ไขมันในเลือดตามทัศนะของชีวะเคมี

วิพิชญ์ ไชยศรีสงคราม สพ.บ., M.S. (UP)

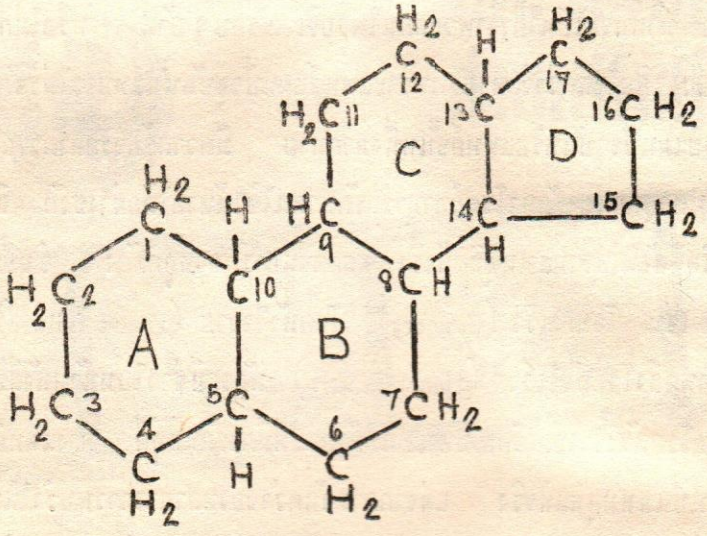
กองควบคุมโรคระบาดสัตว์ กรมปศุสัตว์

ดูจะเป็นความจริงอย่างหนึ่งที่ความรู้ทางวิชาการยิ่งก้าวหน้าเท่าใด โรคภัยไข้เจ็บดูยิ่งเพิ่มขึ้นแปลก ๆ ใหม่ ๆ เสมอ ทำให้วงการแพทย์ต้องค้นคิดอยู่เป็นประจำเพื่อให้การรักษาทันต่อโรค ถ้าเราหวลนึกถึงเมื่อ 50—60 ปีที่ล่วงมาแล้ว ดูคุณปู่ ย่า ตา ยาย ท่านไม่ได้กังวลต่อโรคภัยไข้เจ็บเลย อาจจะเป็นเพราะท่านเหล่านั้นพยายามรักษาสุขภาพของท่านเป็นอย่างดี และคนเหล่านั้นมักจะอายุยืนกันเป็นส่วนมาก คราวใดที่ข้าพเจ้าเกิดเจ็บป่วยขึ้นท่านก็คอยปลอบให้หายกังวลว่า คนเราเมื่อร่างกายอ่อนแอก็มักจะมีโรคแทรกเข้ามาทำให้เกิดเจ็บป่วยเมื่อมันเกิดขึ้นถึงเวลามันก็จะหายไปเอง ถ้าหากถึงเวลาแล้วไม่หาย ท่านก็จะไปหายาจำพวกสมุนไพรบริเวณรอบ ๆ บ้าน หรือไม่ก็ไปหาหมอหรือแพทย์แผนโบราณให้ช่วยรักษาจนกว่าจะหาย เพราะแพทย์แผนปัจจุบันนั้นแทบจะไม่รู้จักเลย ตรงกันข้ามในปัจจุบันนี้มีแพทย์แผนปัจจุบันหรือแพทย์ชั้นหนึ่งมากมาย มีความรู้ความสามารถในการรักษาโรคด้วยวิทยาการใหม่ ๆ ตลอดจนยารักษาโรคก็สามารถรักษาคนไข้ให้หายได้อย่างชงัก ถึงกระนั้นก็ตามก็ยังมีโรคอีกหลายชนิดที่ยังไม่ทราบสาเหตุที่แท้จริง ตลอดจนยารักษาที่ถูกต้อง จำเป็นต้องค้นคิดอีกต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง เช่น โรคมะเร็ง (Cancers), โรคหัวใจวาย (Heart failure) เป็นต้น

เมื่อพูดถึงโรคหัวใจวาย (Heart failure) มักจะมีข่าวในหน้าหนังสือพิมพ์อยู่บ่อยๆ ว่าคนนั้นคนนี้ตายด้วยโรคหัวใจวาย โดยเฉพาะคนที่มีฐานะดีมีการกินอยู่ดี ทางแพทย์ยังไม่ได้ลงความเห็นที่ชัดแจ้งว่าอะไรเป็นสาเหตุที่แท้จริง แต่จากการค้นคว้าของหลายวงการพบว่าในบรรดาหลาย ๆ สาเหตุนั้น ตัวสำคัญที่มีส่วนร่วมด้วยก็คือไขมันในเลือด (Cholesterol) นั่นเอง เมื่อข่าวนี้แพร่หลายออกไปทำให้ผู้ที่กลัวหัวใจวายทั้งหลายเกิดความกลัว ไปเพิ่มภาระให้แก่แพทย์มากขึ้นโดยไม่ตั้งใจ แต่ก็เป็นการดีอย่างหนึ่งที่ทำให้แพทย์ได้ทราบถึงสถิติเกี่ยวกับไขมันในเลือดของประชากรเพื่อประกอบการวินิจฉัยโรคต่อไป

ดังนั้น ในวันนี้ข้าพเจ้าผู้เขียนขอทำตัวเป็นผู้รู้ (แม้ว่าจะรู้เพียงเล็กน้อยก็ตาม) นำเอาเรื่องราวของไขมันในเลือด (Cholesterol) มาเล่าสู่กันฟังพอให้หายกังวลหรือไม่ก็หนักยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ให้แก่ท่านผู้สนใจตามควรแก่อัตภาพ ถ้าหากมีสิ่งหนึ่งสิ่งใดไม่ถูกต้องหรือแจ่มแจ้ง ผู้เขียนยินดีรับคำทักท้วงด้วยความขอบคุณ

อันไขมันในเลือดหรือเรียกว่า Cholesterol นี้เป็นไขมันชนิดหนึ่งซึ่งจัดอยู่ในพวก Steroids และ Steroids นี้อยู่ในพวก Nonphosphorylated lipids ของไขมัน (Lipids) และ Steroids เป็นสะสาร (Substances) ที่ละลายได้ใน Organic solvents เมื่อถูก Hydrolysis จะเปลี่ยนเป็นสะสารที่ละลายน้ำได้ (Water–soluble substances) พวก Steroids นี้มีสูตรทางเคมีอย่างยืดยาว แต่เป็นสิ่งที่น่าสังเกตว่าในบรรดา Steroids ทั้งหลายนี้จะมีหัวใจ (Parent nucleus) เหมือนกันทุกๆ ตัวเรียกว่า Perhydrocyclopentanophenanthrene ซึ่งประกอบด้วย Six–membered rings 3 วง และ Five–membered ring 1 วง และมีคาร์บอน (Carbones) รวมทั้งหมด 17 อะตอม (Atoms) ดังสูตรข้างล่างนี้



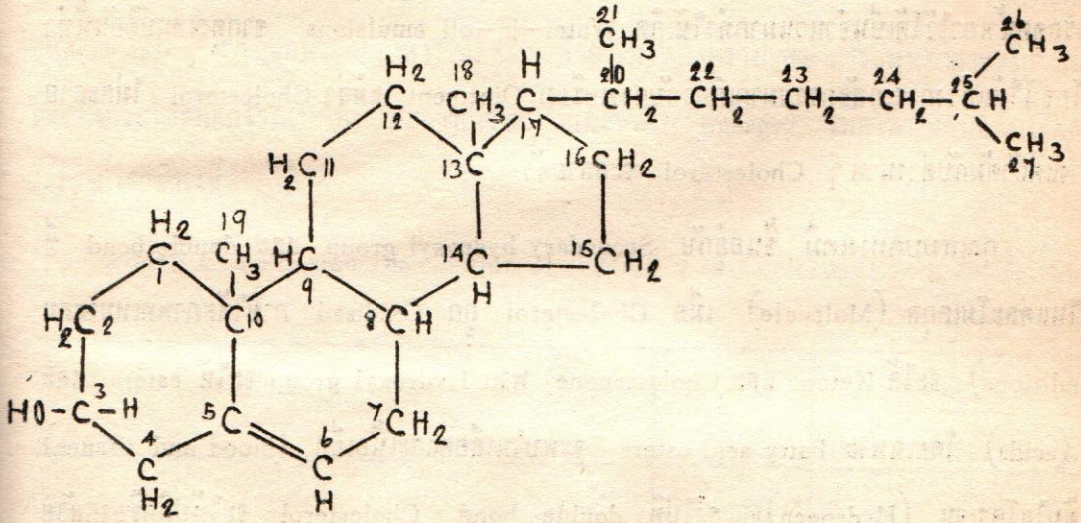
Perhydrocyclopentanophenanthrene

A.B.C. = Six membered rings

D. = Five-membered ring

สำหรับ Steroids ที่พบในธรรมชาติจะมี Alcoholic function อยู่ในสูตรโครงสร้างด้วย เรียกว่า Secondary alcohols.

ไขมันในเลือดหรือ Cholesterol เป็น Animal aterols จึงประกอบด้วย Parent nucleus มี Alcoholic function ในสูตรโครงสร้างและมี Double Bond ที่ระหว่างคาร์บอนตัวที่ 5 กับ 6 ดังสูตรต่อไปนี้



Cholesterol $C_{27}H_{45}OH$, 3β-hydroxy - Δ^5 - cholestene, or Δ^5 - cholestene -3β-ol

คุณสมบัติของ Cholesterol คุณสมบัติของ Cholesterol แบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ ทางฟิสิกส์และทางเคมี

คุณสมบัติทางฟิสิกส์ เป็นผลึกรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส สีขาว สะท้อนแสง (Shining) ละลายได้ที่อุณหภูมิ 149°—150°C ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส ถ้าปล่อยให้ถูกอากาศและแสงสว่างจะถูก Oxidized ช้า ๆ เป็นสารผสมจึงทำให้จุดหลอมเหลวต่ำ (Lowered Melting Point) การละลายและการทำปฏิกริยาก็เปลี่ยนแปลงไปด้วย Cholesterol ไม่ละลายในน้ำ, กรด, ด่าง, อาจจะละลายในน้ำสะบู่ได้บ้างแต่ละลายได้ดีในน้ำดี (Solutions of bile salts), ละลายได้เร็วในอีเทอร์ (ether), เบนซิน (benzene), โคลโรฟอร์ม (Chloroform), ปิโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether), คาร์บอนไบ-

ซัลไฟด์ (Carbon bisulfide), อะซีโตน (Acetone), และแอลโกฮอลร้อน (hot alcohol) แต่ละลายได้น้อยในแอลโกฮอลที่เย็น (Cold alcohol), ละลายได้ใน Oleic acid และ liquid fats เมื่อละลายใน Chloroform จะมี Specitic rotation $[\alpha]$ D−39.5° Cholesterol สังเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการ โดยสกัดจาก Cholesterol gallstones และสมอง ในทางการค้าสังเคราะห์จากไขสันหลังของโค (Spinal cords) Cholesterol เมื่อผสมกับ Fat or oil จะทำให้ Fat or oil สามารถดูดน้ำเอาไว้ได้เป็นจำนวนมากทำให้เกิด Water−in−oil emulsions จากคุณสมบัติอันนี้ทำประโยชน์ให้แก่วงการเภสัชกรรมมากเกี่ยวกับการเตรียม Ointment แม้ว่า Cholesterol ไม่ละลายในด่างแต่ถ้าต้มกับด่างนาน ๆ Cholesterol จะสลายตัว

คุณสมบัติทางเคมี ขึ้นอยู่กับ Secondary hydroxyl group และ double bond ที่มีอยู่ในแต่ละโมเลกุล (Molecule) เมื่อ Cholesterol ถูก Oxidized ภายใต้สภาพที่เหมาะสม (Conditions) จะได้ Ketone และ Cholestenone พวก Hydroxyl group จะให้ esters และกรด (acids) โดยเฉพาะ Fatty acid esters จะพบในเลือดและเนื้อเยื่อ (blood and tissues) เมื่อเติมไฮโดรเจน (Hydrogen) ลงไปที่ double bond Cholesterol จะให้ปฏิกริยาคล้าย Unsaturated compounds โดยจะได้ dihydrocholesterol ซึ่งจะพบคู่กับ Cholesterol ในเนื้อเยื่อของสัตว์ (Animal tissues) เสมอ แต่ถ้าเติม Halogens ลงไปที่ double bond จะได้ Cholesterol dihalides. Cholesterol มี Iodine number 65.8 และภายใต้การ Oxidation, Cholesterol จะให้ Ketone, hydroxy compounds และ acids ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ Oxidizing agents และ Condition ที่ใช้

Cholesterol มีมากที่สุดใน Animal kingdom แต่ไม่ปรากฏว่าพบในพืช เราสามารถตรวจพบ Cholesterol ใน Animal tissues ได้ทุกส่วนของร่างกายโดยมีปริมาณแตกต่างกันแล้วแต่อวัยวะส่วนนั้น ๆ เช่น ในสมอง และเซลประสาท (nerve cell) พบว่ามี Cholesterol มากเป็นต้น ในที่ใดก็ตามถ้าตรวจพบ Cholesterol มักจะพบ dihydrocholesterol และ 7−dihydrocholesterol ด้วยเสมอดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น สำหรับ Cholesterol ในคนนั้น COOK ได้

วิเคราะห์จากอวัยวะต่าง ๆ ของคนที่มีน้ำหนัก 70 กก. พบ Cholesterol จำนวน 140 กรัม กระจายอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ ระหว่าง 0.01 ถึง 10.00 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

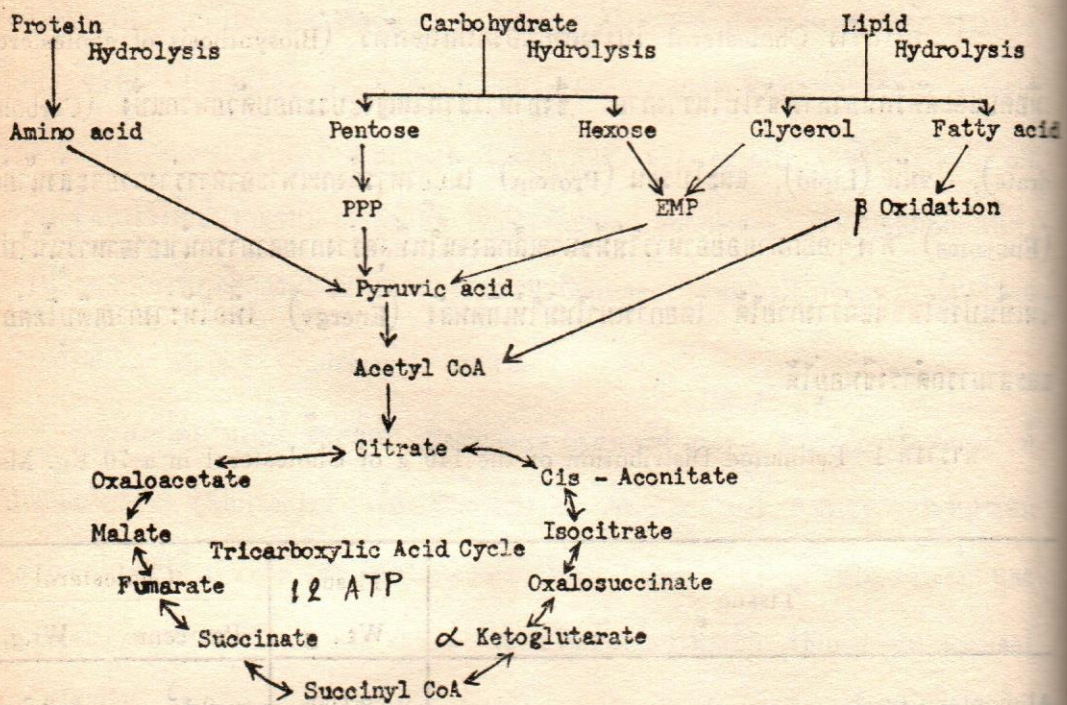
การสร้าง Cholesterol ในร่างกายของคนและสัตว์ (Biosynthesis of cholesterol) เมื่อคนและสัตว์กินอาหารเข้าไปในร่างกาย ซึ่งอาหารส่วนใหญ่จะประกอบด้วยพวกแป้ง (Carbohydrate), ไขมัน (Lipid), และโปรตีน (Protein) เมื่ออาหารถึงกะเพาะอาหารร่างกายจะส่งน้ำย่อย (Enzymes) ต่าง ๆ ออกมาย่อยอาหารให้มีขนาดเล็กลงจนในที่สุดร่างกายสามารถนำเอาอาหารนั้นไปใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ร่างกายได้ โดยการเผาไหม้ให้เกิดพลัง (Energy) เพื่อให้ร่างกายเติบโตต่อไปและสามารถดำรงชีพอยู่ได้

ตารางที่ 1 Estimated Distribution of the 140 g of Cholesterol in a 70 Kg. Man.

Tissue	Tissue Wt., g	Cholesterol	
		Per cent	Wt.g,
Alimentary tract	2,500	0.15	3.8
Heart, lungs, kidneys, spleen, blood vessels	2,000	0.25	5.0
Liver	1,700	0.30	5.1
Blood	5,400	0.21	11.3
Muscle	30,000	0.10	30.0
Brain and nervous system	1,600	2.00	32.0
Adrenal glands	12	10.00	1.2
Other glands	100	0.20	0.2
Bone marrow	3,000	0.25	7.5
Connective and adipose tissue, fluids	12,100	0.25	30.2
Skin	4,200	0.30	12.6
Skeleton	7,000	0.01	0.7

Source, Adapted from COOK, R.P. : Cholesterol, Academic Press, New York, 1958.

ในการย่อยอาหารดังกล่าวมาแล้ว เมื่อน้ำย่อย (Enzymes) ย่อยเสร็จก็จะถึงขั้น Oxidation ซึ่งพอจะสรุปได้อย่างคร่าว ๆ ดังแผนภาพ (Diagram) ต่อไปนี้.

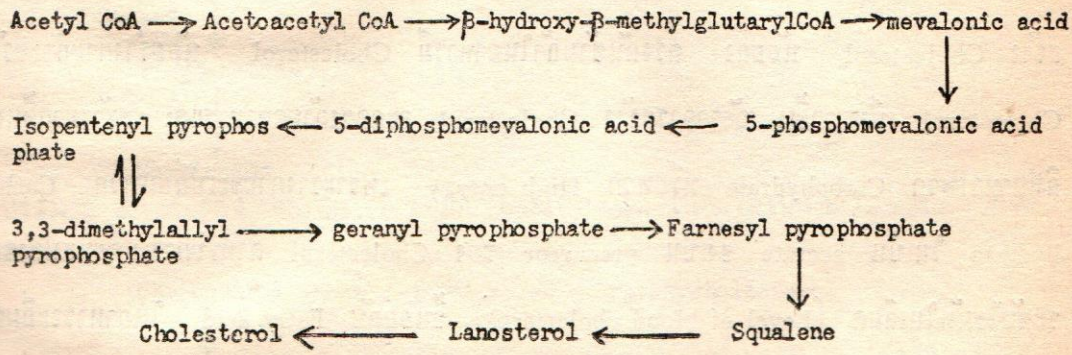


เมื่อทราบถึงวิธีการย่อยอาหารของร่างกายแล้ว ก็มาถึงวิธีการสร้าง Cholesterol ของร่างกาย POPJAK (1964) ได้อธิบายถึงรายละเอียดของการสร้าง Cholesterol ในร่างกายไว้เป็นขั้น ๆ ดังนี้ คือ

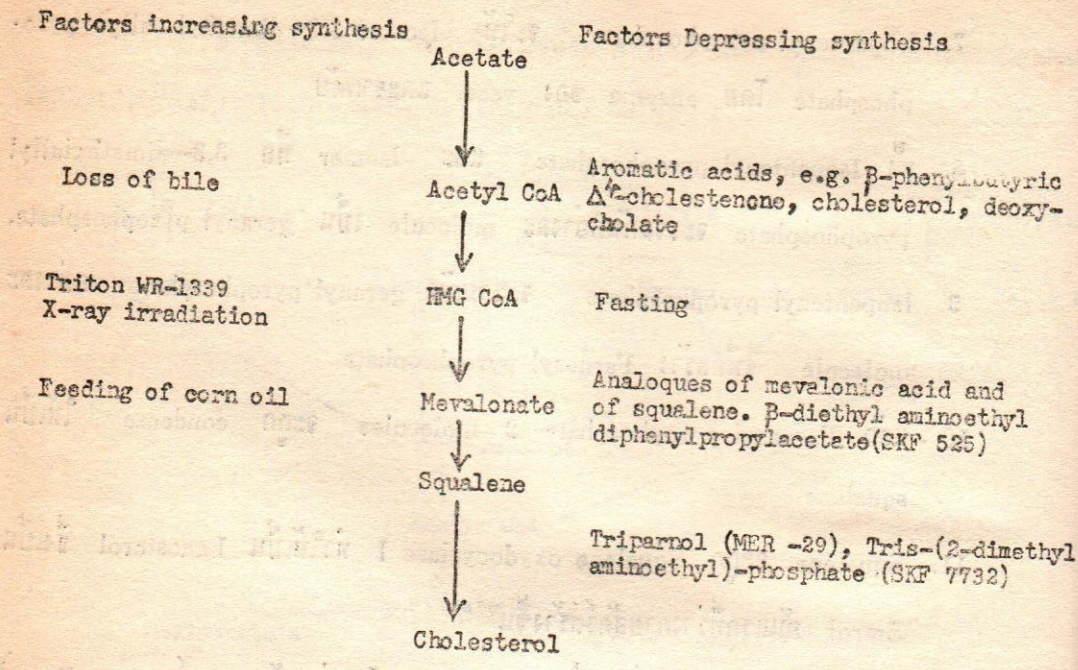
1. ขั้นแรกร่างกายจะ activated acetate ให้เป็น acetyl CoA
2. ต่อมาจะ Condensed acetyl CoA 2 ตัวให้เป็น acetoacetyl CoA
3. จาก Acetoacetyl CoA สร้าง β — hydroxy — β — methylglutaryl CoA
4. เปลี่ยนให้เป็น Mevalonic acid
5. จาก Mevalonic acid จะถูก phosphorylated ด้วย ATP เป็น 5—phosphomevalonic acid ซึ่งจะเปลี่ยนต่อไปเป็น 5—diphospho mevalonic acid.
6. 5—diphosphomevalonic acid เมื่อสูญเสียน้ำ (H_2O) และ Carbon dioxide (CO_2) จะได้ Isopentenyl pyrophosphate

7. Isopentenyl pyrophosphate จะให้ Isomer 3,3—dimethyl allyl pyrophosphate โดย enzyme ของ yeast และจากตับ
8. ทั้ง Isopentenyl pyrophosphate และ Isomer คือ 3,3—dimethylallyl pyrophosphate จะรวมกันอย่างละ molecule เป็น geranyl pyrophosphate.
9. Isopentenyl pyrophosphate จะรวมกับ geranyl pyrophosphate อย่างละ molecule เพื่อสร้าง Farnesyl pyrophosphate
10. แล้ว Farnesyl pyrophosphate 2 molecules จะถูก condense ให้เป็น squalene
11. Squalene จะถูก Squalene oxydocyclase I ทำให้เป็น Lanosterol ซึ่งเป็น Sterol อันแรกที่ร่างกายสัตว์สร้างขึ้น
12. จาก Lanosterol จะเปลี่ยนเป็น Cholesterol โดยผ่านตัวกลาง (Intermediates) อีกหลายตัว

ดังแผนภาพที่แสดงข้างล่างนี้.

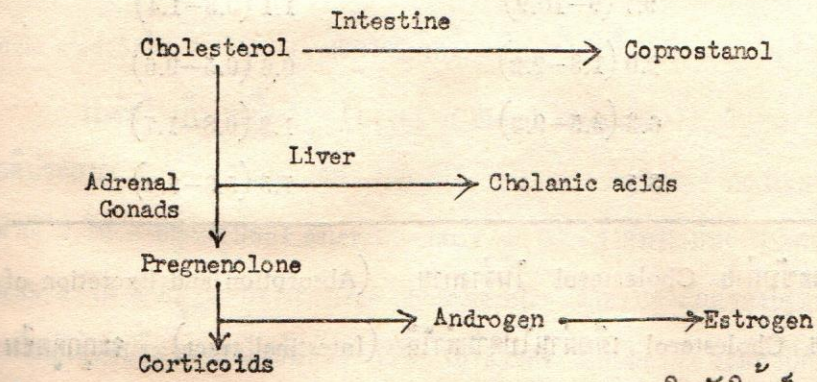


อุปสรรค์ของการสร้าง Cholesterol ในร่างกาย (Factors aftecting rate of cholesterol synthesis) ในการเปลี่ยน acetate ให้เป็น cholesterol นั้น มีหลายสาเหตุที่ทำให้การสร้าง cholesterol ชะงัก ดังแผนภาพต่อไปนี้

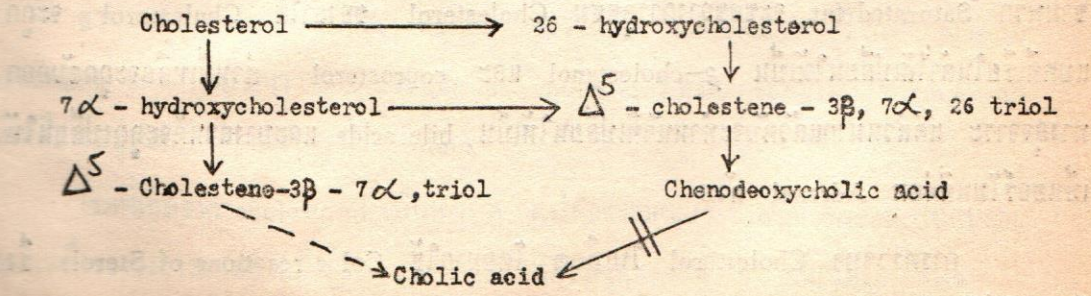


นอกจากสาเหตุข้างบนแล้วปริมาณและส่วนประกอบของอาหารยังมีอิทธิพลต่อการสร้าง Cholesterol ในร่างกายด้วย ดังจะเห็นได้ว่า ปริมาณของ Cholesterol ในร่างกายขึ้นอยู่กับปริมาณของ Cholesterol จากภายนอก กล่าวคือ ถ้ากินหรือฉีด cholesterol เข้าไปในร่างกาย ร่างกายก็จะสร้าง Cholesterol น้อยลง ตรงกันข้ามถ้าในอาหารมี Cholesterol น้อยร่างกายก็จะสร้าง Cholesterol เพิ่มมากขึ้น อัตราการสร้าง Cholesterol จะลดลงถ้าอดอาหารและจะสร้างมากขึ้นถ้ากินอาหารพวก Carbohydrate หรือพวก High energy เพราะร่างกายจะเปลี่ยนพวก Carbohydrate ให้เป็น acetate ซึ่งเป็น precursor ของ Cholesterol สำหรับการเปลี่ยนแปลงของระดับไขมันในเลือด (Level of blood cholesterol) ขึ้นอยู่กับ Fatty acid ในอาหารจะอิ่มตัว (Degree of saturation) มากน้อยเท่าใด กล่าวคือ Fatty acid ในอาหารยิ่งอิ่มตัว (Saturated) เท่าใด ปริมาณของ Cholesterol ในเลือด (Concentration) จะสูงยิ่งขึ้น ทั้งนี้เกิดจาก Factors ต่าง ๆ ในร่างกายที่เป็นตัวอุปสรรค์หรือส่งเสริมการสร้าง Cholesterol ดังที่กล่าวมาแล้วนั่นเอง

การเผาไหม้ของ Cholesterol. (Catabolism of cholesterol) มีอวัยวะหลายส่วนที่สามารถสร้าง Cholesterol ได้แต่ Cholesterol จะถูกเผาไหม้ (Catabolized) ในอวัยวะเพียง 2–3 ส่วนเท่านั้น ส่วนใหญ่จะถูกเปลี่ยนให้เป็น Cholanic acid หรือ Cholic acids และส่วนน้อยจะถูก metabolized ประจำวัน แล้วส่วนที่เหลือจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายทางอุจจาระแต่จะไม่พบในปัสสาวะ พวก Gonad และ Adrenal จะเปลี่ยน Cholesterol ให้เป็นฮอร์โมน (Hormones) ซึ่งมีความสำคัญและจำเป็นแก่ร่างกายอย่างยิ่ง นอกจากนี้ยังพบ Cholesterol ใน Skin fat หรือ Sebum การสูญเสีย Cholesterol ใน Sebum นี้แตกต่างกันประมาณ 100 Mg ต่อวัน พวกSqualene ก็สูญเสียที่ Sebum เช่นกัน สำหรับการเปลี่ยนแปลง Cholesterol ภายในลำไส้ ตับ และ Adrenal นั้นเป็นไปตาม Pathways of cholesterol metabolism ข้างล่างนี้



ประมาณ ๔๐ % ของ Cholesterol จะถูก metabolized ในตับให้เป็น bile acid ดังนี้



Cholesterol เป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของน้ำดี (Bile) ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 2 Composition of Human bile — Averages and Ranges of Data of Various reports since 1900

Parts per 1000

Constituent	Bladder Bile	Fistula Bile
Water	888.6	973.4
Total solids	111.4 (47—165)	26.6 (10—40)
Bile acids	51.8 (14—92)	10.9 (4.2—18.3)
Mucin and pigment	34.2 (18—43)	6.1 (4.3—9.3)
Total lipid	22.5 (19—26)	3.4 (2.9—4.2)
Neutral fat	3.7 (1.5—5.6)	1.1 (0.4—3.0)
Fatty acids	9.7 (9—10.9)	1.1 (0.8—1.4)
Phospholipids	2.0 (1.8—2.2)	0.6 (0.5—0.6)
Cholesterol	6.3 (3.5—9.3)	1.2 (0.8—1.7)
Inorganic ions	8.5	7.5 (5.8—9.2)

การดูดซึมและขับถ่าย Cholesterol ในร่างกาย (Absorption and Excretion of Cholesterol) ส่วนน้อย Cholesterol เมื่อผ่านไปตามลำไส้ (Intestinal tract) จะถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็กโดยมีพวก Unsaturated fat และ fatty acids เป็นตัวช่วยให้การดูดซึมดีขึ้น ตรงกันข้ามพวก Saturated fat จะขัดขวางการดูดซึม Cholesterol ของลำไส้ Chnlesterol จะถูกแบคทีเรียในลำไส้เปลี่ยนให้เป็น β—cholestanol และ coprosterol ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกทางอุจจาระ แต่ส่วนมากแล้วตับจะทำหน้าที่เปลี่ยนให้เป็น bile acids และบางส่วนก็จะถูกเปลี่ยนให้เป็นฮอร์โมนที่ต่อม Adrenal ด้วย

การตรวจหา Cholesterol ในเลือด โดยมากใช้ Color reactions of Sterols ซึ่งมีหลายวิธีด้วยกัน เช่น

1. The Salkowski reaction เอาพวก sterol ละลายใน Chloroform แล้วเขย่ากับ Sulfuric acid ในจำนวนเท่ากัน ภายหลังที่ปล่อยให้ Chloroform แยกออกจากกรดแล้ว จะพบว่าในชั้นของ Chloroform มีสีแดงเกิดขึ้นและชั้นของกรด Sulfuric acid จะมีสีเขียว (Green fluorescence) แต่ถ้าเป็น sterol จาก yeast และ Fungi และจากพืชจะให้สีตรงข้ามกับ Cholesterol คือ Chloroform จะไม่มีสีและชั้นของ Sulfuric acid จะมีสีแดง

2. The Lipschütz or Oxycholesterol reaction เติม benzoyl peroxide ลงไปใน cholesterol ที่ละลายใน glacial acetic acid 2–3 Ml. ต้มให้เดือดในเวลาอันสั้น ปล่อยให้เย็นแล้วหยด sulfuric acid ลงไป 2–3 หยด แล้วเขย่า สีแดงจะเกิดแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และในที่สุดเป็นสีเขียวเนื่องจาก cholesterol เปลี่ยนเป็น oxycholesterol.

3. The Lieberman–Burchard or acetic anhydride reaction เอา cholesterol เล็กน้อยละลายใน 2 ML ของ Chloroform เติม 10 หยดของ acetic anhydride และเติม sulfuric acid ลงไป 2–3 หยด สีแดงจะเกิดขึ้นแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ในที่สุดเปลี่ยนเป็นสีเขียว

ระดับไขมันในเลือด (Level of blood cholesterol) ในคน Blood cholesterol ค่าปกติประมาณ 200 = 40 Mg ต่อ 100 ML serum โดยมาก cholesterol ใน plasma ประมาณ 2 ใน 3 อยู่ในรูปของ ester กับ fatty acids ซึ่งตับจะเป็นผู้ควบคุมอัตราส่วนนี้ และประมาณ 1 ใน 4 อยู่ในลักษณะ free cholesterol. สำหรับค่าปกติของไขมันในเลือดนี้ขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้วัดปริมาณของไขมันด้วย เช่น เครื่องของ Coldman จะมีค่าปกติระหว่าง 150–250 Mg ต่อ 100 Ml serum เป็นต้น

ส่วนมาก cholesterol ใน plasma จะรวมกับ lipoproteins เรียกว่า plasma-phospholipids ประมาณมากกว่า 50% ของ plasma. cholesterol ทั้งหมดจะพบใน β–lipoprotein ส่วนที่เหลือจะอยู่รวมกับ α_1 และ α_2 lipoprotein

โรคที่เกิดจาก cholesterol เป็นสาเหตุ ดังได้กล่าวมาแล้วว่า cholesterol เป็นปัญหาสำคัญอันหนึ่งของวงการแพทย์ในปัจจุบัน เพราะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับหัวใจ อันเนื่องมาจากไขมันในอาหารรวมทั้ง Factors ที่ช่วยในการดูดซึมคือ Unsaturated fatty acids สำหรับโรคที่สำคัญได้แก่

1. โรค Atherosclerosis ซึ่งเป็น Arteriosclerosis ชนิดหนึ่งมีวิการสำคัญคือ plaques ซึ่งภายใน plaques นี้จะมี cholesterol และ lipids ชนิดอื่นสูง ทั้งนี้อาจจะเป็นเพราะไขมันในอาหารมีมากทำให้เส้นโลหิตแข็งและความดันเลือดก็จะสูงขึ้นด้วย (high blood pressure) และในที่สุดอาจจะทำให้เส้นโลหิตแตกตายได้

2. โรค Coronary heart disease จากการตรวจเลือดพบว่าในคนที่มีไขมันในเลือดมากกว่า 220 Mg per cent จะเกิดโรคเกี่ยวกับ Coronary ได้

3. เกี่ยวกับโรค Hyperthyroidism

4. ยังเกี่ยวข้องกับโรค Hypothyroidism เนื่องจากปริมาณของไขมันในเลือด (Blood-cholesterol) เพิ่มมากขึ้น

5. โรค Nephrosis

นอกจากนี้ยังมีนักค้นคว้าอีกมากที่ทำการค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องนี้ เช่น พบว่าการเพิ่มปริมาณของ cholesterol ในอาหารให้สูงขึ้น เมื่อคนกินอาหารนั้นเข้าไป จะไม่ทำให้ปริมาณของไขมันในเลือดในร่างกายเพิ่มสูงขึ้นเลย แต่ก็พบว่าถ้าไขมันในอาหารมีน้อยจะพบว่าปริมาณไขมันในเลือดก็จะลดน้อยลงไปด้วย

ในระยะเริ่มแรกของการค้นคว้า พบว่าถ้าใช้ไขมันจากพืชแทนไขมันจากสัตว์ ในอาหารจะทำให้ระดับของไขมันในเลือดหรือ cholesterol ลดลง แต่จากการค้นคว้าเมื่อเร็ว ๆ นี้แสดงให้เห็นว่าไม่จริง สาเหตุที่แท้จริงนั้นขึ้นอยู่กับ degree of unsaturation. ของไขมัน มิใช่ขึ้นอยู่กับชนิด (Sources) ของไขมันตามที่เข้าใจกัน นอกจากนี้ยังพบว่าไขมันจากสัตว์จะทำให้ระดับของไขมันในเลือดสูงกว่าไขมันจากพวกที่มี polyunsaturated fat (oil) มาก ๆ เช่น พวกน้ำมันข้าวโพด (Corn) น้ำมันเมล็ดฝ้าย (Cotton) หรือ safflower oils เพราะพวกนี้มี polyunsaturated fatty acid ซึ่งจะถูก hydrogenated ที่ double bond ของ cholesterol ให้เป็นพวก saturated จึงไม่ทำให้ cholesterol ใน serum สูงขึ้นแต่อย่างใด

สรุป

1. ไขมันในเลือดหรือ cholesterol เป็น sterols จากสัตว์มีสูตรทางเคมี $C_{27}H_{45}OH$ มีมากในก้อนนิ่ว (Gallstones) และในสมอง, nerve cell แต่ไม่พบในพืช

2. ในการสร้าง cholesterol ในร่างกาย ถ้ากินอาหารพวกที่เป็น high energy เข้าไปมาก ร่างกายจะเปลี่ยนอาหารพวกนี้ให้เป็น acetate มาก การสร้าง cholesterol ก็จะเพิ่มมากขึ้นไปด้วย กล่าวคือถ้าในอาหารมีไขมันมากร่างกายก็จะสร้าง cholesterol ให้น้อยลงเพื่อความสมดุลย์ของร่างกาย ในขณะเดียวกันถ้าไขมันในอาหารมีน้อยร่างกายก็จะสร้าง cholesterol เพิ่มมากขึ้นเช่นเดียวกัน

3. Cholesterol จะถูก Catabolized ในลำไส้เป็น coprostanol ในตับจะสร้าง Cholanic acids หรือ cholic acids และที่ Adrenal gland จะสร้าง hormones พวก Estrogen, Corticoids.

4. ไขมันในเลือดในคนธรรมดามีค่าปกติอยู่ระหว่าง 150–250 Mg per cent ทั้งนี้อาจจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้วัดแต่ละยี่ห้อด้วย

5. ถ้า blood cholesterol สูงอาจจะทำให้เกิดโรค Atherosclerosis และ Coronary heart disease ได้

6. การที่ cholesterol ในร่างกายจะสูงขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับ Factors หลายอย่าง เป็นต้นว่า degree of unsaturation ของไขมันในร่างกาย และอาหารพวกที่มี polyunsaturated fat มากด้วย

7. ควรเลือกกินอาหารที่มีหรือให้พลัง (Energy) ตามความจำเป็นของร่างกาย เพราะถ้าร่างกายมีอย่างเหลือเฟือแล้วร่างกายก็จะสะสม cholesterol ไว้มาก ทำให้ไขมันในเลือดมีปริมาณสูงขึ้น และข้อสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือไม่ควรปล่อยให้ร่างกายอ้วนจนเกินไป ควรจะได้ออกกำลังกายบ้างตามควรของวัย ทั้งนี้เพื่อให้ร่างกายทุกส่วนได้ออกกำลังกายไม่สะสมไขมันร่างกายสามารถ Metabolized อาหารได้ตามปกติปริมาณไขมันในเลือดก็จะอยู่ในระดับของคนปกติได้.

■ ■ ■

SUMMARY

CHOLESTEROL IN VEIW OF BIOCHEMISTRY

Wipit Chaisrisongkram D,V.M.,M.S.

In the animal kingdom, the most abundant steroid is the sterol cholesterol. Cholesterol has the important property, when mixed with a fat or oil, of enabling the fat or oil to absorb relatively large amounts of water. Since cholesterol is not soluble in water, it is probable that this property is related to its tendency to form water—in—oil emulsions. One of the highly significant medical—biochemical problems of the day concerns the various relations of dietary fats, including unsaturated fatty acids, to heart disease. Atherosclerosis is a type of arteriosclerosis characterized by plaques. These plaques are high in cholesterol and other lipids. The average blood cholesterol among adults is about 200 $\pm$ 40 Mg (standard deviation) per 100 ML serum. Diets containing appreciable quantities of animal fats led to higher levels than diets containing the same amounts of more highly polyunsaturated fats (oils) such as corn, cotton, or safflower oils. These polyunsaturated fatty acids lose their desirable effect on serum cholesterol following hydrogenation which saturates double bonds.

REFERENCES CITED

1. COOK, R.P. 1958. Cholesterol ; Chemistry, Biochemistry and Pathology. Academic Press, New York.

2. FRUTON, J.S. and SOFIA SIMMONDS 1967. General Biochemistry. Second Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York. 633–635.

3. KEYS, A.; ANDERSON, J.T.; MICKELSEN, O,; ADELSON, S.F.; and FIDANZA, F.: 1956. J. Nutr., 59, 39.

4. POPJAK, G., 1964. Metabolism and Physiological Significance of Lipids, Dawson, R.M.C., and Rhodes, D.N. (eds.) John Wiley & Sons, London. 47.

5. WEST,E.S.; W.R., TODD; H.S., MASON; J.T., VAN BRUGGEN. 1966. Textbook of Biochemistry, Fourth Ed., The Macmillan Company. New York. 161.

6. WHITE,A.; P., HANDLER; E.SMITH; and DEW STETTEN: Principles of Biochemistry. Second Ed.. The McGraw–Hill Book Company, Inc. New York. 490.