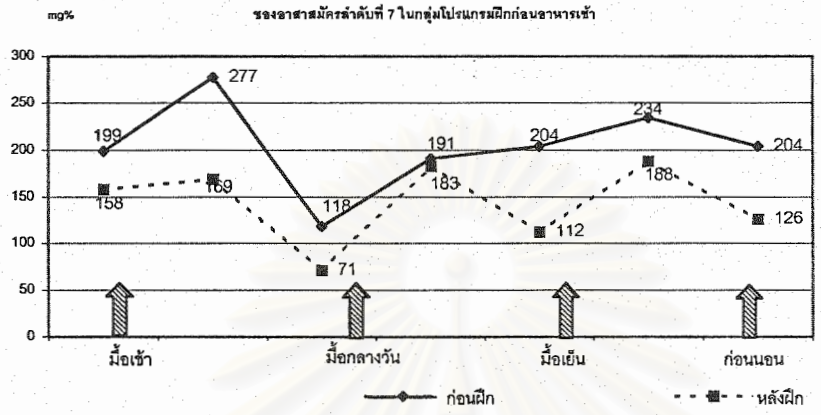
ภาพที่ 5 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 5 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



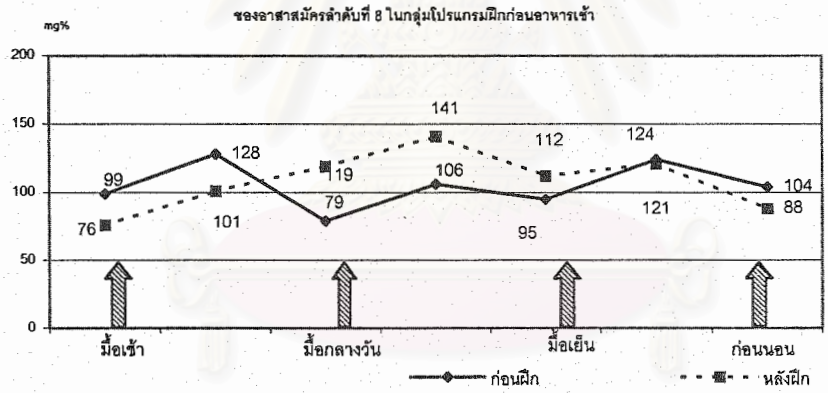
ภาพที่ 6 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดย
เปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 6 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



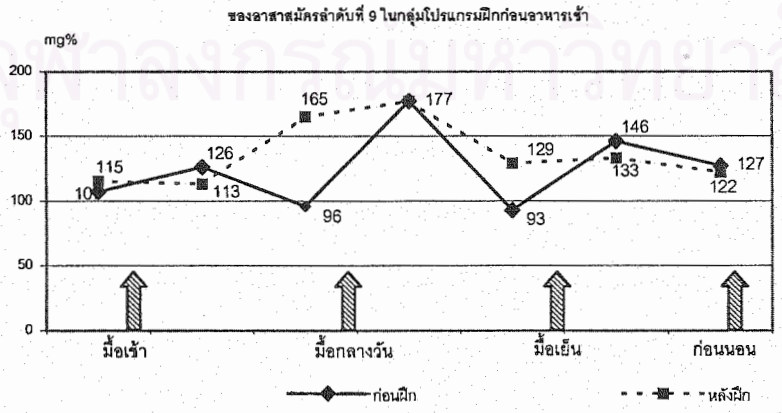
ภาพที่ 7 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 7 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



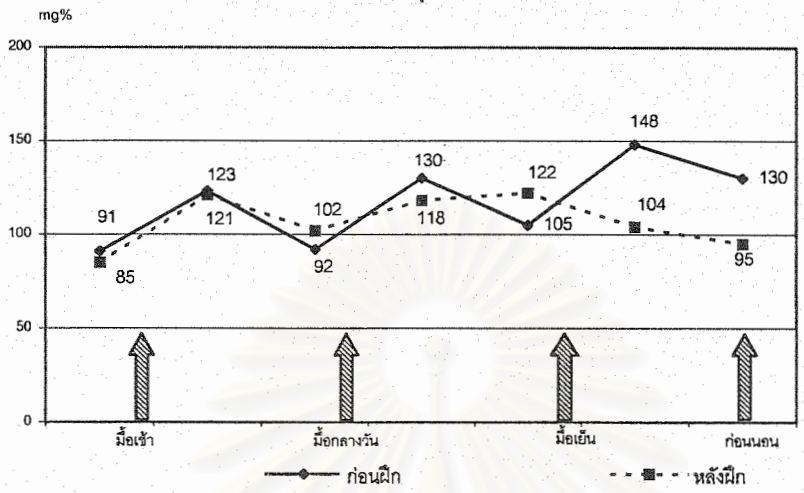
ภาพที่ 8 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 8 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



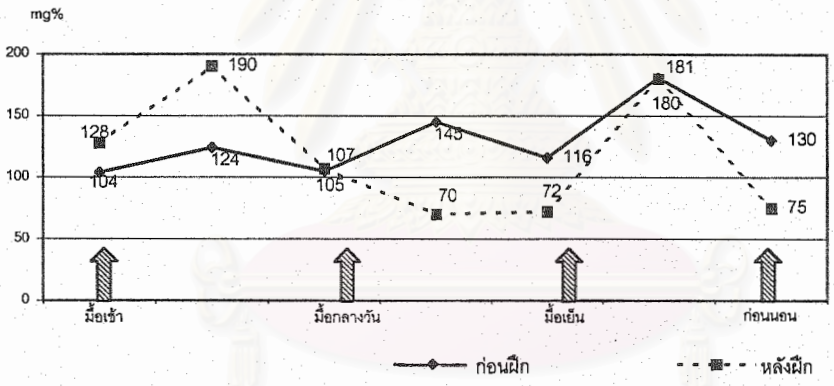
ภาพที่ 9 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 9 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



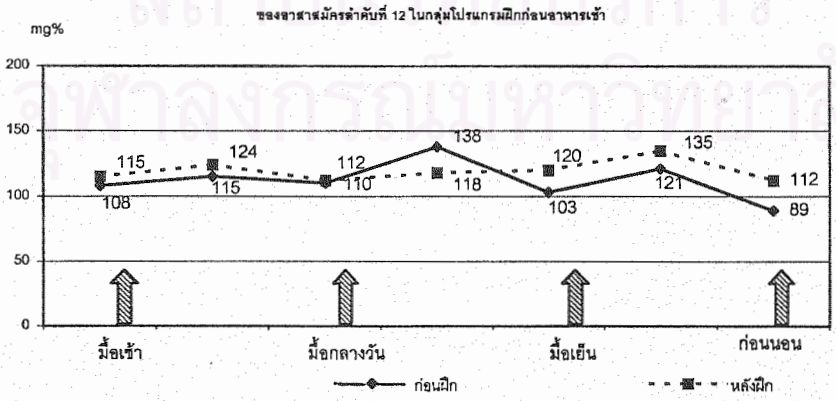
ภาพที่ 10 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 10 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



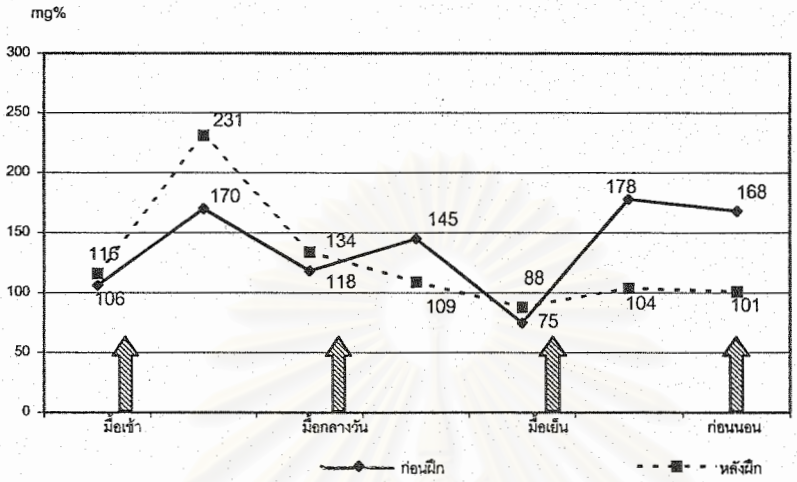
ภาพที่ 11 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 11 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



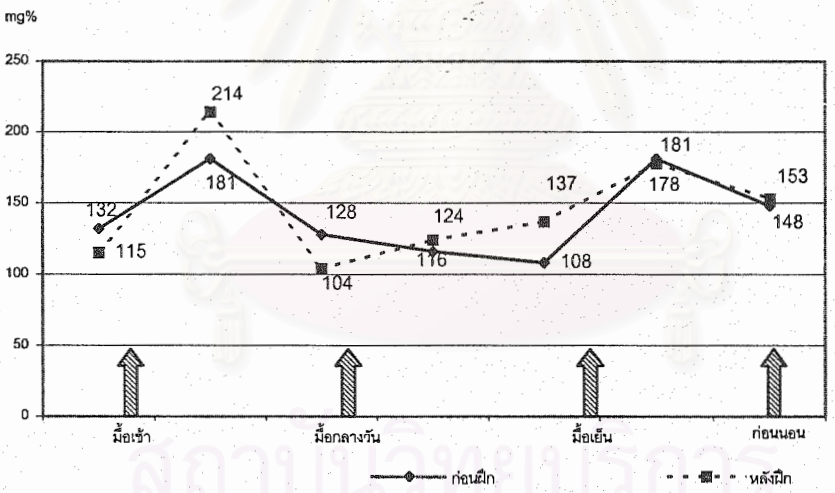
ภาพที่ 12 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดย
เปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 12 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



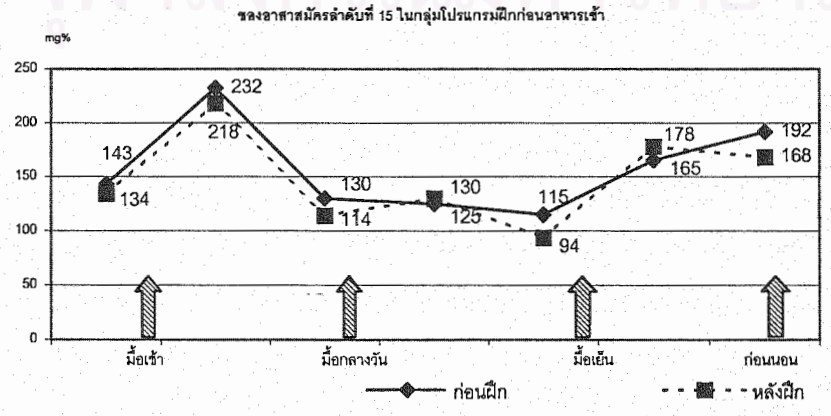
ภาพที่ 13 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 13 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



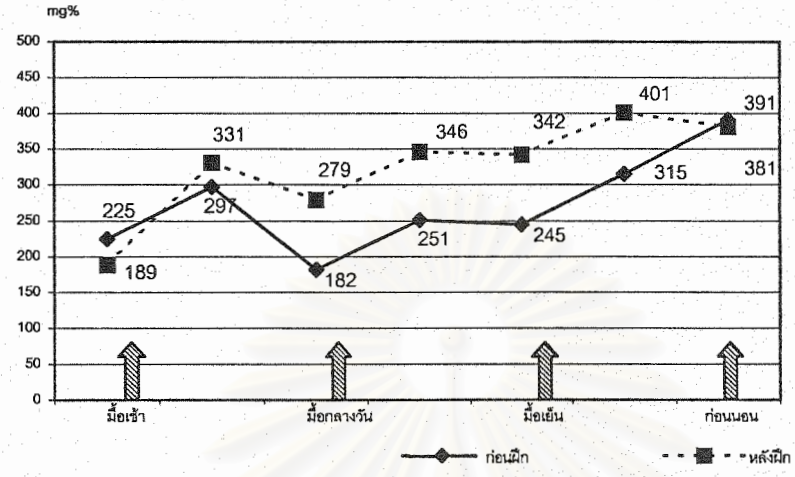
ภาพที่ 14 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 14 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



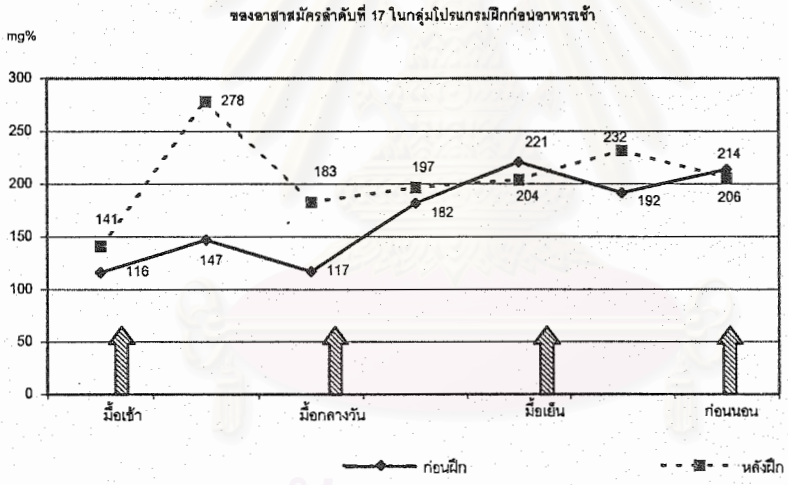
ภาพที่ 15 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 15 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



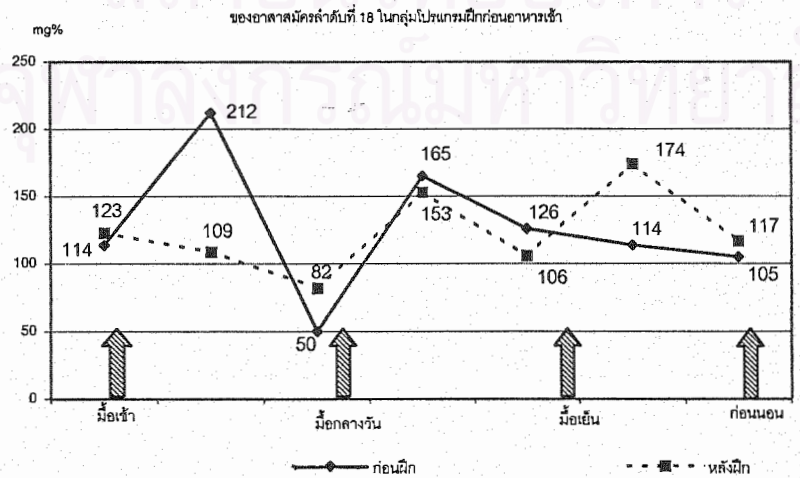
ภาพที่ 16 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 16 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



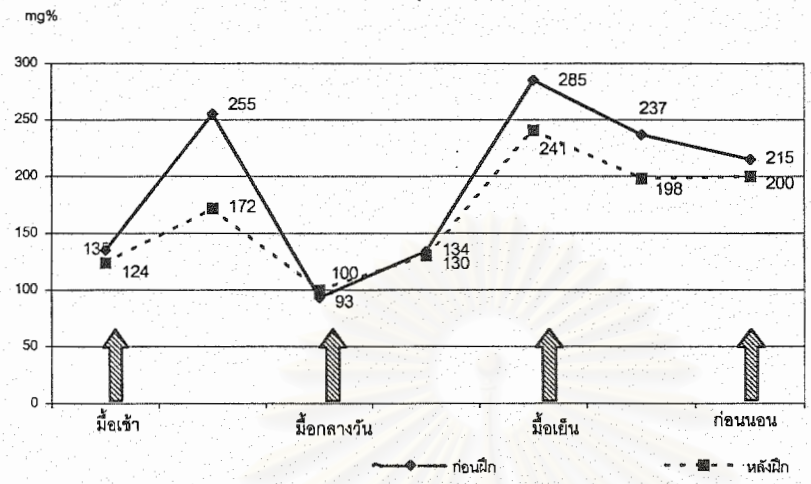
ภาพที่ 17 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 17 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



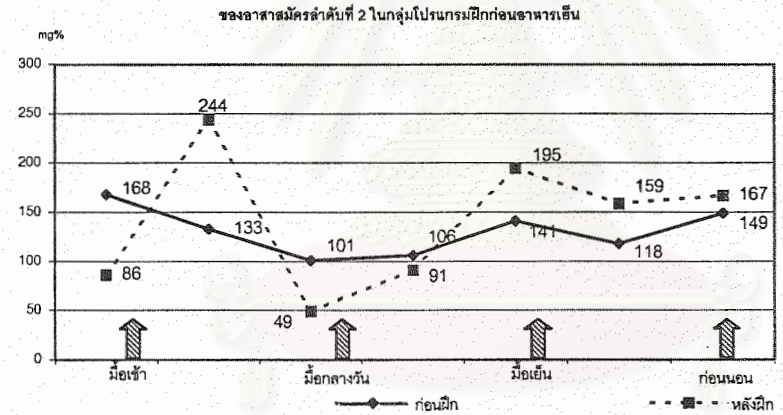
ภาพที่ 18 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 18 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



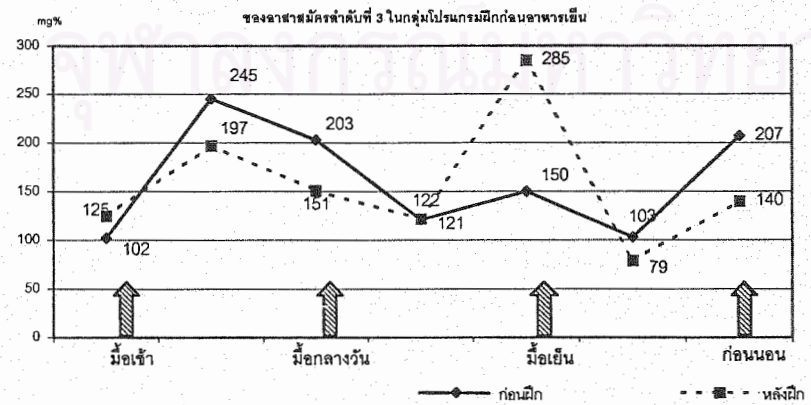
ภาพที่ 19 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 1 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



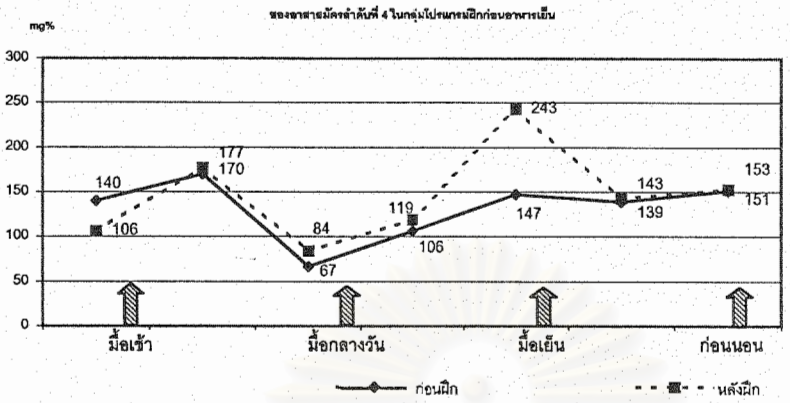
ภาพที่ 20 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 2 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



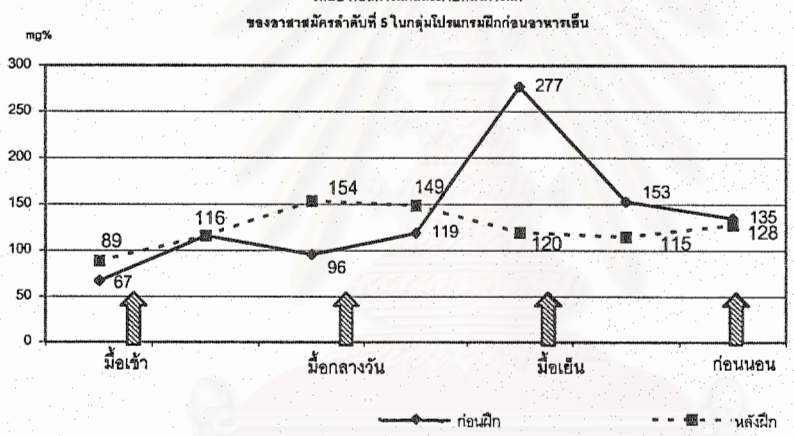
ภาพที่ 21 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดย
เปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 3 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



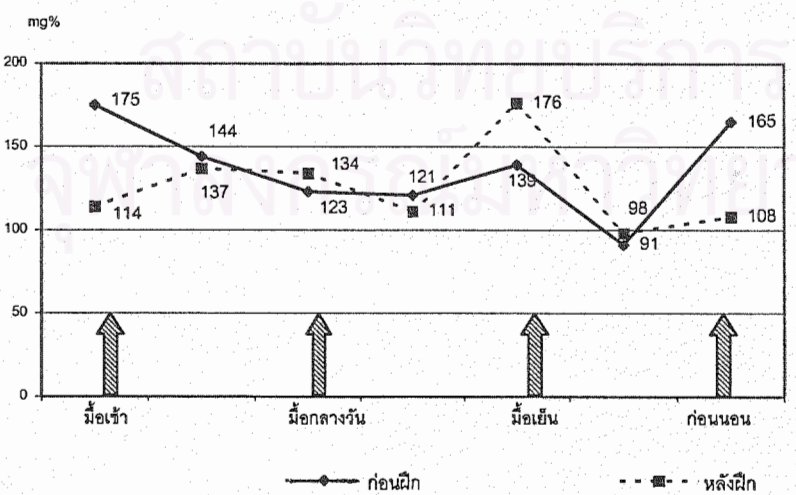
ภาพที่ 22 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 4 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



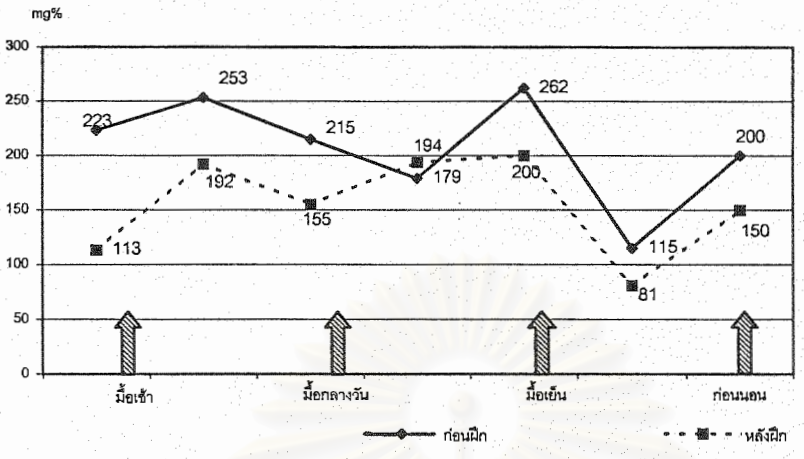
ภาพที่ 23 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 5 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



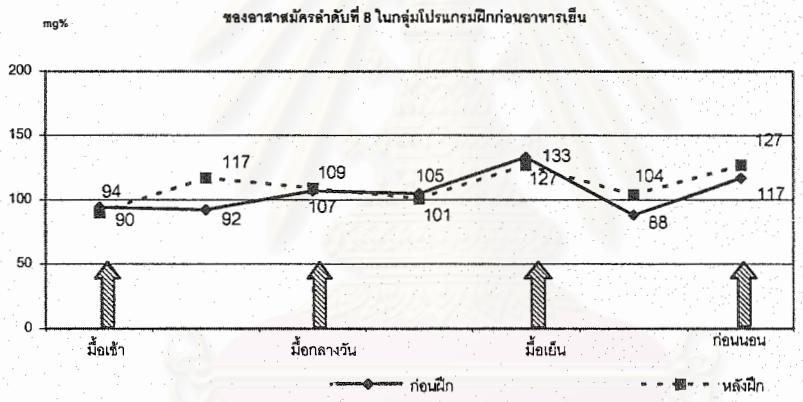
ภาพที่ 24 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 6 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



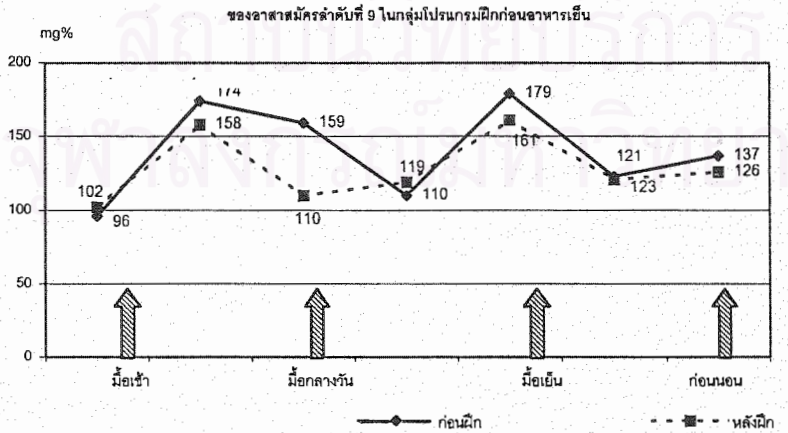
ภาพที่ 25 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดย
เปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 7 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



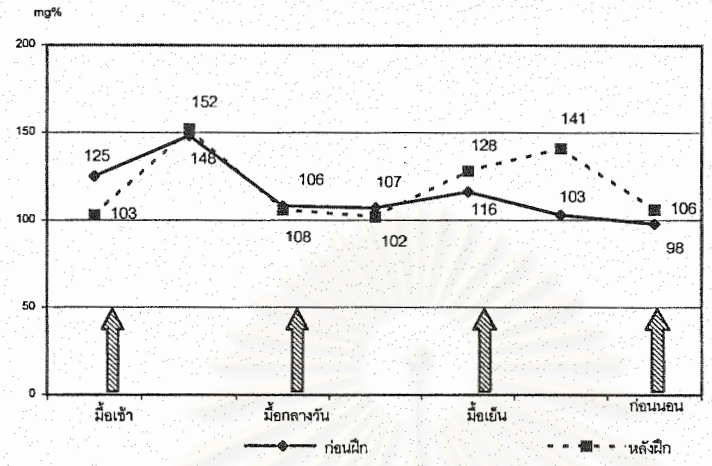
ภาพที่ 26 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 8 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



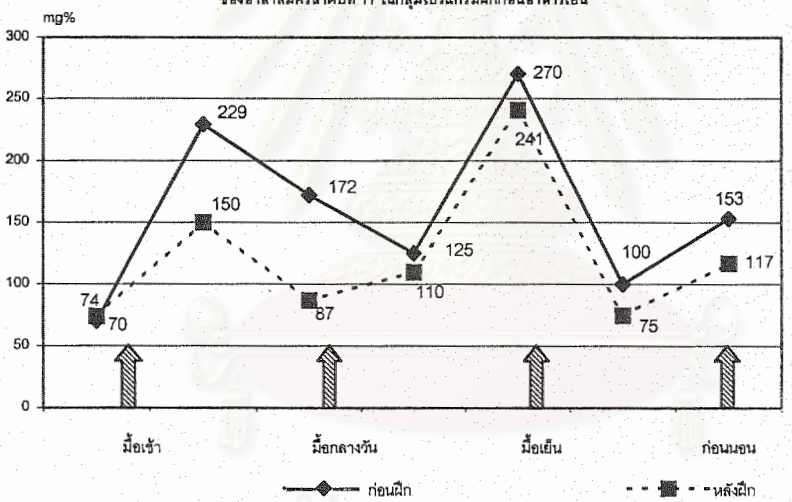
ภาพที่ 27 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 9 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



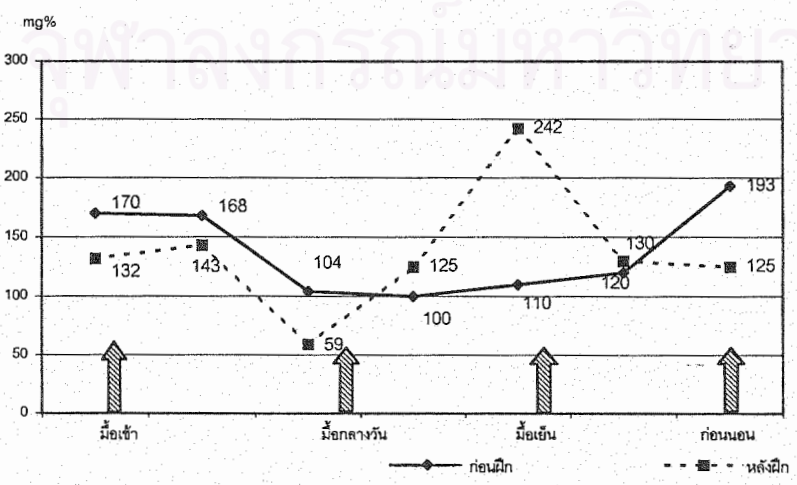
ภาพที่ 28 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดย
เปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 10 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



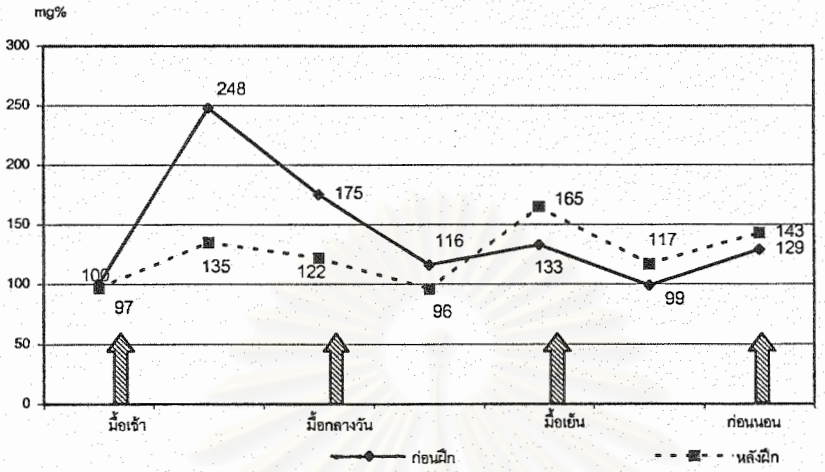
ภาพที่ 29 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 11 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



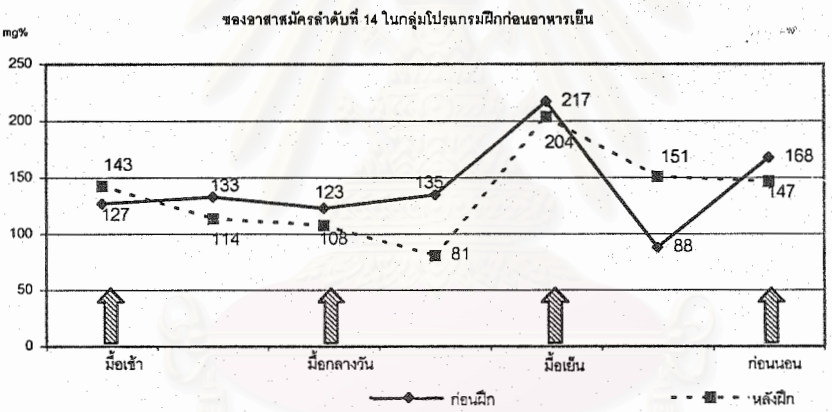
ภาพที่ 30 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 12 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



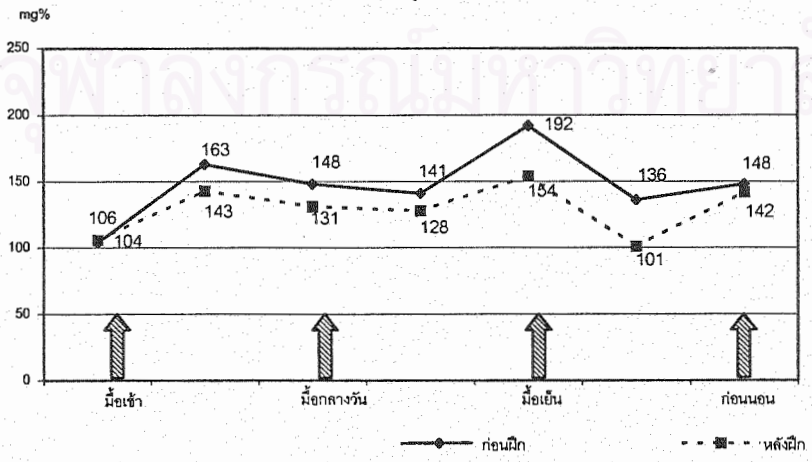
ภาพที่ 31 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 13 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



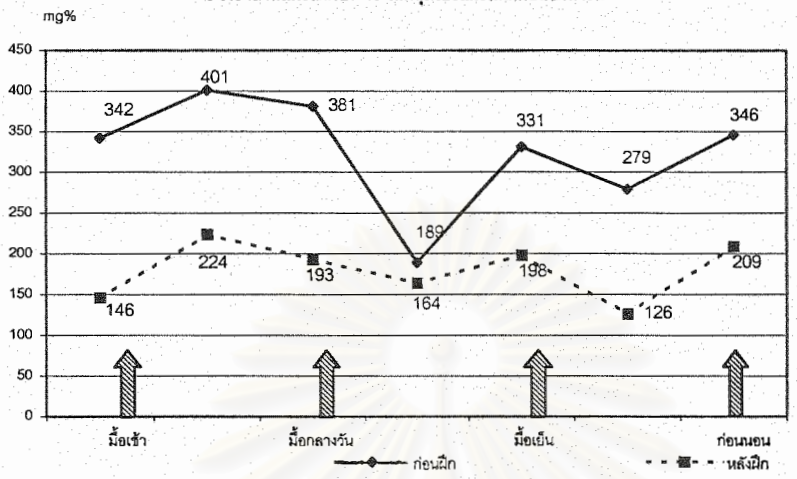
ภาพที่ 32 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 14 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



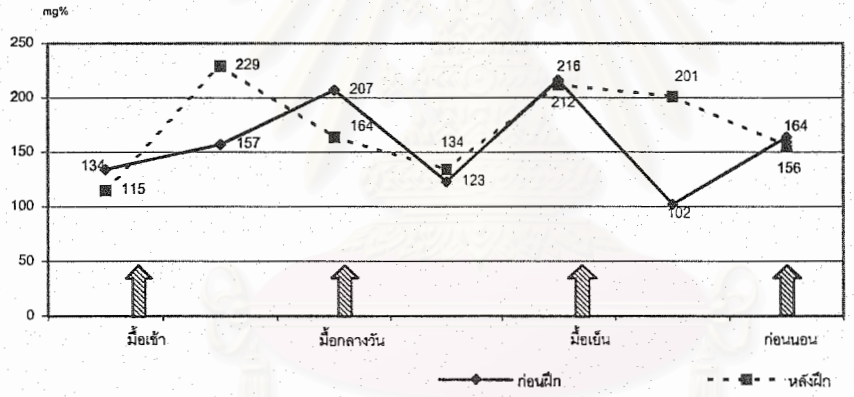
ภาพที่ 33 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของอาสาสมัครลำดับที่ 15 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



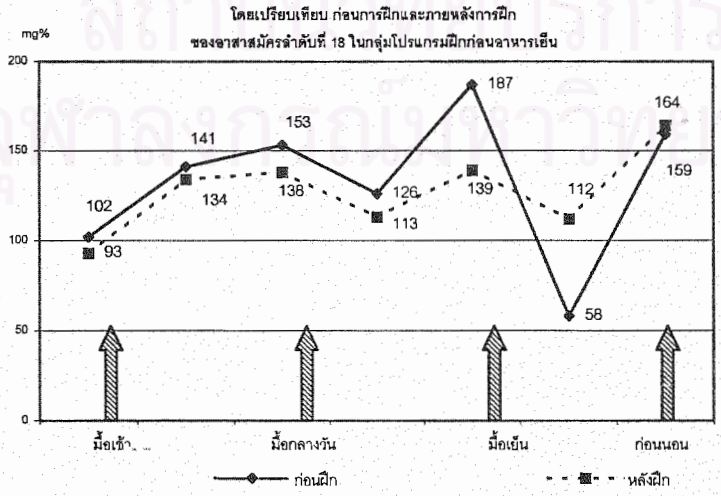
ภาพที่ 34 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 16 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



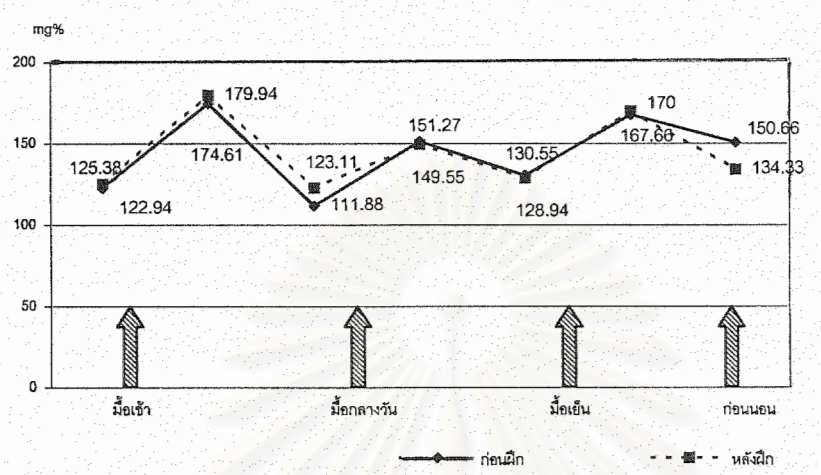
ภาพที่ 35 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึก และภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 17 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



ภาพที่ 36 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง) โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก ของอาสาสมัครลำดับที่ 18 ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเย็น



ภาพที่ 37 แสดงผลน้ำตาลจากปลายนิ้วมือ (DTX) 7 เวลา (ก่อนและหลังอาหาร 3 มื้อ และก่อนนอนภายใน 24 ชั่วโมง)
โดยเปรียบเทียบ ก่อนการฝึกและภายหลังการฝึก
ของนาสาสมัคร 18 คน ในกลุ่มโปรแกรมฝึกก่อนอาหารเช้า



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

<u>วิธีการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ</u>

ใช้วิธีคำนวณพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู (trapezium rule) เนื่องจากพื้นที่ใต้กราฟของน้ำตาลในเลือดที่เจาะภายใน 24 ชั่วโมง เป็นรูปทรงเรขาคณิตแบบสี่เหลี่ยมคางหมู สูตรคำนวณ

พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู = $(t_2-t_1)(y_1+y_2)/2$

<u>ตัวอย่าง</u>

การคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ (Aea under the curve) จากข้อมูลระดับน้ำตาลในกลุ่มที่ออกกำลังกายก่อนอาหารเช้า

AUC = 75 x (133+238)/2 + 250 x (238+137)/2 + 325 x (137+209)/2

+…….+ 815 x (207+134)/2

= 143,950 mg/dl* min

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาว นันทวัน โหละบุตร เกิดเมื่อวันที่ 9 มกราคม พ.ศ. 2516 จังหวัด นครราชสีมา สำเร็จการศึกษา พยาบาลศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยพยาบาลสภากาชาดไทย ปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2543

ปัจจุบันปฏิบัติงาน ตำแหน่งพยาบาลประจำการระดับ 6 แผนกศัลกรรมออร์โธปิดิกส์ ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย