

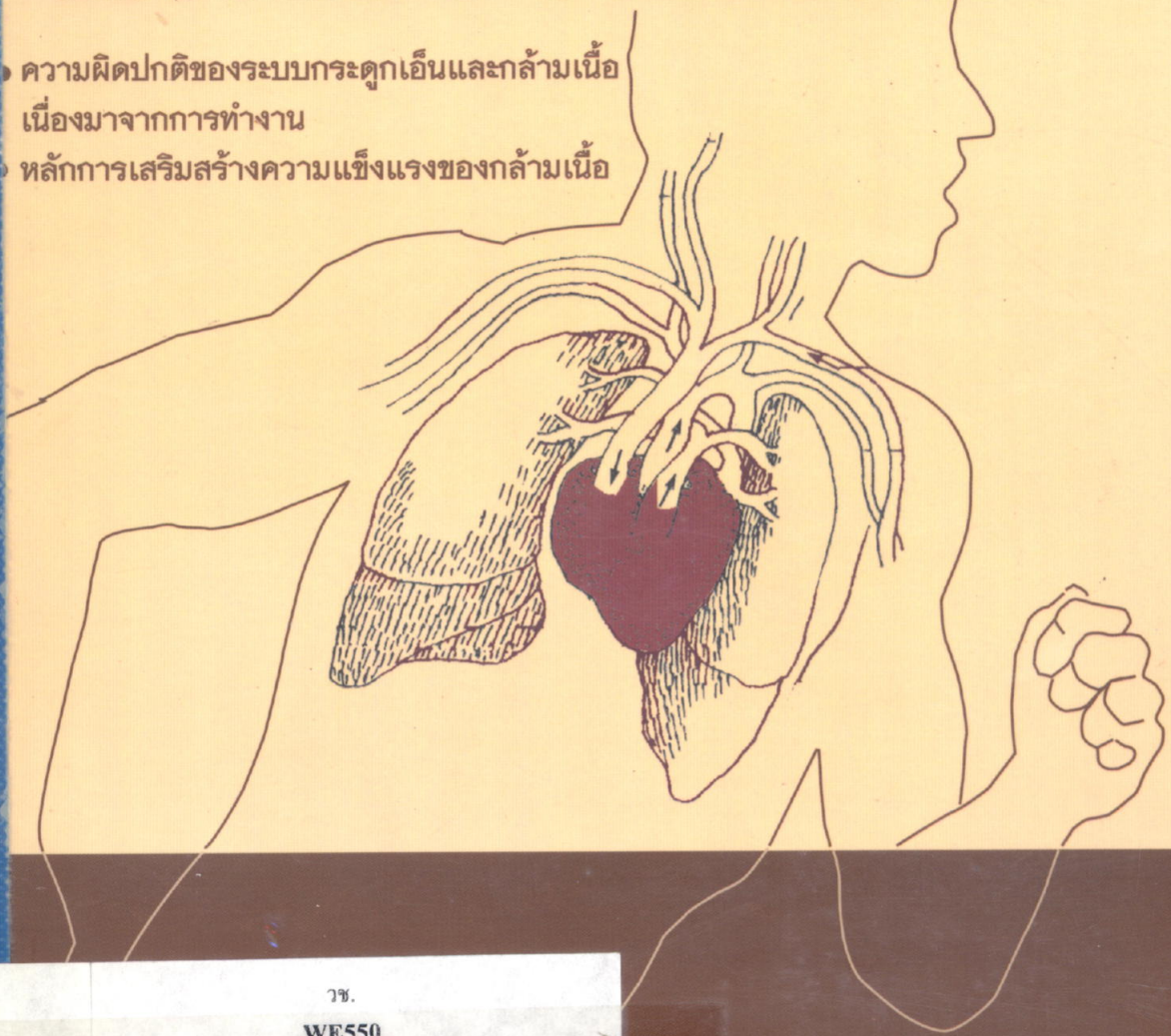


สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยรังสิต



สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ

- ความผิดปกติของระบบกระดูกเอ็นและกล้ามเนื้อ
เนื่องมาจากการทำงาน
- หลักการเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ



วช.

WE550

สรีรวิทยาระบบกล้ามเนื้อ



* B 0 0 3 4 2 7 6 *

ห้องสมุด วทบ นครราชสีมา

ผศ.ดร.พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์

ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 ระบบกล้ามเนื้อ

1. กล้ามเนื้อลาย skeletal muscle	1
1.1 โครงสร้างและการจัดเรียงตัว	1
1.1.1 ลายของกล้ามเนื้อ	2
1.1.2 ชื่อเรียกส่วนประกอบของเซลล์กล้ามเนื้อ	4
1.1.3 ระบบเยื่อหุ้มที่มีลักษณะเป็นท่อ (Sarcotubular ของ SR)	5
1.2 องค์ประกอบทางชีวเคมีของเส้นใยฝอยของกล้ามเนื้อ	6
1.2.1 โปรตีนโครงสร้าง	6
1.2.2 โปรตีนที่ทำหน้าที่หดตัว	7
เส้นใยฝอยของกล้ามเนื้อแบบบาง (thin filament)	7
เส้นใยฝอยของกล้ามเนื้อแบบหนา (thick filament)	8
1.3 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย	10
1.3.1 ระดับศักย์ไฟฟ้าที่กระตุ้นกล้ามเนื้อ	11
1.3.2 มอเตอร์ยูนิตของกล้ามเนื้อ (Motor unit)	11
1.4 การเข้าและการหดตัวของกล้ามเนื้อ Excitation contraction coupling (ECC)	12
1.4.1 จุดประสานประสาทและกล้ามเนื้อ (Neuromuscular junction, NMJ)	12
1.4.2 การสร้างและหลั่งอะเซทิลโคลีนที่บริเวณNMJ	13
1.4.3 ผลของอะเซทิลโคลีนบนเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อต่อการเปิดช่องไอออน	15
1.4.4 เอ็นเพลทโพเทนเชียลและการกระตุ้นเส้นใยกล้ามเนื้อ	16
1.4.5 การทำลายอะเซทิลโคลีนที่หลังจากปลายประสาท	16
1.4.6 ปัจจัยปลอดภัยสำหรับการส่งผ่านสารสื่อประสาทที่บริเวณจุดประสานประสาทและกล้ามเนื้อ	17
1.4.7 การกระจายศักย์ทำงานเข้าสู่เส้นใยกล้ามเนื้อทางท่อตามขวาง	17
1.4.8 การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและการหดตัวของกล้ามเนื้อ	18
1.4.9 การคลายตัวของกล้ามเนื้อ	18
1.4.10 แคลเซียมพัลส์ (pulse) ช่วงระยะเวลาการปล่อยและดูดกลับแคลเซียมไอออน	19
1.5 กลไกการหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อระดับโมเลกุล (Cross bridge cycle)	19
1.5.1 กลไกการเลื่อนซ้อนกันขณะที่กล้ามเนื้อหดตัว	20
1.5.2 สรุปลักษณะการหดตัวของกล้ามเนื้อ	21
1.6 คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อ	23
1.6.1 Muscle twitch	23
1.6.2 แรงการหดตัวของกล้ามเนื้อ	23
1.6.3 ชนิดของการหดตัว:	26

ความล้มพันธ์ระหว่างแรงและความเร็วในการหดตัว	26
ความล้มพันธ์ระหว่างความยาวและแรงในการหดตัว	28
1.6.4 ความยาวของซาร์โคเมอร์และการสร้างแรงดึงของกล้ามเนื้อ	29
1.6.5 ส่วนที่มีความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ	31
1.6.6 ลักษณะเฉพาะในการหดตัวของกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ	31
1.7 พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อลาย	32
1.7.1 แหล่งพลังงานของกล้ามเนื้อ	32
1.7.2 ประสิทธิภาพการหดตัวของกล้ามเนื้อ	34
1.7.3 ภาวะขาดออกซิเจนในกล้ามเนื้อ The oxygen dept Mechanism	34
1.7.4 ความร้อนที่เกิดในกล้ามเนื้อ	36
1.8 คุณสมบัติของเส้นใยกล้ามเนื้อ	37
1.8.1 ชนิดของเส้นใยกล้ามเนื้อ	37
1.8.2 ผลของการฝึกกล้ามเนื้อ	40
1.8.3 การปรับขนาดของกล้ามเนื้อ	41
1.9 กล้ามเนื้อดำ	41
1.10 ความผิดปกติของกล้ามเนื้อ	42
1.10.1 ความผิดปกติที่รหัสพันธุกรรม	43
1.10.2 ระบบภูมิคุ้มกันผิดปกติ	43
1.10.3 เส้นประสาทถูกตัดขาด (Denervation)	44
1.10.4 Rigor Mortis	45
1.11 กลุ่มการทำงานของมัดกล้ามเนื้อ	45
1.12 โทนของกล้ามเนื้อ (Muscle tone)	46
1.13 ยาที่เกี่ยวข้องกับการหดตัวของกล้ามเนื้อ	46
2. กล้ามเนื้อหัวใจ Cardiac muscle	48
2.1 โครงสร้างและการจัดเรียงตัว	48
ชนิดของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ	49
2.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของกล้ามเนื้อหัวใจ	50
ศักยภาพทำงานของเซลล์กล้ามเนื้อหัวใจชนิดที่ทำหน้าที่หดตัว	50
ศักยภาพทำงานของเซลล์เพชเมเกอร์ (ตอบสนองช้า slow response)	51
ศักยภาพทำงานของเซลล์ที่ทำหน้าที่หดตัว	53
2.3 การเข้าและการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ Excitation contraction coupling	53
2.4 คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อหัวใจ	55
ความล้มพันธ์ระหว่างความยาวและ แรงการหดตัว	55
2.5 Positive inotropic	56
นอร์อีพิเนพริน	56
Digitalis	56
2.6 พลังงานในการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจ	56

2.7	ทิศทางการเคลื่อนที่ของศักย์ไฟฟ้าหัวใจและคลื่นไฟฟ้าหัวใจ	57
3.	กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth Muscle)	59
3.1	โครงสร้างและการจัดเรียงตัว โปรตีนที่ทำหน้าที่หด	59 60
3.2	ชนิดของกล้ามเนื้อเรียบ	60
3.3	คุณสมบัติทางไฟฟ้าและเคมีของกล้ามเนื้อเรียบ ศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์และศักย์ทำงาน คลื่นช้าและคลื่นยอดแหลม ในกล้ามเนื้อเรียบชนิด unitary ความสำคัญของช่องแคลเซียม (Ca^{2+} channel) ในการทำให้เกิดศักย์ทำงาน	61 61 62 63
	พื้นฐานทางเคมีสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ	63
	พื้นฐานทางกายภาพสำหรับการหดตัวของกล้ามเนื้อ	63
3.4	การเข้าและการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ Excitation contraction coupling ; ECC จุดประสานระหว่างประสาทและกล้ามเนื้อ การส่งผ่านสารสื่อประสาทในกล้ามเนื้อเรียบ	64 64 65
3.5	คุณสมบัติทางกลศาสตร์ของกล้ามเนื้อเรียบ อัตราการเกิดวงจรครอสบริดจ์ของกล้ามเนื้อ การเริ่มหดตัวและคลายตัวที่ช้าในกล้ามเนื้อเรียบ แรงในการหดตัว กลไกของแลทช์ (latch) การตอบสนองต่อแรงยืด Stress - Relaxation of smooth muscle	66 67 67 68 68 68
3.6	ความต้องการพลังงานในการหดตัว	69
3.7	การควบคุมระดับแคลเซียมของกล้ามเนื้อเรียบ	70
3.8	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบ สารสื่อประสาทชนิดกระตุ้นและยับยั้ง การตอบสนองต่อฮอริโมนและสารเคมี การตอบสนองต่อปัจจัยเฉพาะที่ (local tissue factor) การเกิดดีโพลาไรเซชันของศักย์ไฟฟ้าเยื่อหุ้มเซลล์กล้ามเนื้อเรียบชนิดมัลติยูนิต ความแตกต่างของกล้ามเนื้อชนิดต่างๆ	71 71 71 73 74 74

บทที่ 2 ระบบกระดูก

2.1	โครงสร้างของกระดูก	76
	periosteum และ endosteum	78
	เซลล์กระดูก	78
	ประสาทและเลือดที่เลี้ยงกระดูก	78
	การแบ่งชนิดของกระดูก	79
	กระดูกยาว	80
	กระดูกสั้น	80

กระดูกแบน	80
กระดูกรูปแปลก	80
2.2 หน้าที่ของกระดูก	80
2.3 การเจริญการปรับแต่งและการสร้างกระดูก	81
การเจริญของกระดูก	81
การปรับแต่งกระดูก	81
การสร้างกระดูก	82
2.4 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสร้างกระดูก	83
แคลเซียม ฟอสฟอรัส	83
ฟอสฟอรัส	85
วิตามินดี	85
ฮอร์โมนไทรอยด์และพาราไทรอยด์	85
คัลซิโทนิน	86
ฮอร์โมนเพศ	86
ฮอร์โมนเพื่อการเจริญเติบโต growth	86
การดื่มน้ำหนัก	86
ปัจจัยอื่นๆ	87
2.5 โครงสร้างและหน้าที่ของกระดูกอ่อน	87
2.6 โครงสร้างปกติและหน้าที่ของข้อต่อ	89
ข้อต่อ Cartilaginous	89
ข้อต่อ fibrous	90
ข้อต่อ synovial	90
2.7 เอ็นยึดข้อและเอ็น	93
บทที่ 3 พยาธิสรีรวิทยาของกระดูกและกล้ามเนื้อ	
3.1 Myasthenia gravis (MG)	94
ระบาดวิทยา	94
อาการทางคลินิก	94
ปัจจัยที่เร่งการให้อาการ MG กำเริบ	94
พยาธิสรีรวิทยา	94
การวินิจฉัย	96
การรักษา	96
3.2 Gout (เก๊าท์)	96
พยาธิสรีรวิทยา	97
สาเหตุหลักของภาวะ hyperuricemia	99
3.3 กระดูกหัก	100
ชนิดของกระดูก และพยาธิวิทยาที่เกี่ยวข้อง	101
อาการทางคลินิกของกระดูก	101

ขั้นตอนการสมานกระดูก	102
ปัจจัยที่ส่งผลต่อการสมานกระดูก	103
3.4 Rheumatoid Arthritis (RA) ข้ออักเสบรูมาตอยด์	105
สาเหตุการเกิด RA	105
โปรตีนที่ทำหน้าที่ในระบบภูมิคุ้มกัน	105
อาการทางคลินิก	108
การรักษา	109
3.5 ข้อเสื่อมอักเสบ Osteoarthritis	110
ปัจจัยเสี่ยง	110
ชนิดของข้อเสื่อม	110
พยาธิสรีรวิทยา	111
อาการทางคลินิก	112
การรักษา	113
บทที่ 4 ความผิดปกติระบบกระดูกกล้ามเนื้อเนื่องจากการทำงาน	
4.1 ลักษณะธรรมชาติของการบาดเจ็บ	116
4.2 อัตราการพบผู้ป่วย CTDs	117
4.3 การวินิจฉัยสาเหตุของโรคระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ	120
4.4 การบาดเจ็บส่วนของร่างกายตอนบนและแขนอันเนื่องมาจากการใช้งานมากเกินไป	121
แขน	122
หัวไหล่	123
แขนท่อนบน	123
แขนท่อนล่าง	123
ข้อมือ มือ และนิ้วมือ	123
4.5 การบาดเจ็บของข้อต่อและกล้ามเนื้อ	124
4.6 การบาดเจ็บของเอ็นยึดข้อและถุงน้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อ ligament & bursa	126
ความแตกต่างระหว่าง CTDs, strains and sprains ที่พบโดยทั่วไป	126
ความผิดปกติของเอ็น	127
Tendinitis เอ็นอักเสบ	127
Tenosynovitis	127
A ganglionic cyst	128
Unsheathed tendon	128
Golfer's elbow (medial epicondylitis)	129
4.7 ความผิดปกติของเอ็นหัวไหล่	129
4.8 ความผิดปกติของเส้นประสาท	130
Neurovascular disorder	131
Vibration syndrome	132
4.9 การวัดและประเมินความสามารถของกล้ามเนื้อ	133

4.9.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	133
4.9.2 การประเมินภาระงานกล้ามเนื้อขณะทำงาน	135
บทที่ 5 การเสริมสร้างสมรรถภาพการทำงานของกล้ามเนื้อ	139
5.1 หลักการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	140
ความแข็งแรงแบบ (general strength)	140
การฝึกความแข็งแรงที่เฉพาะ (specific strength)	140
ความแข็งแรงสูงสุด (maximum strength)	140
พลังกล้ามเนื้อ (muscle power)	140
ความแข็งแรงสมบูรณ์ (absolute strength; AS)	140
ความแข็งแรงสัมพันธ์ (relative strength; RS)	140
ความแข็งแรงสำรอง (strength reserve)	140
5.2 การปรับตัวของกล้ามเนื้อจากการฝึกความแข็งแรง	141
การปรับทางกายวิภาค	141
การปรับตัวของระบบประสาท	141
การปรับตัวจากการประสานการทำงานระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ	141
5.3 โปรแกรมการเสริมสร้างสมรรถภาพกล้ามเนื้อ	142
5.4 ผลการปรับตัวของกล้ามเนื้อจากการฝึกด้วยวิธีต่างๆ	143
5.5 แนวทางปฏิบัติที่สำคัญในการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ	144
1. เสริมสร้างข้อต่อให้มีความยืดหยุ่น	144
2. เสริมสร้างความแข็งแรงให้กับเอ็น	144
3. เสริมสร้างกล้ามเนื้อแกนกลางของลำตัว	144
4. เสริมสร้างกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ stabilizers	146
5. การฝึกเคลื่อนที่	148