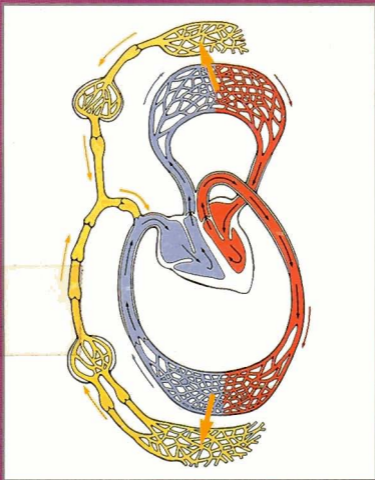




สรีรวิทยาของระบบไหลเวียน



บังอร ชมเดช

พิมพ์ครั้งที่ 3
ฉบับปรับปรุงเพิ่มเติม

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ (Introduction)	1
ความนำ	1
ส่วนประกอบของระบบไหลเวียน	5
1. หัวใจ	5
2. หลอดเลือด	5
3. หลอดน้ำเหลือง	9
เอกสารอ้างอิง	11
2 เลือดไหลเวียน น้ำเหลือง สารน้ำของสมองและไขสันหลัง (Circulating Blood, Lymph and Cerebrospinal Fluid)	13
เลือดไหลเวียน	13
โปรตีนในพลาสมา	14
เซลล์เม็ดเลือด	15
เซลล์เม็ดเลือดแดง	16
1. การผลิตเซลล์เม็ดเลือดแดง	18
2. ความผิดปกติของเซลล์เม็ดเลือดแดง	19
เซลล์เม็ดเลือดขาว	21
1. การผลิตเซลล์เม็ดเลือดขาว	22
2. คุณสมบัติของเซลล์เม็ดเลือดขาว	25
3. การอักเสบและการกีดกันทำอาย	26
เกล็ดเลือด	26
ความผิดปกติของการผลิตเซลล์เม็ดเลือด	27
1. เลือดจางเนื่องจากไขกระดูกฝ่อ	27
2. ความผิดปกติของการแบ่งตัวของเซลล์มัยอีลอยด์	27

	3. มะเร็งของเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิดมีแกรนูโลส	28
	น้ำเหลือง	28
1	สารน้ำของสมองและไขสันหลัง	29
1	เอกสารอ้างอิง (ตอนจบของภาค) กับศษ 1 ปี	31
1		ในภาค
บทที่ 3	คุณลักษณะทางฟิสิกส์ของระบบไหลเวียน	
8	(Physical Characteristics of Circulatory System)	33
8	ส่วนประกอบของเลือด	33
8	ความดันฮัยโดรสแตติก	34
11	ปริมาตรการไหลและความเร็วของการไหล	36
	เวลาการไหลเวียน	38
	ความสัมพันธ์ระหว่างความดันกับความเร็วของการไหล	39
11	(ความหนืดของของเหลว) η และ η_{sp}/c (ของเหลวใหม่)	40
11	ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตรการไหลและความต้านทาน	
11	ของหลอดเลือด	41
11	ปริมาตรการไหล	45
11	1. การเจือจางสารซีบอก	45
11	2. หลักการของ Fick	47
11	3. เครื่องวัดปริมาตรขณะไม่ให้เลือดดำไหลกลับ	47
11	4. เครื่องวัดปริมาตรการไหลอาศัยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	48
11	5. เครื่องวัดปริมาตรการไหลอาศัยการเคลื่อนที่ของเสียง	49
11	ความดัน	49
11	ความต้านทาน	51
11	ความสามารถในการยืดขยายตัวและความหยุ่นตาม	52
11	ความหยุ่นตามอย่างรีอของหลอดเลือด	53
11	ความดันเติมการไหลเวียน	54
11	เอกสารอ้างอิง	55

Unit 4 กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscle) 57

กล้ามเนื้อหัวใจ

1. คุณสมบัติทั่วไป

2. คุณสมบัติพิเศษหัวใจ

3. คุณสมบัติพลังงาน

คุณสมบัติของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ

1. ความสามารถกระตุ้น

2. ความสามารถหดตัว

3. ความสามารถนำ

4. ความเป็นจังหวะ

5. ความสามารถทนทาน

ความสัมพันธ์ระหว่างความทนทานและความ

การกระตุ้นโดยระบบหัวใจ

เส้นประสาทเลี้ยงหัวใจ

การจับตัวของหัวใจ

การประสานงานของกล้ามเนื้อหัวใจขณะหัวใจหยุด

เลือดหัวใจ

Unit 5 ศักยภาพหัวใจ (Action Potential of Heart) 71

ศักยะงาน SA node

ศักยะงาน AV node

ศักยะงาน AV node

การนำของศักยะงานไปทั่วระบบ Purkinje

การนำของศักยะงานไปทั่วกล้ามเนื้อหัวใจ

ความเร็วของการเคลื่อนที่ของศักยะงาน

เลือดหัวใจ

106	ผลของอิเล็กโทรลิตต่อการทำหน้าที่ของหัวใจ
105	4. การควบคุมปริมาตรเลือดออกจากหัวใจแต่ละครั้ง
104	3. การควบคุมอัตราการบีบตัวของหัวใจ
103	2. การควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ
101	1. การควบคุมโดยกลไกภายในหัวใจเอง
100	การควบคุมการทำหน้าที่ของหัวใจ
98	การวัดปริมาตรเลือดออกจากหัวใจต่อวินาที
97	เสียงหัวใจ
97	ความสัมพันธ์ระหว่างคลื่นไฟฟ้าหัวใจกับระบบควบคุมหัวใจ
96	4. ระยะแรกของการคลายตัว
95	3. การบีบตัวของหัวใจ
95	2. การบีบตัวของเอออร์ตา
94	1. ระยะท้ายของการคลายตัว
93	วงเวียนหัวใจ
93	บทที่ 7 หน้าที่ของหัวใจในการสูบฉีด (Cardiac Pumping Function)
91	เลอตาออร์บิง
90	3. เวลาต่อของระบบนำส่ง
90	2. เวลาต่อของระบบนำส่ง
88	1. เวลาต่อของระบบนำส่ง
88	หลักการวิเคราะห์ขนาดและทิศทางของแกนเฉลี่ยของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
85	2. การบันทึกโดยใช้หัวใจไฟฟ้าเดี่ยว
83	1. การบันทึกโดยใช้หัวใจ 2 ขั้ว
83	การวางขั้วไฟฟ้า
82	การบันทึกคลื่นไฟฟ้าหัวใจ
79	หลักการทั่วไป
79	บทที่ 6 คลื่นไฟฟ้าหัวใจ (Electrocardiogram)

261	การใช้ออกซิเจนของหัวใจ	107
261	เอกสารอ้างอิง	108
บทที่ 8 การไหลเวียนเลือดในหลอดเลือดแดง (Arterial and Arteriolar Circulation)		
261	ชีพจรความดันเลือดแดง	109
261	1. การคล้ำชีพจร	110
261	2. ความผิดปกติของชีพจร	113
261	ความดันเลือดแดง	114
261	1. ปัจจัยที่มีผลต่อความดันเลือดแดง	116
261	2. การเปลี่ยนแปลงของความดันเลือดแดงในสภาวะปกติ	117
261	3. การวัดความดันเลือดแดง	118
261	เอกสารอ้างอิง	122
บทที่ 9 การไหลเวียนเลือดในหลอดเลือดขนาดเล็ก (Microcirculation)		
261	การไหลเวียนเลือดในหลอดเลือดฝอย	129
261	ลักษณะโครงสร้างของหลอดเลือดฝอย	130
261	1. หลอดเลือดฝอยที่ผนังต่อเนื่องกัน	131
261	2. หลอดเลือดฝอยที่ผนังไม่ต่อเนื่องกัน	131
261	3. หลอดเลือดฝอยที่ผนังมีช่อง	132
261	พลังของหลอดเลือดฝอย	132
261	1. ความต้านฮัยดรอสแตติกของหลอดเลือดฝอย (P_{if})	133
261	2. ความดันคอลลอยด์ออสโมติกของหลอดเลือดฝอย (π_{if})	133
261	3. ความต้านฮัยดรอสแตติกของสารน้ำในโพรงระหว่างเนื้อเยื่อ (P_{if})	134
261	4. ความดันคอลลอยด์ออสโมติกของสารน้ำในโพรงระหว่างเนื้อเยื่อ (π_{if})	134

800	ความชื้นผ่านได้ของหลอดเลือดฝอย	135
801	การไหลเวียนของระบบน้ำเหลือง	136
	ภาวะบวม	139
	ปัจจัยป้องกันการเกิดภาวะบวม	141
802	การเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดภาวะบวม	142
803	ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะบวมกับเจลในเนื้อเยื่อ	144
804	เอกสารอ้างอิง	146
บทที่ 10 การไหลเวียนเลือดในหลอดเลือดดำ (Venous Circulation)		
811	ความต้านทานและความดันเลือดดำส่วนปลาย	149
812	ผลของแรงโน้มถ่วงโลกต่อความดันเลือดดำ	149
813	ปัจจัยที่ทำให้เลือดดำไหลกลับเข้าสู่หัวใจ	151
	1. การเคลื่อนไหวของทรงอกเพื่อการหายใจ	151
	2. แรงบีบตัวของหัวใจ	151
	3. แรงบีบตัวของหลอดเลือดดำ	153
	4. แรงบีบตัวของกล้ามเนื้อสาย	153
814	การวัดความดันเลือดดำ	154
815	แหล่งเก็บเลือดของร่างกาย	157
816	เอกสารอ้างอิง	158
บทที่ 11 การควบคุมความดันเลือดแดง		
821	(Regulation of Arterial Blood Pressure)	159
822	กลไกที่ตอบสนองอย่างรวดเร็ว	161
	1. กลไกของระบบประสาท	161
	2. กลไกของฮอโมนและสารเคมี	171
	3. กลไกของผนังหลอดเลือด	174
823	กลไกที่ตอบสนองระยะยาว	175
	1. ระบบไตและสารน้ำในร่างกาย	176

๑๐๘	2. ระบบฮอร์โมนอัลโดสเตอโรน	176
๑๑๕	ค. เอกสารอ้างอิง	177
๑๑๖	บทที่ 12 การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือด	
๑๑๖	(Regulation of Blood Flow)	179
๑๑๖	การควบคุมเฉพาะที่	180
๑๑๖	1. การควบคุมเฉพาะที่ในระยะเฉียบพลัน	182
๑๑๖	2. การควบคุมเฉพาะที่ในระยะยาว	185
๑๑๖	การควบคุมจากระบบประสาท	186
๑๑๖	1. เส้นประสาทนำกระแสประสาทมายังหลอดเลือด	187
๑๑๖	2. การควบคุมจากต่อมหมวกไตส่วนเมดัลลา	190
๑๑๖	3. การติดต่อกับสมองส่วนบน	190
๑๑๖	4. การควบคุมโดยรีเฟล็กซ์	192
๑๑๖	การควบคุมโดยฮอร์โมนและสารเคมี	194
๑๑๖	เอกสารอ้างอิง	198
๑๑๖	บทที่ 13 การไหลเวียนเลือดผ่านปอด (Pulmonary Circulation)	199
๑๑๖	ความดันเลือด ปริมาตรการไหล และความต้านทานการไหล	200
๑๑๖	1. ความดันเลือดภายในปอด	201
๑๑๖	2. ปริมาตรการไหลของเลือดภายในปอด	202
๑๑๖	3. ความต้านทานของหลอดเลือดภายในปอด	202
๑๑๖	แหล่งเก็บเลือดและการกระจายเลือดภายในปอด	202
๑๑๖	ผลของความดันภายนอกปอด	203
๑๑๖	ผลทางกลศาสตร์	203
๑๑๖	ผลของแรงโน้มถ่วงโลก	204
๑๑๖	ผลของวงจรการหายใจต่อการไหลเวียนเลือดผ่านปอด	205
๑๑๖	พลวัตของปอด	207
๑๑๖	ภาวะบวมในปอด	209

XXI	ปัจจัยป้องกันการเกิดภาวะบวมในปอด	209
XXI	ผลของการเพิ่มความดันเอเทรียมซ้ายต่อความดันเลือดภายในปอด	210
	พยาธิสภาพที่ขัดขวางการไหลเวียนเลือดผ่านปอด	212
	การควบคุมการไหลเวียนเลือดภายในปอด	213
XXI	1. ระบบประสาท	213
XXI	2. ผลของก๊าซในถุงลมปอด	214
XXI	3. ผลของสารที่ทำให้หลอดเลือดหดตัว	214
XXI	เอกสารอ้างอิง	216
XXII	บทที่ 14 การไหลเวียนเลือดของโคโรนารีรี (Coronary Circulation)	217
XXII	การไหลเวียนเลือดในกล้ามเนื้อหัวใจ	218
XXII	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดโดยกลไกเฉพาะที่	220
XXII	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากระบบประสาท	220
XXII	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากรีเฟล็กซ์	221
XXII	1. Baroreceptor Reflex	221
XXII	2. Chemoreceptor Reflex	221
XXII	3. Cold pressure Reflex	222
XXII	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากฮอโมนและสารเคมี	222
XXII	โรคหลอดเลือดโคโรนารีรี	222
XXII	การไหลเวียนเลือดขณะออกกำลังกาย	223
XXII	เอกสารอ้างอิง	225
XXIII	บทที่ 15 การไหลเวียนเลือดของสมอง (Cerebral Circulation)	227
XXIII	ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาตรการไหลของเลือดในสมอง	228
XXIII	1. ความดันเลือดเลี้ยงสมอง	228
XXIII	2. คาร์บอนไดออกไซด์	230
XXIII	3. ออกซิเจน	231
XXIII	4. การเมตาบอลิซึม	231

5. ฮีมาโตคริต	231
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในสมอง	232
1. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากการเมตาบอลิซึม	232
2. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากระบบประสาท	234
3. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดเฉพาะที่จากกล้ามเนื้อ	235
ความสำคัญของคลินิก	235
เอกสารอ้างอิง	236
บทที่ 16 การไหลเวียนเลือดของผิวหนัง (Circulation of Skin)	237
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในผิวหนัง	239
1. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากระบบประสาท	239
2. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากรีเฟล็กซ์	241
3. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดเฉพาะที่	242
การไหลเวียนเลือดดำของผิวหนัง	243
การควบคุมความดันเลือดขณะได้รับความร้อนอย่างรุนแรง	244
การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของหลอดเลือด	245
เอกสารอ้างอิง	246
บทที่ 17 การไหลเวียนเลือดของกล้ามเนื้อลาย (Circulation of Skeletal Muscle)	247
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดเฉพาะที่	247
1. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดขณะพัก	248
2. การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดขณะทำหน้าที่	248
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากระบบประสาท	249
1. ระบบประสาทแอดเรเนนोजิต	249
2. ระบบประสาททำให้หลอดเลือดขยายตัว	250
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดจากรีเฟล็กซ์	251

180	1. Baroreceptor Reflex	251
180	2. Chemoreceptor Reflex	251
180	3. การออกกำลังกาย	252
180	4. อารมณ์	252
180	5. อุณหภูมิของร่างกาย	253
180	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในหลอดเลือดดำ	253
180	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดขณะออกกำลังกาย	254
	1. การควบคุมเฉพาะที่	254
	2. การควบคุมจากระบบประสาท	254
180	เอกสารอ้างอิง	256
180	บทที่ 18 การไหลเวียนเลือดของอวัยวะภายใน (Splanchnic Circulation)	257
180	การไหลเวียนเลือดในตับ	258
180	การไหลเวียนเลือดในกระเพาะอาหารและลำไส้	260
180	ความดันในหลอดเลือดดำปอร์ทัล	260
180	การไหลเวียนเลือดในม้าม	261
180	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในอวัยวะภายใน	261
	1. การควบคุมจากระบบประสาท	261
	2. การควบคุมเฉพาะที่	262
180	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดดำ	262
180	การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในลำไส้	262
180	1. การควบคุมเฉพาะที่จากการเมตาบอลิซึมและทางกลศาสตร์	262
180	2. การควบคุมจากฮอร์โมน	263
180	3. การควบคุมจากระบบประสาท	263
180	การไหลเวียนเลือดหลังรับประทานอาหาร	264
180	ผลของการไหลเวียนเลือดต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด	265
	4. การเผาผลาญไขมัน	265

การเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนเลือดในภาวะช็อก	265
ความดันสูงในระบบปอร์ทัล	265
เอกสารอ้างอิง	267

บทนำ
Introduction

บทที่ 19 การไหลเวียนเลือดของไต (Renal Circulation) 269

ปริมาตรการไหลของเลือดและการใช้ออกซิเจน	273
การควบคุมปริมาตรการไหลของเลือดในไต	274
1. การควบคุมภายในไต	274
2. การควบคุมจากภายนอกไต	276
3. การประสานกันระหว่างการควบคุมภายในและภายนอกไต	276
การวัดปริมาตรการไหลของเลือดเข้าสู่ไต	278
1. ระเบียบวิธีการชำระสารของไต	278
2. ระเบียบวิธีการใช้เครื่องไฟฟ้า	279
การกระจายของเลือดภายในไต	279
เอกสารอ้างอิง	280

บทที่ 20 การไหลเวียนเลือดของทารกในครรภ์ (Fetal Circulation) 281

รก	282
การไหลเวียนเลือดของทารก	282
การหายใจของทารก	284
การเปลี่ยนแปลงปริมาตรการไหลของเลือดและการหายใจ	285
ขณะแรกคลอด	285
ความผิดปกติของทารกหลังคลอด	287
เอกสารอ้างอิง	288

คำศัพท์ 289

ดัชนี 335