



ศูนย์ส่งเสริม
การผลิตด้าน

OCCUPATIONAL ERGONOMICS

การยศาสตร์อาชีพอนามัย



Assoc. Prof. Dr. SUNISA CHAIKLIENG
รองศาสตราจารย์ ดร. สุนีสา ชายเกลี้ยง

สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น



การยศาสตร์อาชีพอนามัย

OCCUPATIONAL ERGONOMICS

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ขายเกลี้ยง
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ลำดับที่ 228

โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ.2567

ISBN (e-book) 978-616-438-916-8

สุนิสา ชายเกลี้ยง.

การยศาสตร์อาชีพอนามัย / สุนิสา ชายเกลี้ยง. -- พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2567.

267 หน้า : ภาพประกอบ

1. เออร์โกโนมิกส์. 2. ชีวกลศาสตร์. 3. การทำงาน – แ่งสรีรวิทยา. (1) ชื่อเรื่อง.

TA166 ส818 2567

ISBN (e-book) 978-616-438-916-8

จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ราคา 390 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2567

คำนำ

การยศาสตร์ ทางอาชีพอนามัยและความปลอดภัยนั้นถือว่าเป็นศาสตร์แขนงที่สำคัญซึ่งใช้หลักวิชาการจากหลายสาขา คือ สรีรวิทยาการทำงาน วิทยาการระบาด วิศวกรรมศาสตร์ จิตวิทยาและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อการปรับปรุง ออกแบบวิธีการทำงาน จัดสภาพแวดล้อมการทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและเกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการทำงาน โดยปราศจากการเจ็บป่วยด้วยโรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ มีความเป็นอยู่และสุขอนามัยที่ดี ดังนั้นตำราเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนรายวิชาการยศาสตร์และสรีรวิทยาในการทำงาน การยศาสตร์ประยุกต์สำหรับนักศึกษาหลักสูตรอาชีพอนามัยและความปลอดภัย เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงาน หรือนักวิชาการ ที่สามารถอ่านทำความเข้าใจหลักการและนำไปประยุกต์ใช้ หรือเพื่อแนวทางการศึกษาวิจัยด้านการยศาสตร์และการเฝ้าระวังโรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ซึ่งผู้เขียนได้เรียบเรียงเนื้อหาทั้งพื้นฐานหลักวิชาการ และถ่ายทอดประสบการณ์จากผลงานวิจัยที่ศึกษาและองค์ความรู้ใหม่ที่ผู้เขียนได้ค้นพบจากงานวิจัย จากประสบการณ์การบริการวิชาการในโรงงานอุตสาหกรรมที่สั่งสมมากกว่า 15 ปี เรียบเรียงเป็นเนื้อหา 10 บท สู่การนำไปใช้ได้จากเนื้อหาในตำรา รวมทั้งการนำเอาเครื่องมือการประเมินทางการยศาสตร์ที่ผู้เขียนผลิตคิดค้นขึ้นเองเพื่อให้ใช้ได้เหมาะกับแรงงาน อาชีวอนามัยในประเทศไทย มาถ่ายทอดไว้ในเล่มนี้ และผลงานเผยแพร่ทั้งในไทยและนานาชาติ มาถ่ายทอดเพื่อให้ผู้อ่านสามารถนำไปใช้ต่อไป

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้จะมีประโยชน์ต่อวิชาชีพ นักวิชาการทั่วไป นักวิจัย และผู้ที่ปฏิบัติงานทางด้านอาชีพอนามัยและความปลอดภัยที่ต้องการนำหลักการยศาสตร์ไปเป็นความรู้และประยุกต์ใช้ได้ต่อไป ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ ที่เป็นทั้งผู้ร่วมสร้างสรรค์งานวิจัยและตรวจอ่านเนื้อหาในเล่มให้สมบูรณ์ และผลงานภาพวาด ภาพถ่ายประกอบในเล่มนี้ ล้วนมาจากการสร้างสรรค์จากงานวิจัยทางวิทยาการระบาดอาชีพอนามัยและการยศาสตร์ อาชีวอนามัย ที่ช่วยเติมเต็มให้ตำราเล่มนี้มีความสมบูรณ์

ทั้งนี้ผู้เขียนพร้อมที่จะรับข้อเสนอแนะทุกประการจากผู้อ่านที่จะช่วยให้ตำราเล่มนี้ เกิดประโยชน์สูงสุด ต่อไป

สุนิสา ขายเกลี้ยง

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 หลักการทางการยศาสตร์

(Introduction to Ergonomics)

1.1 ความหมาย ความสำคัญของการยศาสตร์.....	1
1.2 ปัจจัยการยศาสตร์ในงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย	4
1.3 หลักการพื้นฐานทางการยศาสตร์ในงานอาชีพอนามัย	5
1.4 การใช้หลักการการยศาสตร์ในงานอาชีพอนามัยและความปลอดภัย.....	7
1.5 บทสรุป.....	8

บทที่ 2 การเคลื่อนไหวของมนุษย์และความล้า

(Human Movement and Fatigue)

2.1 ระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหว	11
2.2 ชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว	17
2.3 ความล้า.....	17
2.4 การวัดความล้าทั่วไป.....	24
2.5 ความล้าสายตาและการประเมินผลความล้าสายตา	26
2.6 การประเมินความล้าของกล้ามเนื้อโดย EMG.....	31
2.7 ความล้าและการควบคุมป้องกัน	35
2.8 บทสรุป.....	38

บทที่ 3 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนและเครื่องจักร

(Man-Machine Interaction)

3.1 ความหมายและความสำคัญ.....	41
3.2 หลักการออกแบบและเลือกใช้หน้าปัดแสดงข้อมูล.....	44
3.3 หลักการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักร	46
3.4 หลักการออกแบบและเลือกใช้อัฒลักษณ์และป้าย	54
3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและการควบคุมการสั่งการ	59
3.6 บทสรุป.....	62

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวัดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ (Anthropometry)

4.1 ความหมาย ความสำคัญและวัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกาย.....	65
4.2 ประเภทของการวัดสัดส่วนร่างกาย.....	66
4.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดสัดส่วนร่างกาย	67
4.4 หลักการเลือกใช้นาตวัดสัดส่วนร่างกาย	70
4.5 วิธีการวัดสัดส่วนร่างกายและการนำไปใช้ประโยชน์	71
4.6 หลักการประยุกต์วัดสัดส่วนร่างกายในงานการยศาสตร์.....	79
4.7 วิธีการประยุกต์ขนาดสัดส่วนร่างกายในการออกแบบในงานการยศาสตร์.....	84
4.8 บทสรุป.....	90

บทที่ 5 การประยุกต์ใช้การยศาสตร์เพื่อการออกแบบสถานีงาน (Applied Ergonomics for Workstation Design)

5.1 หลักการพื้นฐานทางด้านการยศาสตร์ในการออกแบบ.....	93
5.2 ปัจจัยเสี่ยงในงานสำนักงาน.....	94
5.3 การออกแบบหน่วยที่ทำงาน.....	96
5.4 การออกแบบหน่วยที่ทำงาน สำหรับงานนั่งทำงาน.....	100
5.5 การออกแบบหน่วยที่ทำงาน สำหรับงานยืนทำงาน	103
5.6 การออกแบบหน่วยที่ทำงาน สำหรับงานนั่งและยืนทำงานสลับกัน.....	106
5.7 ข้อเสนอแนะในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สำนักงานและสถานีงาน	106
5.8 การออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ควบคุม	110
5.9 การจัดการอุปกรณ์ที่สถานีงาน.....	113
5.10 สรุปปัจจัยที่ควรพิจารณาตามหลักการยศาสตร์ในการออกแบบหน่วยทำงาน	115
5.11 บทสรุป.....	117

บทที่ 6 การยศาสตร์ในงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุ

(Ergonomics in Manual Lifting and Materials Handling)

6.1 หลักการที่ต้องต้องการยกของโดยใช้แรงกาย	121
6.2 ค่าขีดจำกัดการยกและการประเมินความเสี่ยงการยก เคลื่อนย้าย.....	122
6.3 ท่าทางการยกของที่ต้อง	130

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.4	งานผลัก-ลาก	135
6.5	การยกถือ-หิ้ว (Carrying).....	137
6.6	ข้อเสนอแนะในงานเคลื่อนย้ายวัสดุ.....	138
6.7	การใช้อุปกรณ์ช่วยในงานยกและเคลื่อนย้ายวัสดุ.....	141
6.8	บทสรุป.....	142
บทที่ 7	การเฝ้าระวังความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน (Surveillance of Work-related Musculoskeletal Disorders)	
7.1	การเฝ้าระวังทางสุขภาพ (Health surveillance).....	145
7.2	ชนิดของการเฝ้าระวังด้าน MSDs.....	149
7.3	งานที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติทางระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อ.....	150
7.4	ความผิดปกติทางระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน.....	151
7.5	การสำรวจความผิดปกติทางระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน... ..	155
7.6	ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจากการทำงานกับการเกิด MSDs.....	157
7.7	มาตรการควบคุมการปวดหลังจากการทำงาน.....	159
7.8	บทสรุป.....	162
บทที่ 8	การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ (Ergonomics Risk Assessment)	
8.1	ความหมายและการประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์	165
8.2	การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดย RULA.....	171
8.3	การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ โดย REBA	183
8.4	การประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์งานสำนักงาน โดย ROSA.....	188
8.5	การประเมินความเสี่ยงด้วยตนเองจากปัจจัยทางการยศาสตร์เบื้องต้น	190
8.6	บทสรุป.....	194
บทที่ 9	การประเมินความเสี่ยงต่อความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Health Risk Assessment on Musculoskeletal Disorders)	
9.1	การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ.....	197
9.2	เมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพเชิงคุณภาพ	198

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

9.3 งานวิจัยด้านการประเมินความเสี่ยงโดยใช้เครื่องมือประเมินความเสี่ยง ทางการยศาสตร์.....	199
9.4 ผลการนำเครื่องมือทางการยศาสตร์ไปใช้ในงานวิจัยในประเทศไทย.....	203
9.5 เมตริกความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ในพนักงานสำนักงาน	205
9.6 เมตริกความเสี่ยงต่อการปวดไหล่ และหลังในพนักงานผลิตชิ้นส่วน อิเล็กทรอนิกส์.....	207
9.7 เมตริกความเสี่ยงต่อการปวดหลังส่วนล่างในพนักงานยกเคลื่อนย้ายวัสดุ	209
9.8 การใช้เมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพในโปรแกรมการปรับปรุง ตามหลักการยศาสตร์.....	210
9.9 บทสรุป.....	213

บทที่ 10 มาตรฐานและการดำเนินงานด้านการยศาสตร์ เพื่อความสบายและปลอดภัย (Ergonomics Standard and Interventions for Safety and Comfort)

10.1 มาตรฐานตามกฎหมายไทยและมาตรฐานนานาชาติ ที่เกี่ยวข้องในการยศาสตร์	219
10.2 สมาคมการยศาสตร์ระดับนานาชาติของประเทศต่างๆ.....	225
10.3 โมเดลความรู้สึกสบาย	226
10.4 การดำเนินงานทางการยศาสตร์เพื่อความรู้สึกสบาย.....	229
10.5 มูลค่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากปัญหาทางการยศาสตร์	231
10.6 ค่าใช้จ่ายที่เป็นประโยชน์จากการปรับปรุงทางการยศาสตร์.....	232
10.7 การออกแบบแสงสว่างทางการยศาสตร์อาชีวอนามัย	234
10.8 บทสรุป.....	243

ภาคผนวก ก แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์ในงานวิจัย รศ.ดร.สุนิสา ขายเกลี้ยง

1) แบบประเมินความเสี่ยงด้วยตนเองด้านปัจจัยทางการยศาสตร์เบื้องต้น SERFA. 250	
2) แบบประเมินท่าทางของร่างกายส่วนบน RULA.....	251
3) แบบประเมินท่าทางของร่างกายทั้งลำตัว REBA	252
4) แบบประเมินความเสี่ยงทางการยศาสตร์สำหรับงานสำนักงาน ROSA.....	253
5) แบบประเมินความเสี่ยงงานยก เคลื่อนย้าย.....	254

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ข	แบบสอบถามความรุนแรงและความถี่ของอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน	
1)	แบบประเมินด้วยตนเองด้านอาการผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน.....	256
2)	MSDs severity and frequency questionnaire (MSFQ)	257
Index		259
ดัชนี		263
ประวัติผู้เขียน.....		267

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1	วิชาการแขนงต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการยศาสตร์ในงานอาชีพวนามัย.....	5
ภาพที่ 2.1	กระดูกสันหลังและไขสันหลัง	13
ภาพที่ 2.2	ส่วนประกอบของกระดูกสันหลัง (Vertebrae)	13
ภาพที่ 2.3	ช่องผ่านสำหรับเส้นประสาทและข้อต่อกระดูกสันหลัง	14
ภาพที่ 2.4	เอ็นยึดของกระดูกสันหลังส่วนล่าง	15
ภาพที่ 2.5	การใช้กล้ามเนื้อแบบพลวัต (Dynamic) และแบบสถิต (Static).....	19
ภาพที่ 2.6	ตัวอย่างการออกแรงกล้ามเนื้อแบบสถิต	20
ภาพที่ 2.7	แบบสอบถามวัดคะแนนความรู้สึกล่า (1-10 คะแนน)	25
ภาพที่ 2.8	เครื่องวัดความล้าสายตา	29
ภาพที่ 2.9	เครื่องบันทึกคลื่นกระแสไฟฟ้ากล้ามเนื้อแบบ Surface EMG.....	33
ภาพที่ 2.10	แนวความคิดเรื่องความเครียด ความล้า และความเจ็บป่วย หรือการได้รับอันตราย....	36
ภาพที่ 3.1	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรในระบบคนกับเครื่องจักร	42
ภาพที่ 3.2	หน้าปัดแสดงข้อมูลที่เข้าใจง่ายและไม่สับสน	45
ภาพที่ 3.3	เดาอบ 2 แบบ แบบ A แบบปุ่มฟังก์ชันการใช้งาน แบบ B แบบปุ่มเลือก	48
ภาพที่ 3.4	อุปกรณ์ควบคุมสวิตช์โยกปิด-เปิด (Toggle switch).....	49
ภาพที่ 3.5	คันโยกมือซึ่งต้องการความแม่นยำในการควบคุม.....	49
ภาพที่ 3.6	ปุ่มหมุนแบบกลม	50
ภาพที่ 3.7	การลงรหัสด้วยรูปร่างสำหรับเครื่องบิน.....	52
ภาพที่ 3.8	สัญลักษณ์และร้อยละของพนักงานก่อสร้างที่เข้าใจความหมายของสัญลักษณ์.....	55
ภาพที่ 3.9	สัญลักษณ์ที่ใช้บนท้องถนนที่ศึกษาภาคสนามและร้อยละของผู้ขับขี่ ที่จำความหมายแต่ละสัญลักษณ์ได้.....	56
ภาพที่ 3.10	ขั้นตอนในการประมวลผลในการทำสัญลักษณ์เตือนทั้ง 4 ขั้นตอน	57
ภาพที่ 3.11	การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ควบคุมและเข็มชี้ที่สเกลบนหน้าปัด.....	60
ภาพที่ 4.1	คาลิเปอร์วัดความหนาไม้เนื้อไม้ผืนหนึ่ง	69
ภาพที่ 4.2	ตลับเมตร	70
ภาพที่ 4.3	สายวัด.....	70
ภาพที่ 4.4	ความสูงยืน (ก) ความสูงระดับสายตา (ข) ความสูงระดับศอกและความกว้างที่สุด ของร่างกาย (ง).....	72
ภาพที่ 4.5	ความสูงขณะนั่งตรง (ก) ความสูงกลางไหล่งมาถึงพื้นที่นั่ง (ข) ความกว้างไหล่ (ค)....	74

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.6	ความกว้างสะโพก (ก) ความสูงพัสคอกถึงพื้นที่นั่ง (ข) ความสูงข้อศอกจากพื้น (ค) และความสูงระดับหัวเข่า (ง).....	75
ภาพที่ 4.7	ความสูงของข้อพับ (ก) ความยาวของท่อนขา (ข) และระยะกันกบถึงหัวเข่า (ค).....	76
ภาพที่ 4.8	ระยะจากกันกบถึงปลายนิ้วเท้าขณะนั่ง (ก) ระยะเอื้อมแขนสูงสุดขณะนั่ง (ข)	77
ภาพที่ 4.9	ระยะเอื้อมจับสูงสุดขณะยืน (ก) ระยะปลายนิ้วหัวแม่มือขณะเอื้อมจับ (ข)	78
ภาพที่ 4.10	ความสูงที่แนะนำในการยืนทำงาน	85
ภาพที่ 4.11	แผนผังการจัดองค์กร	87
ภาพที่ 4.12	แผนผังโรงงานแสดงกระบวนการผลิต.....	88
ภาพที่ 5.1	หน่วยที่ทำงาน.....	97
ภาพที่ 5.2	การออกแบบหน่วยที่ทำงานที่ดีทำขึ้นและนั่ง.....	99
ภาพที่ 5.3	การออกแบบงานนั่ง เก้าอี้นั่งทำงานระยะเอื้อมที่ถูกต้อง (A) และไม่ถูกต้อง (B)	100
ภาพที่ 5.4	การออกแบบระดับหน้างาน	102
ภาพที่ 5.5	เก้าอี้ที่ควรออกแบบไว้สำหรับงานในสำนักงาน.....	103
ภาพที่ 5.6	เก้าอี้หรือที่นั่งขณะยืนทำงาน	104
ภาพที่ 5.7	การยืนทำงาน.....	105
ภาพที่ 5.8	การออกแบบสภาพการทำงานในลักษณะนั่งหรือยืนทำงานได้	106
ภาพที่ 5.9	ท่าทางการทำงานกับคอมพิวเตอร์ที่ถูกต้อง	108
ภาพที่ 5.10	การออกแบบเครื่องมือที่สามารถช่วยป้องกันการบาดเจ็บขณะที่ใช้เครื่องมือ	111
ภาพที่ 5.11	การออกแบบเครื่องมือที่สามารถช่วยป้องกันการบิดงอข้อมือขณะยืนใช้เครื่องมือ	111
ภาพที่ 5.12	ห้ามใช้เครื่องมือที่มีช่องว่างระหว่างด้ามจับเนื่องจากนิ้วมือหรือเนื้อ อาจถูกหนีบได้.....	111
ภาพที่ 5.13	เครื่องบัคกรีที่มีด้ามจับโค้งงอ.....	112
ภาพที่ 5.14	การออกแบบอุปกรณ์ช่วยควบคุม	113
ภาพที่ 5.15	การจัดการสถานีงานที่แสดงให้เห็นการเคลื่อนไหวช่วงที่ 1 (40 ซม.) และช่วงที่ 2 (60 ซม.).....	114
ภาพที่ 6.1	เขตอันตรายจากท่าทางการยกย้าย.....	123
ภาพที่ 6.2	ลักษณะท่าทางเพื่อวิเคราะห์น้ำหนักที่คำนวณการยก	124
ภาพที่ 6.3	ลักษณะการยกขึ้นและการวางของพนักงานยกถุงน้ำตาลทราย	126
ภาพที่ 6.4	ลักษณะการทำงานการยกวางถังก๊าซลงสายพาน.....	128
ภาพที่ 6.5	ท่าเตรียมยกของ.....	131

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 6.6	A ทำย่อเข่า (Squat) และ B ทำโค้งตัวลง (Stoop).....	132
ภาพที่ 6.7	A ท่าประคองยกหลังตรง และ B ท่าผิดคือหลังโก่งขณะยก.....	132
ภาพที่ 6.8	ทำยื่นวางของ	133
ภาพที่ 6.9	วิธีการและลำดับท่ายกที่ถูกต้อง (1-6)	133
ภาพที่ 6.10	วิธีวางของด้านข้างและใช้อุปกรณ์ช่วยยก	134
ภาพที่ 6.11	การยกของขึ้นวางบนที่สูง.....	135
ภาพที่ 6.12	ภาพการยกของด้วยคนสองคน.....	135
ภาพที่ 6.13	การเคลื่อนย้ายสิ่งของ 15 กิโลกรัม โดยการผลัก	137
ภาพที่ 6.14	การหิ้วของที่สมดุลทั้งด้านซ้ายและขวา.....	138
ภาพที่ 6.15	ล้อเลื่อน (Conveyor).....	141
ภาพที่ 6.16	อุปกรณ์ดูดสูญญากาศ.....	141
ภาพที่ 6.17	รางเลื่อนลำเลียง.....	141
ภาพที่ 6.18	รถเข็นประยุกต์ ลดการยกข้ามขอบรถขณะยกถึงลง	141
ภาพที่ 6.19	รถฟอร์กลิฟต์ (Forklift)	142
ภาพที่ 6.20	เครื่องยกห้อยแขวนลำเลียง (Hoist).....	142
ภาพที่ 7.1	แบบประเมินดัชนีความเครียดจากการะงาน (SWI)	161
ภาพที่ 8.1	Musculoskeletal Disorders Severity and Frequency questionnaires	167
ภาพที่ 8.2	ตัวอย่างการพิจารณามุมเทียบกับแนวตั้ง (ก-ข) การพิจารณามุมของแขน ส่วนบน (ค) การพิจารณามุมของแขนส่วนล่าง (ง-จ) การงอของข้อมือ.....	172
ภาพที่ 8.3	ตัวอย่างการพิจารณามุมของร่างกายกลุ่มที่ 2 (ก-ข) มุมของศีรษะและคอเทียบกับลำตัว (ค-ง) มุมของลำตัวเทียบกับแนวตั้ง.....	173
ภาพที่ 8.4	การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน	174
ภาพที่ 8.5	ตัวอย่างงานที่เกี่ยวกับแขนส่วนบน (Upper arm).....	175
ภาพที่ 8.6	ตำแหน่งแขนส่วนล่าง.....	175
ภาพที่ 8.7	ตัวอย่างงานที่เกี่ยวกับแขนส่วนล่าง (Lower arm or forearm).....	176
ภาพที่ 8.8	ตำแหน่งมือและข้อมือ.....	176
ภาพที่ 8.9	ตัวอย่างการทำงานกับมือและข้อมือ	177
ภาพที่ 8.10	ตำแหน่งของคอ.....	179
ภาพที่ 8.11	ตำแหน่งของลำตัว.....	180

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 8.12	ประเมินท่าทางมือ.....	190
ภาพที่ 8.13	ประเมินท่าทางข้อมือ.....	190
ภาพที่ 8.14	ประเมินท่าทางแขน ข้อศอก.....	191
ภาพที่ 8.15	ประเมินท่าทางไหล่.....	191
ภาพที่ 8.16	ประเมินท่าทางคอ.....	191
ภาพที่ 8.17	ประเมินท่าทางหลัง.....	192
ภาพที่ 8.18	ประเมินตำแหน่งขา.....	192
ภาพที่ 10.1	Comfort model.....	226
ภาพที่ 10.2	การมองเก้าอี้ผ่านม่านสี.....	228
ภาพที่ 10.3	การจับวัตถุทรงกระบอกวางบนที่สูง.....	229
ภาพที่ 10.4	การออกแบบสีกายในเครื่องบิน Boing 737.....	230
ภาพที่ 10.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความไวของเซลล์รูปกรวยและรูปแท่งกับการมองเห็น.....	235
ภาพที่ 10.6	วิธีการตรวจวัดสถานีงานที่ใช้กล้องจุลทรรศน์.....	238

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1	หน้าที่การทำงานที่เป็นไปได้ของเส้นประสาทในช่องกระดูกสันหลัง.....	16
ตารางที่ 2.2	การแปลผลระดับความเสี่ยงต่อความล้มเหลวจากค่า CFF ที่วัดจาก Flicker test.....	29
ตารางที่ 2.3	ชนิดสัญญาณไฟฟ้า ศักย์ไฟฟ้าและความถี่ที่ตอบสนองของคลื่นไฟฟ้าสมอง หัวใจ และกล้ามเนื้อ	32
ตารางที่ 2.4	วิธีการฟื้นตัวจากสาเหตุของความล้าตามกิจกรรม และระยะเวลา	37
ตารางที่ 3.1	ประโยชน์ที่แตกต่างกันของหน้าปัดเข็มชี้เคลื่อนที่ เติมข้อมูลกับที่ และแบบแสดงตัวเลข	45
ตารางที่ 3.2	ประเภทของอุปกรณ์ควบคุมที่จำแนกตามแรงและการตั้งค่าควบคุม.....	47
ตารางที่ 3.3	กฎของการควบคุม และความคาดหวังจากการกระทำของมนุษย์	59
ตารางที่ 4.1	ความสูงที่แนะนำในการยืนทำงาน เมื่อมาปรับใช้กับคนไทย	85
ตารางที่ 6.1	ตารางวิเคราะห์ความถี่ของการยกกับจำนวนชั่วโมงการยกต่อวัน.....	125
ตารางที่ 6.2	ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของผลการประเมินงานยก เคลื่อนย้าย	125
ตารางที่ 7.1	ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยจากงานกับการเกิดอาการผิดปกติ ทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อจากการทำงาน.....	157
ตารางที่ 8.1	คะแนนการวิเคราะห์แขนและข้อมือ.....	178
ตารางที่ 8.2	คะแนนการวิเคราะห์คอ ลำตัว และขา.....	179
ตารางที่ 8.3	สรุปยอดคะแนนรวมของ RULA (Final scores)	182
ตารางที่ 8.4	ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ของ REBA.....	184
ตารางที่ 8.5	เปรียบเทียบเทคนิคการประเมินด้วยวิธี REBA และ RULA ตามส่วนของร่างกาย	184
ตารางที่ 9.1	ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ โดยเมตริกความเสี่ยง.....	199
ตารางที่ 9.2	เมตริกความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการปวดไหล่กรณีพนักงานสำนักงาน	206
ตารางที่ 9.3	ระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์ประเมินโดย RULA ในพนักงานอิเล็กทรอนิกส์	207
ตารางที่ 9.4	ระดับความเสี่ยงต่อการปวดหลังจากคะแนนของเมตริกความเสี่ยง	208
ตารางที่ 9.5	เกณฑ์การจัดระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์จากการประเมินโดย REBA	209
ตารางที่ 9.6	เกณฑ์การจัดระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์โดยค่าดัชนีงานยกเคลื่อนย้าย (Lifting handling index)	209

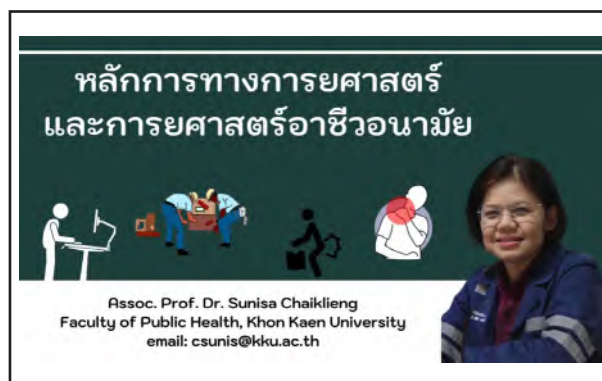
สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 9.7	เกณฑ์การจัดระดับความถี่ของอาการจากการรับรู้อาการผิดปกติ บริเวณหลังส่วนล่าง	210
ตารางที่ 9.8	เกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงจากการรับรู้อาการผิดปกติบริเวณหลังส่วนล่าง	210
ตารางที่ 9.9	เกณฑ์การจัดระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพด้านการปวดหลังส่วนล่าง ในพนักงานเคลื่อนย้าย	210
ตารางที่ 9.10	ความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานศูนย์บริการข้อมูล ด้านการปวดคอ ไหล่ และหลัง ก่อนและหลังได้รับโปรแกรมการปรับปรุงทางการยศาสตร์	212
ตารางที่ 9.11	ความแตกต่างของคะแนนและระดับความเสี่ยงทางการยศาสตร์และความเสี่ยง ต่อสุขภาพก่อนและหลังได้รับโปรแกรมปรับปรุงทางการยศาสตร์.....	212
ตารางที่ 10.1	HAV-daily action value and limit value A(8) compared to WBV's TLVs of A(8) and dose recommended by EU - Directive 2002/44/EC	223
ตารางที่ 10.2	ความส่องสว่างที่แนะนำโดย IESNA สำหรับงานอุตสาหกรรม	241

บทที่ 1

หลักการทางกายศาสตร์ (Introduction to Ergonomics)



วิดีโอ – (Introduction) หลักการทางกายศาสตร์และการยศาสตร์อาชีวอนามัย

การยศาสตร์หรือเออร์โกโนมิกส์ (Ergonomics) เป็นศาสตร์ของการปรับเปลี่ยนสภาพหน่วยที่ทำงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน หรือเป็นการปรับปรุงสภาพหรือท่าทางการทำงาน เพื่อให้คนทำงานปฏิบัติงานอย่างมีความสุข ไม่เกิดการปวดเมื่อยล้า การบาดเจ็บหรือเจ็บป่วย ทั้งนี้สมพันธ์การยศาสตร์นานาชาติ ได้แบ่งการยศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน คือ การยศาสตร์ทางกายภาพ การยศาสตร์ทางด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคล และการยศาสตร์ในองค์กร ปัจจุบันมีการนำเครื่องจักรมาใช้ในการทำงานทำให้เกิดท่าทางและจังหวะการทำงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องมือ และกิจกรรมซ้ำๆ การยศาสตร์จึงมีความสำคัญมากขึ้น การใช้หลักการทางกายศาสตร์ในองค์กร เพื่อการออกแบบเครื่องมือหรือหน่วยที่งาน รวมทั้งสภาพแวดล้อมการทำงาน ที่ต้องอาศัยสหวิทยาการที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา จิตวิทยา วิศวกรรมศาสตร์และวิทยาศาสตร์กายภาพ มาเพื่อเข้าใจพื้นฐานและหลักการยศาสตร์ ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในบทนี้

1.1 ความหมาย ความสำคัญของการยศาสตร์

1.1.1 ความหมาย

การยศาสตร์นั้นในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดาใช้คำว่า Human factors ในขณะที่ประเทศทางแถบยุโรปรวมถึงประเทศไทยใช้คำว่า Ergonomics สองคำนี้มีความหมายในทางปฏิบัติไม่แตกต่างกัน บางครั้งอาจได้ยินคำว่า Human factors engineering หรือ Human engineering บ้าง

ก็ให้เข้าใจว่าหมายถึงเอร์โกโนมิคส์นั่นเอง สำหรับการใช้คำภาษาไทยในความหมายของเอร์โกโนมิคส์นั้นเท่าที่ผ่านมาก็ใช้คำว่า “วิทยาการจิตสภาพงาน” หรือคำอื่นๆ แล้วแต่ความต้องการในการสื่อความหมาย และในท้ายที่สุดคณะกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรมของราชบัณฑิตยสถานได้พิจารณาบัญญัติศัพท์ของคำว่าเอร์โกโนมิคส์ไว้คือ “การยศาสตร์” ได้อธิบายว่า การย เป็นคำในภาษาสันสกฤต หมายถึงงาน (Work) และศาสตร์ คือวิทยาการ(Science) นั่นเองรวมความเป็น Work science ในปัจจุบันคำว่า “การยศาสตร์” เป็นที่ยอมรับและใช้กันแพร่หลายมากขึ้นโดยอาจเข้าใจกันในคำว่า “เอร์โกโนมิคส์” มากกว่า เพราะเป็นสากลมากกว่า

จากวิกิพีเดีย (Wikipedia) ได้ให้ความหมายของการยศาสตร์ (Ergonomics) ไว้ว่า “การยศาสตร์เป็นการประยุกต์หลักการที่เกี่ยวกับศาสตร์ของการติดต่อสื่อสารอันเกี่ยวข้องกับวัตถุต่างๆ ระบบและสิ่งแวดล้อมสำหรับมนุษย์เพื่อใช้ในการทำงานประจำ” “Ergonomics (or Human factors) is the application of scientific information concerning objects, systems and environment for human use” คำจำกัดความนี้ได้รับการยอมรับจากสมาพันธ์การยศาสตร์นานาชาติ (International Ergonomics Association; IEA)

ทั้งนี้ IEA ได้แบ่งการยศาสตร์ออกเป็น 3 ด้าน (Domains) ใหญ่ๆ ดังนี้

(1) **การยศาสตร์ทางกายภาพ (Physical ergonomics)** เป็นการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของร่างกายมนุษย์ต่อความเครียดทางกายภาพ หรือทางสรีรวิทยา (Physical stress) ซึ่งรวมด้านสิ่งแวดล้อมทางการยศาสตร์ (Environmental ergonomics) เข้ามาด้วย

(2) **การยศาสตร์ทางด้านความรู้ความเข้าใจของบุคคล (Cognitive ergonomics)** หรือที่รู้จักกันดี คือ “จิตวิทยาทางด้านวิศวกรรม” (Engineering psychology) เป็นการยศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางด้านจิตใจ (Mental process) เช่น การรับรู้ (Perception) ความตั้งใจ (Attention) การตระหนักรู้ (Cognition) การควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor control) การเก็บรวบรวมความจำทั้งหลาย และการนำกลับคืนมา ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับปัจจัยอื่นๆ ในระบบการทำงาน หัวข้อที่สำคัญ ได้แก่ ภาระทางด้านจิตใจ (M) ความระมัดระวัง การตัดสินใจ ทักษะการกระทำหรือการแสดงออก ความผิดพลาดส่วนบุคคลปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักรต่างๆ

(3) **การยศาสตร์ในองค์กร (Organizational ergonomics)** หรือการยศาสตร์ที่กว้างมากขึ้น (Macro ergonomics) จะเกี่ยวข้องกับระบบการจัดการทางด้านเทคนิค รวมทั้งโครงสร้างขององค์กร นโยบายและกระบวนการต่างๆ ในองค์กรเหล่านั้น ประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ งานกะ (Shift work) กำหนดการต่างๆ ความพึงพอใจในงาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแรงจูงใจ การสอนและวัฒนธรรมความปลอดภัย การทำงานเป็นทีม งานจ้างเหมา รวมทั้งจรรยาบรรณวิชาชีพ (Ethics)

ด้วยพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้คำอธิบายไว้ว่า “การย” อ่านออกเสียงว่า กาน เป็นคำนาม มาจากภาษาสันสกฤต แปลว่า หน้าที่ กิจ ธุระ งาน ส่วนคำว่า ศาสตร์ หรือ “ศาสตร์” ออกเสียงว่า สาดตระ หรือ สาดสะตระ สาด เป็นคำนาม หมายถึงระบบวิชา ความรู้ มักใช้ประกอบหลังคำอื่น เช่น วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ มนุษยศาสตร์ เป็นต้น ดังนั้น เมื่อนำคำ 2 คำมารวมกันเป็น “การยศาสตร์” จึงหมายถึง ระบบวิชาความรู้ที่เกี่ยวกับหน้าที่ กิจธุระหรืองาน

คณะกรรมการบริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสุขภาพในการทำงานของประเทศสหรัฐอเมริกา (Occupational Safety and Health Administration; OSHA) ได้อธิบายว่า การยศาสตร์เป็นการหาวิธีการที่จะปรับงานให้เหมาะสมกับคน (Put the right job to the right man) โดยมีหลักการ คือ การป้องกันการงานที่ไม่ปลอดภัย หรือไม่เหมาะสม เพื่อป้องกันการบาดเจ็บ ปวดเมื่อย หรือความเมื่อยล้าของระบบกล้ามเนื้อ เส้นเอ็นและกระดูก โดยการออกแบบสถานที่ทำงาน สิ่งแวดล้อม สภาพการทำงาน กระบวนการผลิต เครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ รวมทั้งการฝึกอบรม เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างสุขสบาย ไม่มีอาการปวดเมื่อย หรือเมื่อยล้าต่างๆ ดังกล่าว

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labor Organization; ILO) ได้ให้ คำจำกัดความของการยศาสตร์ คือ “การประยุกต์ใช้วิชาการทางด้านชีววิทยาของมนุษย์และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับคนงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อให้คนงานเกิดความพึงพอใจในการทำงาน และให้ได้ผลิตผลสูงสุด” ดังนั้น การยศาสตร์จึงเป็นศาสตร์หรือวิชาการที่ปรับปรุงสภาพการทำงานให้เข้ากับผู้ปฏิบัติงานทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ เพื่อให้เกิดผลงานเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

กล่าวโดยสรุป การยศาสตร์ จึงหมายถึง “ศาสตร์หรือวิชาการที่เป็นการปรับเปลี่ยนสภาพงานให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน” หรือเป็นการ “ปรับปรุงสภาพการทำงาน โดยการศึกษาผู้ปฏิบัติงานในสิ่งแวดล้อมการทำงานอย่างเป็นระบบ” ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถทำงานได้อย่างมีความสุข ไม่เกิดการปวดเมื่อยล้า การบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วย อันเนื่องมาจากลักษณะท่าทางการทำงาน ตลอดระยะเวลาการปฏิบัติงาน

1.1.2 ความสำคัญของการยศาสตร์

การยศาสตร์เป็นการจัดสภาวะแวดล้อมในการทำงานตลอดจนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องมือ ซึ่งต้องมีความรู้เกี่ยวกับร่างกายและจิตใจมนุษย์ขณะทำงาน เพราะความรู้ดังกล่าวช่วยให้มีการออกแบบงาน เครื่องมือ สถานที่ทำงาน ส่งผลให้มนุษย์ได้ทำงานอย่างปลอดภัย มีประสิทธิภาพ อีกทั้งมีความพึงพอใจและมีความสุขในการทำงาน ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่องจักรกลเข้ามาใช้ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น เป็นผลให้อัตราความเร็วของการทำงานมีผลผลิตเพิ่มมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกัน บางกลุ่มงานก็ยังคงต้องใช้แรงงานคนในการทำงานจำนวนมาก ที่ทำให้งานดูน่าเบื่อ เพราะเกิดจากความซ้ำซากจำเจ รวมทั้งงานที่ต้องออกแรงใช้กำลังมากจากการที่ต้องใช้แรงงานคนในการทำงาน และมีการควบคุมเครื่องจักรมากขึ้น จึงส่งผลให้ผู้ที่ทำงานมีอาการปวดบริเวณหลัง คอ ข้อมือ แขนขา และมีปัญหาทางสายตาจำนวนเพิ่มมากขึ้น

1.2 ปัจจัยการยศาสตร์ในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

องค์ประกอบสำคัญที่เกิดจาก (1) มนุษย์ (Human) ซึ่งมีปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องทั้งด้านร่างกาย และจิตใจ มี (2) ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ในการทำงานกับการใช้อุปกรณ์ เครื่องมือ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เสียง แสงเป็นต้น ภายใต้ (3) สภาพแวดล้อมในการทำงาน (Work environments) ได้แก่ ปัจจัยภายนอก หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่เป็นปัจจัยทางกายภาพ ซึ่งหลักทางการยศาสตร์เป็นการพยายามปรับงานให้เข้ากับคน (Put the right job to the right man) คือปรับงานให้ทุกคนที่มีข้อจำกัดต่างๆ กันสามารถทำได้ และในท้ายที่สุดคือการปรับคนให้เข้ากับงาน (Put the right man to the right job) ตัวอย่างเช่น การคัดเลือกแอร์โฮสเตสระดับอาวุโส ให้ทำงานในชั้นธุรกิจ เพื่อสามารถใช้ประสบการณ์สูงบริการลูกค้าและตัดสินใจต่างๆ ได้ดีกว่า โดยไม่ต้องอาศัยหลักสรีรวิทยารูปร่างที่บอบบางแต่มีความแข็งแรง มาใช้เหมือนการคัดเลือกผู้ปฏิบัติงานที่เป็นแอร์โฮสเตสสำหรับชั้นธรรมดา ซึ่งองค์ประกอบสามารถแบ่งตามกลุ่มปัจจัย ดังนี้

1.2.1 ปัจจัยภายนอกที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

- (1) สภาพแวดล้อมทั่วไป ได้แก่ เสียง แสง ความสั่นสะเทือน อุณหภูมิ อากาศ สารเคมี
- (2) สภาพแวดล้อมในการทำงาน ได้แก่ เครื่องมือ โต๊ะ เก้าอี้ เครื่องจักร
- (3) ลักษณะงาน เช่น งานที่ต้องใช้แรงกาย ยก ลาก/ดึง ผลักหรือหิ้วของหนัก

1.2.2 ปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับการยศาสตร์

- (1) จิตวิทยาสังคม ได้แก่ ความพอใจในการทำงาน ครอบครัวยุคปฏิวัติ
- (2) ร่างกาย ได้แก่ ความแข็งแรง ความอดทน ความอ่อนตัว ความสูง และน้ำหนัก

สัดส่วนของร่างกาย

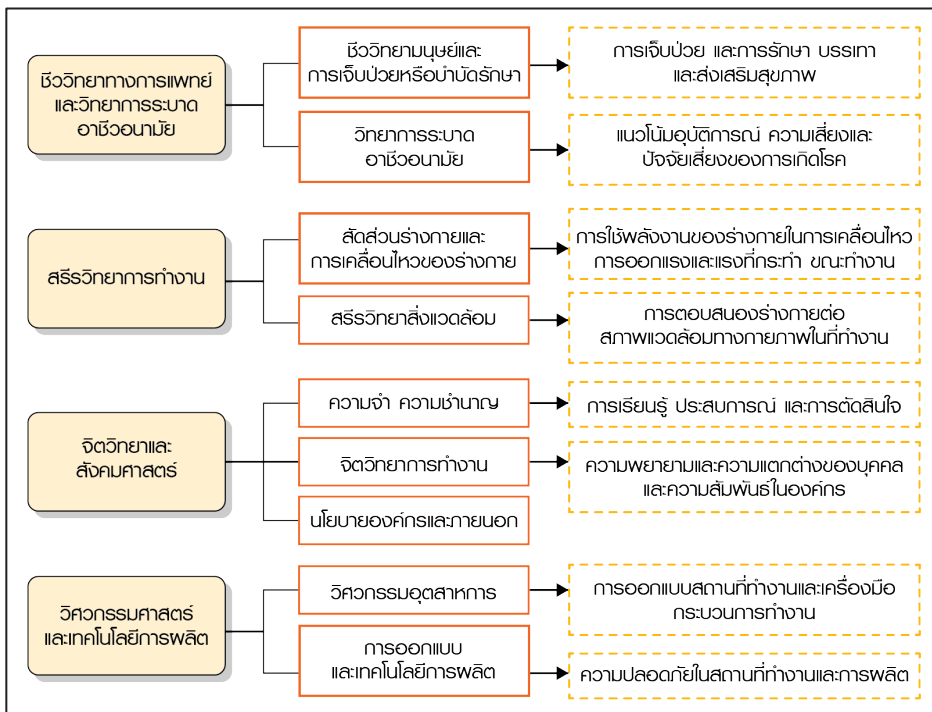
1.2.3 ปัจจัยเสี่ยงทางกายภาพด้านการยศาสตร์ที่ส่งผลต่อโรคทางระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ

- (1) กิจกรรมที่ต้องใช้แรงมาก (Forceful exertions)
- (2) กิจกรรมที่ทำซ้ำๆ มีท่าทางซ้ำๆ (Repetitive motions)
- (3) การบริหารจัดการและจิตวิทยาสังคม (Organization and psychosocial work factors)
- (4) กิจกรรมที่ยาวนาน (Prolonged activities)
- (5) ท่าทางที่ไม่เหมาะสม (Awkward postures) เช่น การทำงานที่ต้องก้ม บิด เอี้ยว เหยียด ของลำตัว การเกร็ง งอ ของแขนหรือขา
- (6) การกดเฉพาะที่ (Localized contact stress)
- (7) สภาพแวดล้อมต่างๆ ของการทำงาน เช่น สถานีงาน เครื่องมือ อุปกรณ์ อุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป (Extreme temperature) ตลอดจนระบบการทำงานที่ไม่สมดุล

ปัจจัยทางการยศาสตร์จึงรวมทั้งจากตัวพนักงาน (Human factor) และปัจจัยที่เกิดจากสภาพการทำงานและสิ่งแวดล้อมในการทำงานมีความไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานและนำไปสู่การบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยจากการทำงานสภาพการทำงาน เป็นการตอบสนองทางร่างกายต่อภาระงาน

1.3 หลักการพื้นฐานทางการยศาสตร์ในงานอาชีพ

เนื่องจากการยศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับหลายสาขาวิชาด้วยกัน ได้แก่ ชีววิทยาทางการแพทย์ ระบาดวิทยา สรีรวิทยาการทำงาน จิตวิทยาสังคมศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกันในการปรับปรุงคุณภาพการทำงานให้มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยให้มากที่สุด โดยให้ความสำคัญที่คนในการทำงานเป็นอันดับแรกว่ามีผลกระทบจากการออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างไรบ้าง รวมไปถึงวิธีการทำงานหรือท่าทางในการทำงานที่เหมาะสม เพื่อใช้พลังงานในการทำงานน้อยที่สุด เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ได้แก่ ความเครียด ความล้า และความผิดปกติทางระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อ (Musculoskeletal Disorders; MSDs) ให้น้อยที่สุด และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานสูงสุด อาศัยสหวิทยาการของศาสตร์ร่วม ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 วิชาการแขนงต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบของการยศาสตร์ในงานอาชีพ

ภาพที่ 1.1 แสดงถึงสหวิทยาการแขนงต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการยศาสตร์ และการประยุกต์ใช้วิทยาการแขนงต่างๆ เหล่านี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการชี้ให้เห็นถึงปัจจัยด้านต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อคนทำงาน รวมไปถึงการจัดการปัจจัยเหล่านี้ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสมด้วย ซึ่งขอบเขตของการยศาสตร์นั้นมีการนำเอาวิทยาการหลายสาขามาเป็นประโยชน์ในการศึกษา วิทยาการยศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.3.1 ชีววิทยาของมนุษย์และวิทยาการระบาด (Human biology and Epidemiology)

เป็นหลักวิชาการด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ การเกิดการบาดเจ็บและโรคจากการทำงาน เพื่อการป้องกันและเฝ้าระวังโรคทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ ซึ่งประกอบด้วย

1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ คือ หลักชีววิทยามนุษย์ (Human biology) กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) และสรีรวิทยา (Physiology) เพื่อเข้าใจหลักการทำงานของระบบ กลไกการเคลื่อนไหวของร่างกาย และการเจ็บป่วยเกิดขึ้นเมื่อขาดความสมดุลของร่างกายหรือความผิดปกติของระบบ

2) วิทยาการระบาดอาชีวอนามัย (Occupational epidemiology) เป็นการนำหลักการทางระบาดวิทยาในการเฝ้าระวังโรคจากการทำงาน ศึกษาอุบัติการณ์ แนวโน้มของการเกิดโรค ปัจจัยเสี่ยง เพื่อการวางแผนป้องกันการบาดเจ็บและโรคทางระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อ

3) สรีรวิทยาการทำงาน (Work physiology) กลไกการเคลื่อนไหว การใช้พลังงานของร่างกายขณะทำงาน ท่าทางจากการทำงาน สัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry) การออกแรง และผลของแรงที่กระทำส่วนต่างๆ ของร่างกายเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เครื่องมือ เครื่องจักร หน่วยที่ทำงาน เพื่อให้สภาพการทำงานนั้นเหมาะสมกับคนทำงานให้มากที่สุด ป้องกันผู้ปฏิบัติงานต้องสูญเสียพลังงานมาก เกิดความล้า หรือปัญหาต่อสุขภาพอนามัย

4) สรีรวิทยาสิ่งแวดล้อม (Environmental physiology) เป็นการศึกษาผลกระทบของสิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านกายภาพ อันได้แก่ ความร้อน แสง เสียง ความสั่นสะเทือน ความกดดันอากาศ ฯลฯ ที่มีผลต่อคนทำงานและการตอบสนองของร่างกาย เพื่อการปรับปรุงสภาพการทำงาน และความล้าหรือการเจ็บป่วยที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมดังกล่าวด้วย

5) จิตวิทยาและสังคมศาสตร์ (Psychology and sociology)

5.1) ความจำ ความชำนาญ (Cognitive and Skill) เป็นการศึกษาความสามารถ หรือทักษะของมนุษย์ในการรับรู้ข้อมูล แปลความหมาย และใช้ข้อมูลนั้นในการตัดสินใจ ซึ่งเป็นกระบวนการในการทำงานควบคุมเครื่องจักร ทั้งนี้ เพื่อนำผลการศึกษามาใช้ในการออกแบบหน้าปัด แสดงข้อมูล และอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรให้เหมาะสมต่อไป ซึ่งจะช่วยลดข้อผิดพลาดในการทำงานของมนุษย์และอุบัติเหตุจากการทำงานลงได้

5.2) จิตวิทยาในการทำงาน (Occupational psychology) เป็นการศึกษาจิตวิทยาของมนุษย์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน ความเครียด ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงาน เพื่อจะได้แนวทางที่เหมาะสมในการออกแบบงาน เพิ่มความสามารถสูงสุดในการทำงาน

1.3.2 วิทยาศาสตร์กายภาพ (Physical science) และเทคโนโลยี

1) วิศวกรรมศาสตร์ (Industrial engineering) เป็นวิชาการที่เน้นการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือ รวมไปถึงสถานที่ทำงานให้เกิดความเหมาะสม สะดวกสบาย และความปลอดภัยในการทำงาน โดยให้ความสำคัญกับความเข้าใจของผู้ใช้ต่ออุปกรณ์ เครื่องมือ เป็นหลัก

2) วิศวกรรมระบบและเทคโนโลยี (System engineering and technology) เป็นวิชาการที่ทำให้เข้าใจถึงข้อจำกัดทางเทคนิคการผลิต ตลอดจนข้อยืดหยุ่นของเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบระบบงาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงานนั่นเอง

3) สุขศาสตร์อุตสาหกรรม (Industrial hygiene) เป็นการนำหลักความตระหนักการประเมินการสัมผัส และการควบคุมด้านสภาพแวดล้อมการทำงานทางกายภาพ ให้อยู่ภายใต้มาตรฐานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง หรือนโยบาย เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน และจากองค์ประกอบของการยศาสตร์ที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการยศาสตร์หรือนักการยศาสตร์ (Ergonomist) จึงเป็นผู้ที่ศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงาน สถานที่ทำงาน และการออกแบบงาน โดยทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานและปรับเปลี่ยนความรู้พื้นฐานให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมจะนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง กล่าวคือ การยศาสตร์สามารถเชื่อมความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพกับวิทยาศาสตร์กายภาพ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม เพื่อที่จะสรุปสภาวะคนทำงานและผลกระทบต่อคนเนื่องจากสภาวะการทำงานนั้น ตลอดจนเสนอแนะวิธีการปรับปรุงแก้ไขได้

1.4 การใช้หลักการทางการยศาสตร์ในงานอาชีพและความปลอดภัย

เนื่องจากการยศาสตร์เป็นวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงานให้เข้ากับความสามารถทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจของมนุษย์ โดยรวมในเชิงปฏิบัติเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการประสานกันหรืออันตรกิริยา (Interaction) ระหว่างมนุษย์และเครื่องมืออุปกรณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ทำงานอยู่ เพื่อให้บุคคล (ผู้ใช้ หรือผู้ทำงาน) สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นการนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ทำงานนั้นย่อมก่อให้เกิดประโยชน์ที่สามารถเห็นได้อย่างเด่นชัดมากมาย เช่น ทำให้พนักงานมีสุขภาพอนามัยที่ดีขึ้นและสภาพการทำงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ส่วนนายจ้างก็จะได้รับประโยชน์จากผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น

การประยุกต์ใช้หลักการทางการยศาสตร์ การศึกษาผลกระทบของการออกแบบงาน สภาพการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงานที่เกิดขึ้นกับคนทำงาน ทั้งด้านกายภาพหรือร่างกาย (Physical state) และด้านสภาพจิตใจ (Mental state) เพื่อขจัดสิ่งนี้อาจเป็นเหตุทำให้พนักงานเกิด

ความไม่สะดวกสบาย ปวดเมื่อยหรือมีสุขภาพอนามัยที่ไม่ดี เนื่องจากการที่ต้องทำงานในสภาพแวดล้อมนั้นๆ จึงสามารถนำไปใช้ในการป้องกันการออกแบบงานที่ไม่เหมาะสมที่อาจเกิดขึ้นในสถานที่ทำงาน เช่น การออกแบบงาน เครื่องมือ หรือหน่วยที่ทำงาน

ตัวอย่างเช่น พนักงานที่ต้องใช้เครื่องมือในการทำงานที่มีความเสี่ยงในการเกิดอันตรายต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ โดยพนักงานใช้เครื่องมือที่ได้มีการออกแบบอย่างถูกต้องเหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ตั้งแต่เริ่มแรก อันตรายดังกล่าวจะลดลงได้ แต่ถ้าหากเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และหน่วยที่ทำงานไม่ได้มีการนำหลักการยศาสตร์มาประยุกต์ใช้และไม่ได้มีการคำนึงถึงความจริงเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างบุคคลในเรื่อง ขนาดสัดส่วน รูปร่าง ความสูง รวมทั้งระดับความแข็งแรงที่แตกต่างกันของบุคคล จะเกิดภาวะการบังคับให้พนักงานต้องปรับตัวทำงานกับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมนั้นจนเกิดการเจ็บป่วยขึ้นได้

1.5 บทสรุป

การยศาสตร์ครอบคลุมหลักวิทยาการหลายแขนงที่จำเป็นทั้งจากส่วนของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กายภาพรวมทั้งเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และจิตวิทยามนุษย์ การปรับปรุงสถานหรือหน่วยงาน ตลอดจนระบบและกระบวนการทำงานให้เหมาะสมที่สุด โดยใช้หลักปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์หรือพนักงานและสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในสหสาขาวิชาทำงานร่วมกันในงานพัฒนาทางการยศาสตร์ขององค์กร ที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ชีวภาพทางชีววิทยามนุษย์ทั้งกายภาพและสภาวะของจิตใจ กับหลักการทางเทคโนโลยีอุตสาหกรรมที่อาศัยวิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์กายภาพ สังคมศาสตร์ รวมทั้งการทำงานของพนักงานเพื่อที่จะสรุปสภาวะคนทำงานและผลกระทบต่อคนเนื่องจากสภาวะการทำงานนั้น เพื่อส่งผลตามมาคือพนักงานมีประสิทธิภาพในการทำงานและการป้องกันความผิดปกติทางระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อได้อย่างสูงสุด

เอกสารอ้างอิง

สุนิสา ชัยเกลี้ยง. (2562). **สรีรวิทยาการทำงานและการยศาสตร์ ฉบับปรับปรุง**. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Dul, J., & Weerdmeester, B. (2001). **Ergonomic for beginner: A quick reference guide**. 2nd ed. New York: Taylor & Francis.

Helander, M. (2006). **A guide to human factor and ergonomic**. 2nd ed. Florida: CRC Press.

International Ergonomics Association [IEA]. (2017). **Definition and domains of ergonomics**. Retrieved August 31, 2016, from <http://www.iea.cc/whats>

Lagerlof, E. (Ed.). (2000). **Occupational ergonomics, work related musculoskeletal disorders**. New York: Taylor & Francis.

บทที่ 2

การเคลื่อนไหวของมนุษย์และความล้า (Human Movement and Fatigue)

การเคลื่อนไหวของร่างกาย อาศัยการทำงานประสานกันของระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อและระบบประสาท ตามหลักชีวกลศาสตร์ของการเคลื่อนไหว กรณีออกแรงแบบสถิต (Static load) จะทำให้เกิดความล้าขึ้นเช่นเดียวกับการออกแรงแบบพลวัต (Dynamic load) โดยทำให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในภาวะของการขาดน้ำตาลและออกซิเจน และการเกิดความล้าทางจิตใจโดยทั่วไปเกิดได้จากภาระงานที่สะสม โดยการวัดความล้าของกล้ามเนื้อสามารถประเมินได้จากการบันทึกกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาขณะกล้ามเนื้อหดตัวด้วยเครื่องวัดคลื่นกระแสไฟฟ้ากล้ามเนื้อ (Electro myography; EMG) และความล้าทางจิตใจก็สามารถทำได้ ซึ่งรายละเอียดจะได้กล่าวต่อไปในบทนี้

2.1 ระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อเพื่อการเคลื่อนไหว

2.1.1 ความรู้พื้นฐานทางกายวิภาคศาสตร์ของระบบกระดูกโครงร่างและกล้ามเนื้อ

1) ระบบกระดูกและข้อ

โครงร่างของมนุษย์ประกอบด้วยกระดูก 206 ชิ้น เรียงต่อกันเป็นกระดูกแกนและกระดูกยางค์ บริเวณปลายกระดูกมาพบกันเรียกว่าข้อต่อ เป็นส่วนที่เคลื่อนไหวได้และมีเอ็นยึดปลายกระดูกเข้าด้วยกัน กระดูกทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะต่างๆ ในร่างกาย และยึดพยุงส่วนต่างๆ ของร่างกายเข้าด้วยกัน กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่งที่แน่นและแข็ง ประกอบด้วยเซลล์กระดูกและสารระหว่างเซลล์ เช่น เส้นใยคอลลาเจน สารประกอบของแคลเซียม และยังมีไขกระดูกสร้างเม็ดเลือด กระดูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) **กระดูกแกน มี 80 ชิ้น** เรียงต่อกันเป็นลำตัว ได้แก่ กระดูกศีรษะ กระดูกอก กระดูกซี่โครง กระดูกสันหลัง โดยกระดูกสันหลังจะประกอบด้วยส่วนโค้ง 4 แห่ง คือ ส่วนคอ ส่วนอก ส่วนเอว และส่วนก้นกบ ส่วนโค้งนี้จะเพิ่มความแข็งแรงรักษาสสมดุลของร่างกายในขณะยืน เดินหรือนั่ง ลดแรงสะท้อนขณะเคลื่อนไหว เป็นการปกป้องไม่ให้คอหรือหลังหัก

(2) **กระดูกยางค์ มี 126 ชิ้น** เป็นส่วนแขน ขา นิ้ว เชิงกราน สะบัก ข้อต่อ มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันยึดกระดูกเข้าด้วยกัน ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้ จะเป็นข้อต่อที่มีเยื่อพังผืดยึดระหว่างกระดูกที่ไม่มีช่องว่างเช่น รอยต่อของกะโหลกศีรษะ ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้บ้าง เป็นข้อต่อที่มี