

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2558

อัญญาณี บัวแก้ว ปุษบงกต.

สรีรวิทยาทางการแพทย์ระบบทางเดินอาหาร.

1. ระบบการย่อยอาหาร. 2. ระบบกระเพาะอาหารและลำไส้-สรีรวิทยา.

WI102

ISBN 978-616-602-167-7

ลิขสิทธิ์ของรองศาสตราจารย์ ดร. อัญญาณี บัวแก้ว ปุษบงกต
สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3 เดือนมกราคม 2568

จำนวน 100 เล่ม

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

99 หมู่ 18 อาคารโรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ชั้น 2 ห้อง 205

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอกลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทร. 085-112-6081, 085-112-6968

<http://thammasatpress.tu.ac.th>, e-mail: unipress@tu.ac.th

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ภาพประกอบในเล่มโดยนางสาวเมษา ธีมวงศานุกูล

ภาพปกโดยนายรัชต์พล ชมนบุญ

พิมพ์ครั้งที่ 1	เดือนกันยายน	2559	จำนวน	300 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 1	เดือนมกราคม	2561	จำนวน	50 เล่ม (ฉบับพิมพ์เพิ่ม)
พิมพ์ครั้งที่ 2	เดือนสิงหาคม	2561	จำนวน	200 เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ 2	เดือนกุมภาพันธ์	2564	จำนวน	200 เล่ม (ฉบับพิมพ์เพิ่ม)
พิมพ์ครั้งที่ 3	เดือนมกราคม	2568	จำนวน	100 เล่ม

ราคาเล่มละ 300.- บาท

ประเภท

วิธีการใช้งาน

คำแนะนำในการใช้หรือการเก็บรักษา

คำเตือน/ข้อห้ามใช้/ข้อควรระวัง

วันเดือนปีที่หมดอายุ

หนังสือ

ใช้เพื่ออ่าน

ควรเก็บในที่แห้งแฉด ควรเก็บในที่แห้ง

ห้ามวางไว้ใกล้ไฟ/ห้ามเปียกน้ำ

พ.ศ. 2574

สารบัญ

	หน้า
สารบัญรูป	(8)
สารบัญตาราง	(10)
คำนำ	(11)
บทที่ 1 บทนำและภาพรวมของระบบทางเดินอาหาร	1
(Introduction and Overview of the Gastrointestinal System)	
บทนำ	1
การแบ่งอวัยวะในทางเดินอาหาร	2
โครงสร้างของเนื้อเยื่อในทางเดินอาหาร	4
หน้าที่หลักของระบบทางเดินอาหาร	7
ระบบไหลเวียนเลือดในทางเดินอาหาร	8
การควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร	11
เซลล์เยื่อบุทางเดินอาหารและการขนส่งสาร	26
สรุป	29
คำถามท้ายบท	30
เฉลย	33
เอกสารอ้างอิง	35
บทที่ 2 การเคลื่อนไหว (Motility)	37
บทนำ	37
เซลล์กล้ามเนื้อเรียบในทางเดินอาหาร	38
การเคลื่อนไหวในปาก	44
การเคลื่อนไหวในคอหอยและหลอดอาหาร	46
การเคลื่อนไหวในกระเพาะอาหาร	48
การเคลื่อนไหวในลำไส้เล็ก	53
การเคลื่อนไหวในลำไส้ใหญ่	56

	หน้า
สรุป	62
คำถามท้ายบท	64
เฉลย	67
เอกสารอ้างอิง	69
บทที่ 3 การให้สารคัดหลั่ง (Secretion)	71
บทนำ	71
การหลั่งน้ำลาย	72
การหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร	83
การหลั่งน้ำย่อยจากตับอ่อน	97
สรุป	106
คำถามท้ายบท	107
เฉลย	110
เอกสารอ้างอิง	112
บทที่ 4 การย่อยและการดูดซึมอาหาร (Digestion and Absorption)	113
บทนำ	113
การย่อยและการดูดซึมอาหารคาร์โบไฮเดรต	114
การย่อยและการดูดซึมอาหารโปรตีน	120
การย่อยและการดูดซึมอาหารไขมัน	125
การดูดซึมวิตามินและแร่ธาตุ	132
สรุป	142
คำถามท้ายบท	143
เฉลย	146
เอกสารอ้างอิง	148

	หน้า
บทที่ 5 การเคลื่อนของน้ำและอิเล็กโทรไลต์ในลำไส้	149
(Movement of Water and Electrolyte in the Intestine)	
บทนำ	149
ทบทวนโครงสร้างเนื้อเยื่อของลำไส้	150
ปริมาณน้ำในทางเดินอาหาร	150
กลไกการดูดซึมและการหลั่งสารในลำไส้	152
การเคลื่อนของไอออนที่สำคัญในทางเดินอาหาร	152
การควบคุมการขนส่งอิเล็กโทรไลต์ในลำไส้	169
สรุป	171
คำถามท้ายบท	172
เฉลย	175
เอกสารอ้างอิง	177
บทที่ 6 ตับและทางเดินน้ำดี (Hepatobiliary System)	179
บทนำ	179
โครงสร้างภายในของตับ	180
การทำหน้าที่ของตับ	187
ถุงน้ำดี	201
สรุป	205
คำถามท้ายบท	206
เฉลย	209
เอกสารอ้างอิง	211
ดัชนี (Index)	213

สารบัญรูป

	หน้า	
รูปที่ 1-1	อวัยวะของระบบทางเดินอาหาร	4
รูปที่ 1-2	โครงสร้างของเนื้อเยื่อในทางเดินอาหาร	6
รูปที่ 1-3	ระบบไหลเวียนเลือดสแปลงซันิกในทางเดินอาหาร	9
รูปที่ 1-4	การกระตุ้นการทำงานของระบบทางเดินอาหารจากโพรงทางเดินอาหาร	12
รูปที่ 1-5	ระบบประสาทอัตโนมัติในทางเดินอาหาร	14
รูปที่ 1-6	ประสาทพาราซิมพาเทติกที่มาควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร	16
รูปที่ 1-7	ประสาทซิมพาเทติกที่มาควบคุมการทำงานของระบบทางเดินอาหาร	18
รูปที่ 1-8	ลักษณะของเซลล์เยื่อในทางเดินอาหาร การเรียกชื่อเยื่อหุ้มเซลล์ด้านต่างๆ รูปแบบการขนส่งสาร และโปรตีนขนส่งบนเยื่อหุ้มเซลล์	28
รูปที่ 2-1	โครงสร้างของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบในทางเดินอาหาร	39
รูปที่ 2-2	ศักย์ไฟฟ้าขณะพักและศักย์ไฟฟ้าขณะทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อเรียบ ในทางเดินอาหาร และแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ	42
รูปที่ 2-3	กลไกการกลืนในระยะเริ่มต้น (ก) ระยะในคอหอย (ข) และระยะในหลอดอาหาร (ค)	47
รูปที่ 2-4	โครงสร้างของกระเพาะอาหาร	49
รูปที่ 2-5	การเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร	52
รูปที่ 2-6	การเคลื่อนไหวแบบคลุกเคล้าในลำไส้เล็ก	54
รูปที่ 2-7	การเคลื่อนไหวแบบบีบรัดในลำไส้เล็ก	55
รูปที่ 2-8	โครงสร้างของลำไส้ใหญ่	56
รูปที่ 2-9	การควบคุมการถ่ายอุจจาระโดยระบบประสาท	61
รูปที่ 3-1	โครงสร้างภายในของต่อมน้ำลาย	73
รูปที่ 3-2	การขนส่งสารและการควบคุมการทำงานของเซลล์ผลิตน้ำลาย	77
รูปที่ 3-3	กลไกการขนส่งไอออนที่เซลล์บุท่อส่งน้ำลาย	79

	หน้า
รูปที่ 3-4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหลังน้ำลายกับความเข้มข้นของไอออนในน้ำลาย เทียบกับพลาสมา	80
รูปที่ 3-5 เซลล์ต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของต่อมในกระเพาะอาหาร	84
รูปที่ 3-6 กลไกการหลังกรดในเซลล์หลังกรด	86
รูปที่ 3-7 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหลังกรดและความเข้มข้นของไอออนต่างๆ	87
รูปที่ 3-8 กลไกการควบคุมการหลังกรดที่เซลล์หลังกรด	90
รูปที่ 3-9 แผนภาพแสดงการควบคุมการหลังกรดแบบย้อนกลับเชิงบวก	93
รูปที่ 3-10 แนวกันชนที่ทำหน้าที่ปกป้องผิวเยื่อบุกระเพาะอาหาร	95
รูปที่ 3-11 โครงสร้างของอะซินัสในตับอ่อน	98
รูปที่ 3-12 กลไกการขนส่งสารที่เซลล์บุท่อส่งน้ำย่อยในตับอ่อน	100
รูปที่ 3-13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหลังน้ำย่อยจากตับอ่อน และความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ในน้ำย่อยจากตับอ่อน	102
รูปที่ 4-1 โครงสร้างของคาร์โบไฮเดรต และการย่อยคาร์โบไฮเดรต โดยเอนไซม์แอลฟาอะไมเลส	115
รูปที่ 4-2 การย่อยอาหารคาร์โบไฮเดรตในลำไส้เล็ก	118
รูปที่ 4-3 การดูดซึมคาร์โบไฮเดรตในลำไส้เล็ก	119
รูปที่ 4-4 การย่อยอาหารโปรตีนในลำไส้เล็ก	122
รูปที่ 4-5 การดูดซึมโปรตีนในลำไส้เล็ก	124
รูปที่ 4-6 การย่อยและการดูดซึมอาหารไขมันในลำไส้เล็ก	128
รูปที่ 4-7 การดูดซึมส่วนประกอบของน้ำดีที่ลำไส้เล็กส่วนไอเลียม	132
รูปที่ 4-8 กลไกการดูดซึมวิตามินบี12 ที่ลำไส้เล็กส่วนไอเลียม	135
รูปที่ 4-9 กลไกการดูดซึมแคลเซียมในลำไส้เล็ก	137
รูปที่ 4-10 กลไกการดูดซึมเหล็กในลำไส้เล็ก	141
รูปที่ 5-1 ปริมาณน้ำในทางเดินอาหารที่บริเวณต่างๆ	151
รูปที่ 5-2 กลไกการดูดซึมโซเดียมร่วมกับการดูดซึมสารอาหารที่ย่อยแล้ว	154
รูปที่ 5-3 กลไกการดูดซึมโซเดียมโดยการกระตุ้นจากความเป็นต่างในโพรงลำไส้เล็ก	155

	หน้า
รูปที่ 5-4 กลไกการดูดซึมโซเดียมโดยการขนส่งขนานกันของโปรตีนขนส่ง Na^+-H^+ exchanger และ $\text{Cl}^--\text{HCO}_3^-$ exchanger	156
รูปที่ 5-5 กลไกการดูดซึมโซเดียมผ่านช่องขนส่งโซเดียมที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย	157
รูปที่ 5-6 กลไกการดูดซึมคลอไรด์แบบไม่ใช้พลังงานที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย	158
รูปที่ 5-7 กลไกการดูดซึมคลอไรด์โดยการขนส่งแลกเปลี่ยนกับไบคาร์บอเนตที่ลำไส้เล็กส่วนไอเลียมและลำไส้ใหญ่ส่วนต้น	159
รูปที่ 5-8 กลไกการหลั่งคลอไรด์จากเซลล์เยื่อบุในคริปต์ของลำไส้เล็ก	162
รูปที่ 5-9 กลไกการหลั่งไบคาร์บอเนตจากเซลล์ในคริปต์ของลำไส้เล็ก	163
รูปที่ 5-10 กลไกการดูดซึมไบคาร์บอเนตในลำไส้เล็กส่วนเจจูนัม	164
รูปที่ 5-11 การดูดซึมโพแทสเซียมในลำไส้เล็กแบบไม่ใช้พลังงานโดยกลไกโซลเวนท์แทรก	165
รูปที่ 5-12 กลไกการหลั่งโพแทสเซียมแบบไม่ใช้พลังงานที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย	166
รูปที่ 5-13 กลไกการหลั่งโพแทสเซียมแบบใช้พลังงานจากเซลล์ในคริปต์ของลำไส้ใหญ่	167
รูปที่ 5-14 กลไกการดูดซึมโพแทสเซียมแบบใช้พลังงานในลำไส้ใหญ่	168
รูปที่ 6-1 ดับและโครงสร้างภายในของดับ	180
รูปที่ 6-2 เซลล์ต่างๆ ที่อยู่ภายในดับ	181
รูปที่ 6-3 การแบ่งพื้นที่ของอะซินัสภายในดับออกเป็น 3 โซน	183
รูปที่ 6-4 ระบบเลือดไหลเวียนในดับ	185
รูปที่ 6-5 หน้าทีของดับที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต	188
รูปที่ 6-6 หน้าทีของดับที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของโปรตีน	192
รูปที่ 6-7 หน้าทีของดับที่เกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของไขมัน	194
รูปที่ 6-8 กลไกการทำให้น้ำดีเข้มข้นขึ้นโดยเซลล์เยื่อบุผนังน้ำดี	203
รูปที่ 6-9 วงจรการหมุนเวียนน้ำดีระหว่างดับกับลำไส้	204

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3-1 ส่วนประกอบของน้ำลาย	74