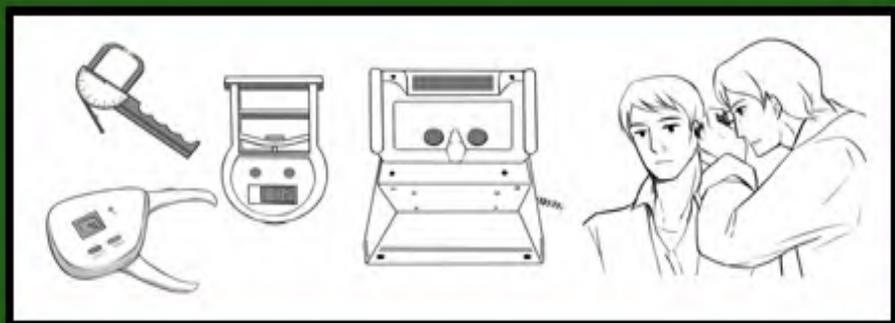
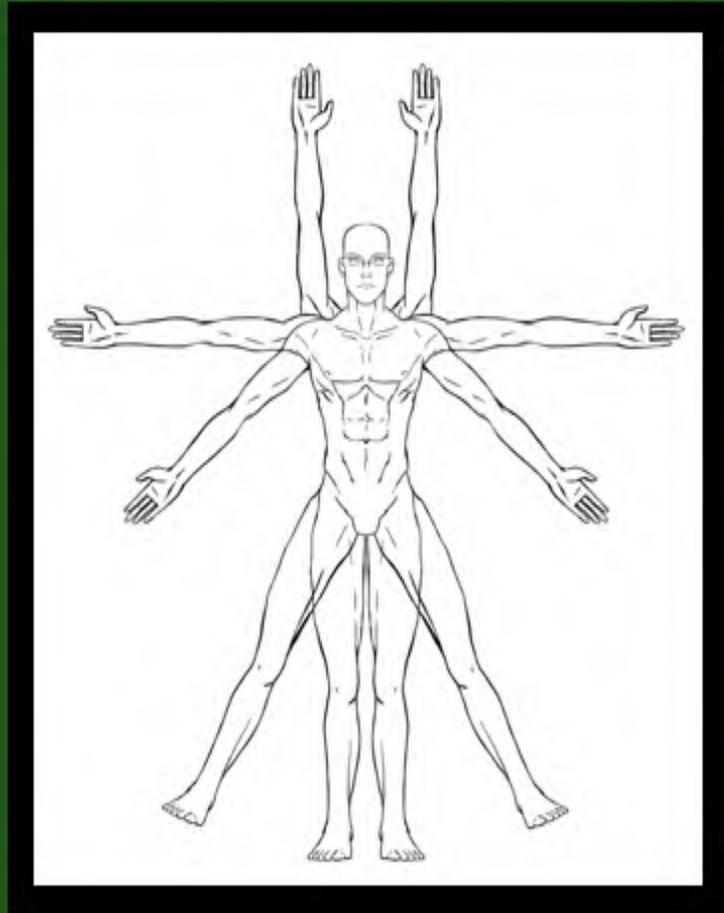




# สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์

## WORK PHYSIOLOGY AND ERGONOMICS



รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ชายเกลี้ยง  
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์  
Work Physiology and Ergonomics  
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2562)

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา ชายเกลี้ยง

สาขาวิชานาฏยศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์  
(Work Physiology and Ergonomics)

ราคา 300 บาท

สงวนลิขสิทธิ์

โดย รศ. ดร. สุนิสา ขายเกลี้ยง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2557

ห้ามทำการลอกเลียนไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้  
นอกจากได้รับอนุญาตอย่างเป็นทางการเป็นลายลักษณ์อักษร

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์.--พิมพ์ครั้งที่ 1.ขอนแก่น : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น,  
2557.

193 หน้า: ภาพประกอบ

1. สรีรวิทยาการทำงาน 2. การยศาสตร์ (1). ชื่อเรื่อง.

ISBN:978-616-374-044-1

จัดพิมพ์โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. สุนิสา ขายเกลี้ยง

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิมพ์ครั้งที่ 1 (พ.ศ. 2557) จำนวน 500 เล่ม

พิมพ์ครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2562) (ฉบับปรับปรุง)

จำนวน 500 เล่ม

โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น

## คำนำ

ตำราเล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา 517305 สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์ (Work Physiology and Ergonomics) ซึ่งเป็นวิชาบังคับสำหรับนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย และสาขาวิชาเอกคู่วิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม-อาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยมีการปรับปรุงเนื้อหาจากเอกสารประกอบการสอนมาอย่างต่อเนื่อง ให้ความครบถ้วนสมบูรณ์ตามคำอธิบายรายวิชาและเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ให้นักศึกษาทั้งระดับปริญญาตรี หรือปริญญาโทที่เรียนในหัวข้อที่เกี่ยวข้องสามารถค้นคว้าและศึกษาได้เอง โดยได้เพิ่มเติมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในส่วนของบรรณานุกรมแต่ละเรื่อง ซึ่งนักศึกษาสามารถค้นคว้าหาอ่านรายละเอียดเพิ่มเติมได้เอง เพื่อเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์มากขึ้น

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษา หรือผู้อ่านทั่วไปที่ต้องการเรียนรู้หลักทางสรีรวิทยาการทำงานและหลักการทางยศาสตร์เพื่อการประยุกต์ใช้ในวิชาชีพสาธารณสุข ศาสตร์อาชีวอนามัยและความปลอดภัย และชีวิตประจำวันได้ ประโยชน์ของตำราเล่มนี้ ผู้เขียนขอขอบแต่ครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนมา จนเกิดองค์ความรู้และเกิดปัญหาในการสร้างสรรค์ผลงานทั้งวิชาการและการวิจัย ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการเรียบเรียง ขอขอบคุณผลงานรูปวาดในเล่มนี้ทั้งหมดจากคุณเมธินี ครุสันธิ์ ขอขอบคุณนักศึกษาทุกระดับชั้นปริญญาตรีและปริญญาโทที่มีส่วนในการปรับปรุงเอกสาร รวมทั้งแรงบันดาลใจ กำลังใจ และข้อเสนอแนะในการจัดทำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ ทั้งนี้ผู้เขียนพร้อมที่จะรับข้อเสนอแนะทุกประการจากผู้อ่านทุกท่านที่จะช่วยให้ตำราเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้นไป

สุนิสา ชายเกลี้ยง

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์ ม. ขอนแก่น

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 .....	1
สรีรวิทยาและการเคลื่อนไหว.....	1
1.1. ความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ.....	1
1.2. กายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลัง.....	1
1.3. ชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว.....	6
บทที่ 2 .....	9
ความผิดปกติทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ.....	9
2.1. การบาดเจ็บของระบบกระดูกและข้อ.....	9
2.2. ความผิดปกติของระบบกระดูกและกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงาน .....	10
2.3. โรคของระบบประสาทที่เกิดจากการทำงาน.....	12
2.4. โรคของกระดูกและข้อ กล้ามเนื้อและระบบประสาทที่มีผลต่อการทำงาน .....	12
2.5. ประเภทของการทำงานที่ก่อให้เกิดโรคและความผิดปกติในระบบการเคลื่อนไหว.....	13
บทที่ 3 .....	17
การทดสอบสมรรถภาพทางกาย .....	17
3.1. ความหมายของสมรรถภาพทางกาย.....	17
3.2. องค์ประกอบของสมรรถภาพทางกาย .....	17
3.3. การทดสอบสมรรถภาพทางกาย (Physical fitness test) .....	19
3.4. การทดสอบสมรรถภาพทางกายด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์การกีฬา.....	21
3.5. ไบบันท์ที่ผลการทดสอบสมรรถภาพทางกาย.....	37
บทที่ 4 .....	39
การตรวจสมรรถภาพปอด.....	39
4.1. ประเภทของการตรวจสมรรถภาพปอด .....	39
4.2. การวัดความจุและความสามารถของปอด .....	40
4.3. สไปโรเมตรี (Spirometry).....	41
4.4. ชนิดของ Spirometer.....	45
4.5. วัตถุประสงค์การทำ Spirometry .....	46
4.6. ขั้นตอนการทำ Spirometry.....	46
บทที่ 5 .....	57
การได้ยินและการตรวจสมรรถภาพการได้ยิน .....	57
5.1. ส่วนประกอบของหู.....	57
5.2. การได้ยินเสียง.....	58
5.3. การตรวจระดับการได้ยิน .....	60

## สารบัญ (ต่อ)

5.4. ประเภทของความสูญเสียการได้ยิน.....	61
5.5. สาเหตุของการสูญเสียการได้ยิน.....	63
5.6. การสูญเสียการได้ยินเนื่องจากเสียงดัง (Noise induced hearing loss).....	64
5.7. การรักษาการไม่ได้ยิน.....	65
5.8. สมรรถภาพการได้ยิน.....	65
5.9. การตรวจสมรรถภาพการได้ยิน.....	67
5.10. การตรวจสมรรถภาพการได้ยินในสถานประกอบการ.....	73
บทที่ 6.....	81
สายตาและการตรวจสมรรถภาพสายตา.....	81
6.1. ตา.....	81
6.2. ความผิดปกติของการมองเห็นที่มักพบในคนทำงาน.....	82
6.3. ปัญหาทางตาจากการประกอบอาชีพ.....	85
6.4. สมรรถภาพการมองเห็น.....	85
6.5. สายตากับลักษณะงาน.....	87
6.6. การตรวจสมรรถภาพสายตา.....	87
6.7. การใช้เครื่อง TITMUS 2a VISION TESTER.....	89
บทที่ 7.....	109
การยศาสตร์ (Ergonomics).....	109
7.1. ความหมายและความสำคัญของการยศาสตร์.....	109
7.2. การใช้หลักการยศาสตร์ในองค์กร.....	112
7.3. ผลกระทบจากภาวะเสี่ยงทางการยศาสตร์.....	113
7.4. หลักการพื้นฐานทางด้านการยศาสตร์.....	116
7.5. บทบาทของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการยศาสตร์การทำงาน.....	134
7.6. กรณีศึกษาการดำเนินงานด้านการยศาสตร์ในสถานประกอบการ.....	136
บทที่ 8.....	143
การประเมินการสัมผัสปัจจัยด้านการยศาสตร์.....	143
8.1. หลักการประเมินการสัมผัสปัจจัยด้านการยศาสตร์.....	143
8.2. การประเมินโดยใช้ Rapid Upper Limb Assessment.....	147
8.3. ลักษณะท่าทางที่ดี.....	158
8.4. การยกของด้วยร่างกาย.....	159
บทที่ 9.....	163
ความเครียดจากการทำงาน (Work stress).....	163

## สารบัญ (ต่อ)

9.1. ความหมายของความเครียด .....	163
9.2. ความหมายของความเครียดจากการทำงาน .....	163
9.3. รูปแบบความเครียดจากการทำงาน (Model on job stress).....	166
9.4. ปัจจัยที่ทำให้เกิดความเครียด .....	170
9.5. ผลกระทบของความเครียดจากการทำงานต่อสุขภาพ.....	171
9.6. ปฏิกริยาการปรับตัวและผลกระทบของความเครียดต่อสุขภาพ.....	173
9.7. กระบวนการจัดการความเครียด.....	173
9.8. การประเมินความเครียดจากการทำงาน .....	174
บทที่ 10 .....	179
แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการทำงาน (Work ability).....	179
10.1. ความเป็นมาและความหมายของความสามารถในการทำงาน.....	179
10.2. โครงสร้างและองค์ประกอบของความสามารถในการทำงาน .....	179
10.3. แรงงานกับการเจ็บป่วย .....	181
10.4. การประเมินความสามารถในการทำงาน .....	182
10.5. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ WAI.....	183
10.6. แนวคิดเกี่ยวกับการมีส่วนร่วม .....	184
10.7. รูปแบบการมีส่วนร่วม .....	184
บทที่ 11 .....	187
การทำงานเป็นกะกับสุขภาพและความปลอดภัย .....	187
11.1. ความเป็นมา.....	187
11.2. ระบบหมุนกะ.....	187
11.3. ผลกระทบของการทำงานเป็นกะ.....	187
11.4. โรคประจำตัวที่มีผลต่อการทำงานเป็นกะ .....	187
11.5. ข้อเสนอแนะในการทำงานเป็นกะ .....	189
Index.....	189
ประวัติผู้เขียน.....	195

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 กระดูกสันหลังและเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง.....	2
ภาพที่ 1.2 ส่วนประกอบของกระดูกสันหลัง (Vertebrae).....	3
ภาพที่ 1.3 ช่องผ่านสำหรับเส้นประสาทและข้อต่อกระดูกสันหลัง.....	4
ภาพที่ 1.4 เอ็นยึดของกระดูกสันหลังส่วนคอ.....	5
ภาพที่ 3.1 อุปกรณ์การวัดไขมันใต้ผิวหนัง.....	23
ภาพที่ 3.2 การวัดไขมันใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหน้า.....	24
ภาพที่ 3.3 การวัดไขมันใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อต้นแขนด้านหลัง.....	25
ภาพที่ 3.4 การวัดไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้กระดูกสะบักหลัง.....	26
ภาพที่ 3.5 การวัดไขมันใต้ผิวหนังบริเวณเหนือกระดูกเชิงกราน.....	26
ภาพที่ 3.6 อุปกรณ์และการวัดแรงบีบมือ.....	28
ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์และการวัดความอ่อนตัว.....	30
ภาพที่ 3.8 อุปกรณ์และการวัดแรงเหยียดขา.....	32
ภาพที่ 3.9 อุปกรณ์และการวัดแรงเหยียดหลัง.....	33
ภาพที่ 3.10 การวัดสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน.....	35
ภาพที่ 4.1 Spirogram.....	41
ภาพที่ 4.2 Flow-volume curve.....	42
ภาพที่ 4.3 Flow-volume loop.....	43
ภาพที่ 4.4 ขั้นตอนการแปลผล.....	50
ภาพที่ 5.1 ส่วนประกอบของหู.....	58
ภาพที่ 5.2 การได้ยินเสียง.....	59
ภาพที่ 5.3 คอเคลีย.....	60
ภาพที่ 5.4 การตรวจสอบสมรรถภาพของการได้ยิน.....	68
ภาพที่ 5.5 การตรวจโดยใช้โอโตสโคป (Otoscopy).....	68
ภาพที่ 5.6 Audiogram.....	71
ภาพที่ 6.1 ส่วนประกอบของตา.....	81
ภาพที่ 6.2 เครื่อง TITUMUS 2a VISION TESTER.....	89
ภาพที่ 6.3 แป้นควบคุมการทำงาน The TITMUS 2a micro digital remote control.....	90
ภาพที่ 6.4 แบบฟอร์มการตรวจสอบสมรรถภาพการมองเห็น.....	94
ภาพที่ 6.5 การทดสอบหมายเลข 1.....	96
ภาพที่ 6.6 การทดสอบหมายเลข 2.....	97
ภาพที่ 6.7 การทดสอบหมายเลข 5.....	98

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 6.8 การทดสอบหมายเลข 6.....	99
ภาพที่ 6.9 การทดสอบหมายเลข 7.....	100
ภาพที่ 6.10 การทดสอบหมายเลข 8.....	100
ภาพที่ 6.11 ตัวอย่างแผ่นงาน.....	103
ภาพที่ 7.1 หน่วยที่ทำงาน.....	118
ภาพที่ 7.2 การออกแบบหน่วยที่ทำงานที่ดี.....	119
ภาพที่ 7.3 การออกแบบงานนั่งเก้าอี้นั่งทำงาน ระยะเอื้อม.....	121
ภาพที่ 7.4 การออกแบบระดับหน้างาน.....	123
ภาพที่ 7.5 เก้าอี้หรือที่นั่งขณะยืนทำงาน.....	124
ภาพที่ 7.6 การยืนทำงาน.....	125
ภาพที่ 7.7 การออกแบบเครื่องมือที่สามารถช่วยป้องกันการบิดงอข้อมือขณะที่ใช้.....	127
ภาพที่ 7.8 การออกแบบเครื่องมือที่สามารถช่วยป้องกันการบิดงอข้อมือขณะยืน.....	127
ภาพที่ 7.9 เครื่องบัคกรีที่มีด้ามจับโค้งงอ.....	128
ภาพที่ 7.10 การออกแบบอุปกรณ์ช่วยควบคุม.....	129
ภาพที่ 8.1 ตัวอย่างการพิจารณามุมเทียบกับแนวตั้ง.....	145
ภาพที่ 8.2 ตัวอย่างการพิจารณามุมของร่างกายกลุ่มที่ 2.....	146
ภาพที่ 8.3 การใช้ RULA ในขั้นตอนการวิเคราะห์งานด้านการยศาสตร์.....	147
ภาพที่ 8.4 ตำแหน่งแขนส่วนบน.....	147
ภาพที่ 8.5 ตัวอย่างงานที่เกี่ยวกับแขนส่วนบน (Upper arm).....	148
ภาพที่ 8.6 ตำแหน่งแขนส่วนล่าง.....	148
ภาพที่ 8.7 ตัวอย่างงานที่เกี่ยวกับแขนส่วนล่าง (Lower arm หรือ Forearm).....	149
ภาพที่ 8.8 ตำแหน่งมือและข้อมือ.....	149
ภาพที่ 8.9 ตัวอย่างการทำงานกับมือและข้อมือ (Hand และ Wrist).....	150
ภาพที่ 8.10 ตำแหน่งของคอ.....	152
ภาพที่ 8.11 ตำแหน่งของลำตัว.....	153
ภาพที่ 8.12 การยกของที่ถูกรื้อ.....	158
ภาพที่ 9.1 สาเหตุและผลสืบเนื่องของความเครียดจากการทำงาน.....	162
ภาพที่ 9.2 แบบจำลองความสัมพันธ์ Job Demands-Resources Model.....	165
ภาพที่ 9.3 แบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่าง ข้อเรียกร้องจากงานและการควบคุม.....	167
ภาพที่ 9.4 กระบวนการจัดการความเครียดจากการทำงาน.....	171
ภาพที่ 10.1 โครงสร้างและองค์ประกอบความสามารถในการทำงาน.....	179

## สารบัญญัตราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	หน้าที่การทำงานที่เป็นไปได้ของเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง.....	6
ตารางที่ 3.1	ค่ามาตรฐานอัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก (ครั้งต่อนาที).....	22
ตารางที่ 3.2	ค่ามาตรฐานความดันโลหิตในผู้ใหญ่อายุ 18 ปีขึ้นไป.....	23
ตารางที่ 3.3	ค่ามาตรฐานปริมาณไขมันในร่างกาย (%) ของประชาชนชายไทย.....	27
ตารางที่ 3.4	ค่ามาตรฐานปริมาณไขมันในร่างกาย (%) ของประชาชนหญิงไทย.....	27
ตารางที่ 3.5	ค่ามาตรฐานปริมาณไขมันในร่างกาย (%) ที่สัมพันธ์กับสุขภาพ.....	28
ตารางที่ 3.6	ค่ามาตรฐานแรงบีบมือต่อน้ำหนักตัว (กก./น.น.ตัว) ของคนไทย.....	29
ตารางที่ 3.7	ค่ามาตรฐานความจุปอด (มิลลิลิตร/กิโลกรัม) ของคนไทย.....	30
ตารางที่ 3.8	ค่ามาตรฐานการนั่งงอตัวไปข้างหน้า (เซนติเมตร) ของคนไทย.....	31
ตารางที่ 3.9	ค่ามาตรฐานการวัดแรงเหยียดขา.....	33
ตารางที่ 3.10	ค่ามาตรฐานการวัดแรงเหยียดหลัง.....	34
ตารางที่ 3.11	ค่ามาตรฐานปริมาณการใช้ออกซิเจนสูงสุดของประชาชนไทย (มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/นาที).....	36
ตารางที่ 4.1	ความรุนแรงของความผิดปกติเทียบกับค่ามาตรฐาน.....	51
ตารางที่ 5.1	ความผิดปกติของระดับการได้ยิน.....	61
ตารางที่ 5.2	ระดับความรุนแรงของความผิดปกติสมรรถภาพการได้ยิน.....	63
ตารางที่ 5.3	ระดับความบกพร่องการได้ยิน.....	72
ตารางที่ 5.4	การได้รับเสียงที่อนุญาตให้สัมผัสเสียงได้.....	73
ตารางที่ 8.1	คะแนนการวิเคราะห์แขนและมือ.....	151
ตารางที่ 8.2	คะแนนการวิเคราะห์ คอ ลำตัว และขา.....	152
ตารางที่ 8.3	สรุปยอดคะแนนรวมของ RULA (Final scores).....	155

### 1.1. ความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ

#### ระบบกระดูกและข้อ

โครงกระดูกประกอบด้วยกระดูก 206 ชิ้น เรียงต่อกันเป็นกระดูกแกนและกระดูกเรียงบริเวณปลายกระดูกมาพบกันเรียกว่า ข้อต่อ เป็นส่วนที่เคลื่อนไหวได้และยึดปลายกระดูกเข้าด้วยกัน กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหว คือ กล้ามเนื้อลาย กระดูกทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะต่างๆ ในร่างกายและยึดพยุงส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าด้วยกัน กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่งที่แน่นและแข็ง ประกอบด้วย เซลล์กระดูกและสารระหว่างเซลล์ เช่น เส้นใยคอลลาเจน สารประกอบของแคลเซียม และยังสร้างเม็ดเลือด

กระดูกแกน มี 80 ชิ้น เรียงต่อกันเป็นลำตัว ได้แก่ กระดูกศีรษะ กระดูกอก กระดูกซี่โครง กระดูกสันหลัง โดยกระดูกสันหลังจะมีส่วนโค้ง 4 แห่ง คือ ส่วนคอ ส่วนอก ส่วนเอวและส่วนก้นกบ ส่วนโค้งนี้จะเพิ่มความแข็งแรงรักษาสสมดุลของร่างกายในขณะที่ยืนลดแรงสะเทือนขณะเคลื่อนไหวเป็นการปกป้องไม่ให้หลังหัก

กระดูกซี่โครง มี 126 ชิ้น เป็นส่วนแขน ขา เขิงกราน สะบัก ข้อต่อ มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันยึดกระดูกเข้าด้วยกัน ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้เป็นข้อต่อที่มีเยื่อพังผืดยึดระหว่างกระดูก ไม่มีช่องว่างระหว่างกระดูก เช่น รอยต่อของกะโหลกศีรษะ ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้บ้างเป็นข้อต่อที่มีกระดูกอ่อนยึดระหว่างกระดูก ไม่มีช่องว่างระหว่างกระดูก เช่น ข้อต่อกระดูกหัวหน้า ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก มีช่องว่างและเอ็นยึดระหว่างกระดูกเพื่อการงอ การเหยียด การกางออก การหุบเข้า การหมุน

**ระบบกล้ามเนื้อ** กล้ามเนื้อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวคือกล้ามเนื้อลายซึ่งรวมตัวกันเป็นมัดๆ โดยมีเส้นเอ็น (Tendon) ยึดมัดกล้ามเนื้อกับกระดูก และพังผืด หรือเอ็นยึด (Ligament) ยึดกระดูกกับกระดูก

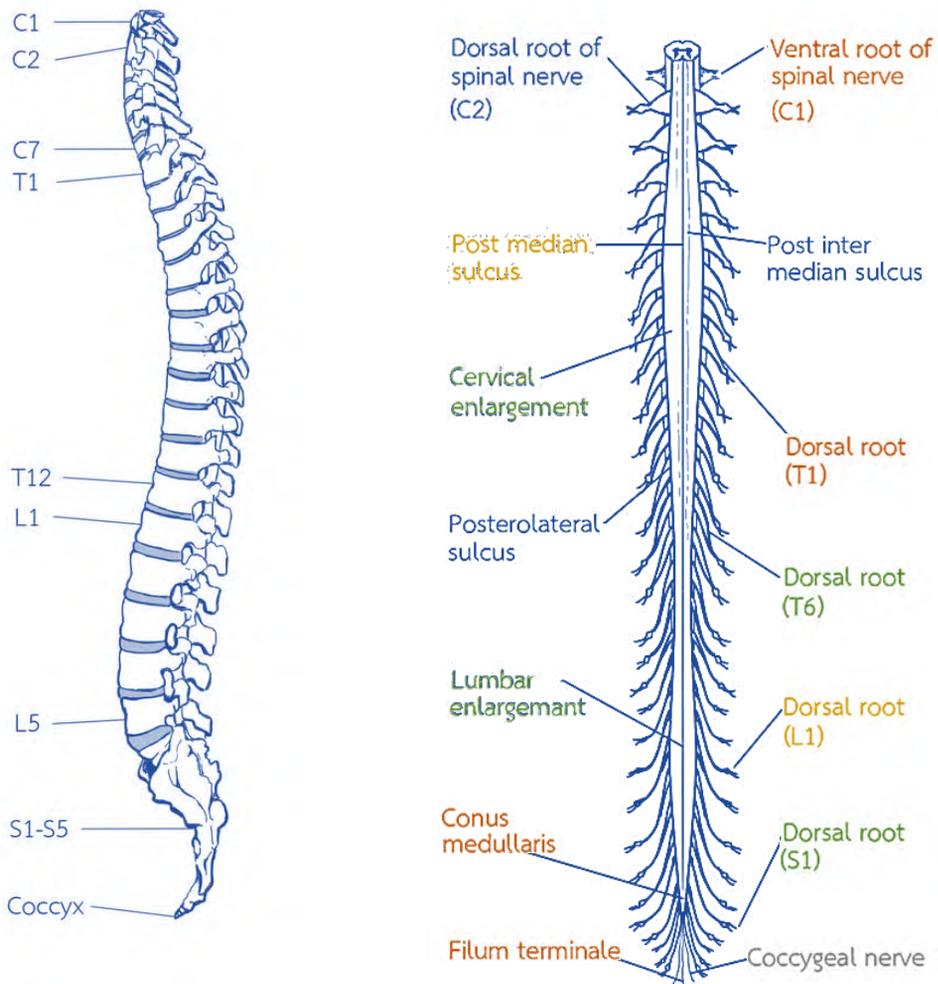
**ระบบประสาท** แบ่งเป็น ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมองและไขสันหลัง ไขสันหลังจะเป็นทางผ่านของแขนงประสาทรับความรู้สึกและสั่งการเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย และระบบประสาทรอบนอก ได้แก่ เส้นประสาทรับความรู้สึกและเส้นประสาทสั่งงาน

### 1.2. กายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลัง

กระดูกสันหลังนอกจากเป็นโครงสร้างแข็งแรงที่ปกป้องแกนของไขสันหลังแล้ว ยังทำหน้าที่เป็นจุดเกาะของกล้ามเนื้อของหลัง และยังเชื่อมต่อกับกะโหลกศีรษะ (Skull) กระดูกสะบัก (Scapula) กระดูกเชิงกราน (Pelvic bones) และกระดูกซี่โครง (Ribs)

## 2 สรีรวิทยาและการเคลื่อนไหว

ในคนปกติจะมี 33 ชั้น ซึ่งประกอบด้วย กระดูกสันหลังส่วนคอ (Cervical vertebrae) จำนวน 7 ชั้น กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic vertebrae) จำนวน 12 ชั้น กระดูกสันหลังส่วนบั้นเอว (Lumbar vertebrae) จำนวน 5 ชั้น กระดูกสันหลังส่วนกระเบนเหน็บ (Sacral vertebrae) ซึ่งเดิมมี 5 ชั้น แต่จะเชื่อมรวมกันเป็นชั้นเดียว และกระดูกสันหลังส่วนก้นกบ (Coccygeal vertebrae) ซึ่งอาจมี 3-4 ชั้น ซึ่งกระดูกสันหลังมีการเรียงตัวของเส้นเอ็นที่เป็นระเบียบ การวางตัวเฉพาะของกระดูกอ่อน และการทำงานของกล้ามเนื้อสันหลังที่สัมพันธ์กัน ทำให้แท่งกระดูกสันหลังตั้งตรงโค้งตามส่วนได้ระดับ เพื่อประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างเต็มที่ ดังภาพที่ 1.1A ร่วมกับเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง ดังภาพที่ 1.1B



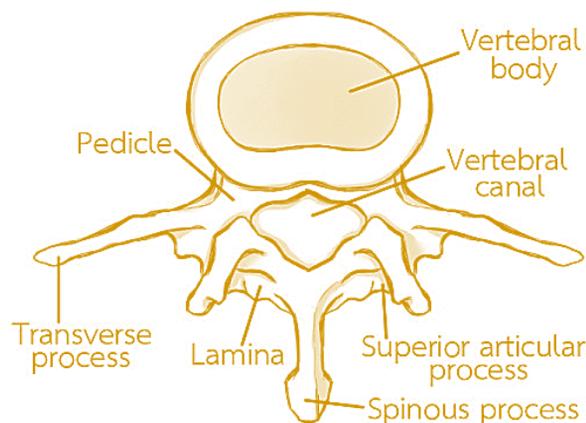
ภาพที่ 1.1A แท่งกระดูกสันหลัง

ภาพที่ 1.1B เส้นประสาท

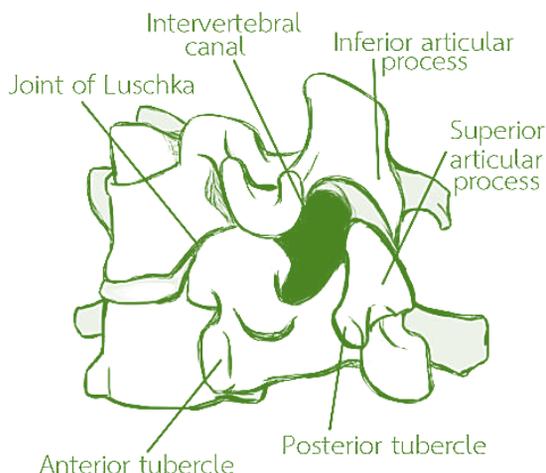
ภาพที่ 1.1 กระดูกสันหลังและเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง

### 1.2.1. Lumbar vertebrae

กระดูกสันหลังระดับเอวมีขนาดโตกว่าระดับอื่น ทั้งนี้เพราะมีหน้าที่รับน้ำหนักมากกว่า ช่องแผ่นกระดูกสันหลัง (Central spinal canal of foramen) ดังภาพที่ 1.2 มีรูปร่างสามเหลี่ยมและเล็กกว่าช่องกระดูกสันหลังระดับคอ ลักษณะของข้อต่อด้านข้างของกระดูกสันหลัง (Articulating facets) ก็แตกต่างจากส่วนระดับทรวงอก ส่วนก้านกระดูก (Pedicle) จะสั้นและแข็งยื่นออกจากด้านข้างของกระดูกสันหลังไปทางด้านหลัง กลายเป็น Superior, Inferior vertebral notches ส่วน Inferior portion of pedicle ของกระดูกสันหลังจะเชื่อมต่อ Superior portion of pedicle จากกระดูกสันหลังอันล่างถัดลงมา กลายเป็นช่องผ่านสำหรับเส้นประสาท Intervertebral foramen for spinal nerve ดังภาพที่ 1.3 ในช่องนี้เส้นประสาทมีโอกาสจะถูกกดทับเกิดอาการได้ เช่น กดทับจากเนื้อมะเร็ง การแตกของกระดูกหรือการเสื่อมสภาพของกระดูกเอง กรณีทั้งหลายที่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงในช่องผ่านของเส้นประสาทกระดูกสันหลัง เรียกว่า Nerve root entrapment syndromes ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญและบ่อยๆ ของโรคปวดหลัง กระดูกสันหลังแต่ละอันเชื่อมต่อกันโดยข้อต่อ (Facet) หรือข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนหน้า (Posterior intervertebral joints) ส่วนของ Facet joint เกิดจาก Inferior facet ของกระดูกสันหลังต่อกับ Superior facet ของกระดูกสันหลังที่ต่ำลงมา Facet joint ถือเป็น Diarthrodial joints ซึ่งมี Synovial linings, Joint capsules ตัวกระดูกสันหลังเองเรียก Intervertebral joint เป็น Amphiarthrodial joint ลักษณะเหมือนที่ Pubic symphosis ภายในของ Intervertebral joint จะมี Fibrocartilagenous disc ซึ่งประกอบด้วย cer อยู่รอบนอกและภายใน คือ Nucleus pulposus (Remnant of notchord) หน้าที่ของ Disc คือ หมอนกันกระแทกระหว่างตัวกระดูกสันหลังด้วยกันเอง (Shock absorber) ลักษณะ Nucleus เป็นเหมือนวุ้น รับและกระจายน้ำหนักได้ดี เลือดที่เข้ามาเลี้ยง Disc มีน้อยมาก



ภาพที่ 1.2 ส่วนประกอบของกระดูกสันหลัง (Vertebrae)



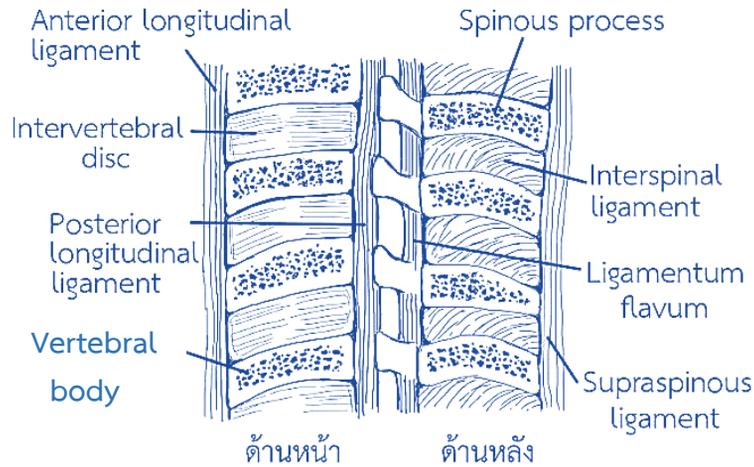
ภาพที่ 1.3 ช่องผ่านสำหรับเส้นประสาทและข้อต่อกระดูกสันหลัง

### 1.2.2. Ligaments ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ ดังนี้

- 1) Anterior longitudinal ligament เป็น Fibrous tissue ลักษณะเป็นแถบ กว้างและแข็งแรง ติดอยู่กับด้านหน้าของกระดูกสันหลัง
- 2) Posterior longitudinal ligament เป็น Fibrous tissue เช่นกัน ความแข็งแรงน้อยกว่า เกาะติดทางด้านหลังของกระดูกสันหลัง
- 3) Ligamenta flava หรือเอ็นสีเหลือง เชื่อมต่อระหว่าง Laminae และเกาะติดถึง Facet joint
- 4) Supraspinal ligament เป็นเอ็นเชื่อมต่อระหว่างส่วนบนของ Spinous process มีหน้าที่เสริมความแข็งแรงของกระดูกสันหลัง
- 5) Interspinal ligament เป็นเอ็นเชื่อมต่อระหว่างส่วนกลางของ Spinous process มีหน้าที่เสริมความแข็งแรงของกระดูกสันหลัง ดังภาพที่ 1.4

### 1.2.3. Facet alignment

การเรียงตัวของ Facet joint แบบขวางมีความสำคัญที่ระดับคอเพื่อให้เคลื่อนไหวได้ทุกทิศทาง การเรียงตัวไปในแนวขวางเกือบราบ เอียงลงมาด้านหลังเล็กน้อยที่ระดับทรงอก การเรียงตัวเหมือนหลังคาที่ระดับเอว การเรียงตัวเป็นแบบ Sagittal ที่ L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> และที่ L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>, L<sub>5</sub> เป็นแบบ Coronal facet tropism คือการเรียงตัวผิดปกติแบบ Facet ด้านหนึ่งเป็น Sagittal อีกด้านหนึ่งเป็น Coronal ในข้อต่อระดับเดียวกัน



ภาพที่ 1.4 เอ็นยึดของกระดูกสันหลังส่วนล่าง

#### 1.2.4. Nerve root alignment

การเรียงตัวของเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลังมีความสำคัญในแง่คลินิก ระดับกระดูกสันหลังส่วนคอมี 7 ชั้น แต่มี 8 Cervical nerve root (CNR) โดย 1<sup>st</sup>CNR จึงผ่านระหว่าง Occiput & atlas และ 8<sup>th</sup>CNR ผ่านระหว่าง C<sub>7</sub>& T<sub>1</sub> (หมอนกระดูกสันหลังยื่นออกมา ระดับ C<sub>5</sub>& C<sub>6</sub> จะกดทับเส้นประสาท C<sub>6</sub>) เส้นประสาท 1<sup>st</sup> Thoracic nerve root (TNR) จะผ่านระหว่าง T<sub>1</sub>& T<sub>2</sub>, เส้น 12<sup>nd</sup> TNR จะผ่านระหว่าง T<sub>12</sub>, L<sub>1</sub> ในส่วนระดับเอว เนื่องจากการเจริญเติบโตของกระดูกและเส้นประสาทไม่สัมพันธ์กันในแง่วิวัฒนาการ ฉะนั้นส่วน Conus medullaris of spinal cord จะแยกตัวจากส่วน Coccyx เมื่อเด็กในท้องอายุ 3 เดือน มาสุดที่ส่วนบน L<sub>3</sub> เมื่ออายุแรกคลอด เมื่ออายุ 5 ปี ส่วนปลาย Spinal cord จะอยู่ที่ L<sub>2</sub> และเมื่ออายุผู้ใหญ่ Spinal cord จะสุดที่ส่วนล่าง L<sub>1</sub> การที่มี Cord migration ระหว่างการเจริญเติบโตนี้ ทำให้ Lumbar nerve root (LNR) เฉียงออกเป็นมุมแคบเพื่อผ่านออกช่องกระดูกสันหลัง ฉะนั้นแม้ 4<sup>th</sup>LNR จะผ่านระหว่าง L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> แต่ถ้ามีหมอนกระดูกยื่นออกระดับนี้จะไม่กดทับเส้นประสาท 4<sup>th</sup>LNR เพราะเส้นประสาทผ่านออกเหนือระดับหมอนกระดูก ส่วนที่จะถูกกดทับคือเส้นประสาท 5<sup>th</sup>LNR ซึ่งผ่านบนหมอนกระดูกระหว่าง L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> ออกไปในช่องกระดูกสันหลัง L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> ดังภาพที่ 1.1B โดยหน้าที่การทำงานที่เป็นไปได้ของเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง แสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งในภาวะที่ผิดปกติของการเคลื่อนไหว อาจเกิดจากหน้าที่การทำงานของเส้นประสาทเหล่านี้เสียไป

ตารางที่ 1.1 หน้าที่การทำงานที่เป็นไปได้ของเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง

เส้นประสาท (Nerve root)	หน้าที่ ที่เป็นไปได้
C <sub>5</sub> , C <sub>6</sub>	หุบต้นแขนเข้าข้างลำตัว (Shoulder abduction) งอข้อศอก (Elbow flexion)
C <sub>7</sub>	กางข้อศอก (Elbow extension) บิดหรืองอข้อมือขึ้น (Wrist extension)
C <sub>8</sub>	หักงอข้อมือเข้า (Wrist flexion) งอนิ้วมือเข้าลักษณะกำมือ (Finger flexion)
T <sub>1</sub>	รวบนิ้วมือเข้ามาชิดกัน (Finger abduction) หุบและกางนิ้วหัวแม่มือ (Thumb abduction & adduction) พบนิ้วหัวแม่มือเข้าหาฝ่ามือ (Thumb opposition)
L <sub>2, 3, 4</sub>	ยืดหัวเข่าหรือกางขาออกไปหน้าลำตัว (Knee extension) ยกต้นขาและงอหัวเข่า (Hip flexion) หุบขาจากด้านข้างเข้าหาลำตัว (Hip adduction)
L <sub>5</sub>	กางขาออกข้างลำตัว (Hip abduction) เตะขาไปข้างหลังแบบไม่งอหัวเข่า (Hip extension) กระดกข้อเท้าขึ้น (Ankle dorsiflexion) พลิกฝ่าเท้าออกนอกลำตัว (Ankle inversion) พลิกฝ่าเท้าเข้าในลำตัว (Ankle eversion)
S <sub>1, 2, 3</sub>	หักข้อเท้าลง (Ankle planter flexion)

### 1.3. ชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว

เป็นการศึกษาการเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆของร่างกาย โดยคำนึงถึงแรงที่เกิดกับร่างกายขณะเคลื่อนไหว

**1.3.1. แรงภายนอกกล้ามเนื้อ 3 ชนิด** คือ แรงดึงดูดของโลกแรงที่กระทำต่อร่างกาย เช่น การผลัก ดึง แรงเสียดทานต้านการเคลื่อนที่ เช่น การผลักวัตถุบนผิวขรุขระ

**1.3.2. แรงภายในกล้ามเนื้อ** เช่น แรงที่กระทำต่อข้อต่อ แรงจากการหดตัวของกล้ามเนื้อจะแปรผันตามขนาดของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อมัดใหญ่แรงจะมากถ้ากล้ามเนื้อทำงานในระดับปานกลาง จะมีออกซิเจนเพียงพอต่อการใช้ทำให้ไม่เกิดการเมื่อยล้า ถ้ากล้ามเนื้อทำงานมากออกซิเจนจะไม่เพียงพอการใช้จะเกิดการล้าขึ้น เพราะจะมีการสะสมกรดแลคติก การทำกิจกรรมต่างๆ จะมีพลังงานร้อยละ 20-25 ที่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ที่เหลือจะเปลี่ยนแปลงเป็นความร้อนในร่างกาย เช่น ช่วงการออกกำลังกาย

## บรรณานุกรมบทที่ 1

- ก้อกั๋ เชียงทอง, ต่อพงศ์ บุญมาประเสริฐ. **โรคกระดูกสันหลังเสื่อม (Degenerative diseases of the spine)**. เชียงใหม่: โรงพิมพ์แสงศิลป์, 2550.
- ก้อกั๋ เชียงทอง, ปรีชา ชลิตพงศ์. **การตรวจร่างกายทางออร์โธรอปีดิกส์ (Physical examination in orthopaedics)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.
- ภัทรารุช อินทรคำแหง, บรรณานิการ. **ตำราเวชศาสตร์ฟื้นฟู**. กรุงเทพฯ: นำอักษรการพิมพ์, 2552.
- สุนิสา ชายเกลี้ยง. (2552). ปวดหลังจากการทำงาน ภัยเงียบใกล้ตัวที่ควรรู้. **วารสารวิจัยคณะสาธารณสุขศาสตร์**, 2(3), 47-54.
- Keyserling, W. M., (2000). Workplace risk factors and occupational musculoskeletal disorders, Part 1: A review of biomechanical and psychophysical research on risk factors associated with low-back pain. **American Industrial Hygiene Association Journal [AIHAJ]**, 61(1), 39-50.
- Ladou, J. **Current Occupational and Environmental Medicine**. 4<sup>th</sup> Ed., New York: the McGraw-Hill Companies; USA, 2007.
- Rodamski, M. V., Trombly, Latham, C. A. **Occupational therapy for physical dysfunction**. 6<sup>th</sup> Edition, Philadelphia: Lippicott, Williams & Wilkins, USA, 2002.



**รศ. ดร. สุนิสา ชายเกลี้ยง**

ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะสาธารณสุขศาสตร์

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

อ. เมืองขอนแก่น

จ. ขอนแก่น 40002

โทรศัพท์ 093-4629696

E-mail: csunis@kku.ac.th

ISBN 978-616-37-4044-1



9 786163 740441

**300 บาท**