

การประเมินวิธีการวิเคราะห์ LDL-Cholesterol และความคุ้มค่าของการนำไปใช้ประโยชน์

Evaluation of LDL-Cholesterol determinations and its usefulness

ถวัลย์ ฤกษ์งาม เทียนชัย ไชยเศรษฐ

ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะสหเวชศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

และสมศักดิ์ พงสุภา

ห้องปฏิบัติการชันสูตร โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

ระดับแอลดีแอล-โกลีเอสเตอรอลในเลือดเป็นดัชนีที่สำคัญของปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ แต่เดิมห้องปฏิบัติการจะใช้วิธีคำนวณหาจากสูตรของ Friedewald และต้องเจาะเลือดจากผู้หัดงดอาหาร เนื่องจากผลกระทบของการรับประทานอาหารต่อค่า triglyceride ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจหาระดับแอลดีแอล-โกลีเอสเตอรอลโดยตรง ด้วยเครื่องตรวจอัตโนมัติ โดยใช้ยาน้ำที่มีสารประกอบของแมกนีเซียม, น้ำตาล, ดีเทอร์เจนท์ และเอนไซม์ โดยอาศัยหลักการทดสอบด้วยวิธี Homogeneous enzymatic colorimetric assay พบว่าวิธีการดังกล่าวเข้าได้กับข้อแนะนำของ NCEP ที่กำหนดให้ค่าความแม่นยำ within-run และ run-to-run มีสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวนไม่เกิน 3% ค่าที่ได้จากการตรวจหาแอลดีแอล-โกลีเอสเตอรอล โดยตรงมีความสัมพันธ์กับค่าที่ได้จากการคำนวณ และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อค่า triglyceride ในเลือดน้อยกว่า 400 mg/dl ($r = 0.937$, $p = 0.373$) และพบว่าในการตรวจสุขภาพทั่วไป เพื่อตรวจ Lipid profile จะใช้การตรวจหาระดับแอลดีแอล-โกลีเอสเตอรอล โดยคำนวณจากสูตรของ Friedewald จะเหมาะสมและคุ้มค่ามากกว่า ส่วนการตรวจหาระดับแอลดีแอล-โกลีเอสเตอรอล โดยตรงใช้ในการติดตามผลการรักษาผู้มีภาวะ Dyslipidemia หรือผู้ที่มีภาวะ triglyceride สูง และไม่สามารถอดอาหารได้ จะได้ประโยชน์ทางคลินิกและคุ้มค่ามากกว่า

Abstract

Serum Low Density Lipoprotein Cholesterol (LDL-Cholesterol) is a major risk factor for coronary heart disease. Clinical laboratory currently estimates low-density lipoprotein cholesterol using the Friedewald equation, which requires fasting specimens because nonfasting serum interferes triglyceride levels. We describe the automatic method for the direct determination of LDL-cholesterol using the selective micellar solubilization of LDL-cholesterol by a nonionic detergent and the interaction of a sugar compound and lipoprotein, by homogeneous enzymatic colorimetric assay. This method met the current guidelines of NCEP which required within-run and run-to-run precision coefficients of variation less than 3 %. Results from the automatic method were in good correlation with estimation from Friedewald equation and there was no significant difference between the both methods when triglyceride level below 400 mg/dl ($r = 0.937$, $p = 0.373$) In this study, we found that calculated LDL-C is suitable and effective for the check up program, while the direct LDL-Cholesterol is valid for the patient with high triglyceride level and cannot diet for long.

1. บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดหัวใจที่มีสาเหตุมาจากไขมันในเลือดสูงกำลังเป็นปัญหาที่สำคัญมากปัญหาหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจและวิถีการดำเนินชีวิตของประชาชนทั้งในเขตเมืองและชนบทได้ทำให้เกิดพฤติกรรมการรับประทานอาหารของประชาชนเปลี่ยนไป โดยเฉพาะผลกระทบต่อประชาชนในสังคมเมืองใหญ่ๆ ที่มีพฤติกรรมกินอาหารพวก fast food และยังมีปัจจัยจากภาวะหลอดเลือดหัวใจอุดตัน อาการที่เกิดจากระดับไขมันในเลือดสูง ในระยะแรกนั้นจะไม่มีการแสดงที่ชัดเจนทำให้ผู้ป่วยไม่ทราบ ดังนั้น การตรวจวัดระดับไขมันในเลือด (Lipid profile) จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และโรคหลอดเลือดหัวใจที่รุนแรงตามมา

การตรวจวัดปริมาณ Low-density lipoprotein (LDL) Cholesterol ในซีรัมใช้เป็นดัชนีอย่างหนึ่งที่จะแสดงให้ทราบถึงปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรค Coronary heart disease [1] และยังเป็นปัจจัยในการติดตามผลการรักษาผู้ป่วยที่มีไขมันสูงในเลือดอีกด้วย การตรวจวัดระดับ LDL - Cholesterol มีหลายวิธี [2,3] เช่น วิธี ultracentrifugation, electrophoresis, precipitation และวิธีการคำนวณโดยใช้สูตร Friedewald equation แต่ในปัจจุบันมีวิธีการตรวจวัดปริมาณ LDL-Cholesterol ที่สำคัญ 2 วิธี คือ การตรวจวัดโดยตรง และวิธีการคำนวณ โดยวิธีการตรวจหา LDL- Cholesterol โดยตรง จะใช้หลักการ วิธี Homogeneous enzymatic colorimetric assay และวิธีคำนวณ [4] โดยพบว่าการตรวจวัด LDL- Cholesterol จากการวัดโดยตรงและวิธีคำนวณโดยใช้สูตร Friedewald equation มีความสัมพันธ์กัน [5] แต่เนื่องจากน่ายาในการตรวจต้องสั่งเข้าจากต่างประเทศ ดังนั้น การเลือกวิธีการทดสอบของห้องปฏิบัติการชั้นสูงโรค จึงควรเลือกวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงคุ้มค่าต่อการลงทุน

ในการศึกษาครั้งนี้ จะตรวจวัด LDL- Cholesterol โดยตรงโดยวิธี Homogenizes enzymatic colorimetric assay เปรียบเทียบกับวิธีคำนวณ และสรุปหาแนวทางการเลือกวิธีการตรวจวิเคราะห์ LDL-Cholesterol ที่เหมาะสมเพื่อช่วยในการวินิจฉัย และการติดตามผลการรักษาผู้ป่วย ไขมันในเลือดสูง

2. วัสดุและวิธีการ

ศึกษาจากผู้มารับการตรวจร่างกายประจำปีของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ อายุระหว่าง 25-60 ปี จำนวน 350 คน โดยเจาะเลือดจากผู้มารับการตรวจร่างกายประจำปี โดยให้งดอาหารก่อนมาเจาะเลือดตอนเช้า 10-12 ชั่วโมง เจาะเลือดคนละ 10 ซีซี ปั่นแยกซีรัมและนำมาตรวจ Lipid profile นำซีรัมมาตรวจด้วยเครื่อง automated clinical chemistry analyzers ยี่ห้อ Hitachi รุ่น 911 โดยการตรวจระดับ Cholesterol, triglyceride และ high density lipoprotein (HDL) cholesterol แล้วนำมาคำนวณหา LDL-cholesterol ด้วยสูตร Friedewald equation (calculated LDL-cholesterol = total cholesterol - (HDL-cholesterol + triglyceride / 5) ส่วนการตรวจหาระดับ LDL-cholesterol โดยตรงด้วยวิธี Homogenizes enzymatic colorimetric assay ของบริษัท Boehringer Mannheim จำกัด โดยใช้ autanalyzer ตัวเดียวกัน [6] นำผลที่ได้มาศึกษา cost effectiveness ดังนี้

1. คำนวณค่าใช้จ่ายการตรวจหา Lipid profile คือ ค่าน่ายาในการตรวจหา Cholesterol, triglyceride, HDL - Cholesterol และ LDL - Cholesterol ที่ได้จากการคำนวณด้วย Friedewald equation และการหา LDL-Cholesterol โดยตรงโดยคิดเฉพาะน่ายาในการตรวจในแต่ละราย

2. คำนวณค่าใช้จ่ายที่ผู้ป่วยต้องเสียในการตรวจหา Lipid profile คือ Cholesterol, triglyceride, HDL - Cholesterol และ LDL - Cholesterol

3. นำค่าน่ายาในการตรวจ Cholesterol, triglyceride, HDL-Cholesterol และ LDL - Cholesterol เปรียบเทียบกันเป้าหมายในการตรวจ คือ

3.1 ภาวะไขมันในเลือดสูง

3.2 อัตราเสี่ยงของโรค coronary heart disease

3.3 ติดตามผลการรักษา

3. สถิติที่ใช้

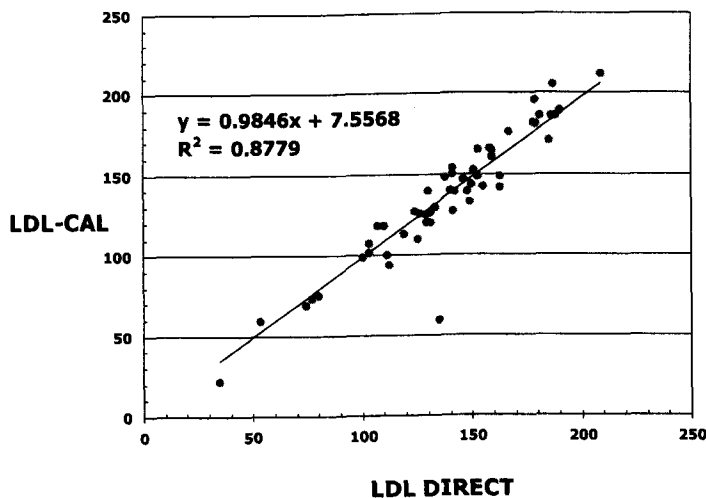
ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SPSS เพื่อดูความสัมพันธ์ (correlation) ของ LDL - Cholesterol ที่ได้จากการคำนวณด้วยวิธี Friedewald equation และ LDL - Cholesterol โดยตรง

4. ผลการทดลอง

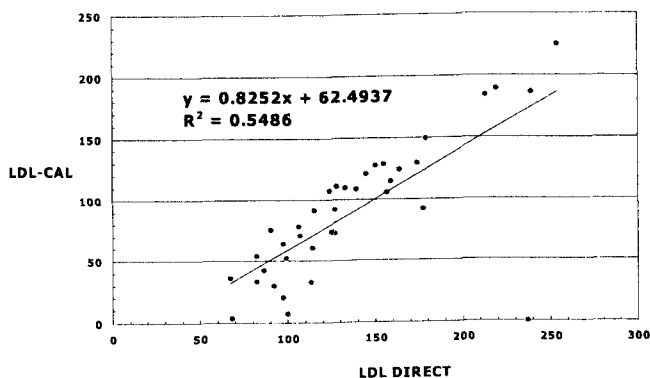
จากการตรวจซีรัมของผู้มาตรวจร่างกายประจำปี จำนวน 350 ราย อายุ 25 - 60 ปี โดยงดอาหาร 12 ชั่วโมง และนำมาตรวจปริมาณ total cholesterol, triglyceride, HDL - cholesterol และ LDL - cholesterol โดยตรงจากเครื่อง autoanalyzer Hitachi 911 และนำค่าของ total cholesterol, triglycerides และ HDL-cholesterol ทั้งหมดนำมาคำนวณหาจำนวนของ LDL - cholesterol จาก Friedewald Equation โดยแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีผลการตรวจ triglyceride มากกว่า 400 mg/dl จำนวน 36 ราย กลุ่มหนึ่ง และอีกกลุ่มหนึ่งมี triglyceride เท่ากับหรือน้อยกว่า 400 mg/dl จำนวน 314 ราย นำผลการตรวจ LDL- cholesterol ที่ตรวจวัดโดยตรงจากเครื่องอัตโนมัติ Hitachi 911 เปรียบเทียบกับการคำนวณค่า LDL - cholesterol ที่ได้จากการคำนวณด้วยสูตร Friedewald ตามรูปที่ 1 สำหรับกลุ่มที่ triglyceride ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 400 mg/dl จะให้ค่า (least square of equation $y = 0.9846x + 7.5568$)

$R^2 = 0.8779$ ($R = 0.937$) แสดงว่าค่าที่ได้จากการตรวจ LDL - cholesterol ด้วยเครื่องอัตโนมัติ Hitachi 911 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า LDL-cholesterol ที่คำนวณได้จากสูตร Friedewald ที่มีค่า triglyceride ต่ำกว่า 400 mg/dl มีความสัมพันธ์กัน ส่วนในกลุ่มที่มี triglyceride สูงกว่า 400 mg/dl จะให้ค่า (least square of equation $y = 0.8252x + 62.4937$) $R^2 = 0.5486$ ($R = 0.74$) แสดงว่าค่าที่ได้จากการตรวจ LDL - cholesterol ด้วยเครื่องอัตโนมัติ Hitachi 911 เมื่อเปรียบเทียบกับค่า LDL - cholesterol ที่คำนวณได้จากสูตร Friedewald ที่มีค่า triglyceride สูงกว่า 400 mg/dl มีความสัมพันธ์กันน้อย ดังรูปที่ 2

จากการศึกษา total cholesterol (TC), triglyceride (TG) HDL - C (high density lipoprotein cholesterol) , LDL-C (Low density lipoprotein cholesterol) ผู้ที่มาตรวจร่างกายประจำปีจำนวน 350 ราย มีค่าเฉลี่ย TC, TG, HDL - C, LDL - C จากการวัดโดยตรงและการคำนวณ ตามตารางที่ 1



รูปที่ 1 ค่าความสัมพันธ์ของ LDL - Cholesterol ที่คำนวณจาก Friedewald equation โดยที่ $TG \leq 400$ ($p = 0.373$)



รูปที่ 2 ค่าความสัมพันธ์ของ LDL - Cholesterol ที่คำนวณจาก Friedewald equation โดยที่ TG > 400
($p < 0.0001$, 95% CI = 25.696 - 73.125)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย TC, TG, HDL-C, Measure LDL-C และ Calculated FLDL-C ที่ใช้ศึกษา

		ค่าที่ได้	หน่วย
TC	Mean	225.93	Mg/dl
	Range	96-401	
TG	Mean	230	Mg/dl
	Range	28-1312	
HDL-C	mean	52.07	Mg/dl
	Range	30-158	
Measure LDC-C	mean	134.28	Mg/dl
	Range	25-278	
Calculated FLDL-C	mean	122.95	Mg/dl
	Range	38-291.2	

ในการตรวจหาจำนวน LDL-C จะศึกษา precision ของวิธีการหา LDL-cholesterol โดยตรงได้ผลดังนี้

ตารางที่ 2 precision study ของการตรวจหา LDL-C โดยตรง

Precision		mean (mg/dl)	Standard Deviation (mg/dl)	CV %
Within-run precision (n=20)	1	93.1	0.75	0.3
	2	211	2.2	1.0
Run-in-run precision (n=20)	1	94.3	2.6	2.7
	2	210.2	3.94	1.9

ตารางที่ 3 คำนวณในการตรวจ Lipid profile ที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ

รายการ	ราคาน้ำยา/test (บาท)
CHOLESTEROL	4.50
TRIGLY CERIDE	6.50
HDL	23
DIRECT LDL-C	24
FRIEDEWALD-LDL-C	-
รวม	58

ตามตารางจะเห็นได้ว่าผลของการตรวจ LDL-cholesterol โดยตรง พบว่าการตรวจ Within-run-precision และ Run-to-run precision ของ Precinorm - L และ Precipath LDL ตามตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามี Coefficient of variation ต่ำกว่า 3 %

5. ค่าใช้จ่ายในการตรวจ Lipid profile

สำหรับค่าน้ำยาในการตรวจ Lipid profile ที่โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ เฉพาะน้ำยา ไม่คิดค่าแรงเจ้าหน้าที่ ค่าสารเคมี ค่าวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ มีค่าน้ำยาดังนี้

ในการตรวจ Lipid profile ถ้าใช้ตรวจด้วย DIRECT LDL-C ราคาน้ำยา/ราย เท่ากับ 58 บาท

แต่ถ้าใช้ Friedewald LDL-Cholesterol ราคาน้ำยา/ราย เท่ากับ 34 บาท

6. ประโยชน์ทางคลินิก (Clinical useful)

1.) จะเห็นได้ว่า การใช้ calculation - LDL - C จะมีประโยชน์เมื่อตรวจหา triglycerides Total cholesterol HDL-cholesterol เราจะได้ LDL-C เมื่อ TG < 400 mg/dl.

2.) การตรวจ direct LDL-C จะช่วยในการ follow up ผู้ป่วยที่เป็น hyperlipidaemia หรือ dyslipidaemia.

3.) ในการ screening risk factor

3.1) พวก low risk factor ได้แก่ อายุน้อยกว่า 35 ปี ที่ไม่สูบบุหรี่ ไม่เป็นโรคความดันโลหิตสูง ไม่เป็นเบาหวาน เป็นต้น ควรใช้การตรวจ LDL-C ด้วยวิธีการคำนวณ

3.2) พวก high risk factor ได้แก่ อายุมากกว่า 35 ปี ที่สูบบุหรี่ เป็นโรคความดันโลหิตสูง เป็นโรคหัวใจ ควรใช้การตรวจ Lipid profile และตรวจ LDL-C โดยตรง

7. วิจารณ์ผลการทดลองและข้อสรุป

การตรวจหาปริมาณ LDL - Cholesterol เป็นตัวบ่งชี้การเกิด atherosclerosis และเป็นตัวบ่งชี้ขั้นต้นในการตัดสินใจรักษาตามคำแนะนำของ NCEP [7,8] เนื่องจาก LDL-Cholesterol เป็น lipoprotein ที่นำ Cholesterol ไปสู่อวัยวะต่างๆ ดังนั้น การตรวจ LDL - Cholesterol ให้ accurate และรวดเร็ว จึงเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งวิธีที่ใช้เป็นวิธีอ้างอิงการตรวจวัดปริมาณ LDL-Cholesterol นั้น ใช้วิธี beta-quantification และ electrophoresis [9,10] วิธี beta - quantification นี้ จะแยก LDL-fraction โดยจะมี density ระหว่าง 1.006-1.063 kg/L โดยจะรวมทั้ง intermediate - density lipoproteins (1.006-1.063 kg/L) และ lipoprotein (a) (1.050-1.08 0kg/L) และนำไปตรวจวัดจำนวน Cholesterol ซึ่งวิธี beta - quantification นี้ จะต้องใช้เครื่อง Ultracentrifuge ที่ค่อนข้างแพง และต้องใช้ผู้ที่มี ความชำนาญในการใช้เครื่อง Ultracentrifuge

ต่อมา Friedwald Wt.et.al. [11] ได้ใช้ Friedewald Equation ในการคำนวณหาค่า LDL - Cholesterol ในห้องปฏิบัติการที่เมื่องานประจำซึ่ง Friedewald ได้กล่าวว่า " อัตราส่วนของ triglyceride ต่อ Cholesterol ใน very low density lipoprotein Cholesterol จะค่อนข้างคงที่ และประมาณ 5:1 ในคนปกติและในผู้ที่มีภาวะ hyperlipoproteinemia ทุก

ชนิดยเกินผู้เป็นภาวะ hyperlipoproteinemia type III ดังนั้นในการใช้ Friedewald equation คำนวณหา LDL - Cholesterol ในซีรัมจะต้อง

- 1.) อุดอาหารไม่น้อยกว่า 10-12 ชั่วโมง
- 2.) triglyceride ต้องไม่เกิน 400 mg/dl และไม่มีภาวะ

hyperlipoproteinemia type III

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ใช้ Friedewald equation คำนวณหาค่า LDL - Cholesterol ในงานประจำเป็นจำนวนมาก โดยการตรวจวัด lipid profile ได้แก่ Cholesterol, triglyceride และ HDL-Cholesterol ต้องมี accuracy และ precision ที่ถูกต้อง [12,13] จึงจะทำให้ค่า LDL - Cholesterol ถูกต้อง

จากการศึกษาของ Cohn JS และคณะ [14] ในปี 1988 พบว่าเมื่อศึกษาในผู้ที่ทานอาหารแล้ว 3, 6 และ 9 ชั่วโมง และ fasting พบว่าเมื่อหาค่า LDL-Cholesterol ด้วยการคำนวณ โดย Feidewald equation ค่า LDL-Cholesterol ของผู้ที่ทานอาหารแล้ว 3, 6 และ 9 ชั่วโมง จะมีค่าต่ำกว่า การที่ fasting

จากผลการทดลองนี้ จะเห็นได้ว่า ค่า LDL - Cholesterol ที่ได้จากการคำนวณด้วย Feidewald equation จะมีความสัมพันธ์กับค่า LDL-Cholesterol ที่วัดโดยตรง (โดย $R = 0.937$, $n = 314$) รูปที่ 1 เมื่อ triglyceride น้อยกว่า 400 mg/dl ซึ่งสอดคล้องกับที่ วัฒนา เลียงวัฒนา และคณะได้ศึกษาไว้เมื่อปี 2541 และพบว่า เมื่อค่า triglyceride มีค่าสูงกว่า 400 mg/dl ค่า LDL - Cholesterol ที่ได้จากการคำนวณจะต่ำกว่า ค่า LDL - Cholesterol ที่วัดโดยตรง และจะเห็นว่าการวัด LDL - Cholesterol โดยตรงจะให้ค่า precision ได้ดีกว่าการคำนวณจาก Feidewald equation เนื่องจากเป็น single step ไม่ต้องตรวจวัดถึง 3 ครั้ง [15,16,17,18,19,20] และจากการทดลองครั้งนี้ ค่า CV ของ with in - run และ run to run น้อยกว่า 3% ตามที่ NCEP กำหนดไว้ ซึ่งจะเห็นว่าการตรวจ LDL - Cholesterol โดยตรงจะมีประโยชน์ เนื่องจากสามารถใช้ Non - fasting ซีรัมตรวจหาได้ถูกต้อง สำหรับผู้ป่วยคนที่เป็นผู้สูงอายุ และเด็ก ที่จะอดอาหารได้นานถึง 12 ชั่วโมง เพื่อที่จะให้ได้ค่าที่ถูกต้อง

แต่เนื่องจากในภาวะปัจจุบัน ที่น้ำยาในการตรวจ lipid profile ได้แก่ น้ำยาตรวจ Cholesterol, triglyceride , HDL -

Cholesterol และ LDL - Cholesterol นั้น ต้องสั่งจากต่างประเทศ และผู้ป่วยจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้น ถ้าตรวจ LDL - Cholesterol โดยตรง คือ ถ้าเป็นการตรวจใน โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ถ้าใช้หาค่า LDL-Cholesterol ด้วยวิธีคำนวณจาก Friedewald Equation ต้นทุนค่าน้ำยาในการตรวจ เพียง 34 บาท แต่ถ้าตรวจหา LDL - Cholesterol โดยตรง ต้นทุนค่าน้ำยาในการตรวจเพิ่มขึ้นอีก 24 บาท

แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ น้ำยาตรวจหา LDL - Cholesterol โดยตรง จะให้ผลสอดคล้องกับการตรวจหา LDL-Cholesterol จากการคำนวณด้วย Friedewald Equation โดยที่การใช้ น้ำยาตรวจ LDL-Cholesterol โดยตรง จะมีข้อดีกว่าการคำนวณด้วย Friedewald Equation 3 ประการ คือ

1. สามารถตรวจได้ในผู้ป่วยที่ไม่ต้องอดอาหาร
2. สามารถตรวจได้ในคนที่มี triglyceride สูงกว่า 400 mg/dl แต่ไม่เกิน 1,200 mg/dl
3. สามารถตรวจได้ในผู้ป่วยที่มีภาวะ hyperlipidemia type III แต่ค่าใช้จ่ายจะสูงกว่า

ดังนั้น ในการตรวจสุขภาพทั่วไป ยังคงควรใช้วิธีหาค่า LDL-Cholesterol จากการคำนวณด้วย Friedewald Equation เนื่องจากจะต้องตรวจหา Cholesterol, triglyceride, และ HDL - Cholesterol อยู่แล้ว ส่วนการตรวจหา LDL - Cholesterol โดยตรงจากน้ำยาสำเร็จรูปที่มีจำเพาะสูงนั้น ควรตรวจเมื่อมีค่า triglyceride สูงกว่า 400 mg/dl หรือ เมื่อมีภาวะโรคของ Coronary heart disease เพื่อการรักษาที่ถูกต้องและคนไข้เด็กหรือผู้สูงอายุที่มีปัญหา ในการอดอาหาร เพื่อลดภาวะที่ประเทศชาติจำเป็นต้องเสียเงินเพื่อซื้อหาน้ำยาสำเร็จรูป ซึ่งมีราคาสูงจากต่างประเทศ

8. สรุปแนวทางการตรวจวัดระดับไขมันเลือด Lipid profile ดังนี้

1. ถ้าตรวจวัดระดับไขมันในเลือด Lipid profile เพื่อการตรวจคัดหรือวินิจฉัยเห็นควรใช้การตรวจหาค่า LDL - Cholesterol ด้วยวิธีคำนวณด้วย Friedewald Equation
2. ถ้าใช้ในการตรวจติดตามผลการรักษาผู้เป็นภาวะ dyslipidemia หรือผู้ที่ทราบว่ามีภาวะ triglyceride สูง และผู้ที่

ไม่สามารถอดอาหารได้ควรใช้การตรวจหาค่า LDL-Cholesterol ด้วยวิธีโดยตรง ซึ่งมีความถูกต้อง และ precision ดีกว่า

9. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากคณะกรรมการส่งเสริมการวิจัยเสริมหลักสูตร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และขอขอบคุณบริษัทเบอร์ริงเกอร์มีมโฮม ที่สนับสนุนน้ำยาในการตรวจ LDL-cholesterol บางส่วน และขอขอบคุณ คุณสมศักดิ์ พองสุภา และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการชันสูตรโรค โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ ที่ช่วยดำเนินการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่อง autoanalyzer Hitachi 911

10. เอกสารอ้างอิง

- [1] Gordon T, Kennel WB, Catelli WP, Dawber TR. Lipoproteins, cardiovascular disease, and death: The Framingham study. Arch Intern Med ; 14 : 1128-31 , 1981.
- [2] Rifai N, Warnick GR, McNamara JR, Belcher JD, Grinstead GF, Frantz Jr ID. Measurement of low-density-lipoprotein cholesterol in serum: A status report. Clin Chem , 38 : 156-60 , 1992.
- [3] Belcher JD, McNamara JR, Grinstead GF, et al. Measurement of low-density lipoprotein cholesterol concentration. In: Rifai N, Warnick GR, eds. "Methods for Clinical Laboratory Measurement of Lipid and Lipoprotein Risk Factors. Washington DC: AACC Press , 75-86 , 1991.
- [4] DeLong DM, DeLong ER, Wood PD, Lippel K. Risk of plasma low-density and very low-density lipoprotein cholesterol. The Lipid Research Clinics Prevalence Study. JAMA , 256 : 2372-7 , 1986.
- [5] วัฒนา เลี้ยววัฒนา, ผุสดี โตบัณฑิต, สุทธิจิรี เกียรติวิชัย, โสสิต ศรีเพ็ญ การทดสอบหาระดับแอลดีแอล- โคลเลสเตอรอล ด้วยวิธีวัดโดยตรงเปรียบเทียบกับวิธีคำนวณของ Friedewald และการตรวจหาระดับ apolipoprotein B สารศิริราช , 50 : 65-73 , 2541.
- [6] Okada M, Matsui H, Ito Y, Fujiwara A, Inano K. Low-density lipoprotein cholesterol can be chemically measured : A new superior method. J Lab Clin Med ; 132 : 195-201 , 1998.
- [7] Expert Panel. Report of the National Cholesterol Education Program Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults. Arch Intern Med , 148 : 36, 1988.
- [8] Expert Panel. Summary of the second report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II). JAMA ., 269 : 3015-3023 , 1993.
- [9] Harris N, Galphian V, Rifai N. (1996) Three routine methods for measuring high-density lipoprotein cholesterol compared with the reference method. Clin Chem , 42 : 738 , 1996.
- [10] Bachorik PS. Measurement of low-density lipoprotein cholesterol. In: Rifai N, Warnick GR. Eds. Handbook of lipoprotein testing. Washington, DC: AACC Press, 145 p , 1997.
- [11] Friedwald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem ; 18 : 499-502 , 1972.
- [12] McNamara JR, Cohn JS, Wilson PWF. et al. Calculated values for low-density lipoprotein cholesterol in the assessment of lipid abnormalities and coronary disease risk. Clin Chem , 36 : 36 , 1990.
- [13] Warnick GR, Knopp RH, Fitzpatrick V, et al. Estimating low-density lipoprotein cholesterol by the Friedewald equation is adequate for classifying patients on the basis of nationally recommended cutpoints. Clin Chem , 36 : 15, 1990.

- [14] Cohn JS, McNamara JR, Schaefer, EJ. Lipoprotein cholesterol concentration in the plasma of human subjects as measured in the fed and fasted states. Clin Chem , 34 : 2456-59, 1988.
- [15] Stein EA, Gary LM. Lipids lipoproteins and apolipoproteins. In: Tietz N, ed. Textbook of clinical chemistry. 2 nd ed. Philadelphia: WB Saunders, 1002 , 1994.
- [16] Brown MS, Goldstein JL. A receptor mediated pathway for cholesterol homeostasis. Science , 232 - 34 , 1986.
- [17] Goldstein JL, Brown MS. Familial hypercholesterolemia. In : Scriver CR, Beaudet AL, Sly WS, et al, eds. The metabolic basis of inherited disease. 6 th ed. New York: McGraw-Hill, 1989.
- [18] Schmitz G, Robene H, Assamann G. Role of the high density lipoprotein receptor cycle in macrophage cholesterol metabolism, Atherosclerosis Rev, 16-95 , 1987.
- [19] Small DM. The HDL system: a short review of structure and metabolism. Atherosclerosis Rev, 16 :1 , 1987.
- [20] Schaefer EJ, Levy RI. Pathogenesis and management of lipoprotein disorders. M Engl J Med, 312 : 1300 , 1985.