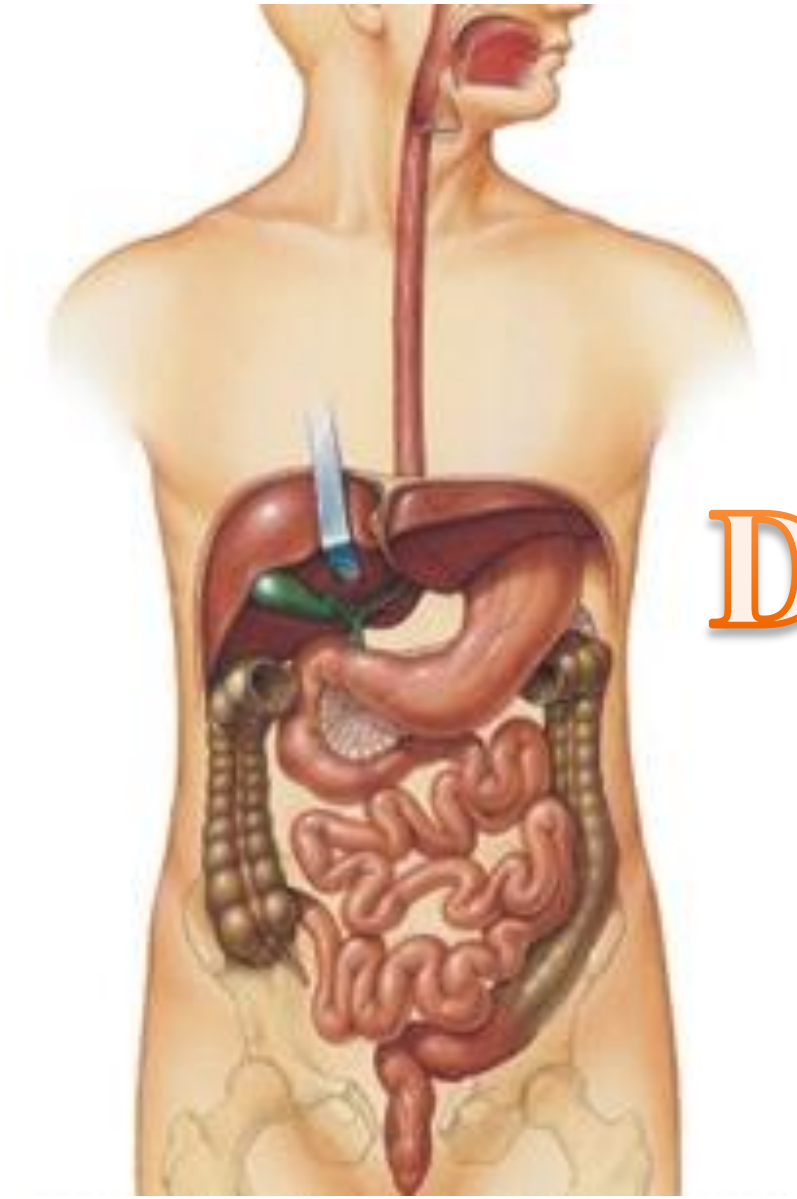


บทที่ 4

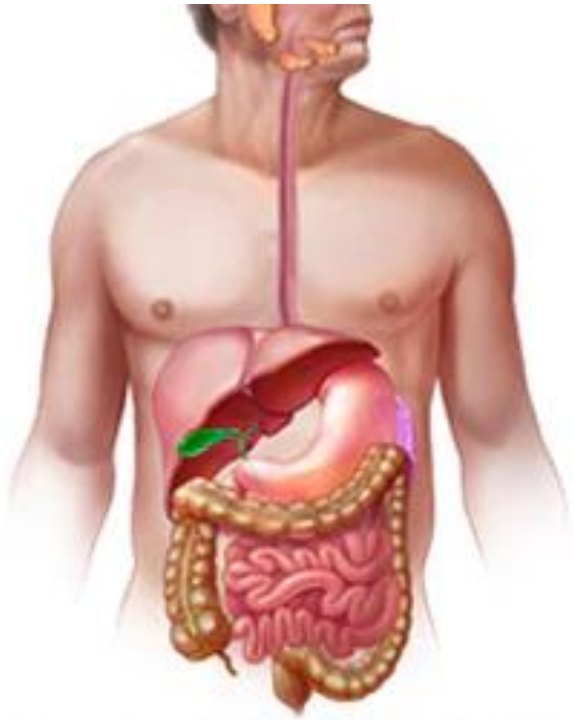
Digestive system

อาจารย์สุนิสา สอนวิชา

วท.บ. กายวิภาคศาสตร์

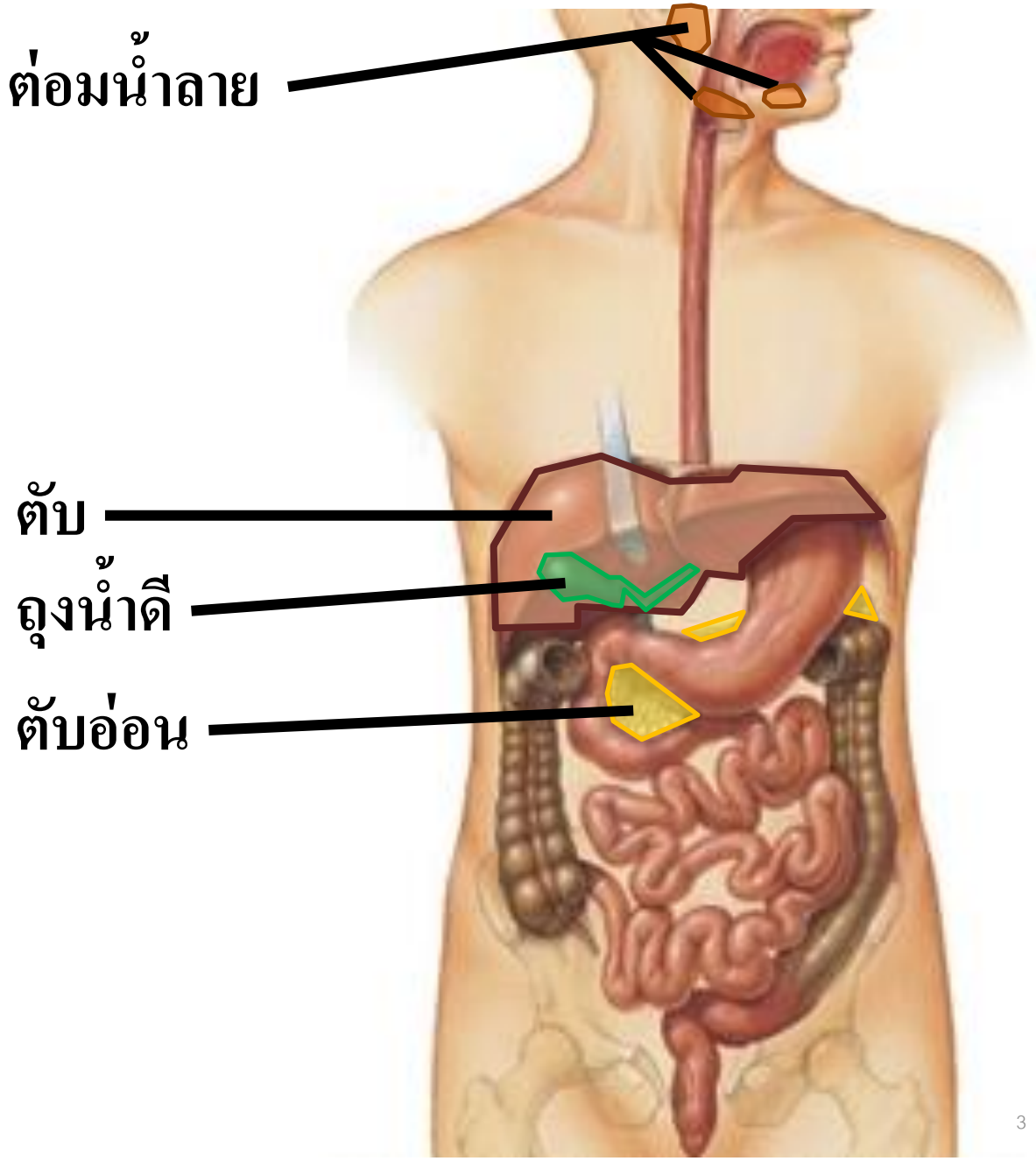
เพิ่มเติม

- ระบบย่อยอาหาร : Digestive system
- ทางเดินอาหาร : Alimentary canal, Digestive tract, Gastrointestinal tract (GI tract) , Gut



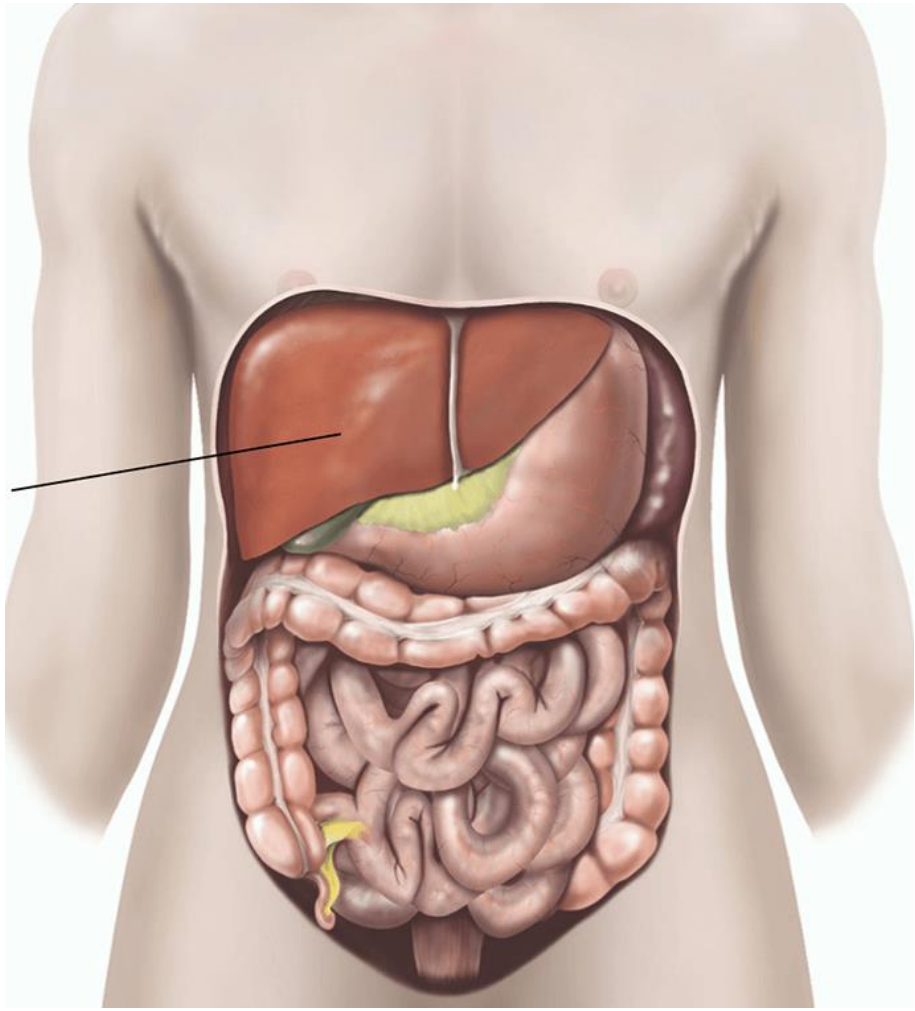
PART 2

อวัยวะที่ช่วยในการย่อยอาหาร



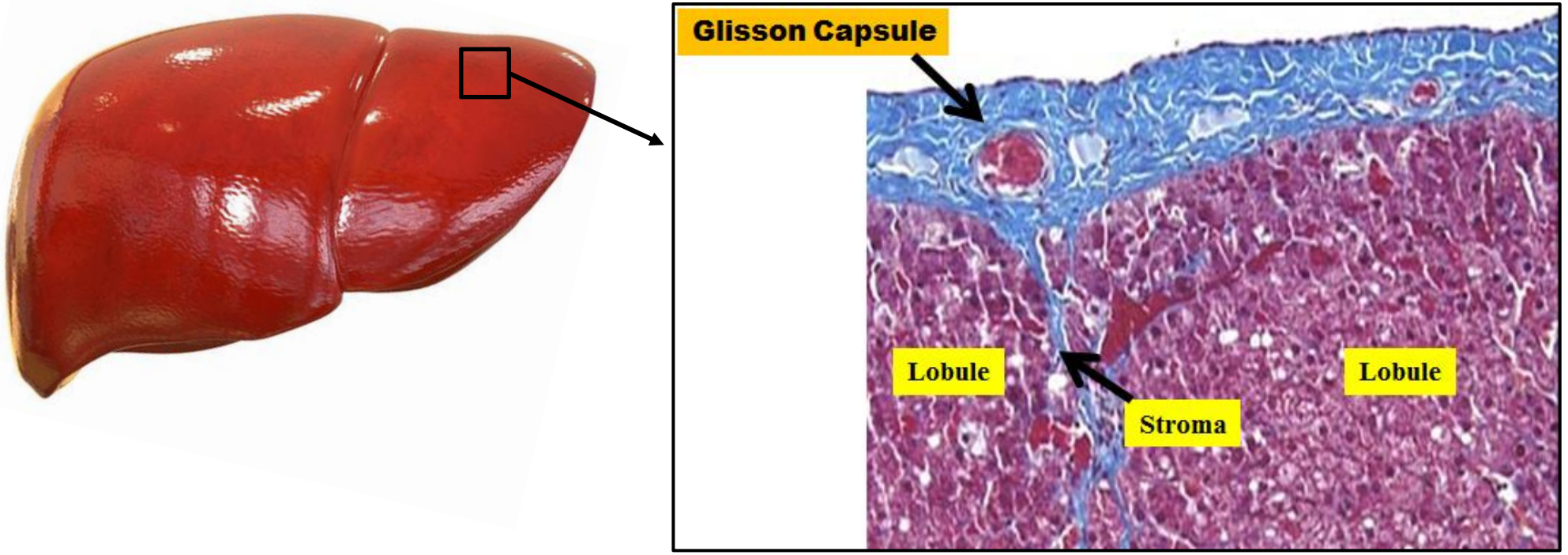
ตับ (Liver)

- เป็นต่อมที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย
- มีน้ำหนักประมาณ 1.5 กิโลกรัม
- อยู่บริเวณช่องท้อง ด้านขวาใต้กะบังลม ลักษณะคล้ายลิ่ม
- ผิวด้านหลังแนบกับ Inferior vena cava
- มีสีน้ำตาลแดงเพราะมีเลือดมาเลี้ยงมาก

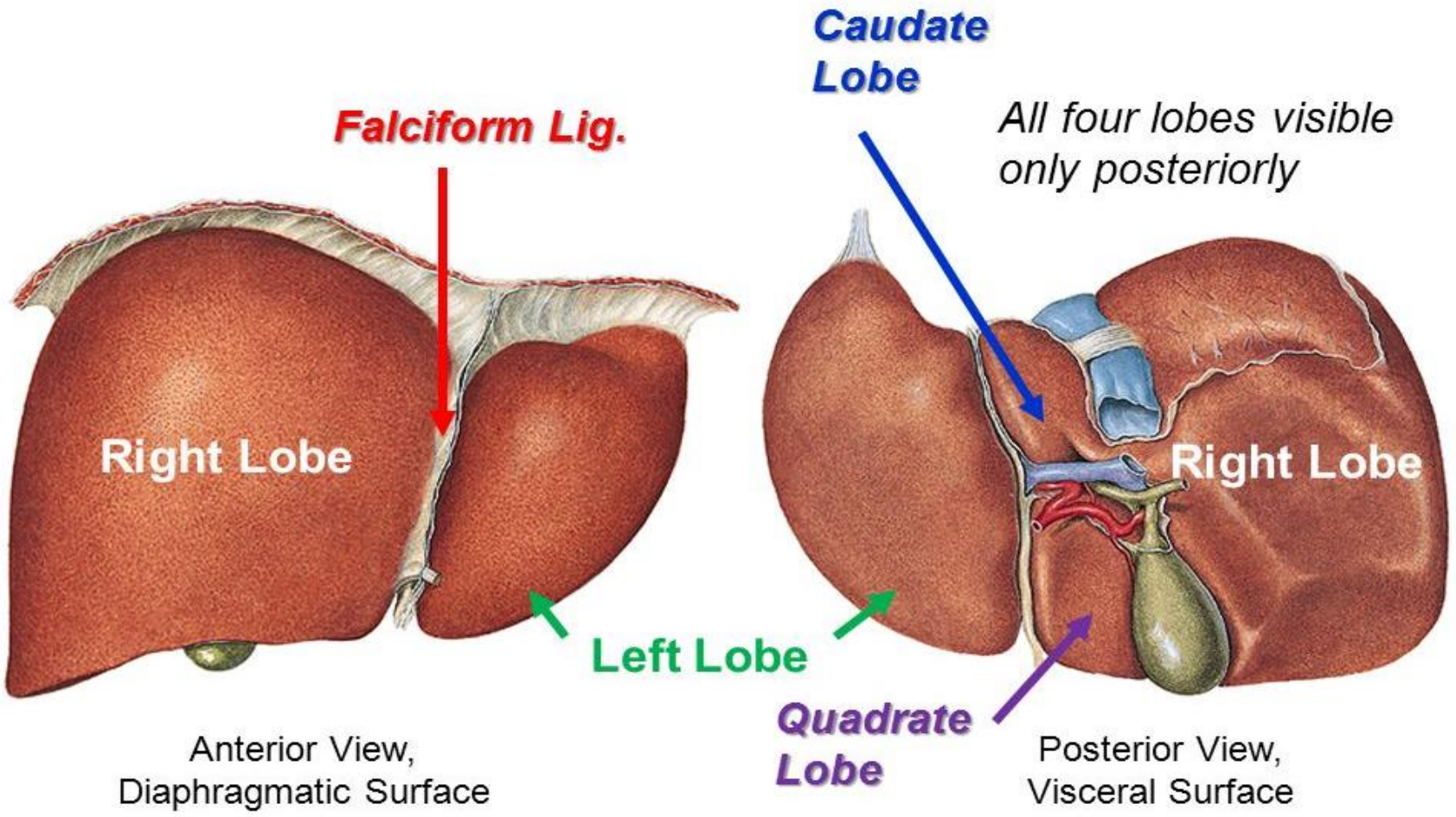


ตับ (Liver)

- เปลือกหุ้มตับ คือ Glisson's capsule มีบางส่วนยื่นแทรกเข้าไปในเนื้อตับ แบ่งเนื้อตับออกเป็นกลีบ (lobe) และย่อยลงมาเป็น lobules



Lobes of Liver



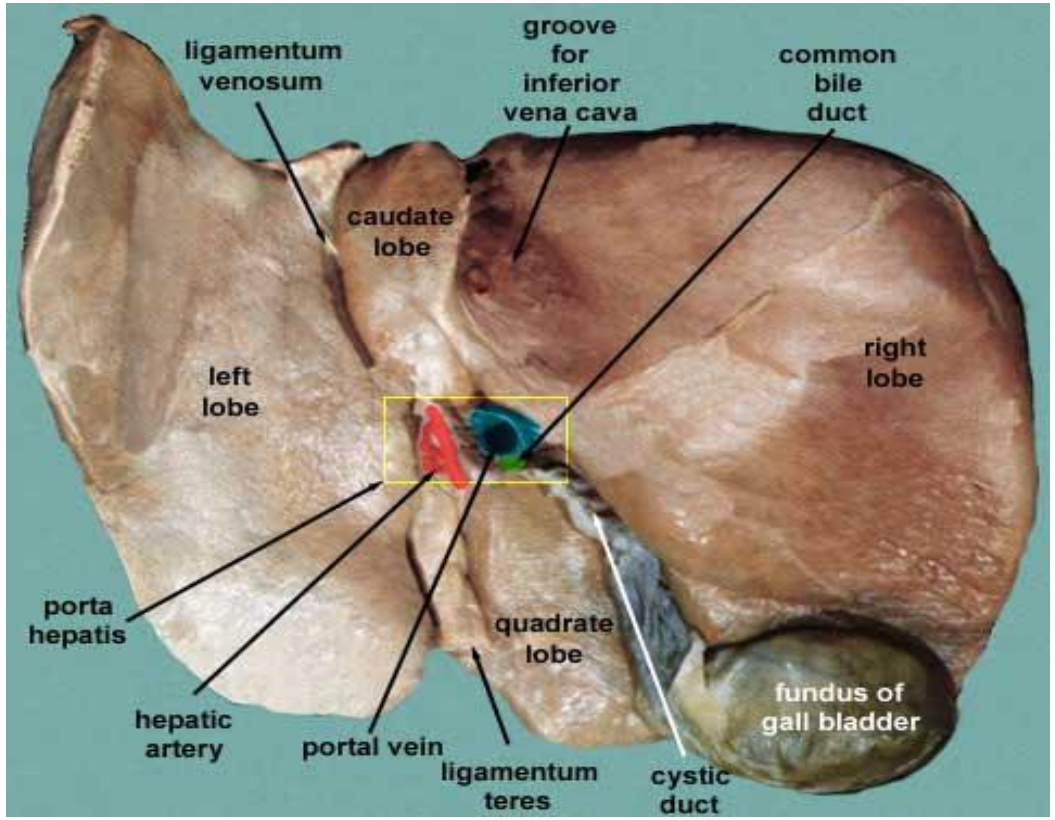
ตับแบ่งเป็น 4 lobes คือ

- Right lobe
- Left lobe
- Caudate lobe
- Quadrate lobe

ขั้วตับ (Porta hepatis)

บริเวณที่มีหลอดเลือดและท่อน้ำดีผ่านเข้าออกจากเนื้อตับ เรียกว่า ขั้วตับ หรือ porta hepatis

- **Hepatic artery** นำเลือดที่มีออกซิเจนสูงเข้าสู่ตับ
- **Hepatic portal vein** นำเลือดที่มีสารอาหารที่ถูกดูดซึมจากลำไส้เข้าสู่ตับ
- **Bile duct** เป็นท่อนำน้ำดีที่ตับสร้างออกสู่ภายนอก

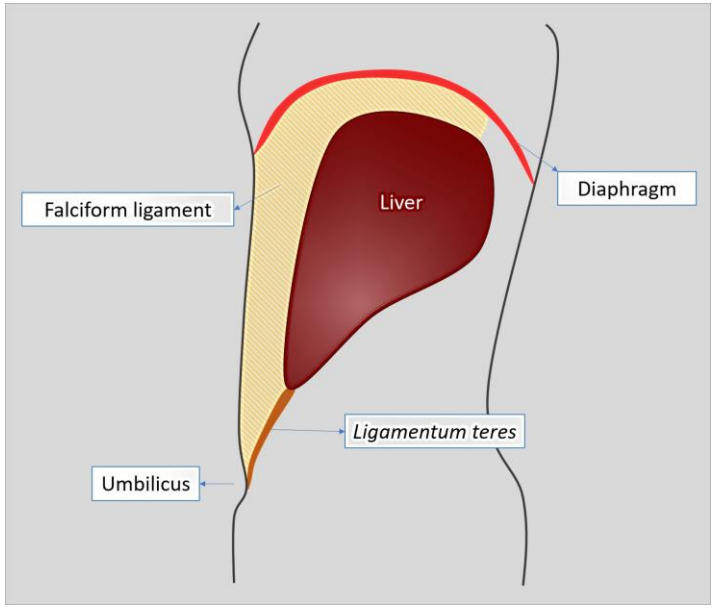


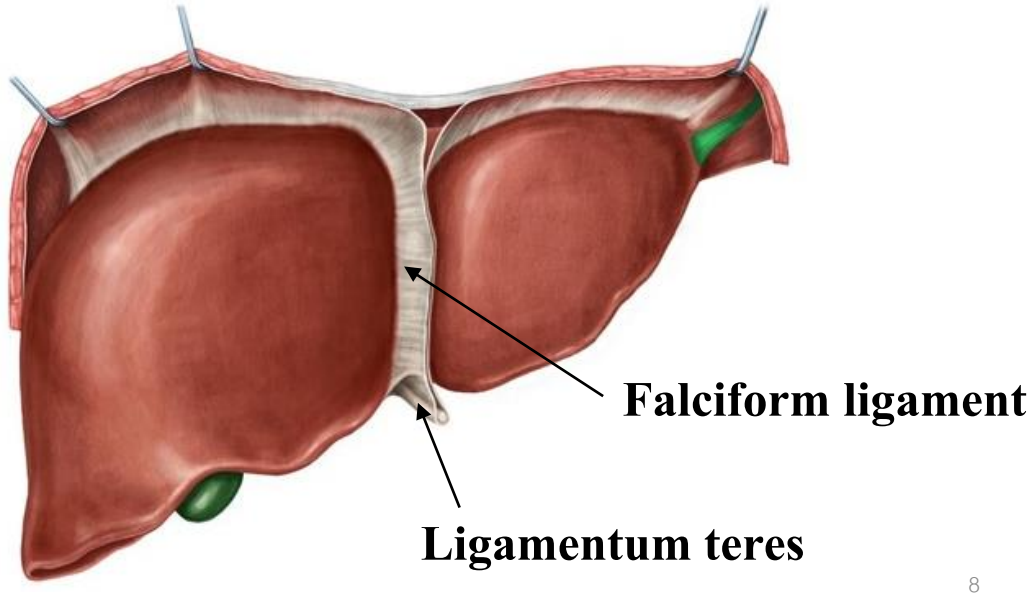
Ligaments of liver

มี 4 ligaments ที่สำคัญ

1. Falciform ligament ยึดตับกับกระบังลมและติดกับผนังหน้าท้องด้านใน ใช้แบ่ง lobe ของตับซ้ายและขวา

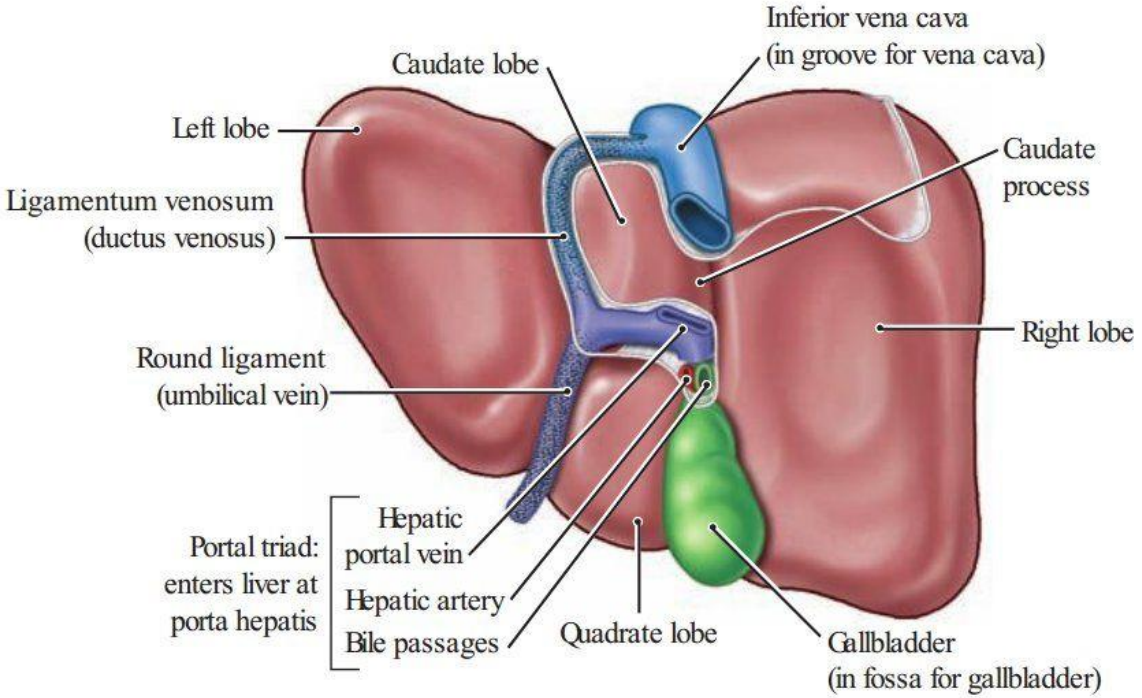
2. Ligamentum teres หรือ **round ligament of liver** เป็นเส้นกลมอยู่ขอบล่างของ Falciform ligament ยึดตับด้านล่างส่วนหน้ากับผนังหน้าท้องบริเวณสะดือ

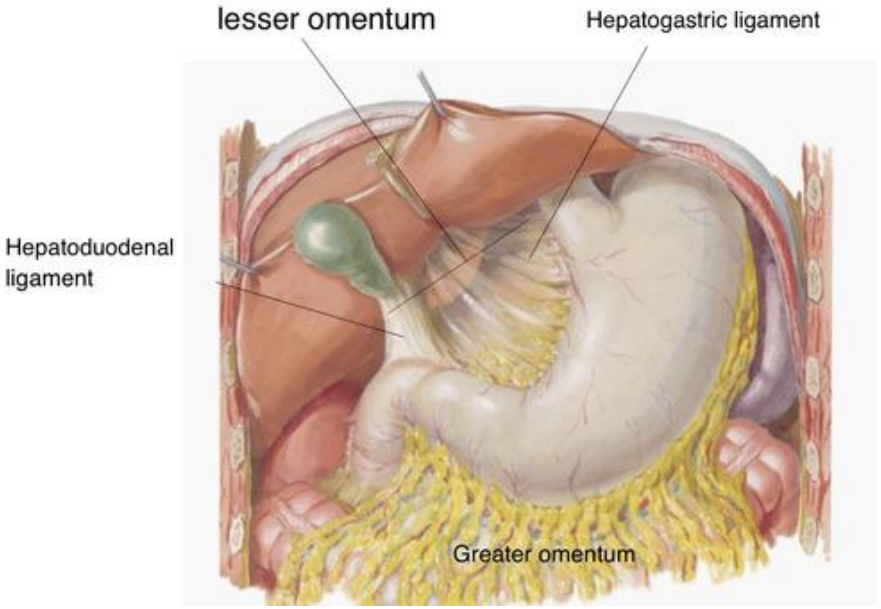




Ligaments of liver (ต่อ)

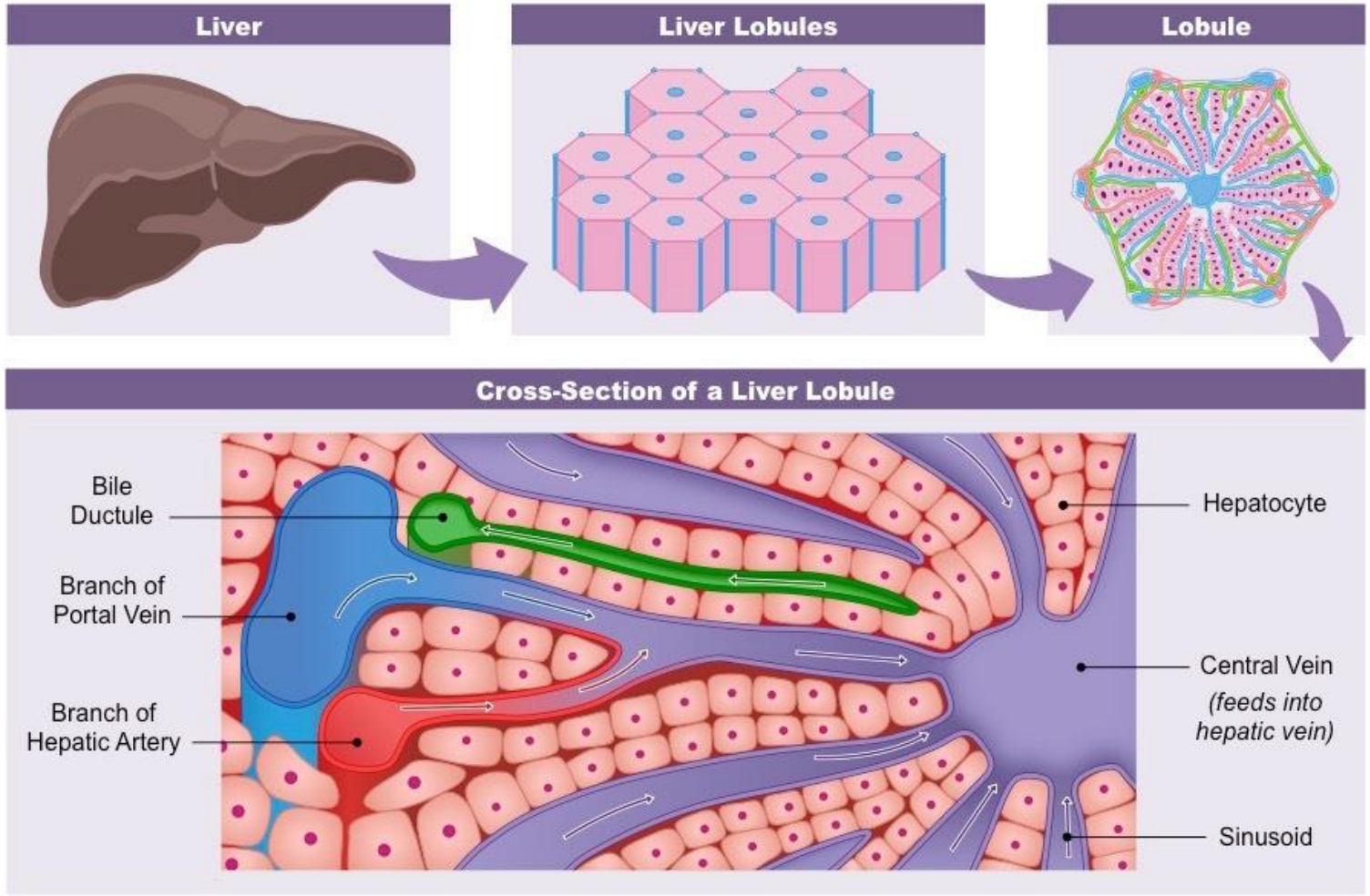
3. Ligamentum venosum ยึดตับด้านล่างส่วนหลัง กับ Inferior vena cava





4. Lesser omentum ยึดตับบริเวณ porta hepatis กับ lesser curvature ของกระเพาะอาหาร

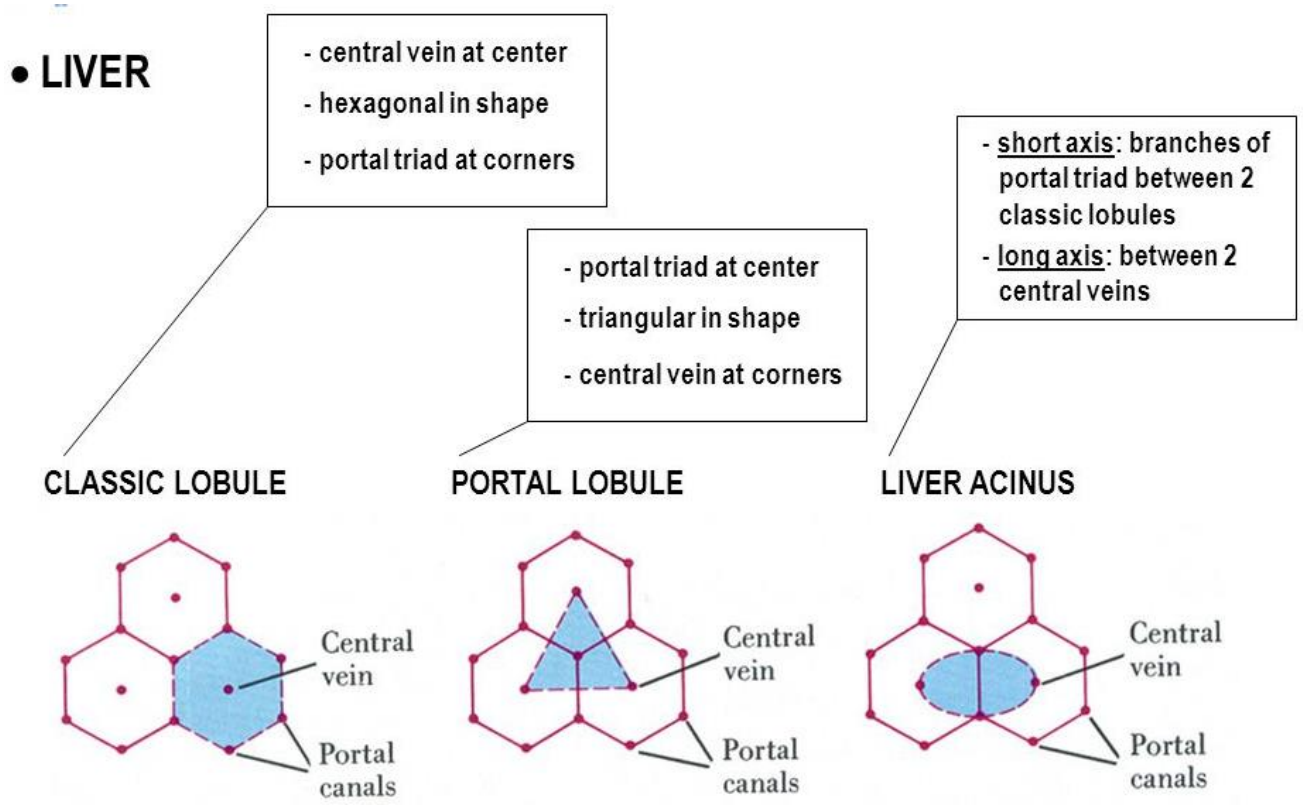
Liver lobules



- เนื้อตับประกอบด้วย lobules ซึ่งมีหน้าตัดขวางเป็นรูปหกเหลี่ยม
- บริเวณมุมที่ 3 lobules มาบรรจบกัน เรียกว่า portal area
- บริเวณ portal area จะพบ Branches ของ hepatic artery, hepatic portal veins และ interlobular bile duct (bile ductule) รวมเรียกว่า **Portal triads**

Liver lobules

ปัจจุบันแบ่งลักษณะ lobules ของเนื้อตับออกเป็นหลายแบบ ได้แก่



- Classical lobules : รูปหกเหลี่ยมมีศูนย์กลางเป็น central vein แต่ละมุมของรูปหกเหลี่ยมเป็น portal canal

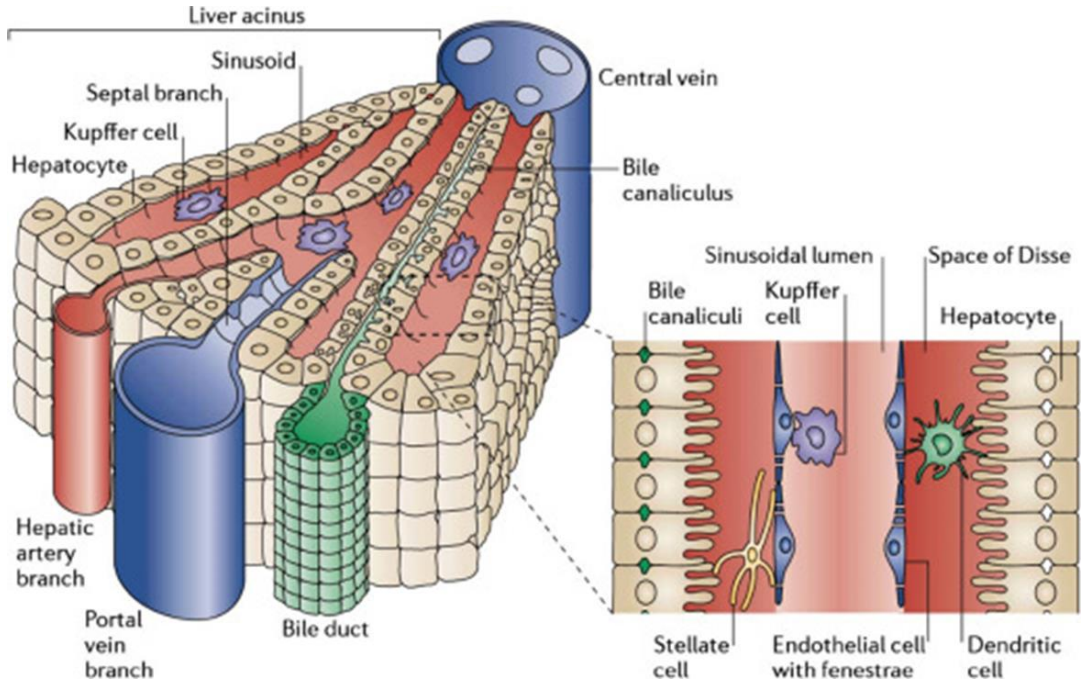
- Portal lobules : รูปสามเหลี่ยมมีศูนย์กลางเป็น portal canal แต่ละยอดมุมสามเหลี่ยมเป็น central vein

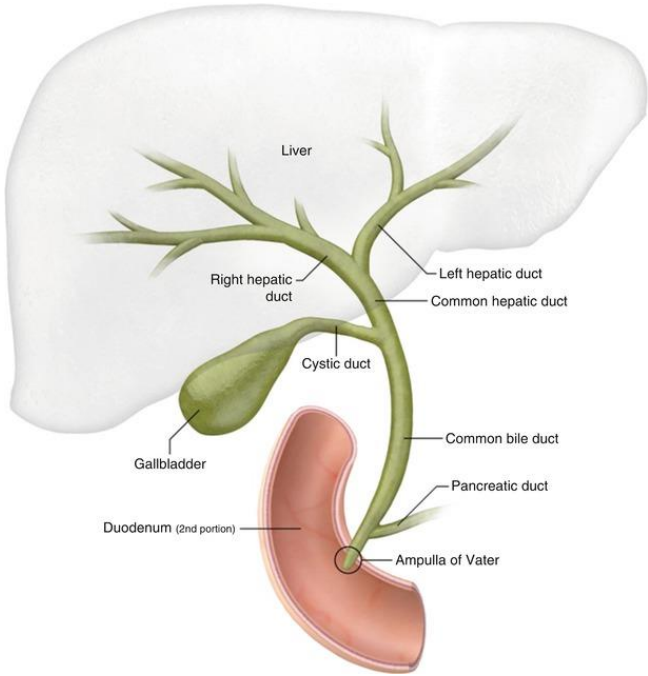
- Portal (liver) acinus : รูปวงรีล้อมรอบระหว่าง portal canal และ central vein อย่างละคู่ นั่นคือรูปวงรีนี้ มีเส้นผ่าศูนย์กลางยาวและสั้น อยู่ระหว่าง central veins และ portal canals ตามลำดับ

โครงสร้างภายใน Liver lobules

Hepatocytes (เซลล์ตับ)

- จัดตัวเรียงเป็นแถว เรียกว่า hepatic cord เป็นรัศมีออกจาก central vein
- มีหน้าที่สร้าง Bile (น้ำดี) ส่งผ่านทางท่อน้ำดีเล็กๆ (bile canaliculi) ที่แทรกอยู่ระหว่างเซลล์ตับ ท่อเหล่านี้จะรวมเป็น bile duct → hepatic duct และรวมเป็น common hepatic duct ที่นำน้ำดีออกจากตับ ส่งเข้าสู่ Duodenum ต่อไป

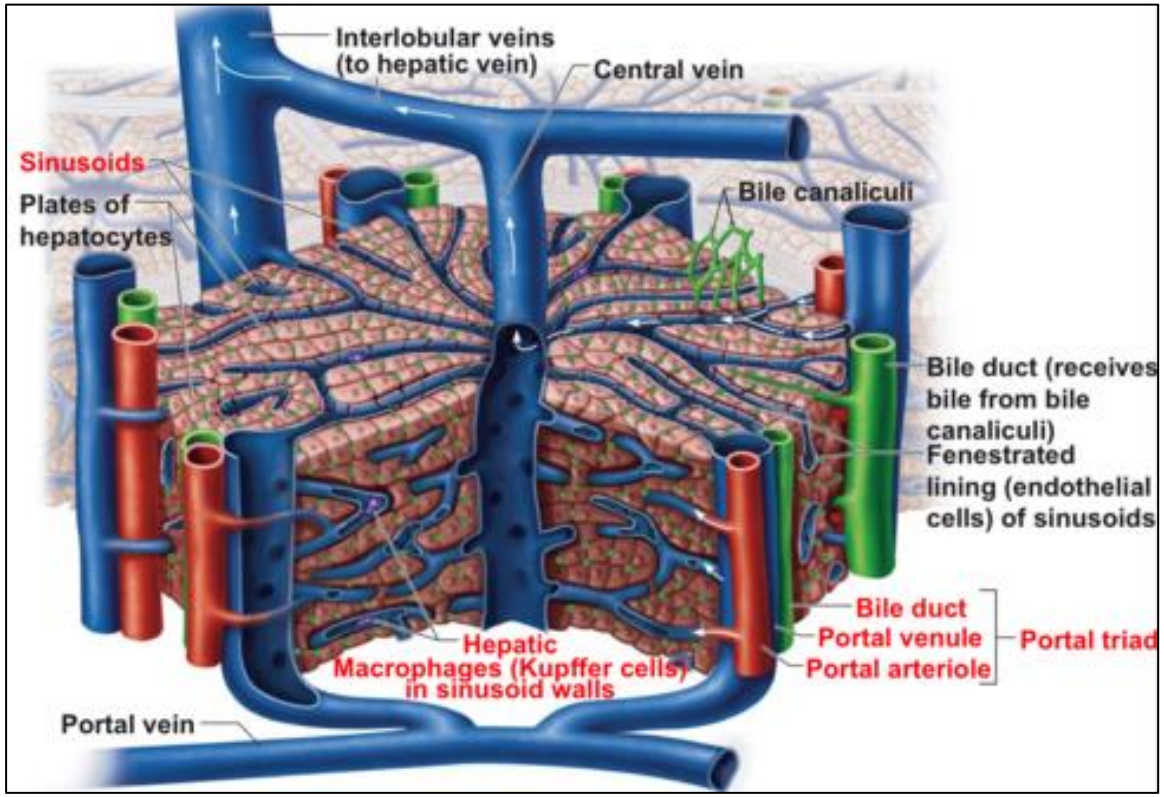


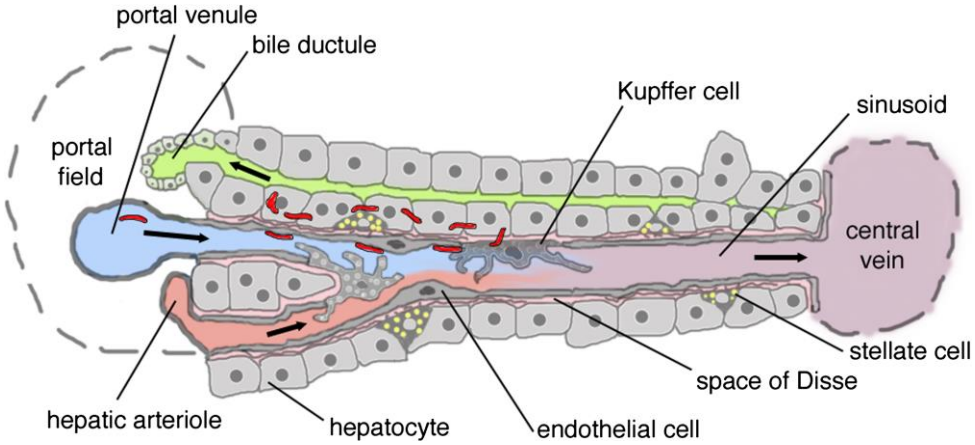


โครงสร้างภายใน Liver lobules (ต่อ)

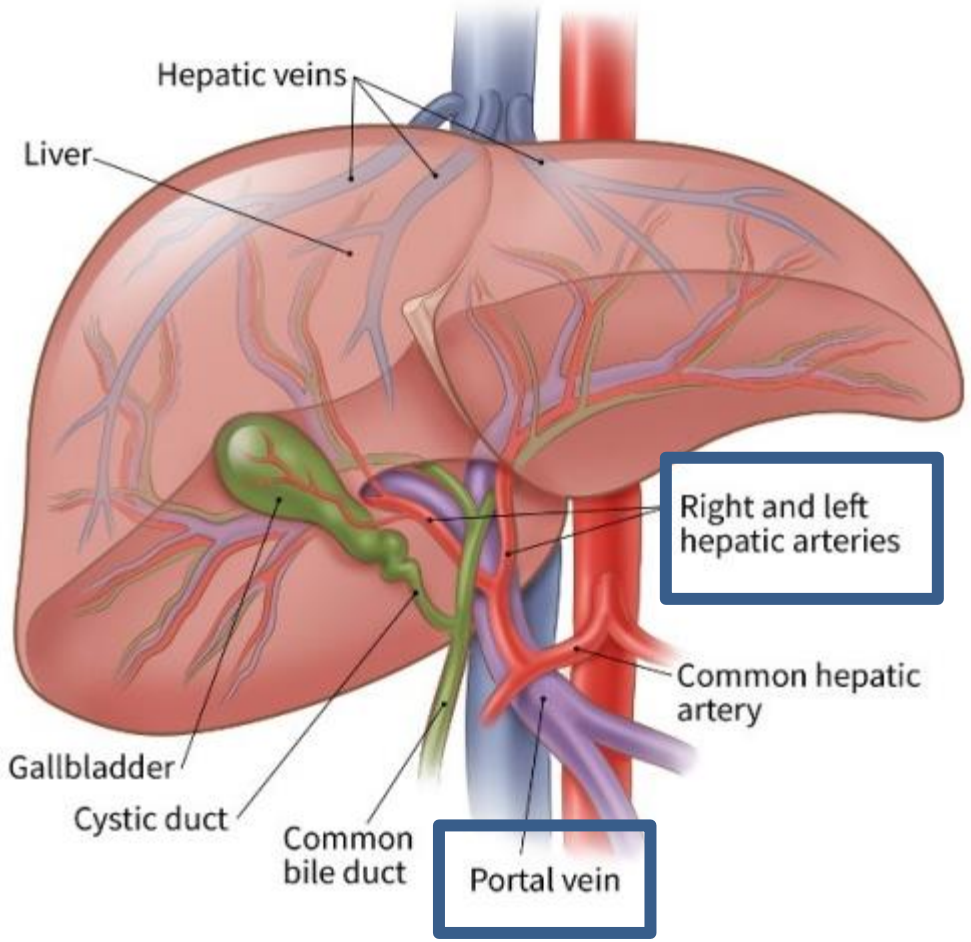
Sinusoids

- คือหลอดเลือดฝอยชนิดพิเศษ แทรกตัวอยู่ระหว่างแถวของ hepatic cord
- ผนังของ sinusoids ประกอบด้วยเซลล์ 2 ชนิด คือ Endothelial cell รูปร่างแบนมาก และ Kupffer cells ซึ่งเป็น Macrophage ที่ถูกตรึงอยู่กับที่ ทำหน้าที่เก็บกิน RBC ที่หมดอายุ และแบคทีเรียที่ปนมากับเลือด





ระบบหลอดเลือดในตับ



เลือดที่มาเลี้ยงเนื้อตับมี 2 เส้น

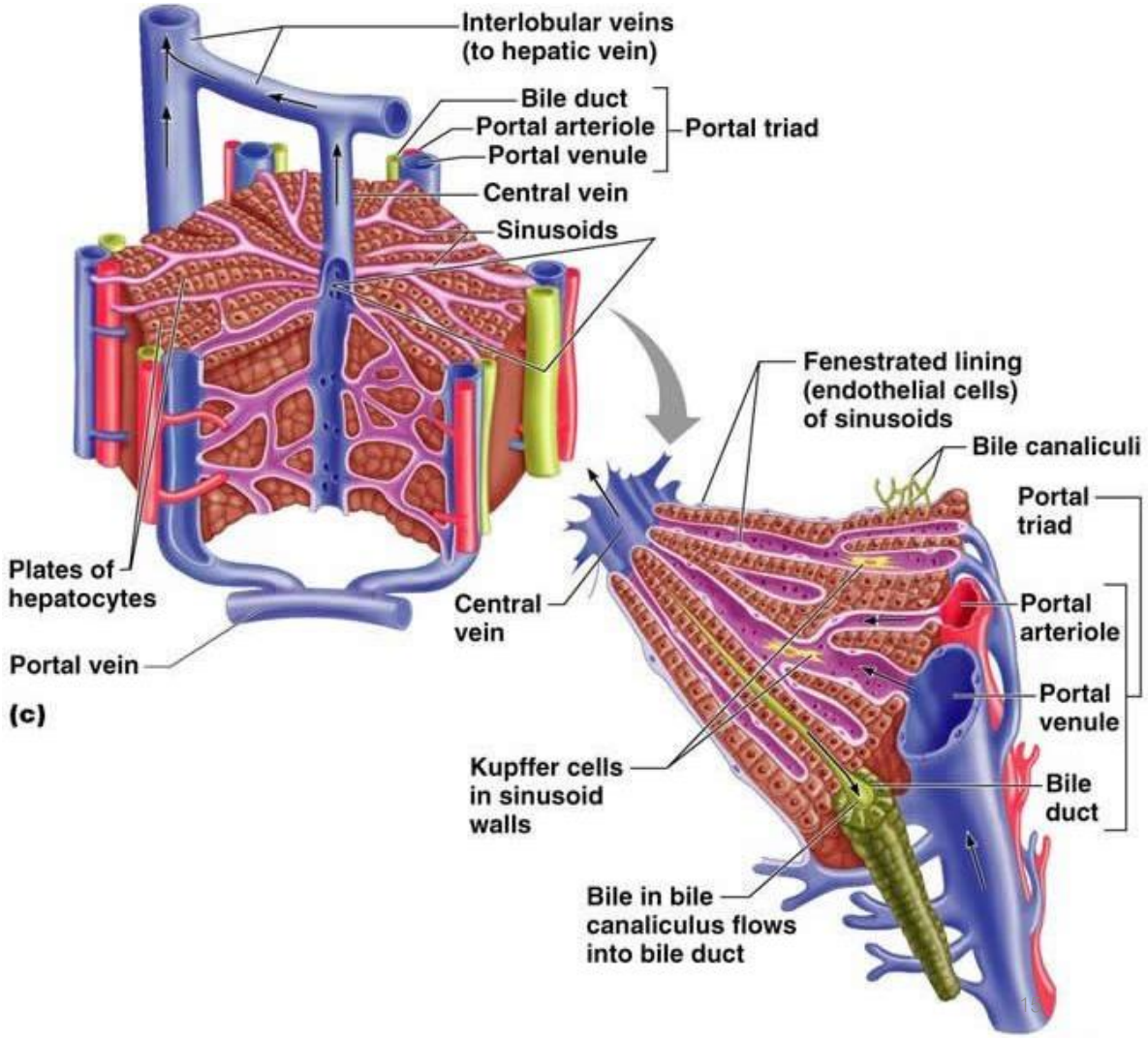
1. Hepatic portal vein นำเลือด 75% ที่มีสารอาหารจากการดูดซึมที่ลำไส้เล็กเข้าสู่ตับ

2. Hepatic artery นำเลือด 25% ที่มี O_2 สูงเข้าสู่เนื้อตับ

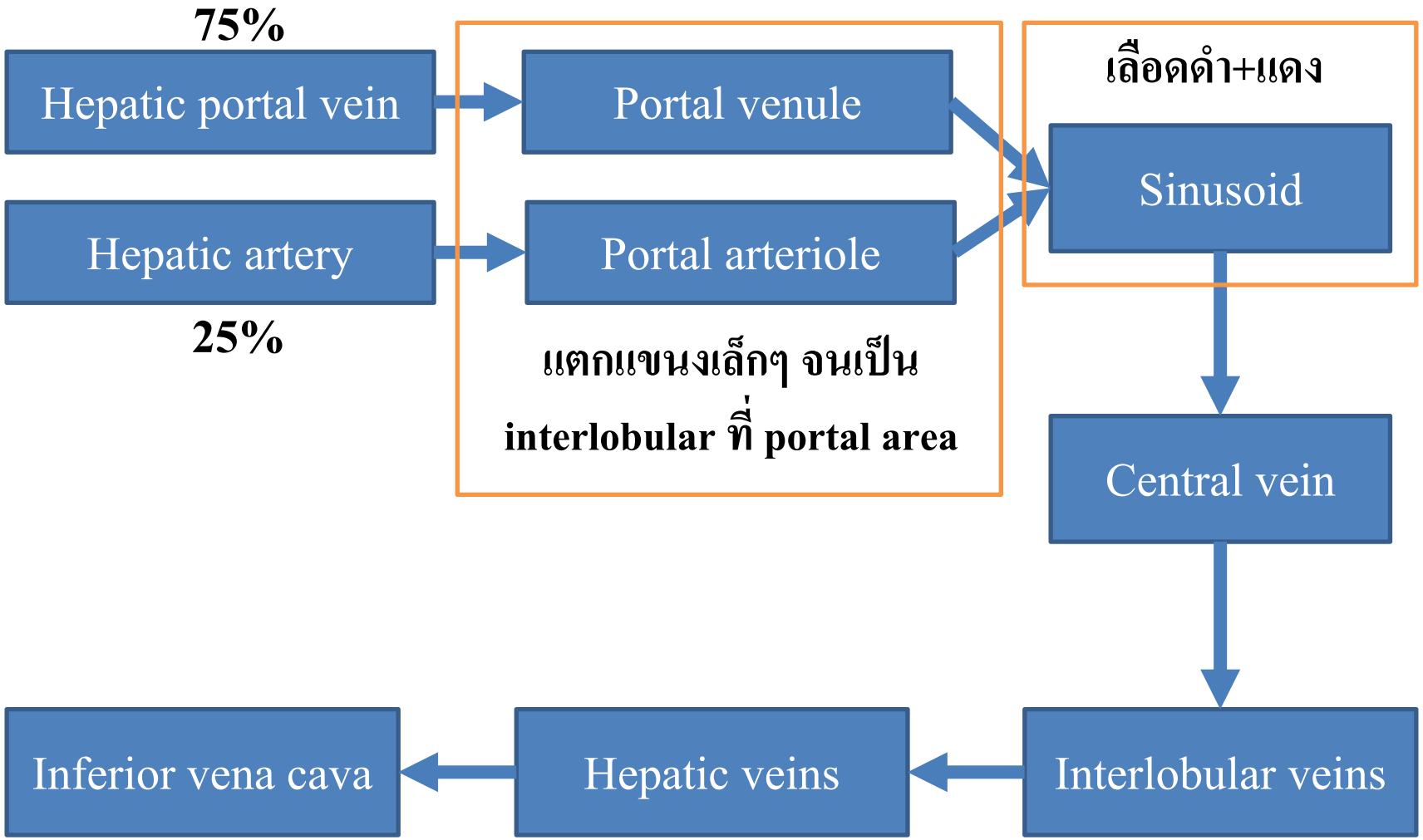
ระบบหลอดเลือดในตับ

ภายในเนื้อตับ เลือดที่มาจากแขนงเส้นเลือดทั้งสองพบและผสมกันตรงบริเวณ sinusoids

ต่อมาเทเข้าสู่ central vein แล้วไหลไปรวมเป็น interlobular vein ส่งออกจากเนื้อตับทาง hepatic vein สู่ inferior vena cava



สรุประบบหลอดเลือดในตับ



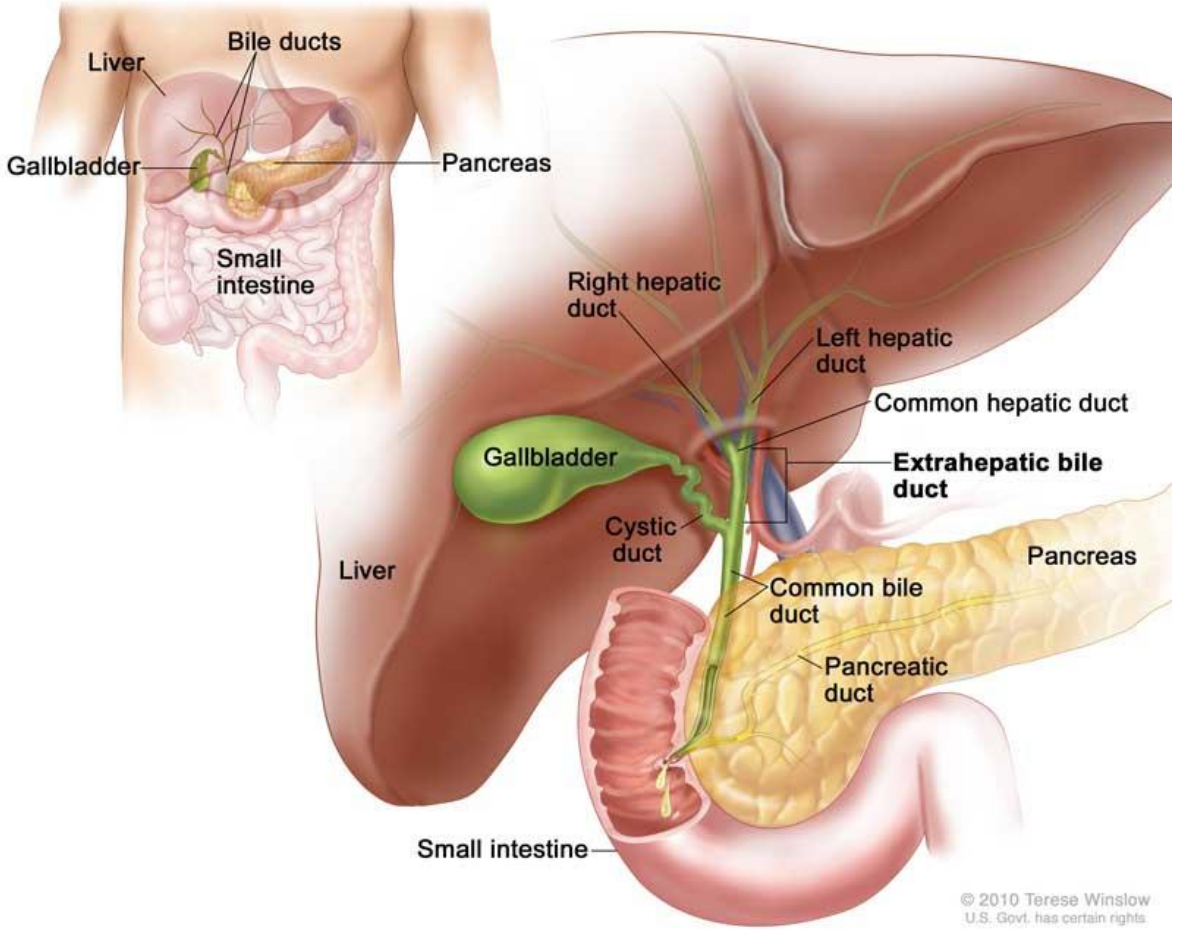
หน้าที่ของตับ

- เก็บรักษาน้ำตาล Glucose จากเลือดในรูปของ Glycogen และสลาย glycogen กลับมาเป็น glucose เพื่อใช้งานตามความต้องการได้
- สามารถเปลี่ยนไขมันและกรดอะมิโนเป็น glucose ได้ด้วยกระบวนการ gluconeogenesis
- นำกรดอะมิโนจากเลือดไปสร้างโปรตีน ได้แก่ albumin, fibrinogen และ prothrombin ซึ่งเป็นส่วนประกอบของน้ำเลือด
- สร้างเอ็นไซม์สำหรับการทำงานของเซลล์ตับ

หน้าที่ของตับ (ต่อ)

- ผลิต biliary acids ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็น bile salts ใช้ในการช่วยย่อยและดูดซึมไขมันในลำไส้เล็ก
- กำจัด Bilirubin ออกจากร่างกายจากเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุ
- ทำลายฤทธิ์และสารพิษของยาต่างๆ
- สะสม glycogen, ทองแดง, เหล็ก และวิตามิน A, B_{12} , D, E และ K นอกจากนี้ยังสะสมสารพิษที่ไม่สามารถทำลายและขับทิ้งได้

ถุงน้ำดี (Gall Bladder)

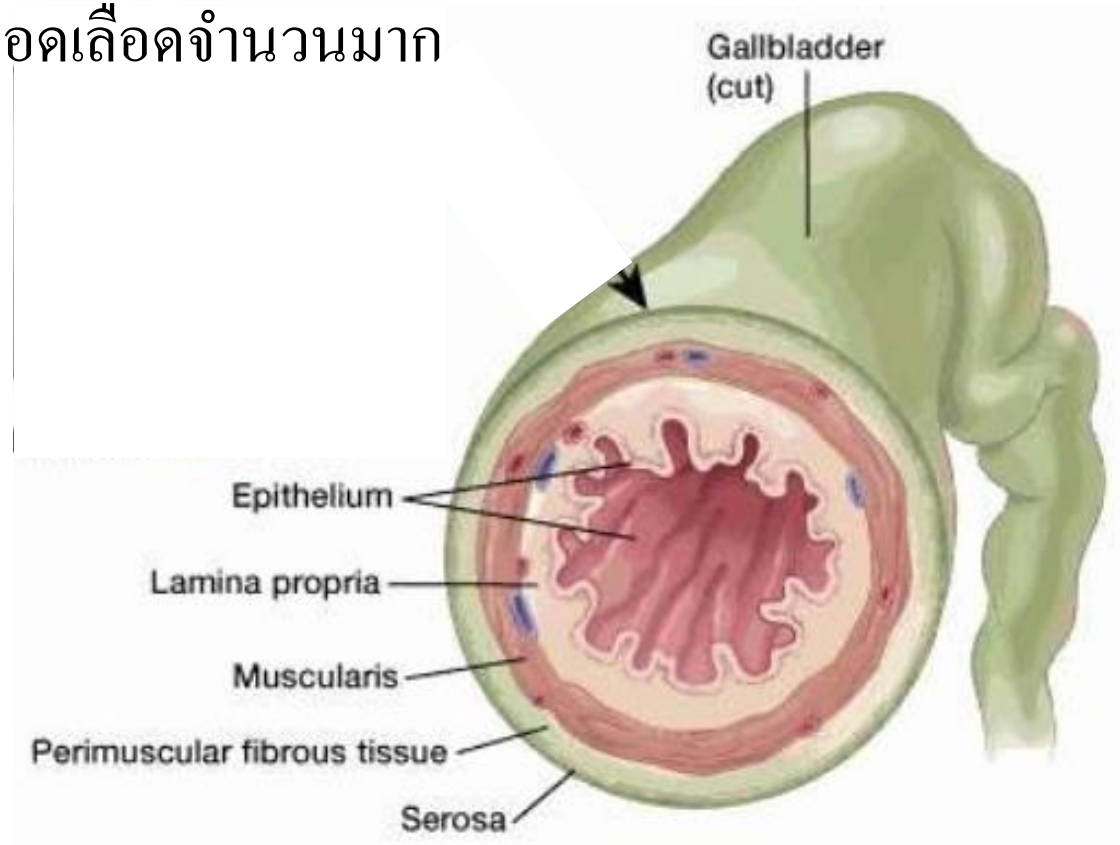


- มีรูปร่างเหมือนลูกแพร์
- มีความยาวประมาณ 7-10 cm
- ทำหน้าที่เก็บสะสมน้ำดี และทำให้น้ำดีเข้มข้นเพิ่มขึ้น 10-20 เท่า เพื่อปล่อยลงสู่ลำไส้เล็กเมื่อมีการย่อยอาหาร
- มีความจุประมาณ 30-60 ml.
- ทางเดินน้ำดี ประกอบด้วย **common hepatic duct** เป็นท่อนำน้ำดีออกจากตับ และ **cystic duct** ซึ่งเป็นทางผ่านเข้าและออกของน้ำดีจากถุงน้ำดี

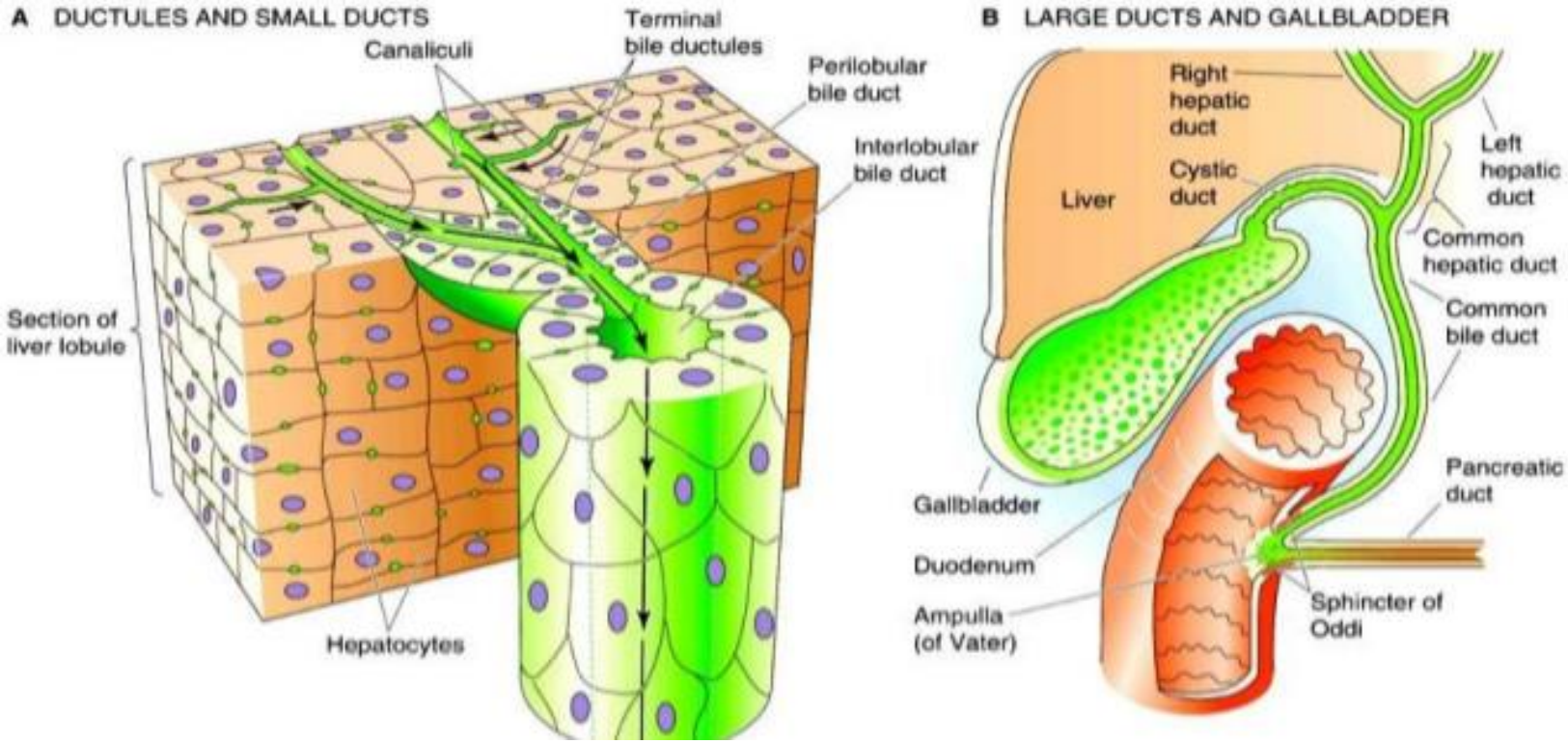
ผนังของถุงน้ำดี มี 4 ชั้น

1. **Mucosa:** พับตัวยื่นขึ้นไปเป็นสันสลับทับซ้อน เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิว
2. **Muscularis** : ใยกล้ามเนื้อเรียบปนกับ elastic tissue
3. **Perimuscular fibrous tissue** : มีหลอดเลือดจำนวนมาก
4. **Adventitia** มี 2 แบบ

- **Fibrosa** เป็น connective tissue ยึดถุงน้ำดีส่วนบนติดกับตับ
- **Serosa** เป็น visceral peritoneum ที่คลุมถุงน้ำดีส่วนล่าง



ระบบท่อน้ำดี

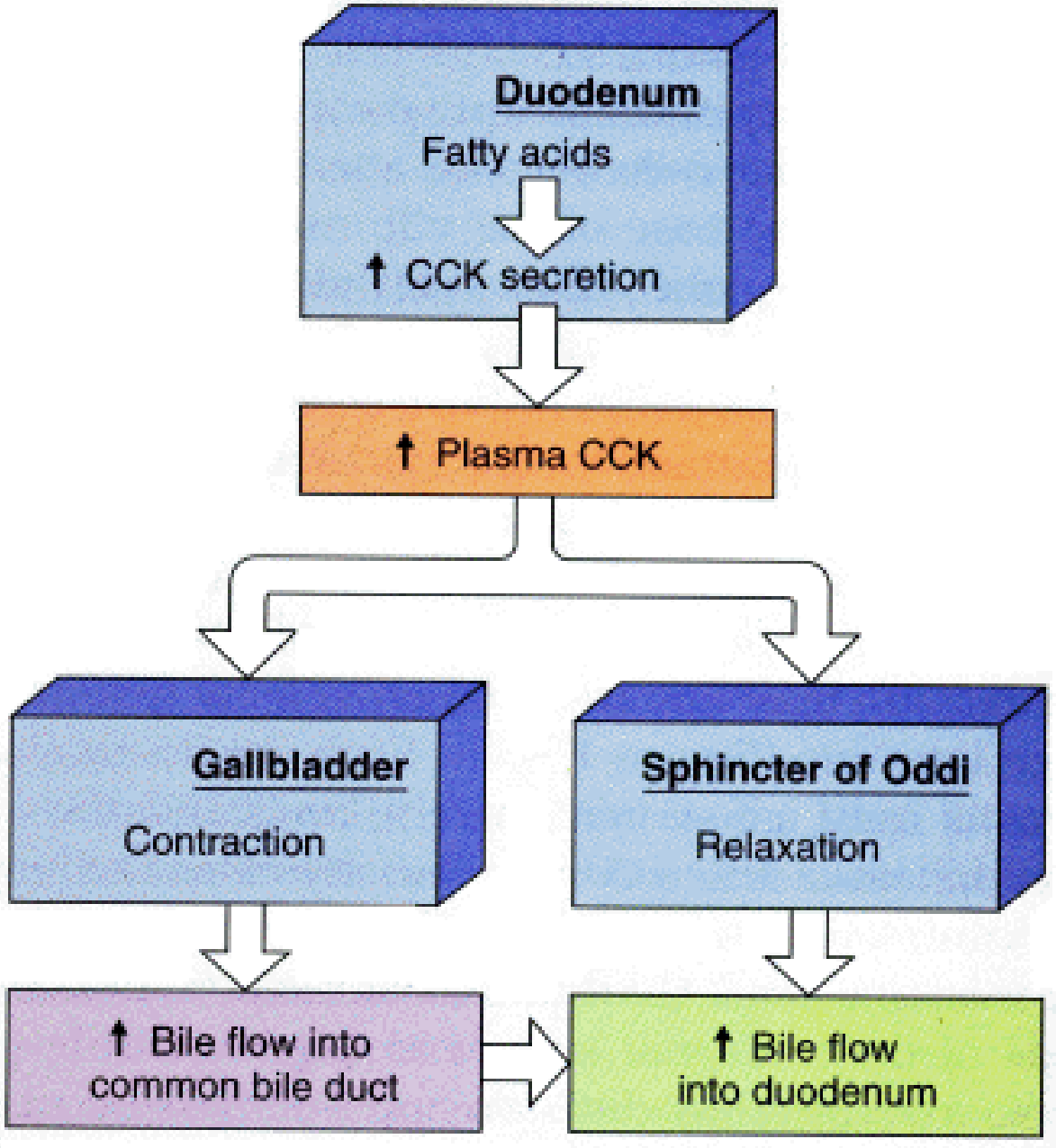


น้ำดีสร้างมาจาก Hepatocytes ส่งผ่านไป Bile canaliculi → Bile ducts → hepatic duct ต่อมารวมกับ cystic duct → common bile duct → duodenal papilla

การกระตุ้นการหลั่งน้ำดี

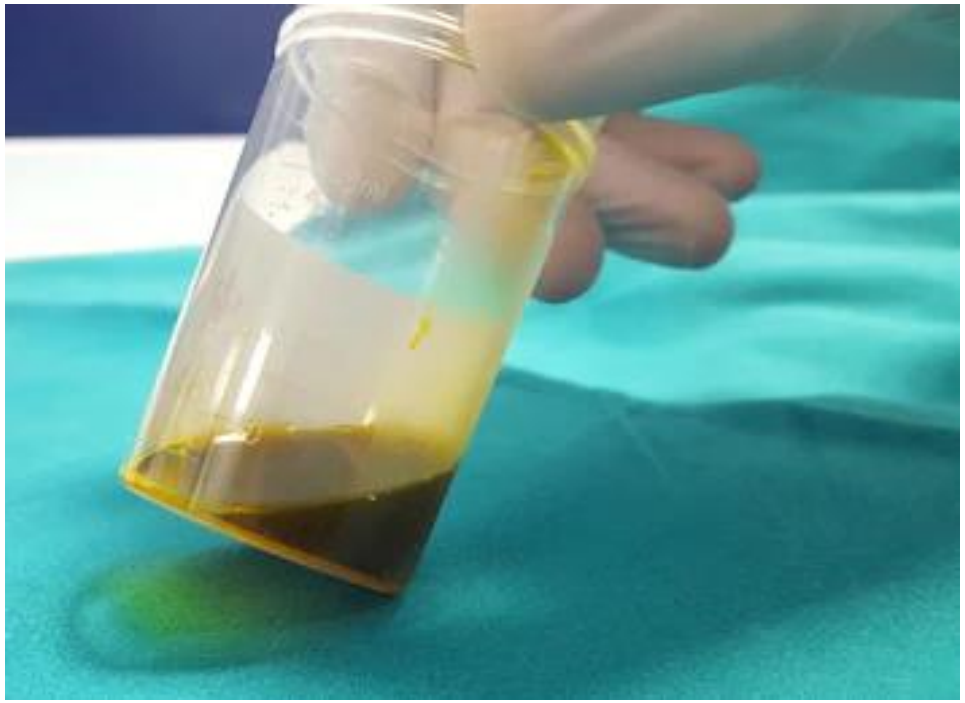
Cholecystokinin (CCK) คือฮอร์โมนจากลำไส้เล็ก มีผลทำให้หูรูดแห่งออดดี (sphincter of Oddi) คลายตัว และทำให้เกิดการบีบตัวของถุงน้ำดี ซึ่งจะทำให้น้ำดีถูกขับออกมาจากถุงน้ำดี

เมื่อ Chyme เข้าสู่ Duodenum โดยเฉพาะถ้ามี Fatty acids มาก จะยิ่งมีผลให้ฮอร์โมน CCK หลั่งมากขึ้น



น้ำดี (Bile)

- มีสีเหลืองอมน้ำตาลหรือสีเขียวมะกอก
- ประกอบด้วยน้ำ, bile salts, cholesterol, lecithin (เป็น phospholipids ชนิดหนึ่ง), bile pigments และ electrolytes
- Bile salts เป็น emulsifying agents ช่วยให้ไขมันแตกตัวเป็นหยดและดูดซึมหลังจากถูกย่อยแล้ว

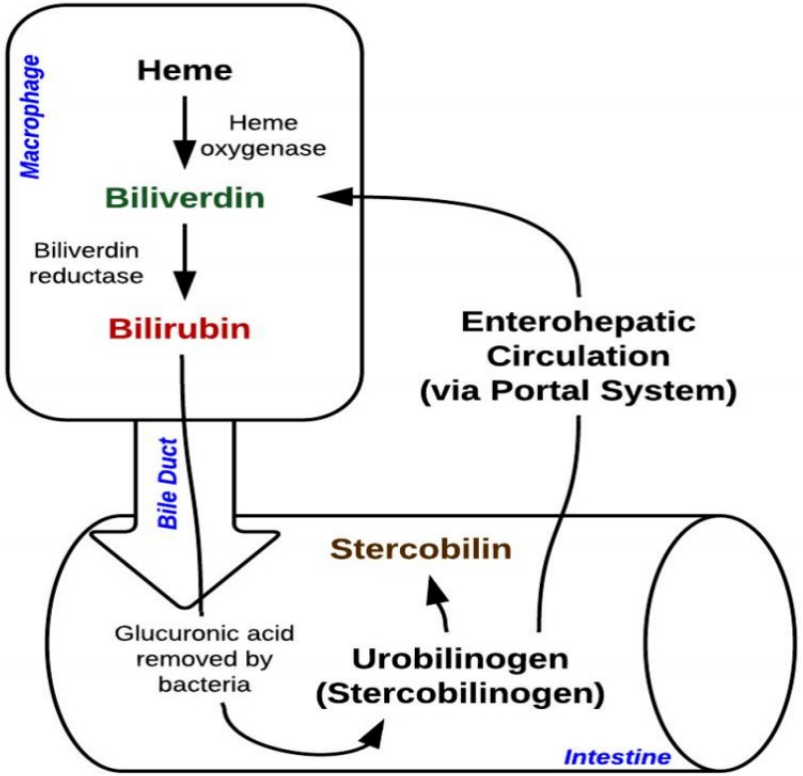


น้ำดี (Bile)

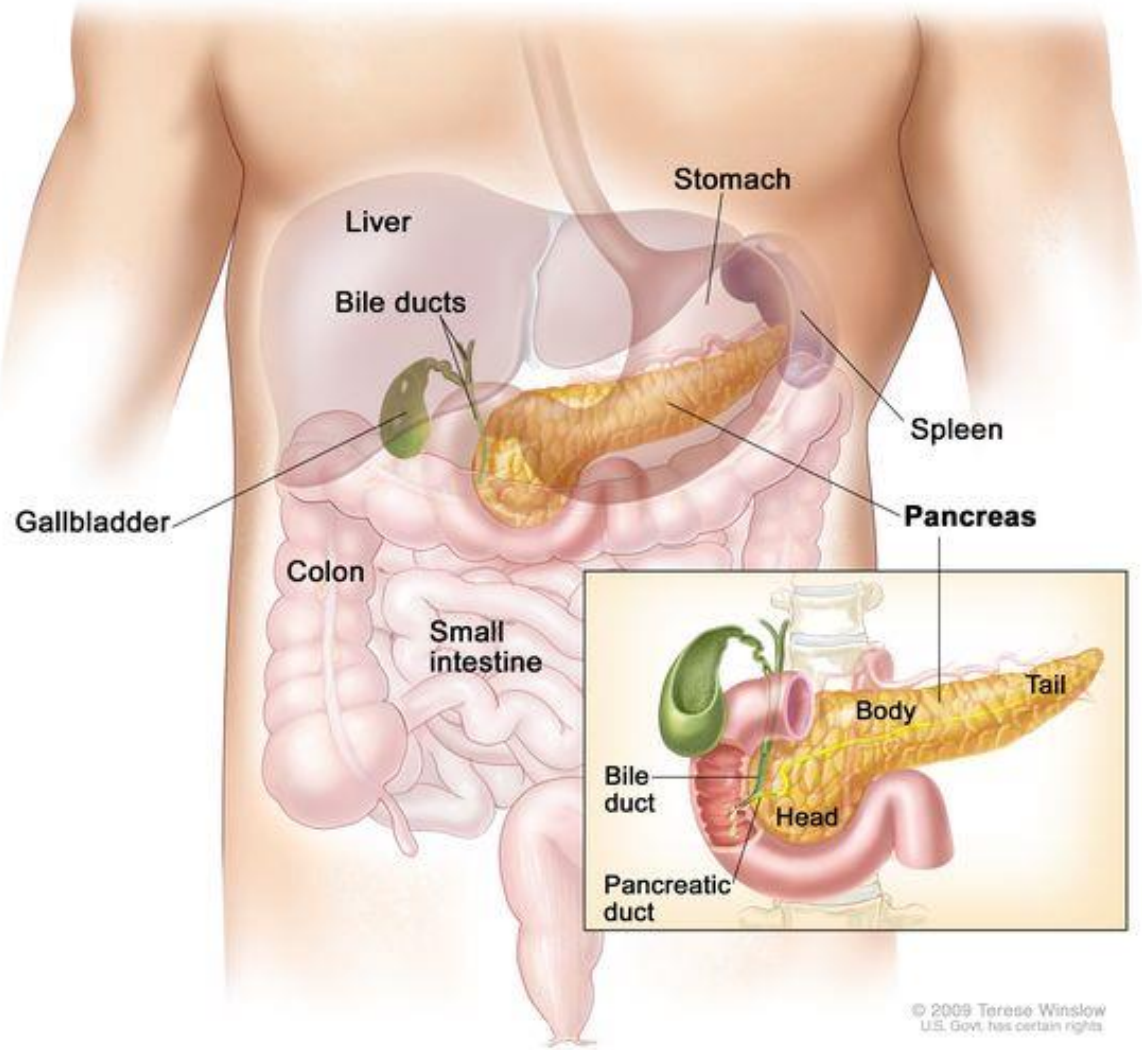
- เมื่อเม็ดเลือดแดงถูกทำลาย ธาตุเหล็ก, globin และ bilirubin จะถูกปล่อยออกมา
- Bilirubin บางส่วนจะถูกเซลล์ตับขับเข้าสู่ท่อน้ำดี และในที่สุดจะถูกทำให้สลายตัวในลำไส้
- ผลิตผลหนึ่งจากการสลายตัวคือ Urobilinogen ทำให้อุจจาระมีสีเหลือง

Bilirubin

- เกิดจากการแตกของเม็ดเลือดแดง



ตับอ่อน (Pancreas)



- **ตำแหน่ง** : วางอยู่หลัง

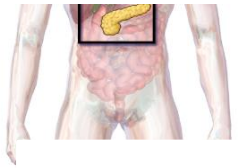
Greater curvature ของกระเพาะอาหาร

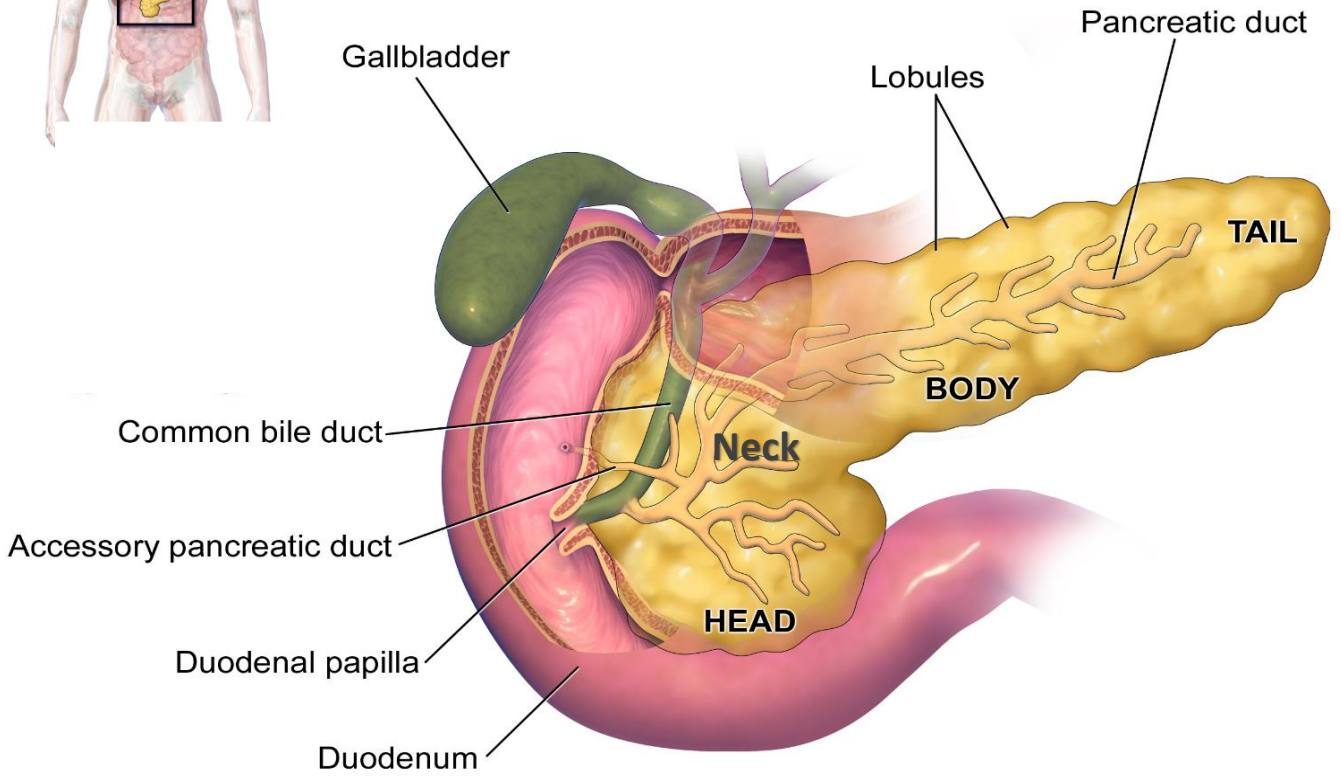
- **รูปร่าง :** ยาวประมาณ 12.5 cm

และหนาประมาณ 2.5 cm มีลักษณะคล้ายปลาหรือคล้ายใบมะม่วง

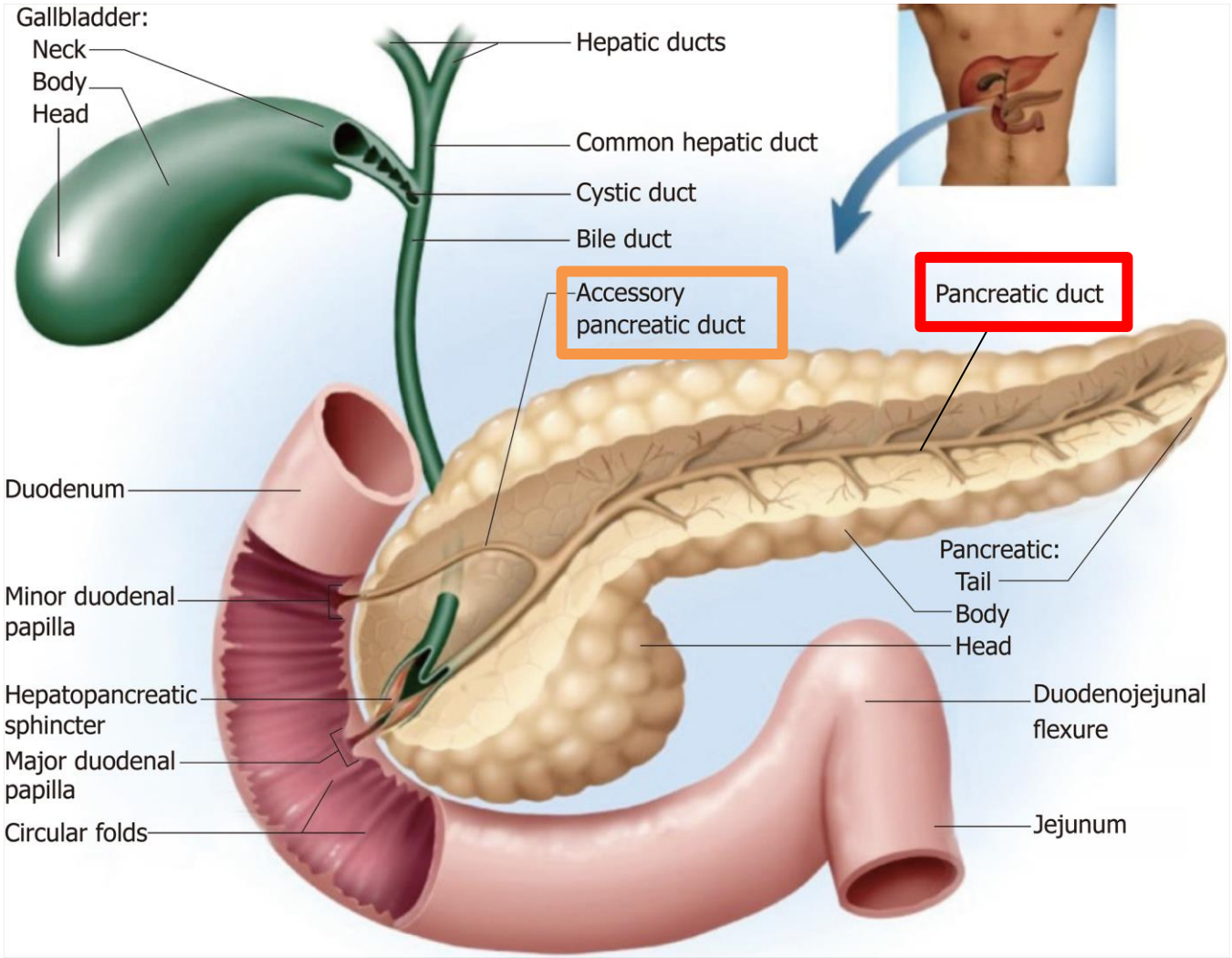
ตับอ่อนแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

1. **Head** : อยู่ทางขวาเป็นส่วนที่กว้างที่สุด วางอยู่ในโค้งรูปตัว C ของลำไส้เล็กส่วน Duodenum
2. **Neck** : วางพาดผ่านเส้นเลือด aorta
3. **Body** : ทอดเฉียงขึ้นไปทางซ้ายข้ามกระดูกสันหลัง L1
4. **Tail** : ของตับอ่อนจะไปจรดบริเวณขั้วของม้าม (spleen)





ทางเดินของน้ำย่อยจากตับอ่อน



น้ำย่อยจากตับอ่อน

↓

Pancreatic duct

↓

Hepatopancreatic ampulla และ sphincter of Oddi

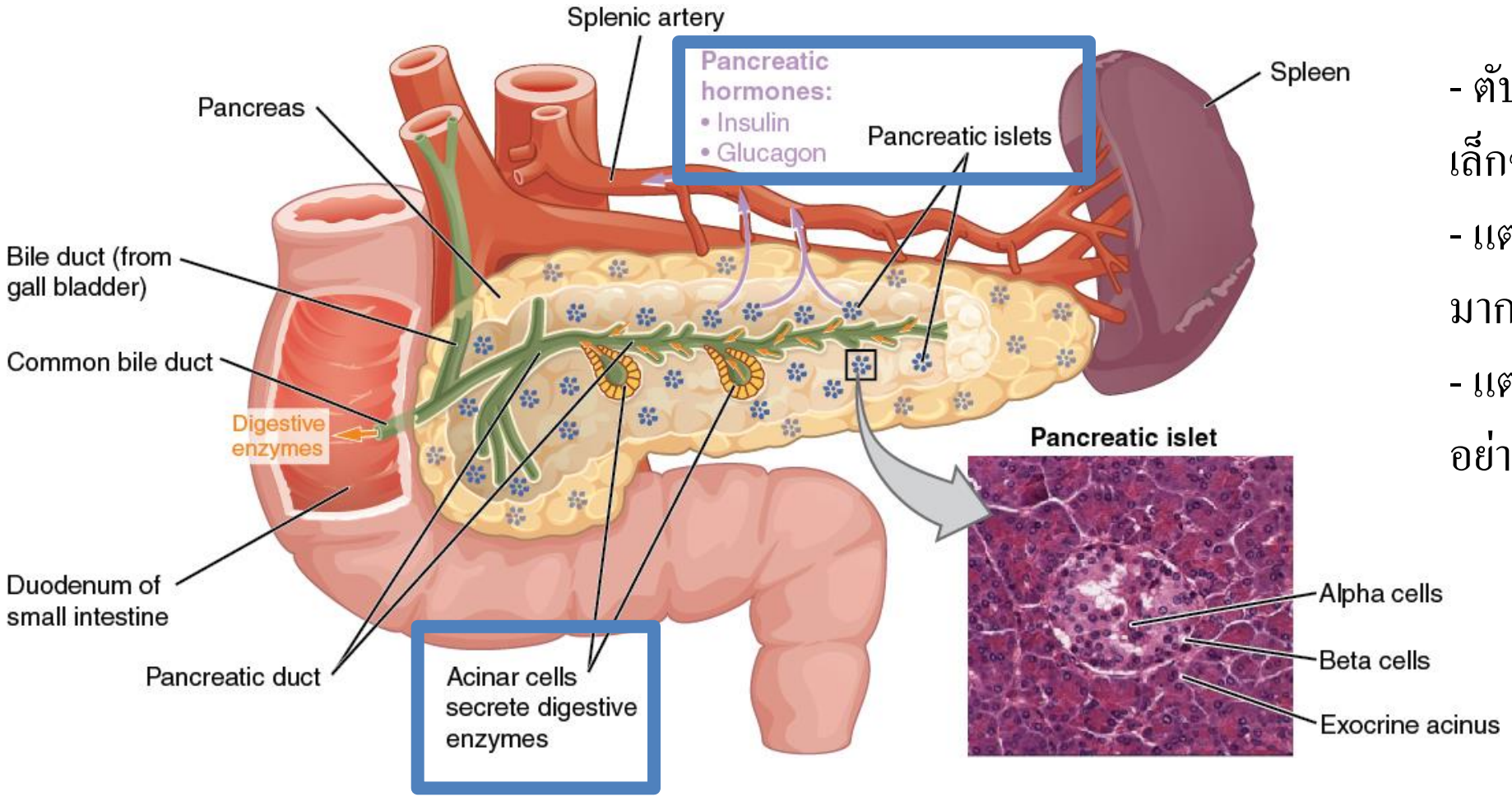
↓

Major duodenal papilla

↓

2nd part of duodenum

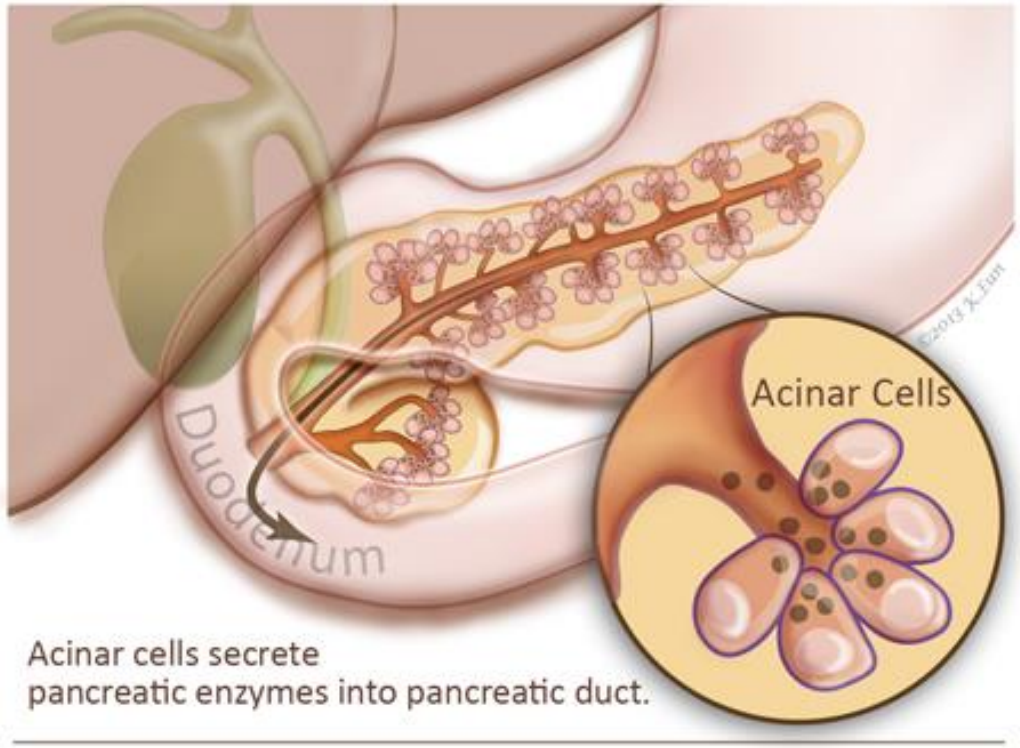
ตับอ่อนเป็นทั้งต่อมมีท่อผลิตน้ำย่อย และต่อมไร้ท่อที่สร้างฮอร์โมน



- ตับอ่อนมีการแบ่งเป็นกลีบย่อยเล็กๆ จำนวนมาก
- แต่ละกลีบจะมี Acinar จำนวนมาก ผลิตน้ำย่อย
- แต่ละกลีบจะมี Pancreatic islets อย่างน้อย 1 เม็ด สร้างฮอร์โมน

Pancreatic acini

- เป็นบริเวณต่อมมีท่อ (Exocrine pancreas)
- ผลิตน้ำย่อย ลักษณะใส ไม่มีสี ประกอบด้วยน้ำ เอ็นไซม์ และโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) ทำให้มีสภาพเป็นเบส ซึ่งจะหยุดฤทธิ์ของ Pepsin จากกระเพาะอาหาร และสร้างสิ่งแวดล้อมที่พอเหมาะในการทำงานของเอ็นไซม์



ตับอ่อนสร้างเอ็นไซม์หลายชนิด ได้แก่

1. **เอ็นไซม์ย่อย Carbohydrate** เรียกว่า Amylase

2. **เอ็นไซม์ย่อย Lipid** เรียกว่า Lipase ย่อยไขมันโดยอาศัยเกลือน้ำดี (bile salt) เป็นตัว Emulsified ไขมันจะถูกย่อยได้กรดไขมันและกลีเซอรอล

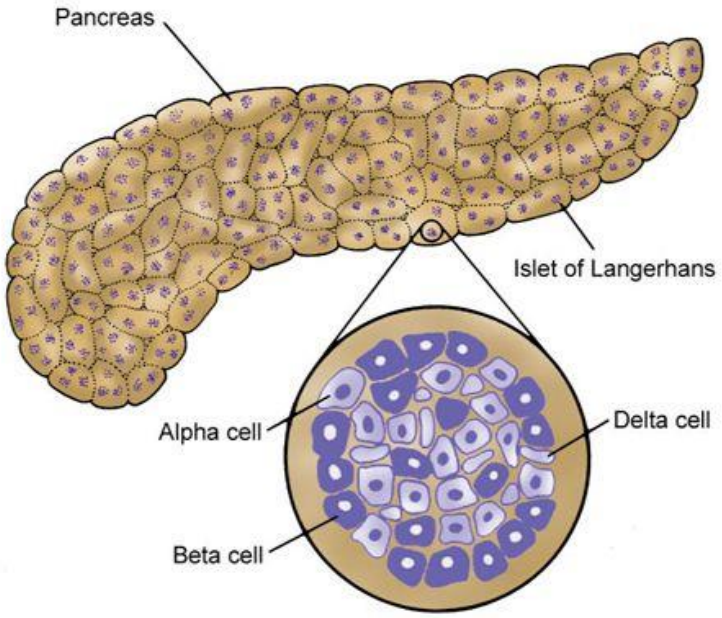
3. **เอ็นไซม์ย่อยโปรตีน (pancreatic protease)** มีฤทธิ์แรงมาก จึงหลั่งมาในรูป proenzyme ได้แก่ Trypsinogen, Chymotrypsinogen และ Procarboxypeptidase เมื่อถูกส่งถึงลำไส้เล็ก จะถูกเอ็นไซม์ Enterokinase ที่ลำไส้เล็กทำหน้าที่เปลี่ยนแปลง โดย Trypsinogen เปลี่ยนเป็น Trypsin, Chymotrypsinogen เปลี่ยนเป็น Chymotrypsin และ Procarboxypeptidase เปลี่ยนเป็น Carboxypeptidase

4. ไบคาร์บอเนต ถูกสร้างโดยเซลล์ที่แทรกอยู่ตามท่อขนาดเล็กใกล้ ๆ กับต่อมที่สร้างเอ็นไซม์ ไบคาร์บอเนตทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างในลำไส้เล็ก

Pancreatic islets

หรือ

Islet of Langerhans



คือส่วนที่เป็นต่อมไร้ท่อ (Endocrine pancreas) กลุ่มเซลล์ประกอบด้วย

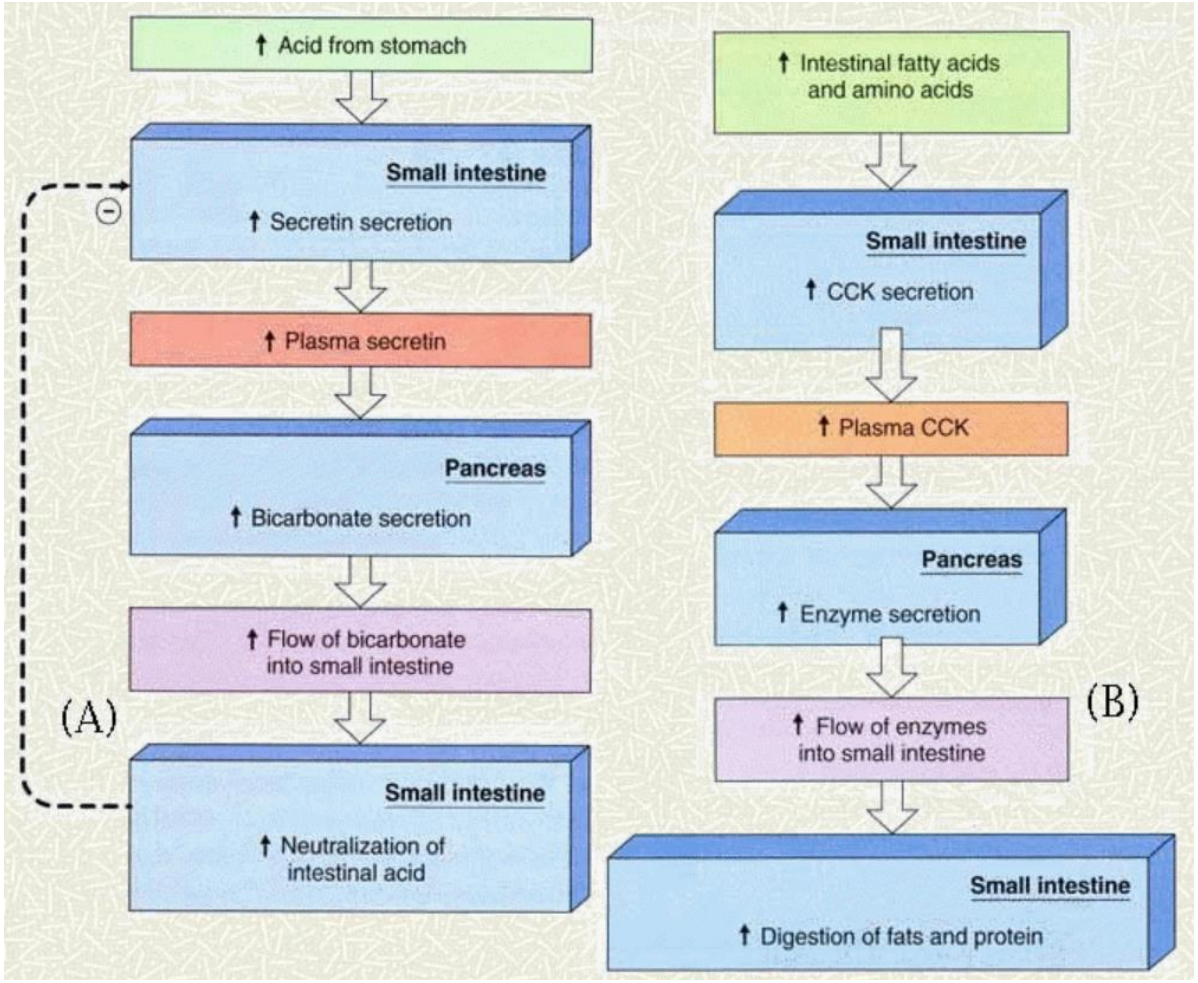
- Alpha cells สร้าง hormone Insulin
- Beta cells สร้าง hormone Glucagon
- Delta cells สร้าง hormone Somatostatin

- Insulin นำกลูโคสและกรดอะมิโนเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อและเซลล์ไขมัน
- Glucagon กระตุ้นการเปลี่ยน glycogen ที่สะสมในเซลล์ไขมันและกล้ามเนื้อกลับเป็นกลูโคส
- Somatostatin การทำงานยังไม่กระจ่างชัด แต่พบว่าสามารถควบคุมการทำงานของ growth hormone และยับยั้งการหลั่งของ glucagon และ insulin ได้

การทำงานตับอ่อน

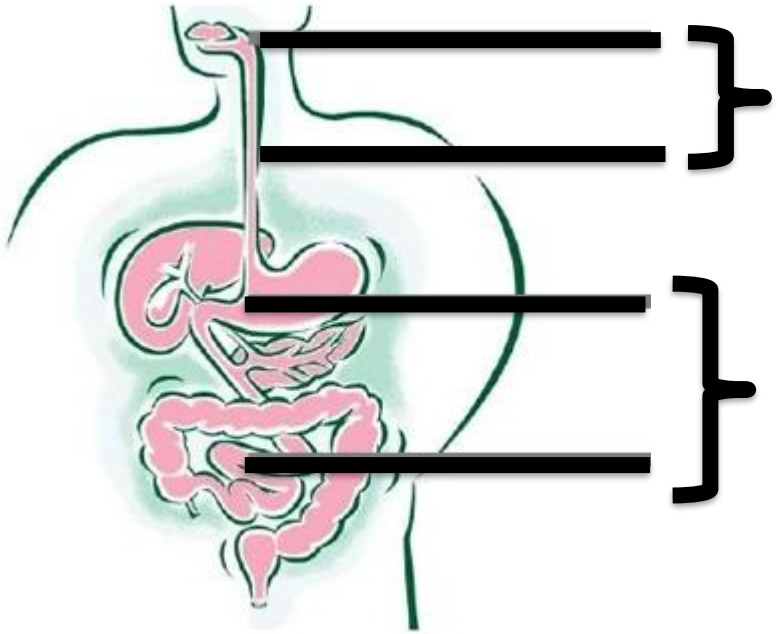
การผลิตและหลั่งน้ำย่อยของตับอ่อน ได้รับการกระตุ้นจาก 2 ระบบคือ

- **Vagus nerve :** ตับอ่อนจะถูกกระตุ้นเมื่ออาหารอยู่ในปาก, กระเพาะอาหาร และลำไส้เล็ก
- **Hormone :** ขณะที่มีอาหารหรือมีกรดอยู่ในลำไส้เล็ก ลำไส้เล็กจะขับฮอร์โมนหลายชนิดออกมา ซึ่ง secretin และ cholecystokinin เป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นตับอ่อนได้ดีมาก แต่ถ้าหากลำไส้เล็กมีเอนไซม์ Trypsin มากขึ้น ลำไส้เล็กจะหลั่งฮอร์โมนได้น้อยลง ซึ่งทำให้ตับอ่อนหลั่งน้ำย่อยได้น้อยลง



กระบวนการย่อยอาหาร

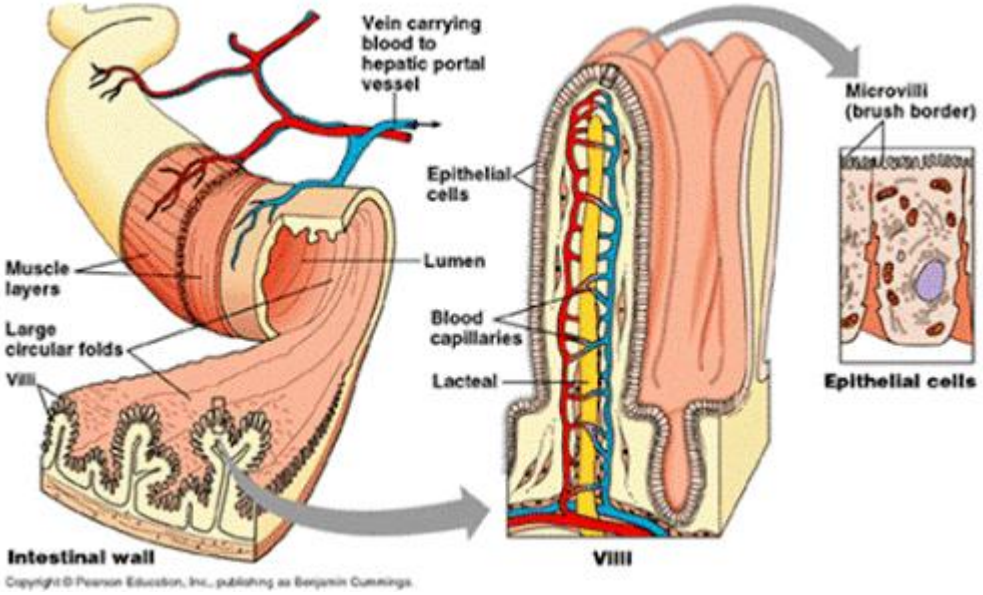
- อาหารที่เข้าสู่ร่างกาย ต้องมีการย่อยให้มีขนาดเล็กพอที่จะดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ โดยอาศัย 2 กระบวนการ คือ



1. **Mechanical process** ทำให้อาหารก้อนใหญ่แตกเป็นก้อนเล็ก ได้แก่ การเคี้ยวเพื่อบดอาหาร กลืนลงสู่หลอดอาหาร และหลอดอาหารมีการหดขยายเพื่อบีบไล่อาหารลงสู่กระเพาะอาหาร
2. **Chemical process** ต้องอาศัยน้ำย่อยผสมกับอาหาร แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ได้แก่ น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร เอ็นไซม์ในน้ำลายและลำไส้ จนในที่สุดจะได้สารอาหารที่ดูดซึมไปใช้ได้

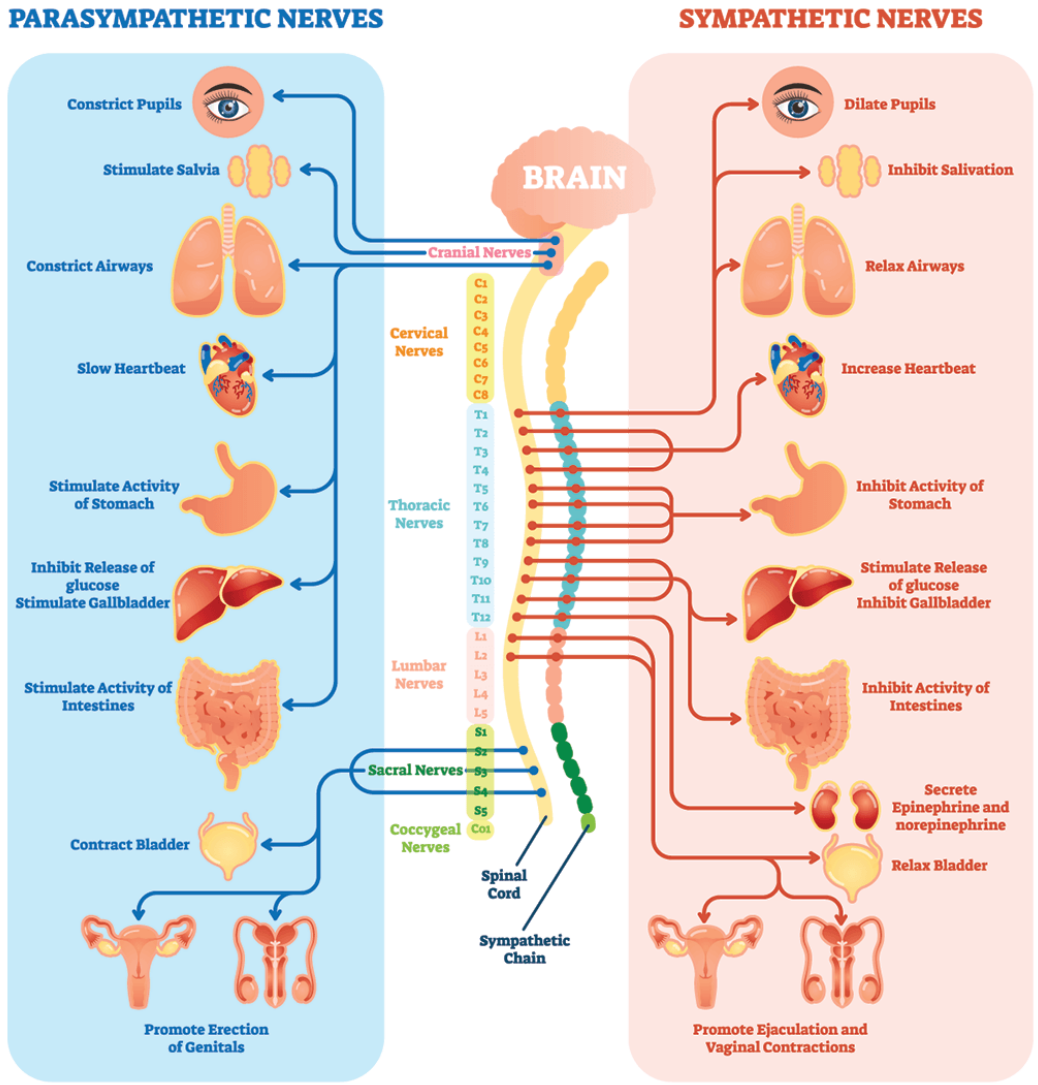
การดูดซึม

- อาหารที่ผ่านการย่อยจนถึงขั้นสุดท้ายแล้ว ได้แก่ Glucose, Amino acid, Fatty acid และ Glycerol จะถูกดูดซึมไปตามผนังของท่อทางเดินอาหารเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อนำไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
- การดูดซึมจะเกิดขึ้นที่ลำไส้เล็กส่วนใหญ่ โดยเฉพาะ Ileum เพราะมี circular fold และ villi จำนวนมาก
- การดูดซึมที่ปากและกระเพาะอาหารจะมีน้อยมาก ยกเว้น Alcohol และยาบางชนิดที่ดูดซึมได้ที่กระเพาะอาหาร
- ลำไส้ใหญ่จะดูดซึมน้ำและ electrolyte กลับไปในลำไส้ใหญ่ส่วนต้น



ระบบประสาทที่มายังทางเดินอาหาร

- ระบบประสาทอัตโนมัติ จะส่งทั้ง sympathetic และ parasympathetic โดยเส้นประสาทจะเข้าไปควบคุมความแรงอัตรา และความเร็วของการหดตัวของกล้ามเนื้อ



ระบบประสาทที่มายังทางเดินอาหาร

- ระบบ Parasympathetic มีเส้นประสาท vagus nerve จากสมองมาควบคุมการทำงานท่อทางเดินอาหาร จาก หลอดอาหาร จนถึงครึ่งหนึ่งของลำไส้ใหญ่ส่วนต้น ส่วนลำไส้ใหญ่ที่เหลือมีเส้นประสาทจากไขสันหลังระดับ sacrum ไปควบคุม โดยระบบนี้จะช่วยให้อาหารย่อยได้มากขึ้น
- ระบบ Sympathetic ควบคุมให้การทำงานของระบบย่อยอาหารน้อยลง และควบคุมกล้ามเนื้อหูรูดให้มีการหดตัว ทำให้อาหารไม่สามารถเคลื่อนที่ไปตามท่อทางเดินอาหารได้สะดวก

THANK YOU