Update Basic Nutrition: Fat

ผศ.ดร.ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร
ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Outline

01

การจำแนกหน้าที่

02

การย่อยการดูดซึม

03

metabolism

04

กรดไขมันทรานส์

บทนำ

กลยุทธ์การตลาด
ออนไลน์ ที่น่าสนใจ
ในช่วงนี้

ไขมันในอาหาร

97% อยู่ในรูป
Triglyceride (TG)

การย่อยไขมัน

~~TG~~ → 3FA + glycerol

การดูดซึม

Long chain FA
-TG+apoprotein
-ท่อน้ำเหลือง

Short/medium chain FA
-FA+albumin
-หลอดเลือด

การจำแนก

องค์ประกอบของกรดไขมัน

C, H and O; O < < C and H

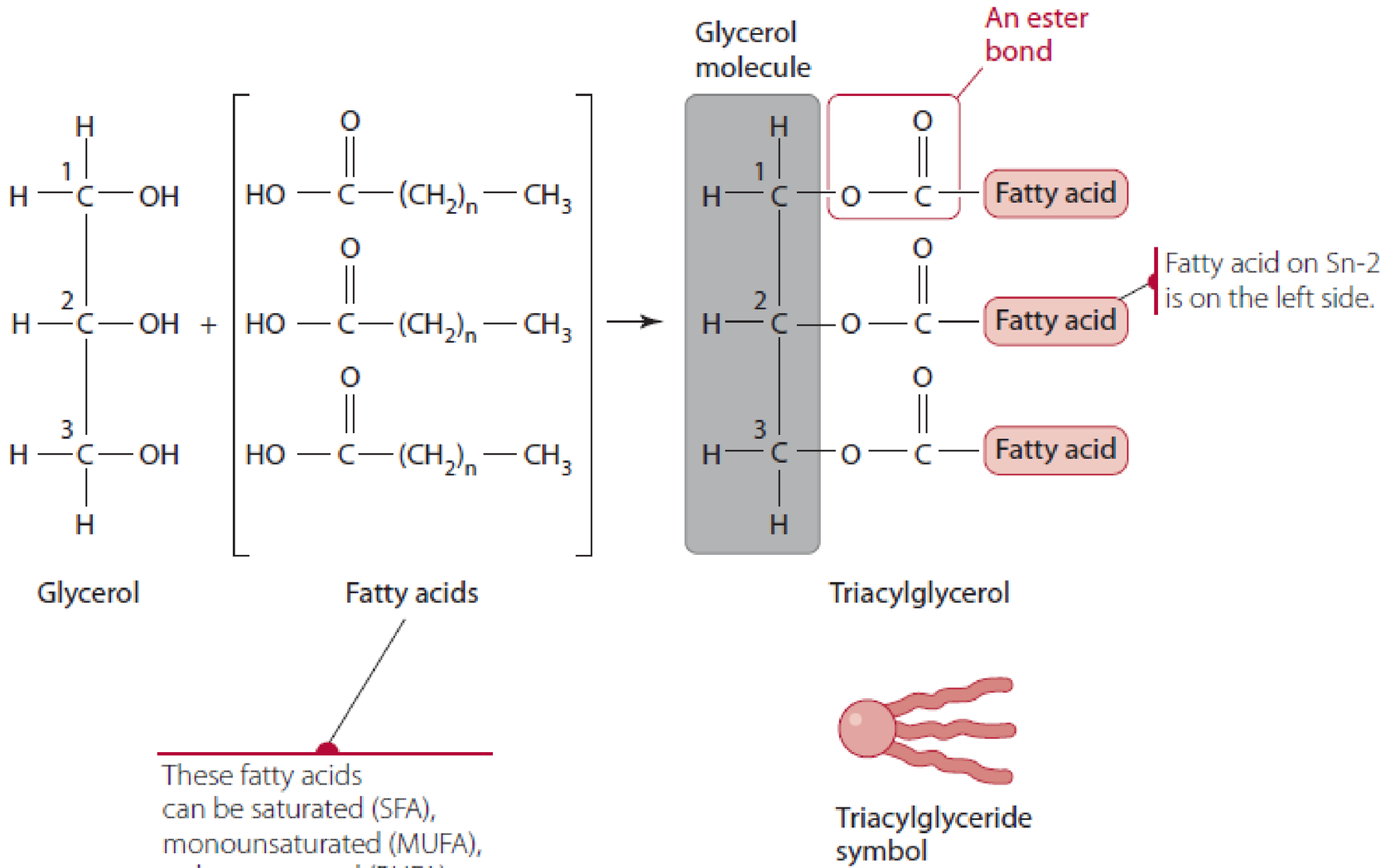
-Composed of a straight HC chain terminating with carboxylic acid group

-R-COOH; CH3-COOH

โครงสร้าง

–Esters of 3 FA with 1 glycerol
–Triglycerides (Triacylglycerols)

การจำแนก


Glycerol molecule
An ester bond
Fatty acid
Fatty acid
Fatty acid
Fatty acid on Sn-2 is on the left side.
Glycerol
Fatty acids
Triacylglycerol
These fatty acids can be saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), polyunsaturated (PUFA), or a combination.
Triacylglyceride symbol

การจำแนก

ความยาว

-Short chain FA: 2–6C
-Medium chain FA: 8-12C
-Long chain FA: > 12C

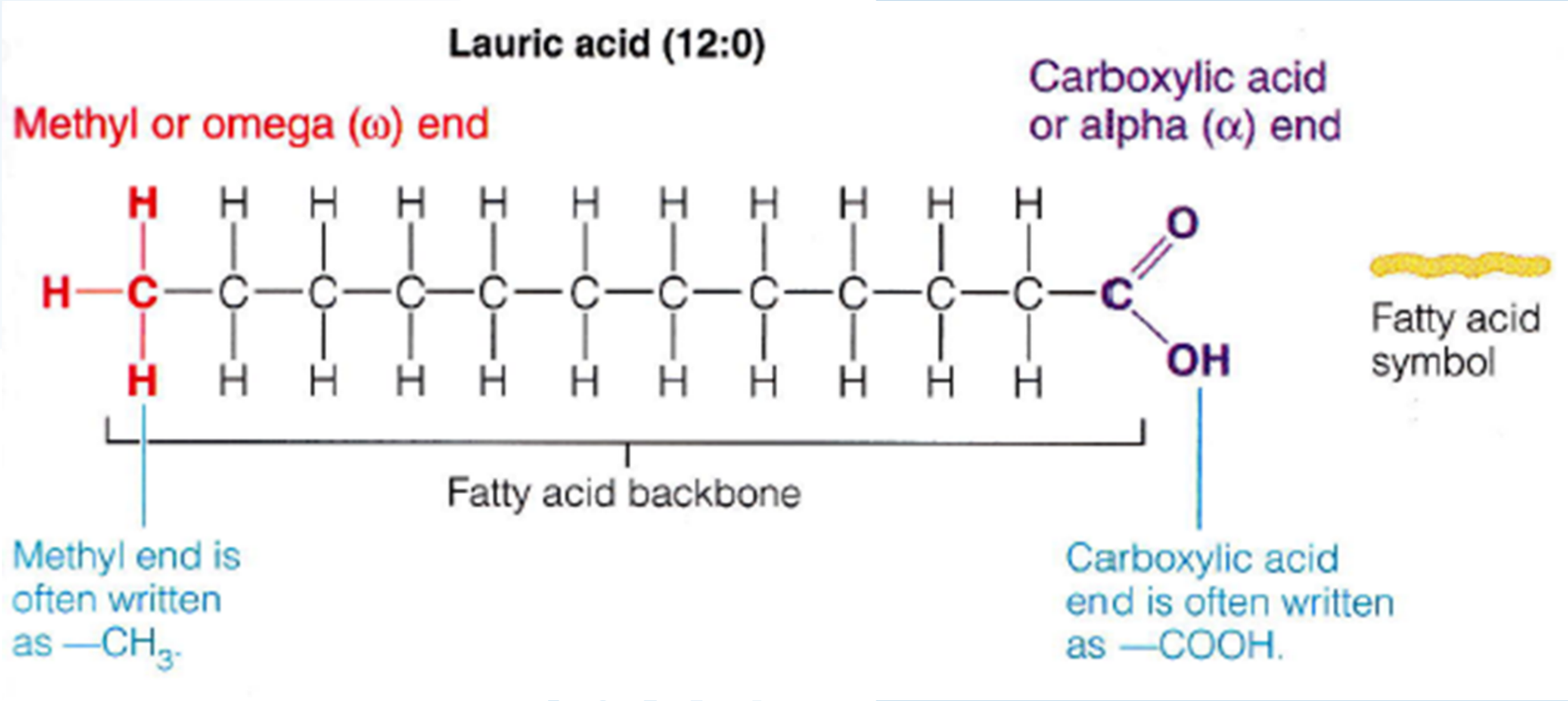
พันธะคู่

-Saturated fatty acids: all single bond (SFA)
-Unsaturated fatty acids: double bond
  –Monounsaturated FA (MUFA)
  –Polyunsaturated FA (PUFA)

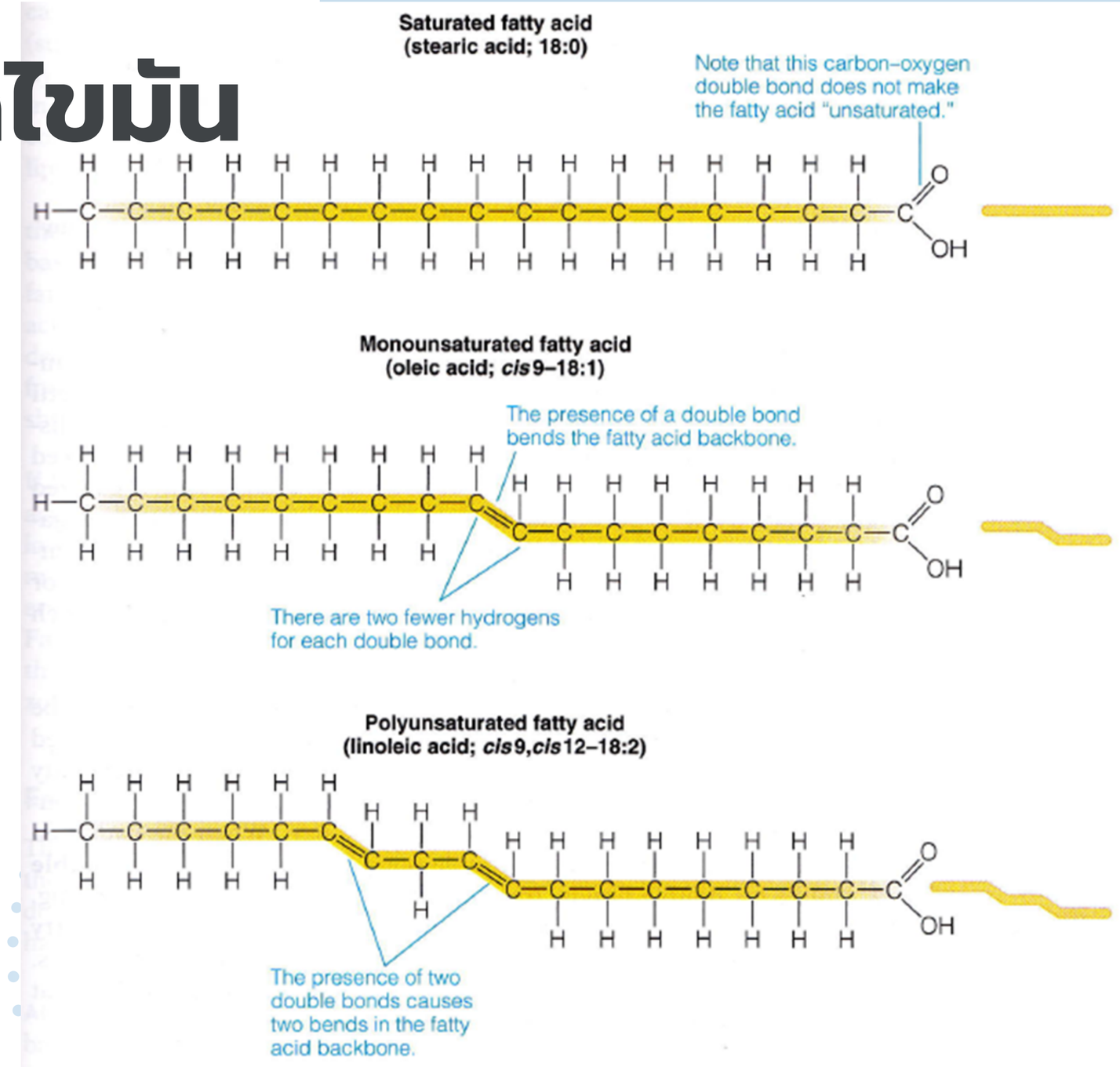
ความจำเป็น

-Linoleic acid
-Alpha linolenic acid

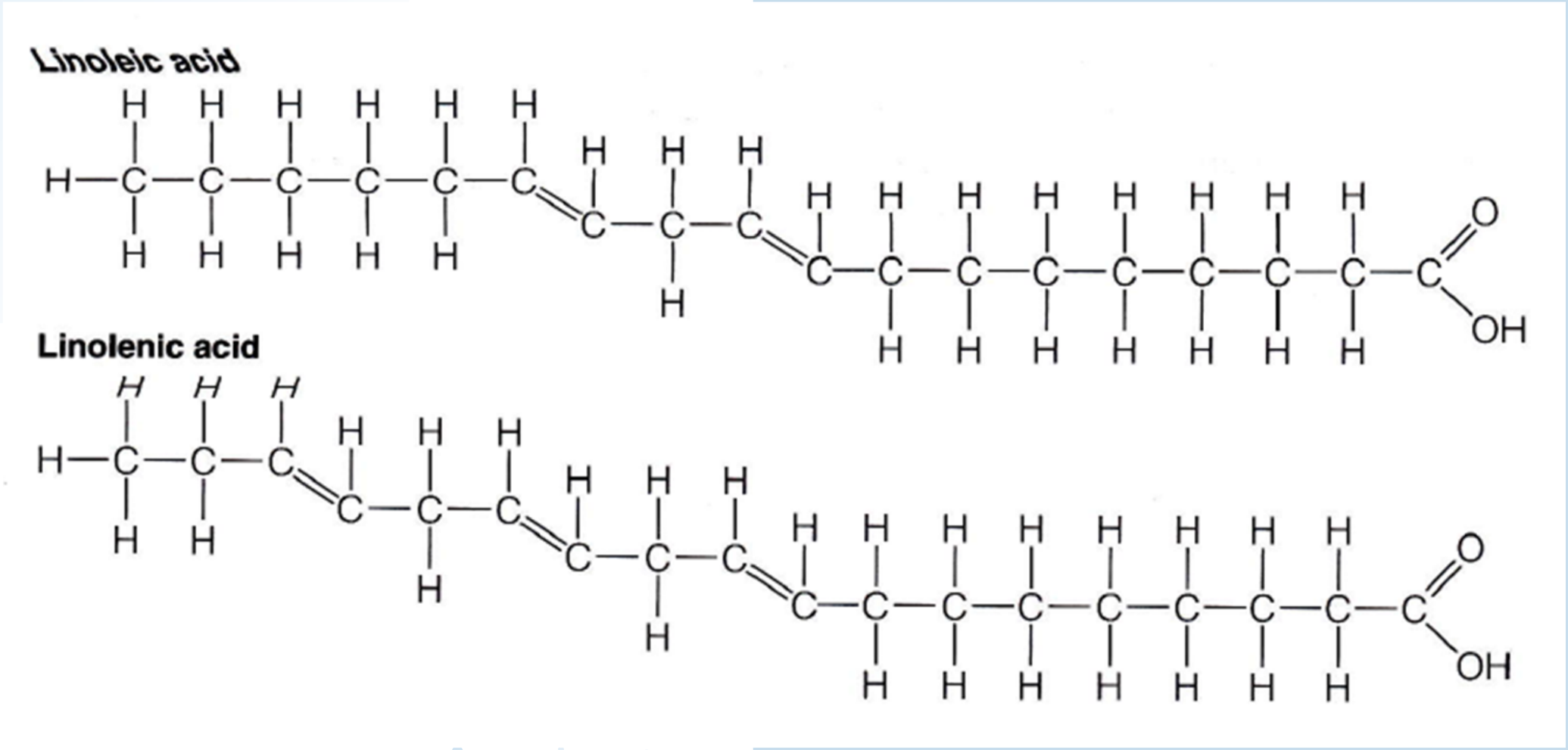
โครงสร้างกรดไขมัน



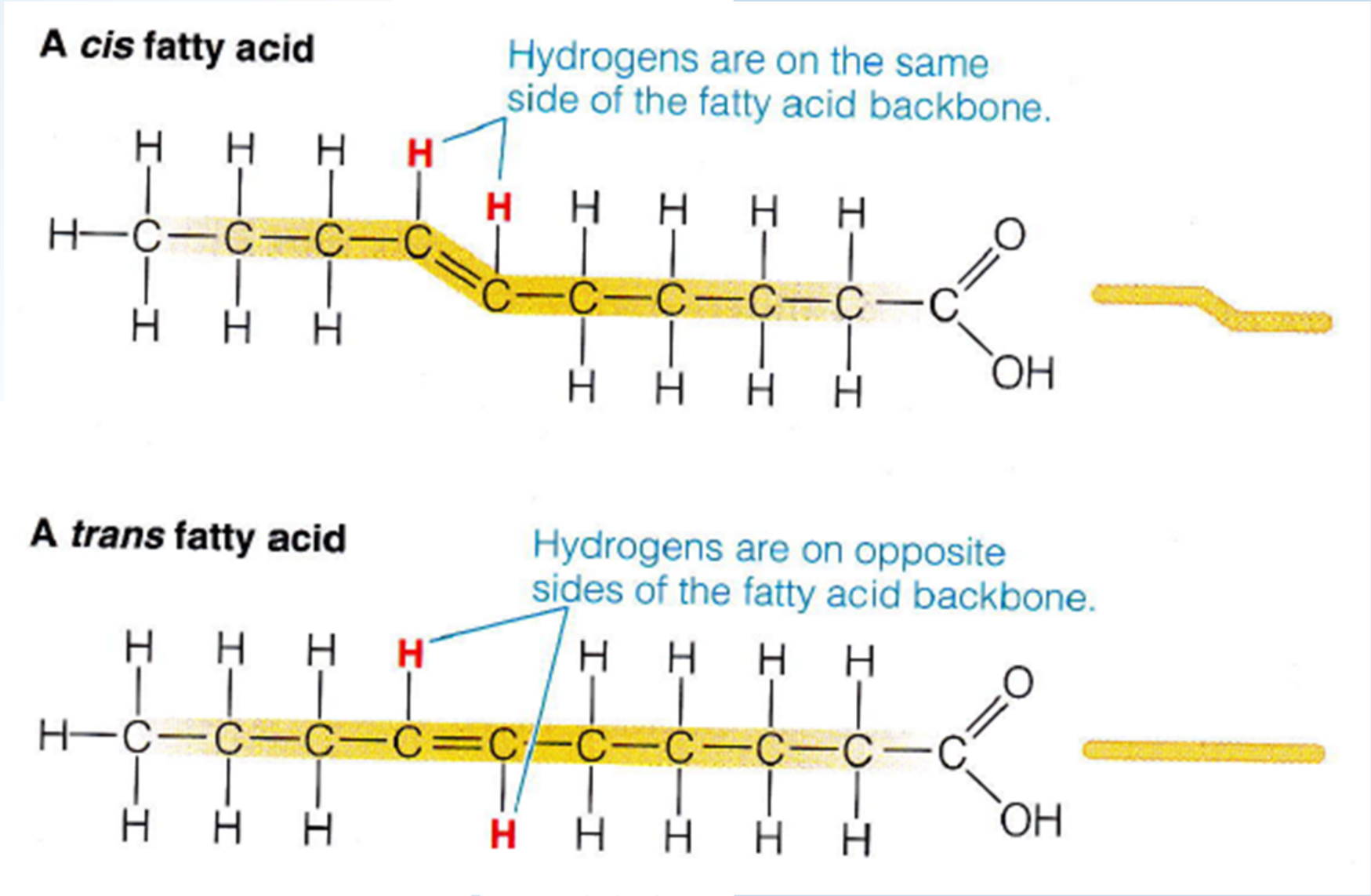
โครงสร้างกรดไขมัน



โครงสร้างกรดไขมัน



กรดไขมันทรานส์



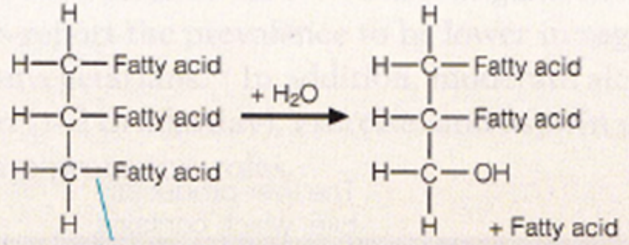
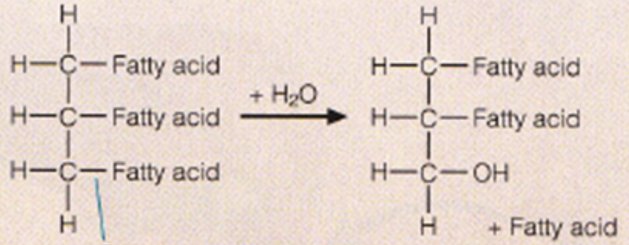
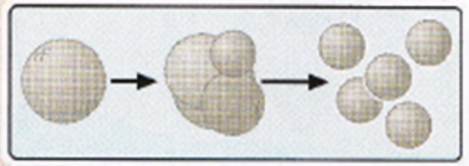
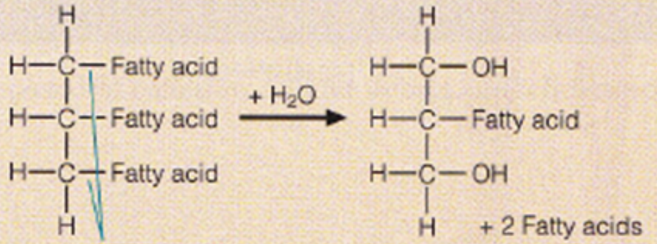
หน้าที่

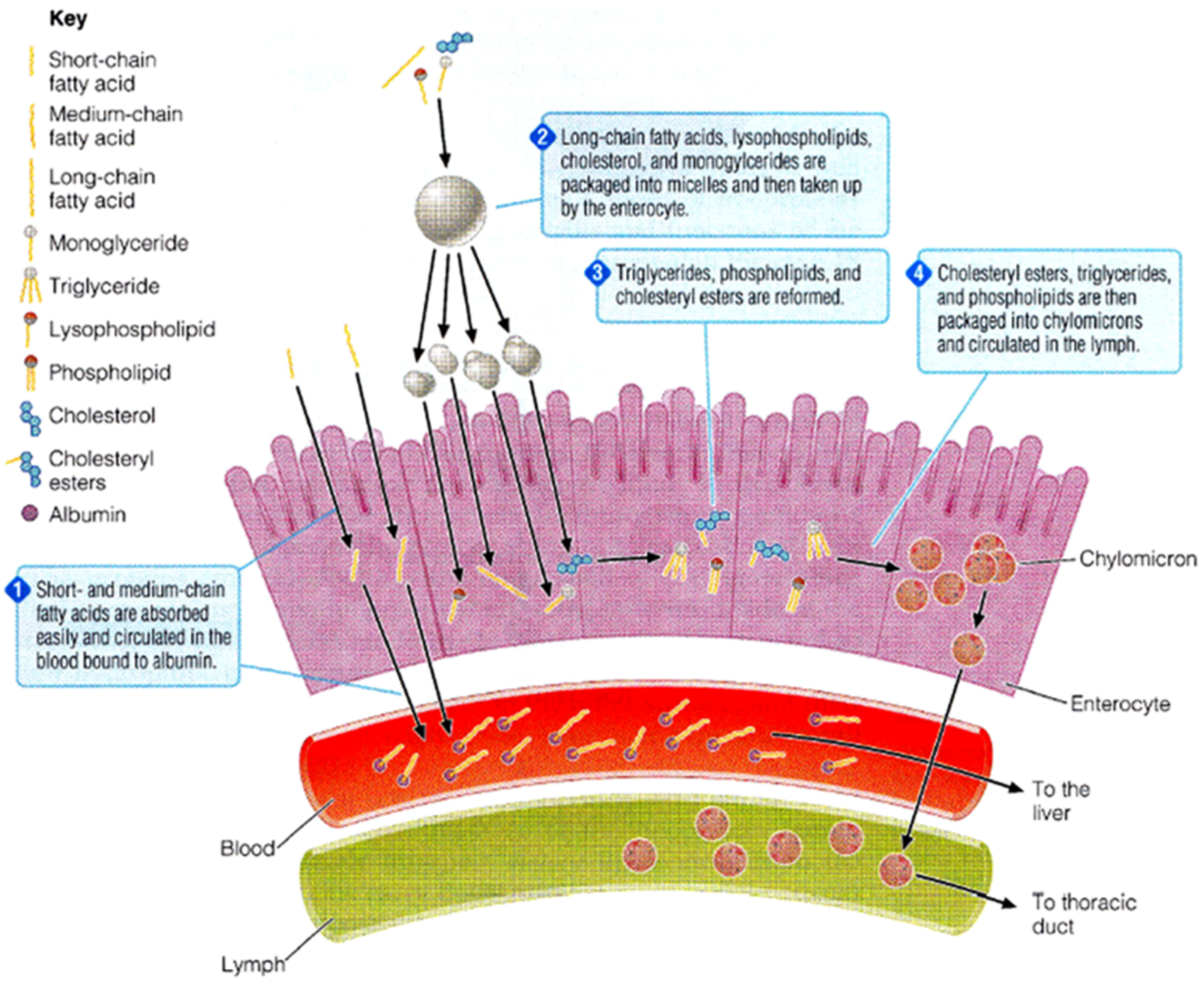
–Supply energy
–Protect vital organs
–Thermal insulator
–Maintain body temp.

–Membrane structure
–Fat soluble vitamins
–Source of steroid hormone

–Source of eicosanoids; prostraglandins Thomboxane and leukotrienes

การย่อยไขมัน

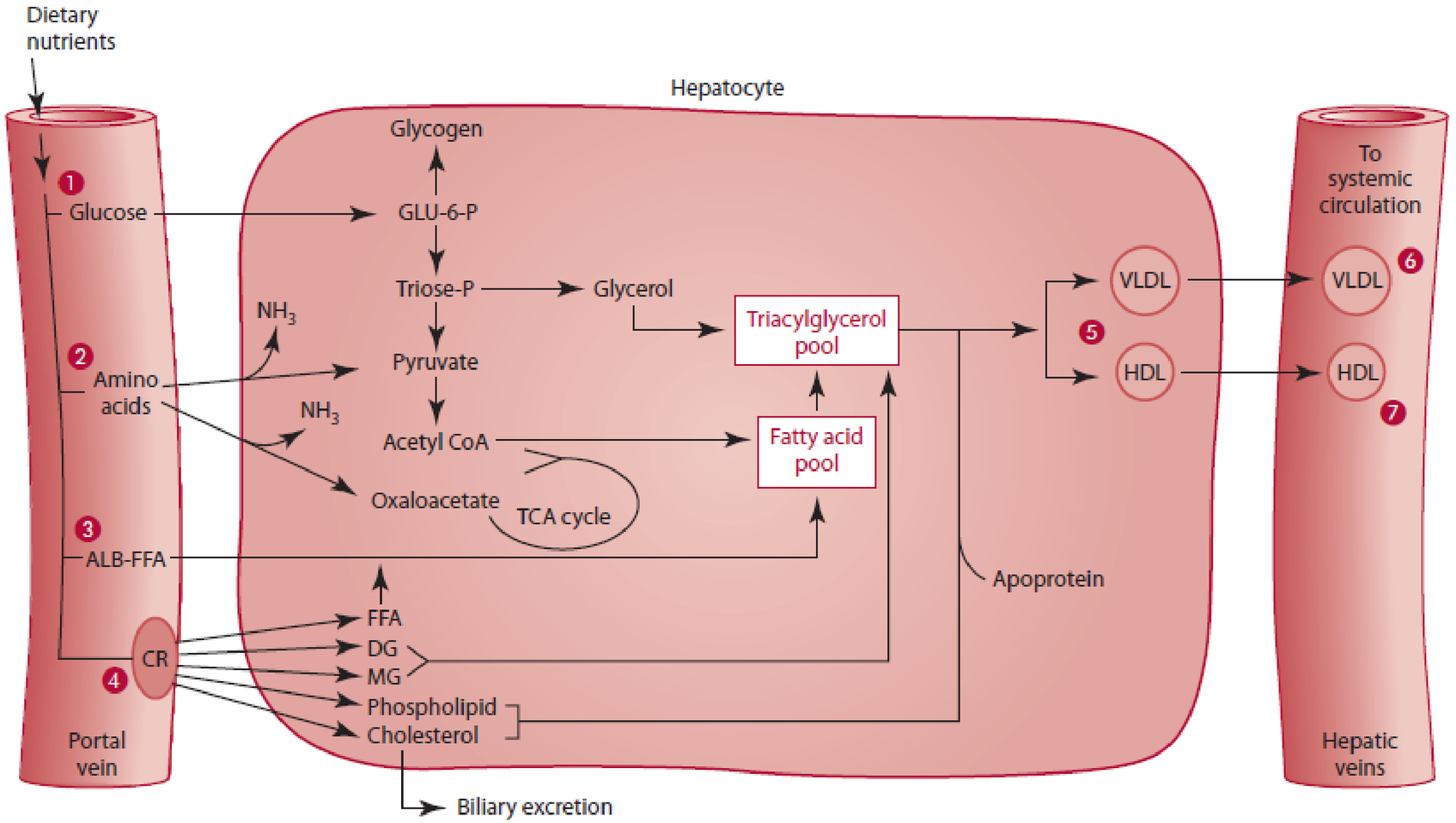
Location	Major events	Required enzyme or secretion and source	Details
Mouth	Triglyceride → *Minor amount of digestion* → Triglycerides, diglycerides, and fatty acids	Lingual lipase produced in the salivary glands	 Lingual lipase removes some fatty acids here.
Stomach	*Additional digestion* → Triglycerides, diglycerides, and fatty acids	Gastric lipase produced in the stomach	 Gastric lipase removes some fatty acids here.
Small intestine	*Phase I: Emulsification* → Emulsified triglycerides, diglycerides, and fatty acid micelles → *Phase II: Enzymatic digestion* → Monoglycerides and fatty acids	Bile; no lipase Pancreatic lipase produced in pancreas	See Figure 6.14 for details concerning emulsification.   Pancreatic lipase removes some fatty acids here.



-Long chain FAs are reformed to TG and CE.

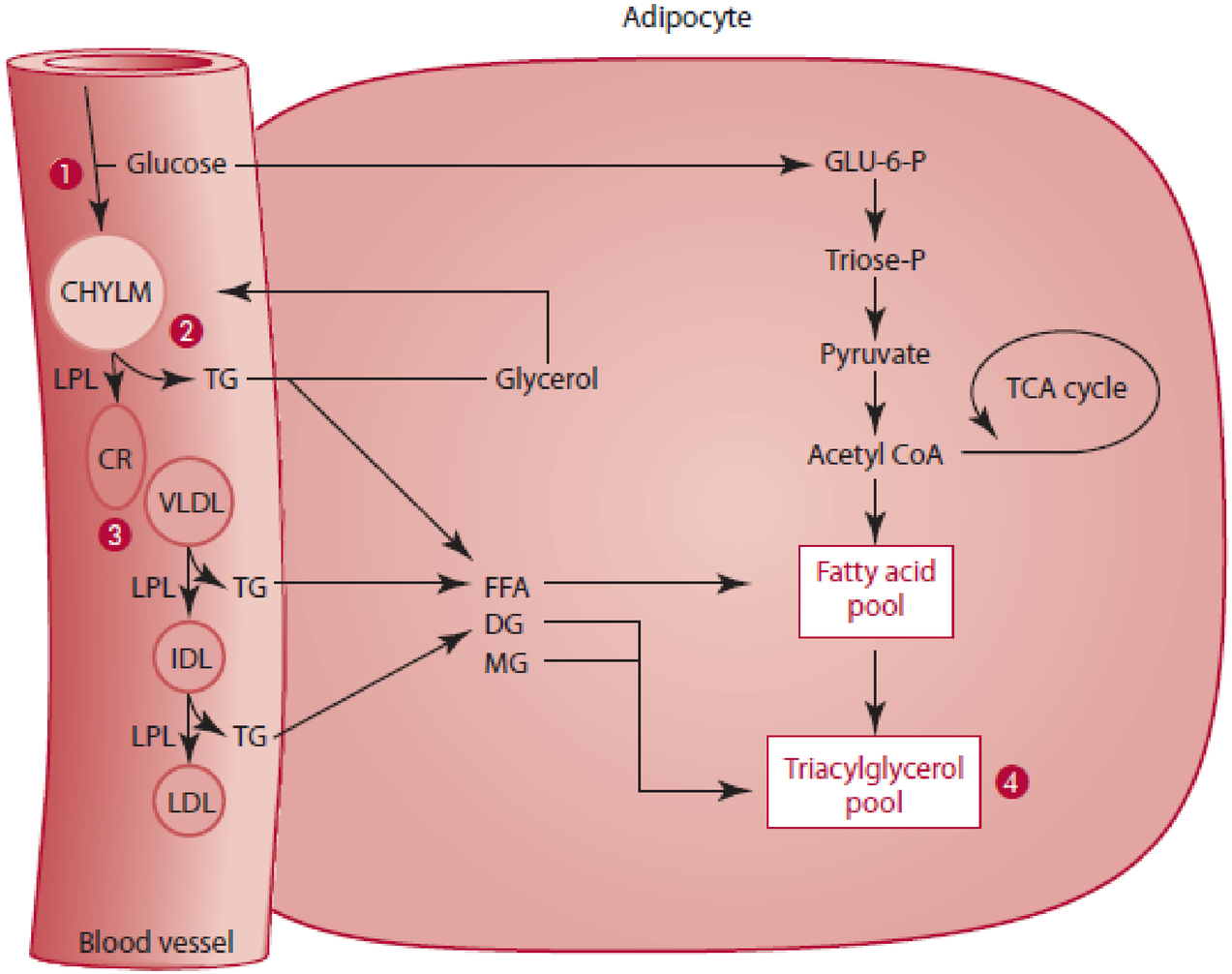
-Short chain and medium chain FAs are directly absorbed to portal vein.

metabolism in the liver after fatty meal

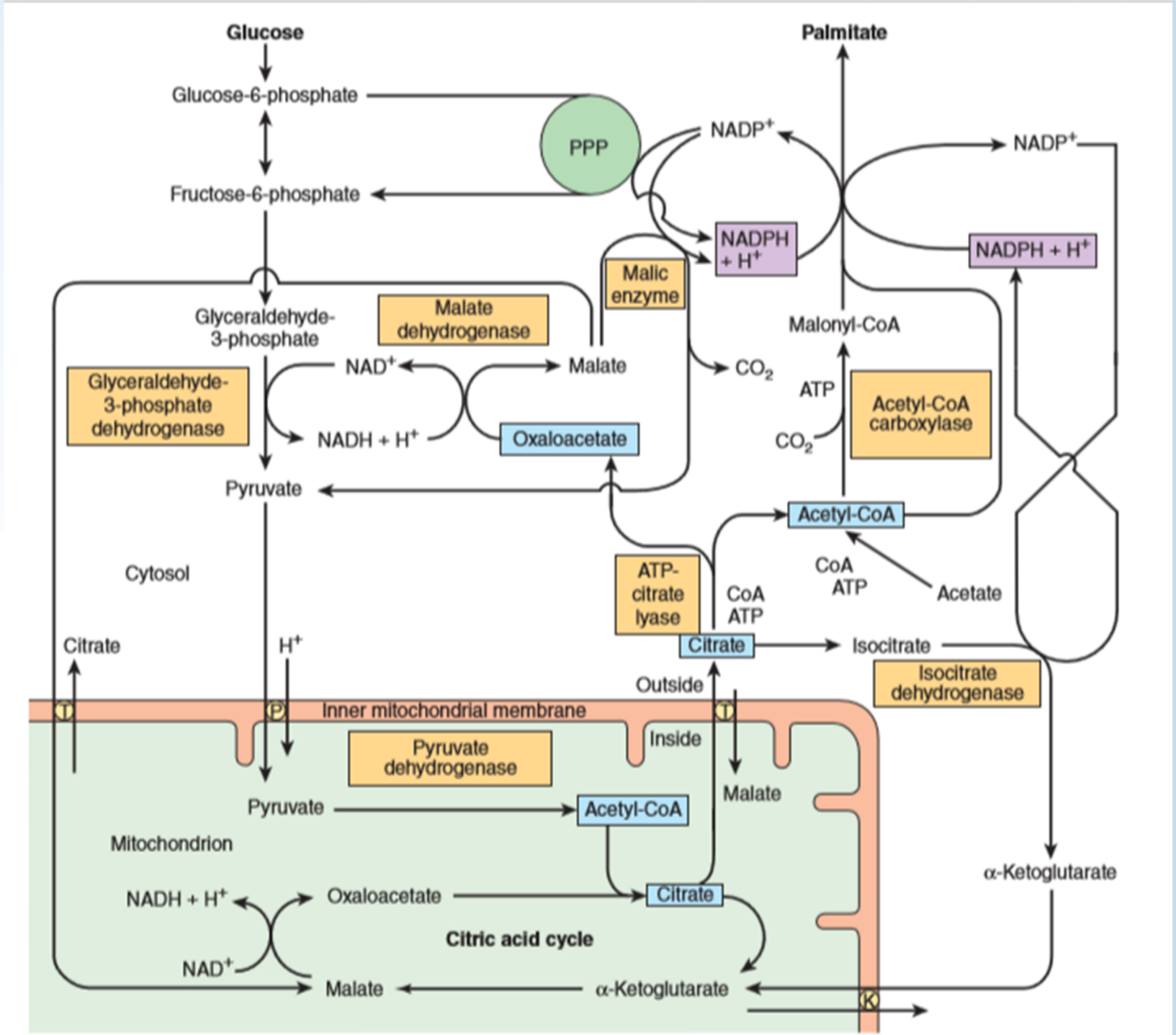


1. Dietary nutrients enter the liver through the portal vein. Glucose can be converted to glycogen or enter glycolysis.
2. Amino acids enter the amino acid pool and some are metabolized to produce pyruvate and oxaloacetate.
3. Short-chain free fatty acids (FFA), bound to albumin enter the fatty acid pool and are incorporated into triacylglycerols (TAG).
4. Chylomicron remnants (CR) attach to binding sites with lipoprotein lipase and deliver FFA, diglycerides (DG), monoglycerides (MG), phospholipids (PL), and cholesterol (C).
5. TAG, C, and PL are packaged with apolipoproteins and enter the circulation as VLDL or HDL.
6. VLDL deliver the meal's lipids to the non-hepatic tissue.
7. HDL is involved in reverse cholesterol transport.

metabolism in the adipocyte after fatty meal



1. Glucose is metabolized to make acetyl CoA which can be converted to fatty acids.
2. Lipoprotein lipase act on TAG in chylomicrons (CHYLM) and free fatty acids (FFA) and glycerol enters the adipocyte. Glycerol can not be used and is excreted back into the bloodstream.
3. Lipoprotein lipase acts on VLDL so TAG, FFA, diglycerides (DG), monoglycerides (MG) and choldesterol enter the cell.
4. The pathways favor energy storage as TAG. Insulin stimulates lipogenesis by promoting glucose into the cell and by inhibiting the lipase which hydrolyzes the stored TAG to FFA and glycerol.


Glucose
Glucose-6-phosphate
Fructose-6-phosphate
PPP
NADP+
NADPH + H+
Palmitate
NADP+
NADPH + H+
Malic enzyme
Malonyl-CoA
Glyceraldehyde-3-phosphate
Malate dehydrogenase
NAD+
Malate
CO2
ATP
Acetyl-CoA carboxylase
CO2
Glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase
NADH + H+
Oxaloacetate
Pyruvate
Acetyl-CoA
Cytosol
ATP-citrate lyase
CoA
ATP
CoA
ATP
Acetate
Citrate
H+
Citrate
Isocitrate
Isocitrate dehydrogenase
Outside
T
P
Inner mitochondrial membrane
T
Inside
Pyruvate dehydrogenase
Malate
Pyruvate
Acetyl-CoA
Mitochondrion
α-Ketoglutarate
NADH + H+
Oxaloacetate
Citrate
Citric acid cycle
NAD+
Malate
α-Ketoglutarate
K

กรดไขมันทรานส์

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ. ๒๕๖๑

เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย

โดยปรากฏหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนว่า กรดไขมันทรานส์ (Trans Fatty Acids) จากน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (Partially Hydrogenated Oils) ส่งผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕ วรรคหนึ่ง และมาตรา ๖ (๘) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. ๒๕๒๒ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้น้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนและอาหารที่มีน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนเป็นส่วนประกอบ เป็นอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย

ข้อ ๒ ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๑๓ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๑
ปิยะสกล สกลสัตยาทร
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

กรดไขมันทรานส์

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง คำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ.๒๕๖๑ เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย

(สำเนา)

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
เรื่อง คำชี้แจงประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ.๒๕๖๑ เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย

เนื่องด้วยปรากฏหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจนว่า กรดไขมันทรานส์ (Trans Fatty Acids) จากน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (Partially Hydrogenated Oil) ส่งผลต่อการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด กระทรวงสาธารณสุขจึงได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ.๒๕๖๑ เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

ข้อ ๑ กำหนดให้น้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน และอาหารที่มีน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนเป็นส่วนประกอบ เป็นอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย

"น้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน (Partially Hydrogenated Oil)" หมายถึง น้ำมันและไขมันทั้งชนิดที่ได้จากพืชและจากสัตว์ที่นำมาผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน และมีผลทำให้เกิดกรดไขมันทรานส์ ทั้งนี้ ไม่รวมถึงน้ำมันและไขมันที่ผ่านกระบวนการอื่น เช่น การเติมไฮโดรเจนแบบสมบูรณ์ (Fully hydrogenation) การผสมน้ำมัน (Oil blending) และกระบวนการอินเตอร์เอสเทอริฟิเคชัน (Inter-esterification)

ข้อ ๒ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ.๒๕๖๑ เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย ลงวันที่ ๑๓ มิถุนายน ๒๕๖๑ ได้ลงประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ ๑๓ กรกฎาคม ๒๕๖๑ และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ ๙ มกราคม ๒๕๖๒ เป็นต้นไป ซึ่งจะต้องไม่มีการผลิต จำหน่าย หรือนำเข้าน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วน และอาหารที่มีน้ำมันที่ผ่านกระบวนการเติมไฮโดรเจนบางส่วนเป็นส่วนประกอบ รวมถึงการผลิตเพื่อการส่งออกด้วย

ข้อ ๓ ผู้ผลิต นำเข้า หรือจำหน่ายอาหาร ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ ๓๘๘ พ.ศ.๒๕๖๑ เรื่อง กำหนดอาหารที่ห้ามผลิต นำเข้า หรือจำหน่าย หากฝ่าฝืนประกาศซึ่งออกตามมาตรา ๖(๘) จะมีโทษตามมาตรา ๕๐ แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.๒๕๒๒ คือ ต้องระวางโทษจำคุกตั้งแต่ ๖ เดือน ถึง ๒ ปี และปรับตั้งแต่ ๕,๐๐๐ บาท ถึง ๒๐,๐๐๐ บาท

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาจึงขอประกาศให้ทราบโดยทั่วกัน และขอให้ผู้ผลิตเพื่อจำหน่าย นำเข้าเพื่อจำหน่าย หรือผู้จำหน่ายอาหาร ปฏิบัติให้ถูกต้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวโดยเคร่งครัด และหากมีข้อสงสัยประการใด ติดต่อสอบถามได้ที่สำนักอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข โทรศัพท์ ๐๒-๕๙๐-๗๑๘๕ และ ๐๒-๕๙๐-๗๑๗๓ ในเวลาราชการ

ประกาศ ณ วันที่ ๑๘ กรกฎาคม พ.ศ.๒๕๖๑
วันชัย สัตยาวุฒิพงศ์
(นายวันชัย สัตยาวุฒิพงศ์)
เลขาธิการคณะกรรมการอาหารและยา

รับรองสำเนาถูกต้อง
นางสาวมยุรี ดิษย์เมธาโรจน์
นักวิชาการอาหารและยาชำนาญการ

กระบวนการผลิตที่ปราศจากกรดไขมันทรานส์

-Fully hydrogenation
-Oil blending
-Inter-esterification
-Fractionation

Clinical Nutrition 42 (2023) 1922–1931

Contents lists available at ScienceDirect

Clinical Nutrition

journal homepage: http://www.elsevier.com/locate/clnu

Original article

Diet composition, nutrient substitutions and circulating fatty acids in relation to ectopic and visceral fat depots

Michael Fridén [a], Andrés Martínez Mora [b], Lars Lind [c], Ulf Risérus [a], Joel Kullberg [b, d], Fredrik Rosqvist [a, *]

[a] Department of Public Health and Caring Sciences, Clinical Nutrition and Metabolism, Uppsala University, Uppsala, Sweden
[b] Department of Surgical Sciences, Radiology, Uppsala University, Uppsala, Sweden
[c] Department of Medical Sciences, Clinical Epidemiology, Uppsala University, Uppsala, Sweden
[d] Antaros Medical AB, Mölndal, Sweden

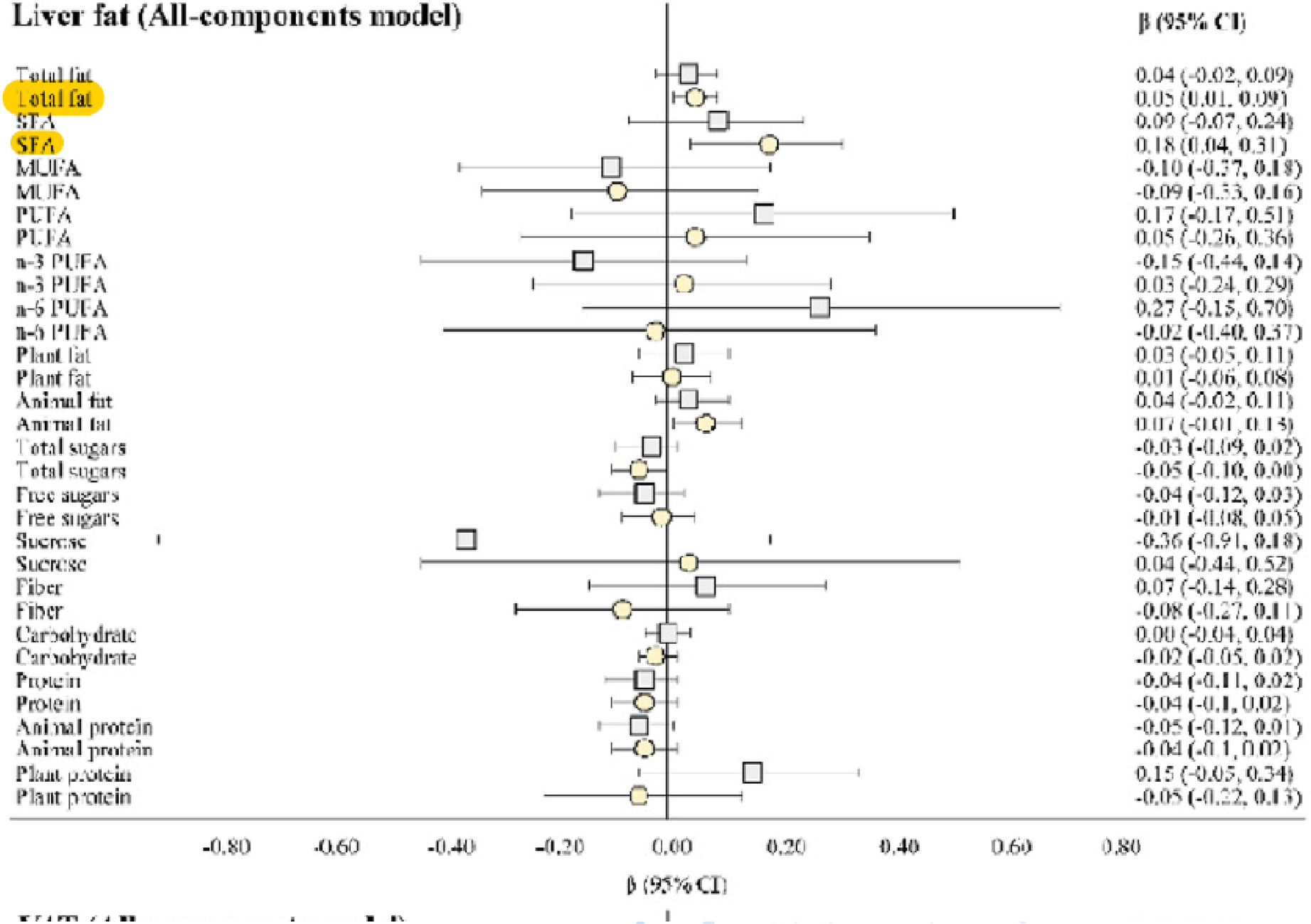
ARTICLE INFO

Article history:
Received 2 February 2023
Accepted 14 August 2023

Keywords:
Diet
Ectopic fat
Fatty acids
Liver fat
Polyunsaturated fat
Saturated fat

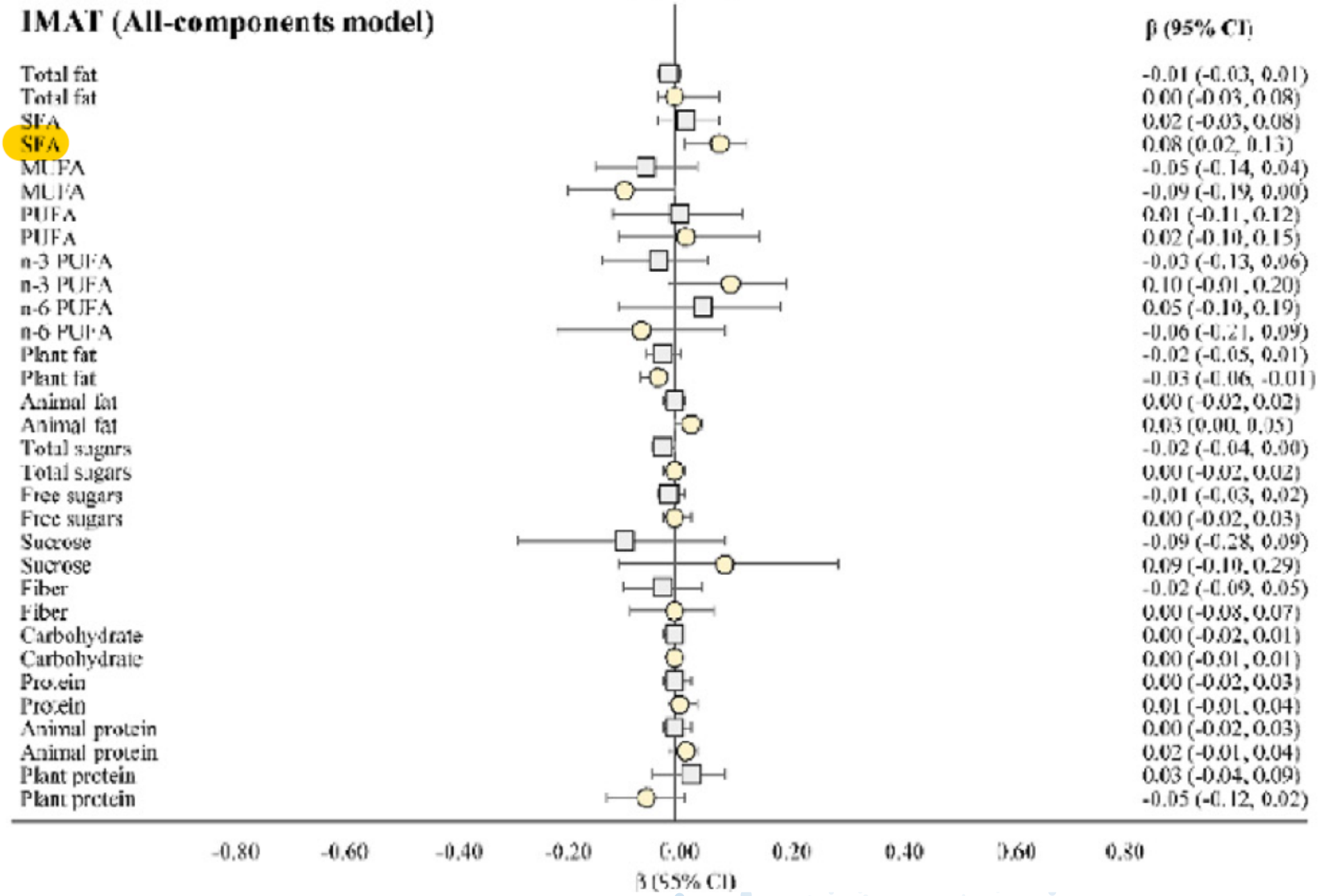
SUMMARY

Background & aims: Short-term randomized trials have demonstrated that replacing saturated fat (SFA) with polyunsaturated fat (PUFA) causes a reduction or prevention of liver fat accumulation, but population-based studies on diet and body fat distribution are limited. We investigated cross–sectional associations between diet, circulating fatty acids and liver fat, visceral adipose tissue (VAT), intermuscular adipose tissue (IMAT) and other fat depots using different energy-adjustment models.
Methods: Sex-stratified analyses of n = 9119 (for serum fatty acids) to 13 849 (for nutrients) participants in UK Biobank were conducted. Fat depots were assessed by MRI, circulating fatty acids by NMR spectroscopy and diet by repeated 24-h recalls. Liver fat, VAT and IMAT were primary outcomes; total adipose tissue (TAT) and abdominal subcutaneous adipose tissue (ASAT) were secondary outcomes. Three *a priori* defined models were constructed: the all-components model, standard model and leave-one-out model (main model including specified nutrient substitutions). Imiomics (MRI-derived) was used to confirm and visualize associations.
Results: In women, substituting carbohydrates and free sugars with saturated fat (SFA) was positively associated with liver fat (β (95% CI) = 0.19 (0.02, 0.36) and β (95% CI) = 0.20 (0.05–0.35), respectively) and IMAT (β (95% CI) = 0.07 (0.00, 0.14) and β (95% CI) = 0.08 (0.02, 0.13), respectively), whereas substituting animal fat with plant fat was inversely associated with IMAT, ASAT and TAT. In the all-components and standard models, SFA and animal fat were positively associated with liver fat, IMAT and VAT whereas plant fat was inversely associated with IMAT in women. Few associations were observed in men. Circulating polyunsaturated fatty acids (PUFA) were inversely associated with liver fat, IMAT and VAT in both men and women, whereas SFA and monounsaturated fatty acids were positively associated.
Conclusions: Type of dietary fat may be an important determinant of ectopic fat in humans consuming their habitual diet. Plant fat and PUFA should be preferred over animal fat and SFA. This is corroborated by circulating fatty acids and overall consistent through different energy adjustment models.
Twitter summary: In UK Biobank, intake of saturated- and animal fat were positively whereas biomarkers of polyunsaturated fat were inversely associated with liver-, visceral- and intermuscular fat. Type of dietary fat may be a determinant of ectopic fat, a risk factor for cardiometabolic disease.
© 2023 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



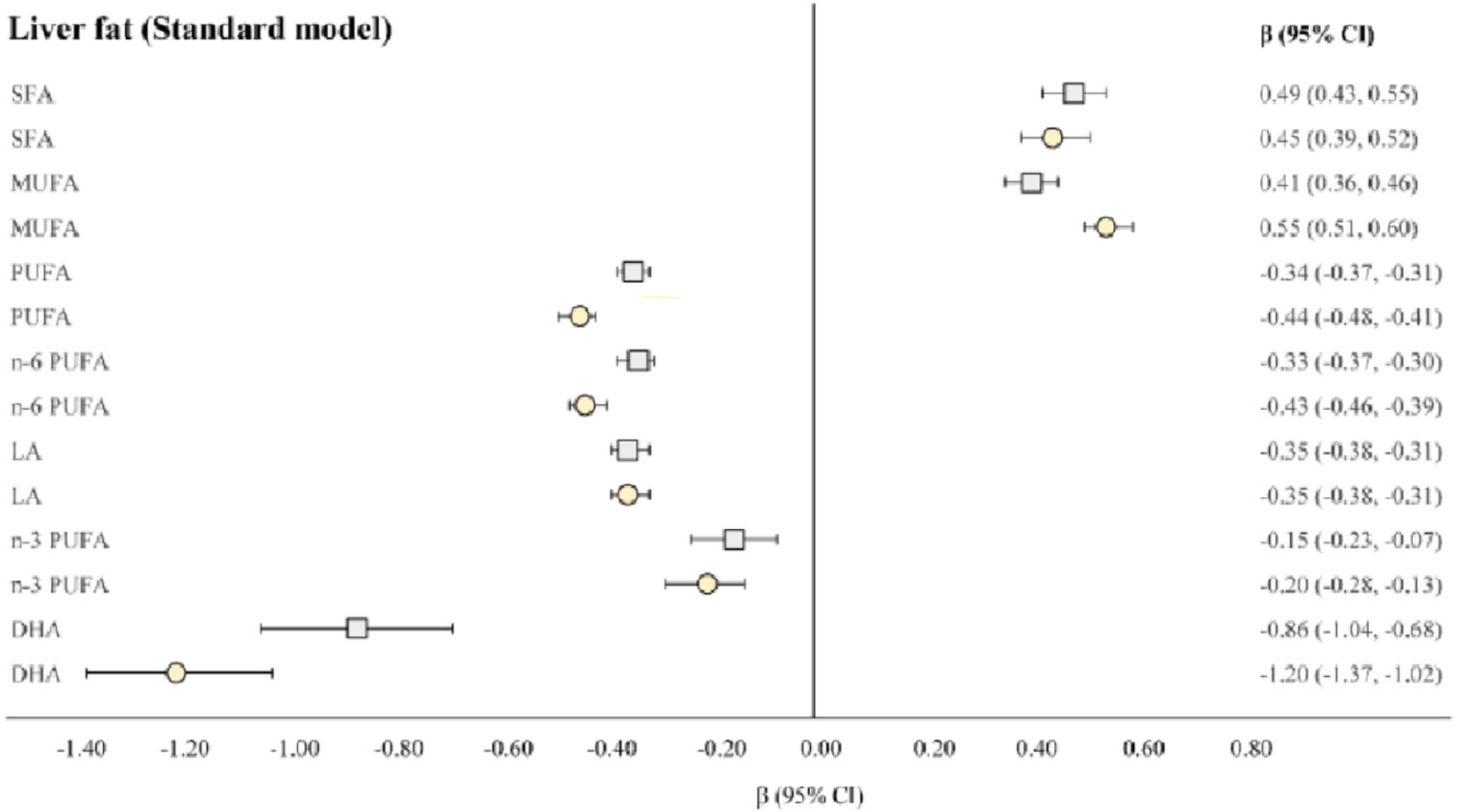
6790 men and 7059 women

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



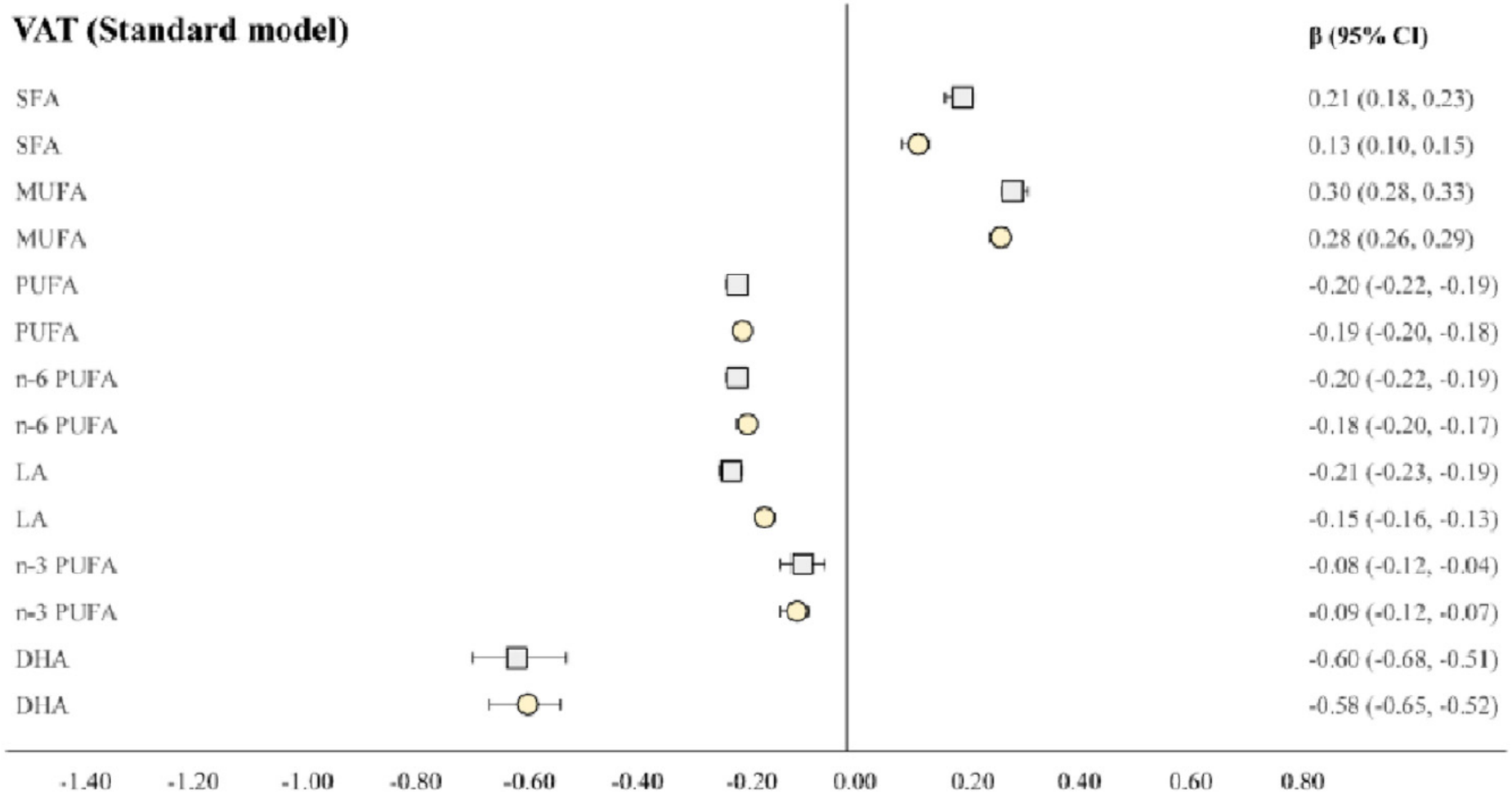
IMAT= intermascular adipose tissue

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



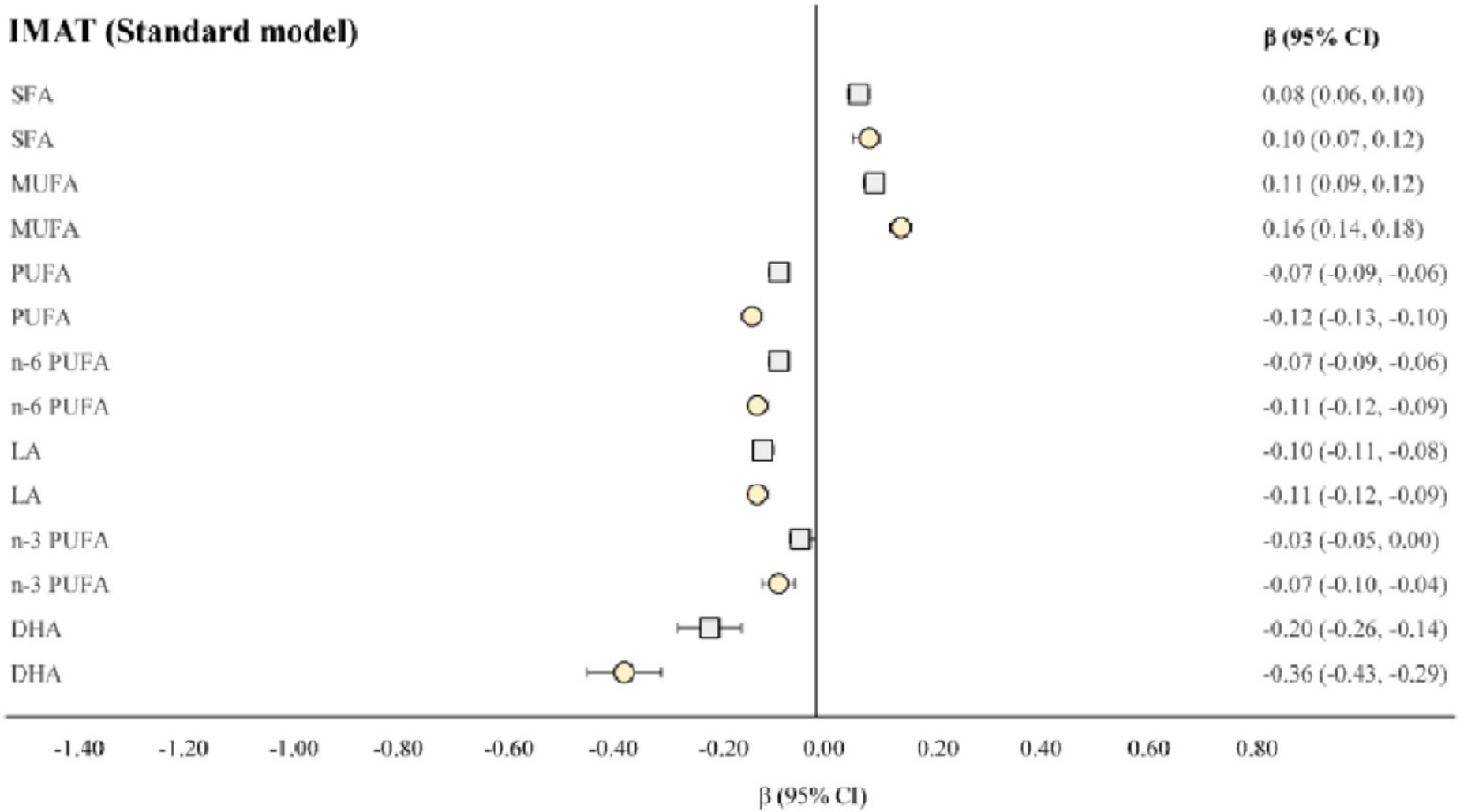
Associations serum fatty acids and liver fat in 4475 men (grey squares) and 4644 women (yellow circles).

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



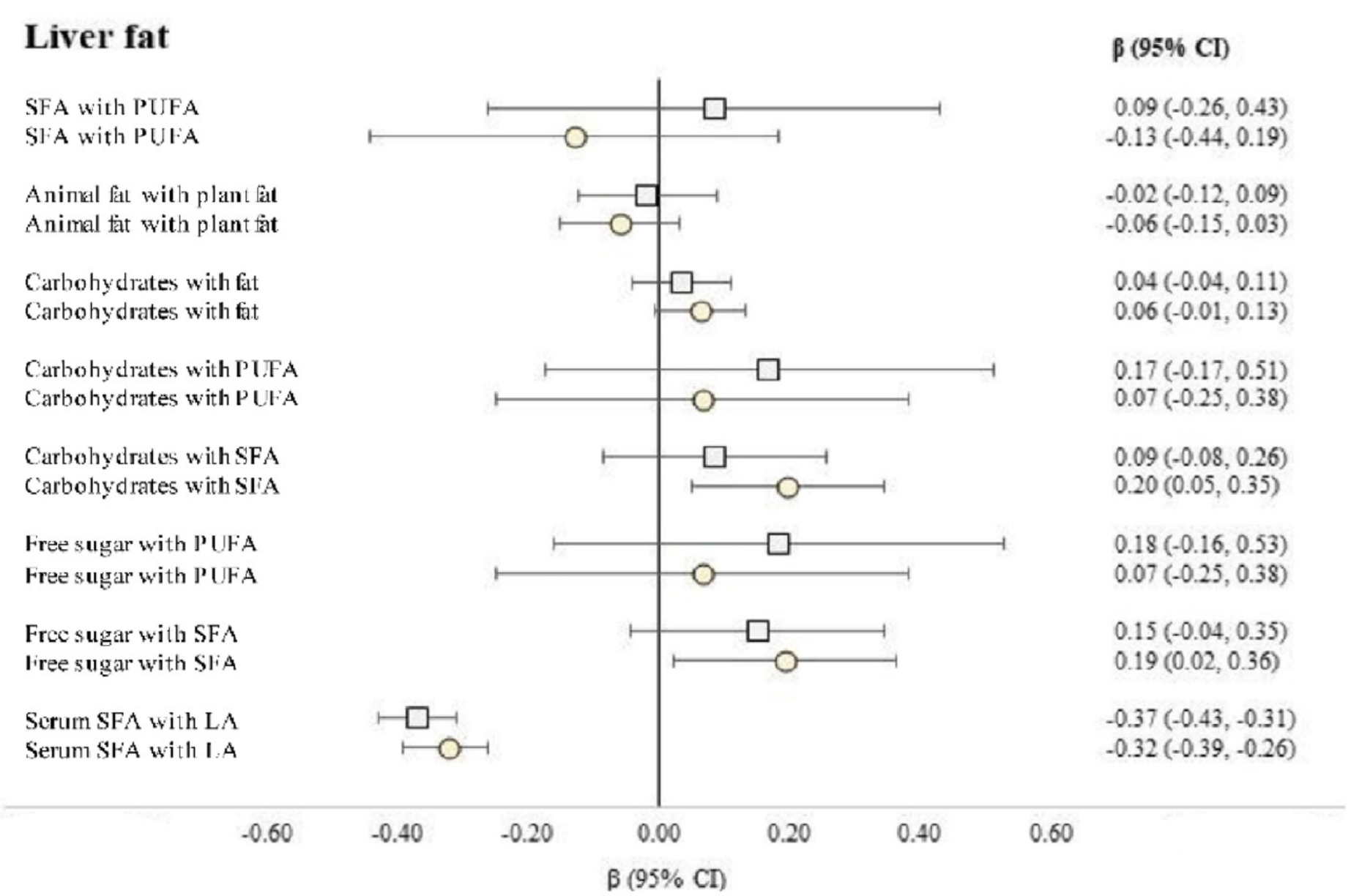
Associations serum fatty acids and visceral adipose tissue in 4475 men (grey squares) and 4644 women (yellow circles).

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



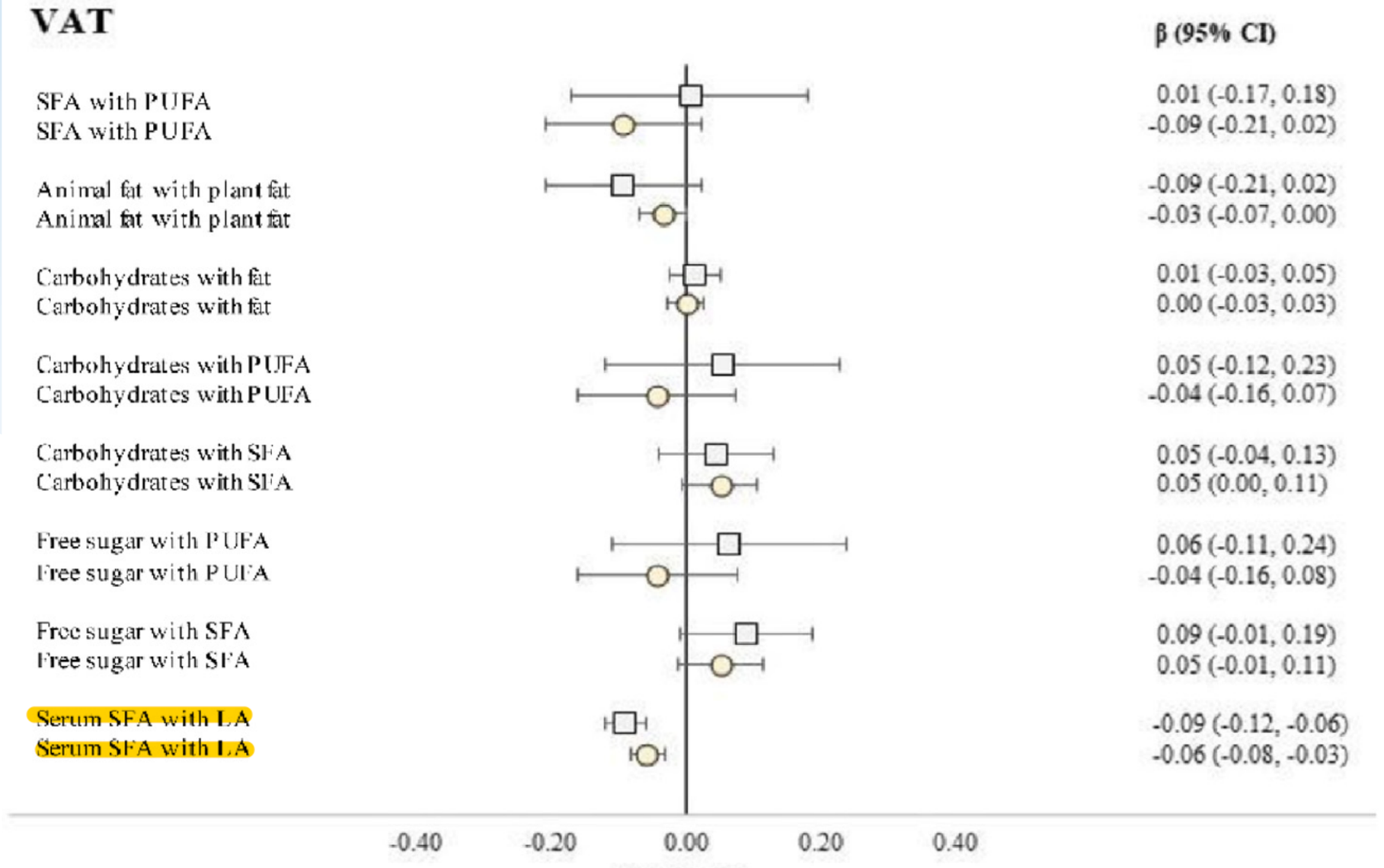
Associations serum fatty acids and intermuscular adipose tissue in 4475 men (grey squares) and 4644 women (yellow circles).

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



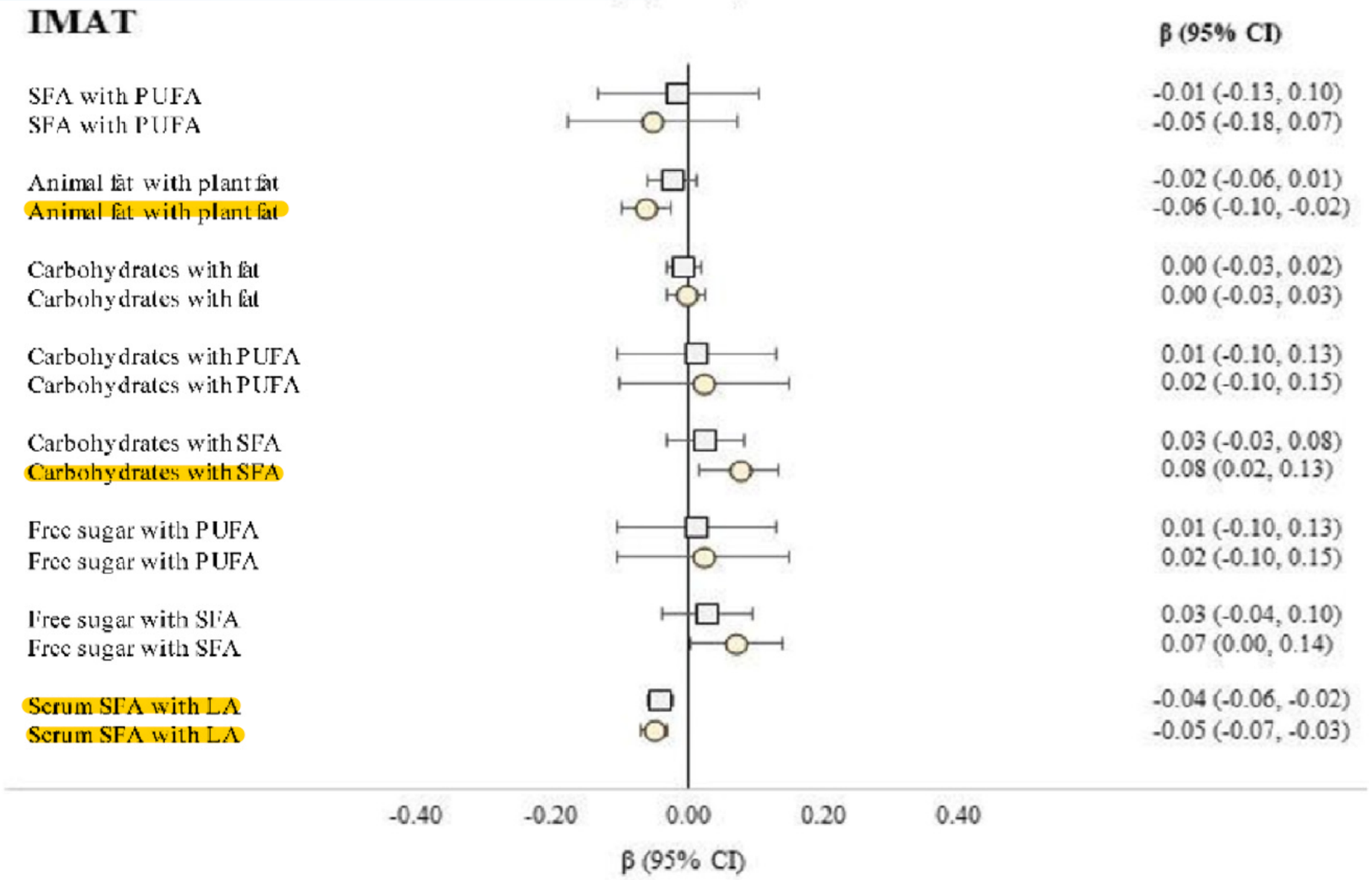
Associations between dietary and serum FA substitutions and body fat depots in 6790 men (grey squares) and 7059 women (yellow circles).

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



Associations between dietary and serum FA substitutions and body fat depots in 6790 men (grey squares) and 7059 women (yellow circles).

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931



Associations between dietary and serum FA substitutions and body fat depots in 6790 men (grey squares) and 7059 women (yellow circles).

IMAT= intermascular adipose tissue

Friden et.al. 2023..Clinical Nutrition 42, 1922-1931

เอกสารอ้างอิง

Friden M., Mora A.M., Lind L., Riserus U., Kullberg J., and Rosqvist F. 2023. Diet composition, nutrient substitutions and circulating fatty acids in relation to ectopic and visceral fat depots. Clinical Nutrition 42: 1922-1931.

Gropper S.S., Smith J.L., and Groff J.L. 2009. Advanced Nutrition and Human Metabolism, Fifth Edition. Wadsworth, CA

Ludwig D.S., Hu F.B., Lichtenstein A.H., and Willett W.C.. 2023. Low-fat diet Redux at WHO. The American Journal of Clinical Nutrition 118:849–851.

McGuire, M. and Beerman K.A. 2013. Nutritional Sciences: From Fundamentals to Food

Raymond J.L. and Morrow K. 2021. Krause and Mahan’s Food & The Nutrition Care Process. 15TH EDITION. Elsevier, Missouri.