

การศึกษาความไวของฮอร์โมนอินซูลินในคนไทยที่มีไขมันเอชดีแอลในเลือดสูงมาก



นาง ปติพร วศินานุกร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาอายุรศาสตร์ ภาควิชาอายุรศาสตร์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-4879-5

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ASSESSMENT OF INSULIN SENSITIVITY IN THAI PEOPLE  
WITH VERY HIGH LEVELS OF HDL

Mrs. Padiporn Vasinanukorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Medicine

Department of Medicine

Faculty of Medicine

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-17-4879-5

481569

หัวข้อวิทยานิพนธ์                      การศึกษาความไวของฮอร์โมนอินซูลินในคนไทยที่มีไขมันเอชดีแอลในเลือดสูงมาก

โดย    นาง ปติพร วศินานุกร

สาขาวิชา                                    อายุรศาสตร์

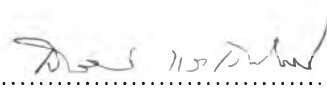
อาจารย์ที่ปรึกษา                          ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ วีรพันธ์ ไชวิฑูรย์กิจ

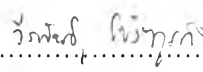
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม                      ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุทธิพงษ์ วัชรสินธุ์

คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

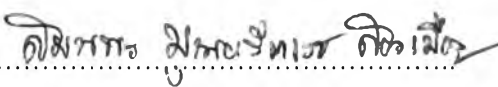
  
.....                      คณบดีคณะแพทยศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ภิรมย์ กมลรัตนกุล)

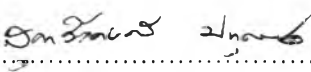
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....                      ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ สมเกียรติ แสงวัฒนาโรจน์)

  
.....                      อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นายแพทย์ วีรพันธ์ ไชวิฑูรย์กิจ)

  
.....                      อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุทธิพงษ์ วัชรสินธุ์)

  
.....                      กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ แพทย์หญิง สมนพร บุณยะรัตเวช สองเมือง)

  
.....                      กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุทธิลักษณ์ ปทุมราช)

ปดิพร วดีนานุกร : การศึกษาความไวของอินซูลินในคนไทยที่มีไขมันเอชดีแอลในเลือดสูงมาก (ASSESSMENT OF INSULIN SENSITIVITY IN THAI PEOPLE WITH VERY HIGH LEVELS OF HDL) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. นพ. ดร. วีรพันธุ์ ไชวิฑูรกิจ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ. นพ. สุทธิพงศ์ วัชรสินธุ ; 77 หน้า. ISBN 974-17-4879-5.

**ที่มาของงานวิจัย:** ภาวะ HDL-C ต่ำส่วนหนึ่งมักพบร่วมกับผู้ที่มีภาวะดื้อต่ออินซูลิน ในขณะที่ภาวะ HDL-C สูงซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมินั้นยังไม่เคยมีการศึกษาในแง่ของความสัมพันธ์กับความไวต่ออินซูลิน จากการศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัย พบว่าผู้ที่มี HDL-C เกิน 100 มก./ดล. มีลักษณะบางประการที่ตรงข้ามกับกลุ่มอาการทางเมตาบอลิก ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าผู้ที่มีระดับ HDL-C สูงอาจมีความไวต่ออินซูลินที่ดีกว่าผู้ที่มี HDL-C ที่ต่ำ

**วัตถุประสงค์:** เพื่อศึกษาความไวต่ออินซูลินในคนไทยโดยเปรียบเทียบในกลุ่มที่มีระดับ HDL-C มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ดล. กับ กลุ่มที่มี HDL-C ปกติ

**วิธีการดำเนินการ:** อาสาสมัครจำนวน 3 กลุ่ม ประกอบด้วยผู้ที่มีระดับ HDL-C ในเลือดมากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ดล. (25 คน), 65 ถึง 99 มก./ดล. (41 คน) และ 36 ถึง 64 มก./ดล. (24 คน) ซึ่งมีอายุและเพศใกล้เคียงกันได้รับการคัดเลือกให้เข้าโครงการวิจัย โดยอาสาสมัครที่มีสาเหตุเกี่ยวข้องกับภาวะดื้อต่ออินซูลินจะไม่ได้รับการคัดเลือกเข้าร่วมโครงการ ผู้ร่วมวิจัยทุกรายจะได้รับการชั่งประวัติ ตรวจร่างกาย และตรวจวัดระดับน้ำตาลและอินซูลินหลังอดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมงจำนวน 3 ครั้งห่างกันครั้งละ 5 นาที และใช้ค่าเฉลี่ยของผลเลือดทั้ง 3 ครั้ง มาคำนวณความไวของอินซูลินด้วยสูตร HOMA-IR ซึ่งแสดงค่าในแต่ละกลุ่มเป็น MEAN  $\pm$  SEM และเปรียบเทียบค่า HOMA-IR ในประชากรทั้ง 3 กลุ่ม โดยใช้ ANOVA

**ผลการศึกษา:** จากการศึกษาพบว่า ในผู้ที่มีระดับ HDL-C ที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ 36 ถึง 64 มก./ดล., 65 ถึง 99 มก./ดล. และ มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ดล. มีค่าเฉลี่ยของ HDL-C เท่ากับ  $57.3 \pm 1.1$ ,  $80.2 \pm 1.4$  และ  $111.3 \pm 2.0$  มก./ดล. ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของไขมันคอเลสเตอรอลเท่ากับ  $195.1 \pm 7.5$ ,  $200 \pm 5.1$  และ  $237 \pm 7.4$  มก./ดล. และ ค่าเฉลี่ยของไขมันไตรกลีเซอไรด์เท่ากับ  $84.5 \pm 6.3$ ,  $66.4 \pm 3.4$  และ  $52.8 \pm 3.7$  มก./ดล. ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.001$ ) เมื่อคำนวณ HOMA-IR ในประชากรทั้ง 3 กลุ่ม พบว่ามีค่าเท่ากับ  $1.38 \pm 0.20$ ,  $1.05 \pm 0.10$  และ  $1.03 \pm 0.08$  ซึ่งไม่มีความแตกต่างของความไวของอินซูลินในประชากรทั้ง 3 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P=0.13$ )

**สรุป:** เมื่อเปรียบเทียบความไวของอินซูลินโดยใช้ค่า HOMA-IR ในผู้ที่มีระดับ HDL-C ที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ดล., 65 ถึง 99 มก./ดล. และ 36 ถึง 64 มก./ดล. ไม่พบความแตกต่างของความไวของอินซูลินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชา.....อายุรศาสตร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....  
สาขาวิชา.....อายุรศาสตร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....  
ปีการศึกษา.....2548.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

# # 474746530 : MAJOR MEDICINE (ENDOCRINOLOGY AND METABOLISM)

KEY WORD: HIGH DENSITY LIPOPROTEIN (HDL), INSULIN SENSITIVITY, INSULIN RESISTANCE

PADIPORN VASINANUKORN : ASSESSMENT OF INSULIN SENSITIVITY IN THAI PEOPLE WITH HIGH LEVELS OF HDL. THESIS ADVISOR: ASST. PROF. WEERAPAN KHOVIDHUNKIT, M.D., Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: PROF. SUTTIPONG WACHARASINDHU, M.D. 77 pp. ISBN. 974-17-4879-5.

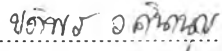
**Background and aims:** High HDL cholesterol (HDL-C) level represents a disorder from various genetic and environmental factors. Low HDL-C level is often found in insulin resistant states, however, it is not known whether high HDL-C level represents higher insulin sensitivity.


**Objectives:** To assess insulin sensitivity in Thai people with high HDL levels compared to those with normal HDL levels.

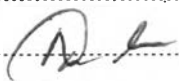
**Materials and methods:** Three groups of patients, those with HDL-C levels between 35 and 64 mg/dL (n=24), between 64 and 99 mg/dL (n=41) and  $\geq 100$  mg/dL (n=25) were recruited. Patients with secondary causes of insulin resistance were excluded. Fasting insulin and glucose levels were measured every 5 minutes for 3 times. Homeostasis model assessment (HOMA) index was calculated to assess insulin sensitivity. Data were reported as mean  $\pm$  SEM.

**Results:** The mean HDL-C levels were  $57.3 \pm 1.1$ ,  $80.2 \pm 1.4$  and  $111.3 \pm 2.0$  mg/dl, respectively ( $p < 0.001$ ), whereas the mean cholesterol levels were  $195.1 \pm 7.5$ ,  $200 \pm 5.1$  and  $237 \pm 7.4$  mg/dl ( $p < 0.001$ ). The mean triglyceride levels were  $84.5 \pm 6.3$ ,  $66.4 \pm 3.4$  and  $52.8 \pm 3.7$  mg/dl ( $p < 0.001$ ). The HOMA-IR in those three groups were  $1.38 \pm 0.20$ ,  $1.05 \pm 0.10$  และ  $1.03 \pm 0.08$  mg/dl ( $p = 0.13$ ).

**Conclusion:** In our study, insulin sensitivity in people with high levels of HDL-C was not significantly different compared with that of people who have lower HDL-C levels.

Department ..... Medicine ..... Student's signature ..... 

Field of study ..... Medicine ..... Advisor's signature ..... 

Academic year ..... 2005 ..... Co-advisor's signature ..... 

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ดอกเตอร์วีรพันธุ์ โขวิฑูรกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์นายแพทย์ สุทธิพงศ์ วิชรสินธุ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และขอขอบพระคุณอาจารย์หน่วยต่อมไร้ท่อทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และแนวทางในการวิจัย

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์งานวิจัยหน่วยต่อมไร้ท่อ คุณวาณี เปล่งพานิชย์ คุณวรกมล แนนอุดร คุณประไพ ศรีสวัสดิ์ คุณวัชระ ศิริสุวรรณ และ คุณโคกิตศจี ปสาทรรัตน์ เจ้าหน้าที่งานวิจัย หน่วยต่อมไร้ท่อ คุณอภามาภรณ์ การินทร์ และ คุณอภิญา คันทา ที่ช่วยในการเก็บตัวอย่าง เลือด และ ตรวจวัดผลในห้องปฏิบัติการให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คุณนงลักษณ์ ทัพปรีชา เจ้าหน้าที่ หน่วยต่อมไร้ท่อที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือช่วยเหลือในการทำวิจัย

ขอขอบคุณคุณวสันต์ ปัญญาแสง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการใช้สถิติในการคำนวณขนาด ตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูลแก่ผู้วิจัยในเรื่องนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณเพื่อนแพทย์ทุกท่านที่ได้กรุณาส่งและคัดเลือกอาสาสมัครมาเข้าการศึกษานี้และ ขอขอบพระคุณอาสาสมัครทุกท่านที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีจนงานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
สารบัญแผนภูมิ .....	ฏ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย .....	1
1.2. คำถามการวิจัย .....	2
1.3. วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.4. สมมุติฐานของการวิจัย .....	2
1.5. กรอบความคิดในการวิจัย .....	2
1.6. ข้อตกลงเบื้องต้น .....	3
1.7. ข้อจำกัดของการวิจัย .....	3
1.8. คำสำคัญ .....	3
1.9. คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย .....	3
1.10 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1. ลักษณะและโครงสร้างทางเคมีของฮอร์โมนอินซูลิน .....	5
2.2. การสร้างฮอร์โมนอินซูลิน .....	5
2.2.1 การสร้าง Preproinsulin .....	6
2.2.2 การสร้าง proinsulin และ ฮอร์โมนอินซูลิน .....	7
2.3. กลไกควบคุมการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน .....	11
2.4. ปัจจัยที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน .....	12
2.5. การออกฤทธิ์ของฮอร์โมนอินซูลิน .....	13

บทที่	หน้า
2.6. การควบคุมระดับน้ำตาลกลูโคสโดยฮอร์โมนอินซูลิน.....	15
2.7. ภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลิน .....	16
2.8. กลุ่มอาการทางเมตาบอลิก .....	17
2.9 การประเมินความไวของฮอร์โมนอินซูลิน .....	19
2.9.1 Homeostasis Model Assessment (HOMA) .....	19
3. ไขมันเอชดีแอล .....	24
3.1 โครงสร้างและส่วนประกอบ .....	24
3.2 เมตะบอลิซึมของ HDL .....	25
3.3 ระดับของ HDL กับเอนไซม์ของ HDL .....	26
3.4 ระดับ HDL กับการทำงานของอินซูลิน.....	27
3.5 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับไขมันในเลือดชนิด HDL-C ในคนไทย .....	29
3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	30
4. วิธีดำเนินการวิจัย .....	32
4.1. รูปแบบการวิจัย.....	32
4.2. ระเบียบวิธีวิจัย.....	32
4.2.1 ประชากรที่ศึกษา .....	32
4.2.2 กฎเกณฑ์การคัดเลือกเข้ามาศึกษา.....	32
4.2.3 กฎเกณฑ์การตัดออกจากการศึกษา .....	32
4.2.4 การคำนวณขนาดตัวอย่าง.....	33
4.2.5 การสังเกตและการวัด.....	35
4.2.6 วิธีการศึกษา .....	35
4.2.7 วิธีการตรวจระดับฮอร์โมนอินซูลิน .....	36
4.2.8 วิธีการตรวจระดับ HDL-C .....	36
4.2.9 วิธีการตรวจระดับน้ำตาล.....	36
4.2.10 การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	36
4.2.11 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	36
4.3 ปัญหาทางจริยธรรม .....	36
4.4 ข้อจำกัดในการวิจัย .....	37
4.5 ผลหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย .....	37



บทที่	หน้า
4.6 อุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการวิจัยและมาตรการในการแก้ไข.....	37
4.7 การบริหารงานวิจัยและตารางการปฏิบัติงาน .....	37
5. ผลการวิจัย.....	38
5.1. คุณลักษณะของประชากร.....	38
5.1.1 กลุ่มประชากรที่มีระดับ HDL-C มากกว่าหรือเท่ากับ 100.....	39
5.1.2 กลุ่มประชากรที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 65 - 99 มก./ดล.....	42
5.1.3 กลุ่มประชากรที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 36 -64 มก./ดล.....	45
5.2 ผลการศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลพื้นฐานของประชากร 3 กลุ่ม ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 36 ถึง 64 มก./ดล., 65 ถึง 99 มก./ดล.และ มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ดล .....	47
5.3 ผลการศึกษาเกี่ยวกับความไวของฮอร์โมนอินซูลินในอาสาสมัคร 3 กลุ่มที่มีระดับ HDL-C ต่างๆกัน.....	49
5.4 ผลการศึกษาเกี่ยวกับความไวของฮอร์โมนอินซูลินเมื่อแบ่งกลุ่มอาสาสมัครโดยแบ่ง กลุ่ม HDL-C เป็นควอไทล์.....	51
5.5 ผลการศึกษาเกี่ยวกับความไวของฮอร์โมนอินซูลินในอาสาสมัครเมื่อแบ่งกลุ่ม HDL-C อยู่ในช่วง 36 ถึง 64 มก./ดล. และ มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มก./ดล .....	53
5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับ HDL-C และ HOMA-IR .....	54
6. อภิปรายผลการวิจัย.....	55
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	59
รายการอ้างอิง .....	60
ภาคผนวก .....	67
ภาคผนวก ก. แบบฟอร์มยินยอมเข้าร่วมการศึกษาวิจัย .....	68
ภาคผนวก ข. แบบฟอร์มที่ใช้ในการเก็บข้อมูล .....	71
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	77

## สารบัญตาราง

ตารางลำดับที่	หน้า
1. แสดงค่าเฉลี่ยของระดับไขมัน HDL-C ในคนไทยปกติ (ดวงมณี วิเศษกุล).....	30
2. แสดงข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม.....	31
3. แสดงตารางแผนการปฏิบัติการและงบประมาณ.....	37
4. แสดงโรคประจำตัวในผู้ที่มีระดับ HDL-C มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ ดล. ....	39
5. แสดงชนิดของยาที่ใช้ในผู้ที่มีระดับ HDL-C มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ ดล. ....	40
6. แสดงระยะเวลาออกกำลังกายในผู้ที่มีระดับ HDL-C มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มก./ ดล. ....	41
7. แสดงโรคประจำตัวในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 65 ถึง 99 มก./ ดล.....	42
8. แสดงชนิดของยาที่ใช้ในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 65 ถึง 99 มก./ ดล. ....	43
9. แสดงระยะเวลาการออกกำลังกายในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 65 ถึง 99 มก./ ดล. ....	44
10. แสดงโรคประจำตัวในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 36 ถึง 64 มก./ ดล.....	45
11. แสดงชนิดของยาที่ใช้ในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 36 ถึง 64 มก./ ดล. ....	46
12. แสดงระยะเวลาการออกกำลังกายในผู้ที่มีระดับ HDL-C ระหว่าง 36 ถึง 64 มก./ ดล. ....	47
13. แสดงลักษณะพื้นฐานของผู้เข้าร่วมวิจัยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่ม.....	48
14. แสดงผลการศึกษาของความไวของฮอร์โมนอินซูลินในประชากรทั้ง 3 กลุ่ม .....	49
15. แสดงค่าความไวต่อฮอร์โมนอินซูลินเมื่อแบ่งประชากรเป็นกลุ่มควอไทล์ .....	51
16. แสดงความแตกต่างของกลุ่มที่มี HDL-C อยู่ในช่วง 36 ถึง 64 มก./ดล. และ มากกว่าหรือเท่ากับ 65 มก./ดล. ....	53

## สารบัญภาพ

ภาพลำดับที่	หน้า
1. แสดงโครงสร้างของฮอร์โมนอินซูลิน.....	6
2. แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์ฮอร์โมนอินซูลิน.....	6
3. แสดงโครงสร้างของสายโพลีเปปไทด์ proinsulin.....	8
4. แสดงกลไกการสร้างและหลั่งฮอร์โมนอินซูลิน.....	9
5. แสดงการเปลี่ยนฮอร์โมน proinsulin เป็น ฮอร์โมนอินซูลิน โดยเอนไซม์ต่างๆ.....	10
6. แสดงกลไกการควบคุมการหลั่งของฮอร์โมนอินซูลิน.....	11
7. แสดงลักษณะของ insulin receptor.....	14
8. แสดงกลไกการออกฤทธิ์ของฮอร์โมนอินซูลิน.....	15
9. แสดงสาเหตุของภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลินตามทฤษฎีของ humoral theory.....	17
10. Homeostasis Model Assessment (HOMA).....	20
11. แสดงกราฟของ HOMA.....	22
12. แสดงอาณาภาคของ HDL.....	24
13. เมตาบอลิซึมของ HDL ในร่างกาย.....	26
14. แสดงภาวะดื้อต่อฮอร์โมนอินซูลินต่อการเมตาบอลิซึมของไขมัน.....	29

## สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิลำดับที่	หน้า
1. แผนภูมิที่ 1 แสดงผลการศึกษาของความไวของฮอร์โมนอินซูลินในประชากรทั้ง 3 กลุ่ม .....	50
2. แผนภูมิที่ 2 แสดงค่าความไวต่อฮอร์โมนอินซูลินเมื่อแบ่งประชากรเป็นกลุ่มคอวอไทล์.....	52
3. แผนภูมิที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของระดับไขมัน HDL-C และ HOMA-IR .....	54

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ABCA1	= ATP – binding cassette transporter 1
ADP	= adenosine diphosphate
ATP	= adenosine triphosphate
apo A-I	= apolipoprotein A-I
Co A	= coenzyme A
CETP	= cholesteryl ester transfer protein
CP-H	= Carboxypeptidase-H
CVs	= Coefficients of variation
CRP	= c-reactive protein
EL	= endothelial lipase
LCAT	= lecithin cholesterol acyltransferase
GK	= glucokinase
GLP-1	= glucagon-like peptide-1
G-6P	= glucose-6-phosphate
GLUT	= glucose transporter
HDL-C	= high density lipoprotein cholesterol
HOMA <sub>IR</sub>	= homeostasis model assessment of insulin resistance
IGF-1	= insulin like growth factor
IRR	= insulin receptor-related receptor
IRS	= insulin responsive substrate
LDL	= low density lipoprotein
LDH	= lactate dehydrogenase
VLDL	= very low density lipoprotein
IDL	= intermediate density lipoprotein
SR-BI	= scavenger receptor class B type1
LDH	= lactate dehydrogenase
LPL	= lipoprotein lipase
VLDLR	= very low density lipoprotein receptor

mRNA	= messenger RNA
PAI-1	= plasminogen activator inhibitor-1
PC	= proinsulin convertase
PTPases	= tyrosine phosphatases
PDH	= pyruvate dehydrogenase
PI 3-kinase	= phosphatidylinositol 3-kinase
PKB	= protein kinase B
PKC	= protein kinase C
PIPD	= PI dependent protein kinase
HL	= hepatic lipase
RER	= rough endoplasmic reticulum
RAS	= rat sarcoma protein
RCT	= reverse cholesterol transport
SD	= standard deviation
SEM	= standard error of the mean
SH2	= src-homology-2
SRP	= signal-recognition-particle
SSR	= signal sequence receptor
SOCS	= suppressors of cytokine signaling
TGN	= trans-Golgi network
CAPD	= continuous ambulatory peritoneal dialysis
VA-HIT	= Veterans Affairs HDL cholesterol Intervention Trial
VIP	= vasoactive intestinal peptide