บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 เทคนิค RULA

RULA (rapid upper limb assessment) เป็นการพัฒนาการวินิจฉัยการทำงานของบุคคลเพื่อค้นหาปัจจัยเสี่ยงความผิดปกติของกระดูกระยางค์ส่วนบน (upper limb) จากการทำงาน นอกจากนี้ RULA ยังใช้ประเมินลักษณะท่าทาง, แรงที่ใช้ และการทำงานของกล้ามเนื้อ รวมถึงการทำงานในโรงงานที่มีปัจจัยเสี่ยงสัมพันธ์กับความผิดปกติของกระดูกระยางค์ส่วนบนที่อาจจะพบได้

วิธีการคือ ใช้แผนภาพท่าทางของร่างกายและตารางคะแนน 3 ช่อง เพื่อประเมินหาปัจจัยเสี่ยง ปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ถูกวินิจฉัยโดย McPhee คือ

- จำนวนของการเคลื่อนไหว
- การทำงานของกล้ามเนื้อ
- ท่าทางในการทำงานกับเครื่องมือและอุปกรณ์ช่วย
- แรง
- เวลาการทำงานที่ไม่มีเวลาพัก

รวมถึงปัจจัยด้านบุคคล เช่น อายุ เพศ ประสบการณ์ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในที่ทำงาน และปัจจัยด้านจิตวิทยาสังคมก็เป็นตัวแปรที่ต้องพิจารณาเช่นกัน

เทคนิค RULA (McAtamncy and Corlett, 1993) เป็นเทคนิคอย่างหนึ่งในการอธิบายการทำงานที่เกี่ยวกับท่าทางการทรงตัว แรง และการใช้กล้ามเนื้อของงานที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ การศึกษาใช้ระบบตัวเลขที่มีความสะดวกรวดเร็ว มีการบันทึกโดยใช้วีดีโอเทป เพื่อประเมินท่าทางการทำงานลงในตาราง

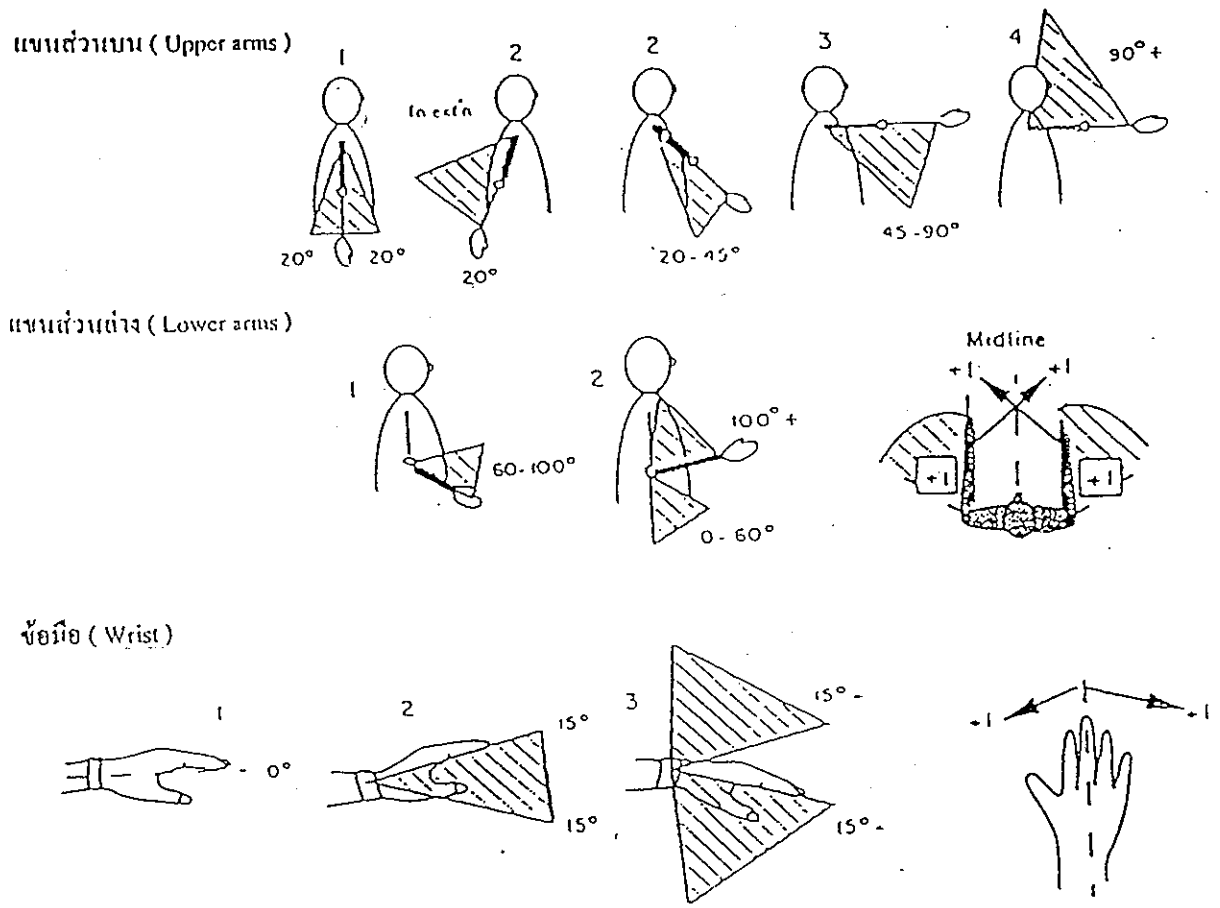
เทคนิคของ RULA แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 บันทึกท่าทางการทรงตัวในขณะทำงาน

โดยแบ่งร่างกายของคนออกเป็น 2 ส่วน ส่วน A (คะแนน A) ประกอบไปด้วย ข้อมือและแขน ดังรูปที่1 ส่วน B (คะแนน B) ประกอบไปด้วย คอ ลำตัว และขา ดังรูปที่ 2 มีการประเมินช่วง

การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ออกมาเป็นคะแนนมีระดับความรุนแรงต่างกัน โดยที่คะแนนน้อยจะมีระดับความรุนแรงของปัญหาน้อยและจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับปัญหามีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น

<u>ส่วน A</u> แสดงระดับคะแนนในท่าทางต่าง ๆ ของการเคลื่อนไหวของแขนและข้อมือ พิจารณาจากรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของแขนท่อนบน แขนท่อนล่างและข้อมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

<u>ส่วน A</u>

1A. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของแขนท่อนบนออกเป็นดังนี้</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวในมุม 20 องศา ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวแบบสมมาตรกับแนวดิ่ง
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวในมุมระหว่าง 20 - 45 องศา ซึ่งเป็นการเคลื่อน

ไหวแบบสมมาตร

- ระดับ 3 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวระหว่าง 45 - 90 องศา กับแนวดิ่ง
- ระดับ 4 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวที่ทำมุมมากกว่า 90 องศา กับแนวดิ่ง

เงื่อนไขเพิ่มเติม

<u>การเพิ่มคะแนนของแขนท่อนบน</u>

- ไหล่ต้องยกสูงขึ้นให้เพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน
- แขนท่อนบนมีการบิดให้เพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน
- มีสิ่งรองรับน้ำหนักของแขนให้ลดลงอีก 1 คะแนน

2A. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของแขนท่อนล่างออกเป็นดังนี้</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวในแนวทำมุม 60 - 100 องศา
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับการเคลื่อนไหวในแนวมุมที่น้อยกว่า 60 องศาหรือมากกว่า 100 องศา

เงื่อนไขเพิ่มเติม

<u>การเพิ่มคะแนนของแขนท่อนล่าง</u>

- การเคลื่อนไหวการทำงานที่เอื้อมมือสลับข้างกันให้เพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน

3A. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของข้อมือออกเป็นดังนี้</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับในกรณีที่มีการเคลื่อนไหวปรกติ
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับกรณีที่มีการเคลื่อนไหวทำมุมระหว่าง 0 - 15 องศา ทั้งการยืดและหักข้อมือ
- ระดับ 3 คะแนน สำหรับในกรณีที่มีการเคลื่อนไหวมากกว่า 15 องศา

เงื่อนไขเพิ่มเติม

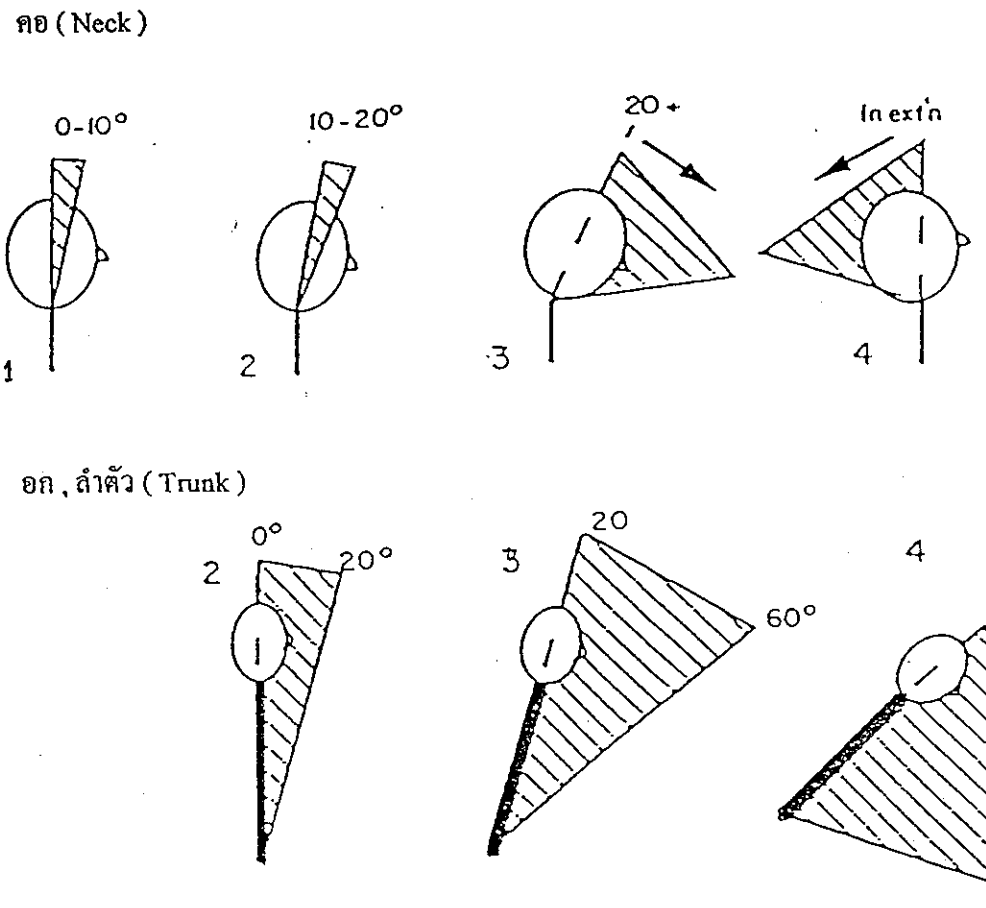
<u>การเพิ่มคะแนนของข้อมือ</u>

- มีการบิดไปจากแนวปรกติต้องมีการเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน

<u>การเพิ่มคะแนนของการหมุนข้อมือ</u>

- ถ้าข้อมือหมุนได้ในช่วงกางของการพลิกข้อมือ เพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน
- ถ้าข้อมืออยู่ในช่วงปลายสุดของการพลิกข้อมือให้เพิ่มคะแนนอีก 2 คะแนน

<u>ส่วน B</u> พิจารณาจากรูปที่ 2 แสดงระดับคะแนนในท่าทางการเคลื่อนไหวของคอ ลำตัวและขา



ขา (Legs)

1 ถ้าขาและเท้ามีการรับน้ำหนักตัวอย่างสมดุล

2 ถ้าขาและเท้ามีการรับน้ำหนักตัวอย่างไม่สมดุล

รูปที่ 2 แสดงระดับคะแนนในการเคลื่อนไหวของคอ ลำตัวและขา

(McAtamney and Corlett, 1993)

<u>ส่วน B</u>

1B. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของคอออกเป็นดังนี้</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับการก้ม 0 - 10 องศา
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับการก้มระหว่าง 10 - 0 องศา
- ระดับ 3 คะแนน สำหรับการก้มมากกว่า 20 องศาขึ้นไป

เงื่อนไขเพิ่มเติม

<u>การเพิ่มคะแนนของคอ</u>

- คอมีการบิด ต้องเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน
- คอมีการเอียงไปด้านซ้าย หรือด้านขวาต้องเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน

2B. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของลำตัวออกเป็นดังนี้</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับการนั่งหรือมีอุปกรณ์รับน้ำหนักตรงบริเวณสะโพกและนั่งหลังตรงทำมุม 90 องศากับแนวราบ
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับการก้มระหว่าง 0 -20 องศา
- ระดับ 3 คะแนน สำหรับการก้มระหว่าง 20 - 60 องศา
- ระดับ 4 คะแนน สำหรับการก้มที่มากกว่า 60 องศา

เงื่อนไขเพิ่มเติม

<u>การเพิ่มคะแนนของลำตัว</u>

- ลำตัวมีการบิดต้องเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน
- ลำตัวมีการเอียงไปด้านซ้ายหรือด้านขวาเพิ่มคะแนนอีก 1 คะแนน

3B. <u>มีการแบ่งระดับคะแนนของขาออกเป็น</u>

- ระดับ 1 คะแนน สำหรับท่าทางและการยืนอยู่ในสภาพสมดุลหรือมีการรองรับที่ดี
- ระดับ 2 คะแนน สำหรับท่าทางและการยืนไม่อยู่ในสภาพที่สมดุลหรือมีการทรงตัวที่ไม่เหมาะสม

ในการพิจารณาคะแนนการทรงตัวในท่าต่าง ๆ สามารถพิจารณาได้จากการดูวีดีโอเทปขณะที่พนักงานกำลังปฏิบัติหน้าที่ซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ท่าทางการทรงตัวการทำงานที่มีความถี่สูงที่สุด (mode) มาเป็นข้อในการพิจารณา

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> พิจารณากลุ่มของการเคลื่อนไหวของร่างกายและพิจารณาคะแนนจากท่าทางการทรงตัว

ข้อมูลที่ได้จากการพิจารณาท่าทางการทรงตัวของการทำงาน พิจารณาแยกตามกลุ่ม A และกลุ่ม B นำแต่ละท่าทางการทำงานมาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้ตารางที่ 1 และ 2 มีการแบ่งระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 โดยใช้หลักชีวกลศาสตร์และปัจจัยการทำงานของกล้ามเนื้อ ระดับคะแนนน้อยหมายถึงท่าทางการทรงตัวที่มีภาระต่อโครงสร้างกล้ามเนื้อกระดูกน้อย และจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามท่า

ทางการทรงตัวที่มีภาระต่อโครงสร้างกล้ามเนื้อและกระดูกมากขึ้น มีการแยกคะแนนออกเป็นคะแนน A และคะแนน B

คะแนน A คือ คะแนนที่พิจารณาใช้กล้ามเนื้อและแรง จากส่วนแขนท่อนบน,แขนท่อนล่างและข้อมือ ตามตารางที่ 1 และ

คะแนน B คือ คะแนนที่พิจารณาการใช้กล้ามเนื้อและแรง จากส่วน คอ ลำตัวและการทรงตัวของขา ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การหาค่าคะแนน A จากการประเมินการเคลื่อนไหวส่วนแขนท่อนบน แขนท่อนล่างและข้อมือ (McAtamney and Corlett, 1993)

Upper arm	Lower arm	Wrist posture score							
		1		2		3		4	
		W.twist		W.twist		W.twist		W.twist	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

ตารางที่ 2 การหาค่าคะแนน B จากการประเมินการเคลื่อนไหวส่วนคอ ลำตัว และการทรงตัวของขา

(McAtamncy and Corlett, 1993)

Neck posture score	Trunk posture score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

ในการทำงานที่เป็นภาระงานสถิตย์ของกล้ามเนื้อ และเป็นงานที่ต้องทำซ้ำ ๆ และงานที่ต้องใช้แรงเกร็งในการทำงาน คะแนนเหล่านี้ถูกเพิ่มเข้าไปในกลุ่มของคะแนน A และ B เป็นคะแนน C และ D ตามสมการ

คะแนน C = คะแนน A + muscle use and force scores for group A
คะแนน D = คะแนน B + muscle use and force scores for group B

<u>การพิจารณาคะแนนของการใช้กล้ามเนื้อได้ดังต่อไปนี้</u>

ในกรณี - งานที่ทำส่วนใหญ่เป็นงานสถิตย์ หรืองานที่ยกน้ำหนักที่ต้องยกนานเกินกว่า 1 นาที ให้เพิ่มขึ้นอีก 1 คะแนน

- เป็นงานซ้ำที่มีการทำงานซ้ำมากกว่า 4 ครั้งต่อนาที ให้เพิ่มขึ้นอีก 1 คะแนน

<u>การพิจารณาคะแนนของ force or load score ได้ดังต่อไปนี้</u>

ในกรณี - ไม่มีน้ำหนักหรือน้ำหนักที่ยกน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ไม่มีการเพิ่มคะแนน

- น้ำหนักที่ยก 2 ถึง 10 กิโลกรัม มีการยกและวางเป็นช่วง ๆ ให้เพิ่มคะแนน 1 คะแนน
- น้ำหนักที่ยก 2 ถึง 10 กิโลกรัม เป็นงานสถิตย์หรือเป็นงานซ้ำ ให้เพิ่มคะแนน 2 คะแนน
- น้ำหนักที่ยกมากกว่า 10 กิโลกรัมและเป็นงานสถิตย์หรืองานซ้ำ หรือกรณีที่เป็นงานที่มีการกระชากหรือเป็นงานที่มีลักษณะเป็นงานเร่ง ให้เพิ่มคะแนน 3 คะแนน

<u>ขั้นตอนที่ 3</u> การหาคะแนนทั้งหมด และการประเมินผลจากคะแนนที่ได้

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการประเมินโดยใช้เทคนิค RULA โดยการรวมคะแนนที่ได้ทั้งหมดเข้าด้วยกันจากคะแนน C และ D ซึ่งมีการแบ่งระดับคะแนนออกเป็นระดับต่าง ๆ ตาม

ความรุนแรงของการเสี่ยงและการบาดเจ็บโครงสร้างกล้ามเนื้อและกระดูก โดยใช้ตารางที่ 3 และขั้นตอนการหาระดับคะแนนรวม (Grand Score RULA) อาจสรุปได้ดังตารางที่ 4

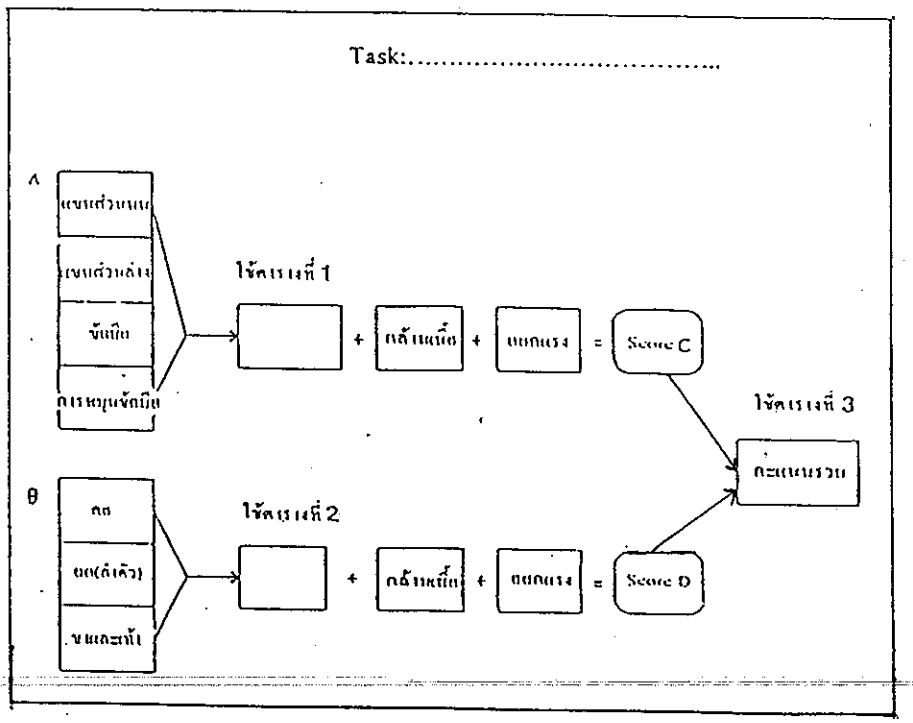
ระดับคะแนน 1-2 : เป็นค่าที่รับได้ว่าถ้าไม่มีการทำงานที่ยาวนานจนเกินไปหรือเป็นงานที่ซ้ำ ๆ นาน ๆ

ระดับคะแนน 3-4 : เป็นระดับคะแนนที่บ่งบอกว่า อาจจะต้องมีการปรับปรุงการทำงานบางอย่าง

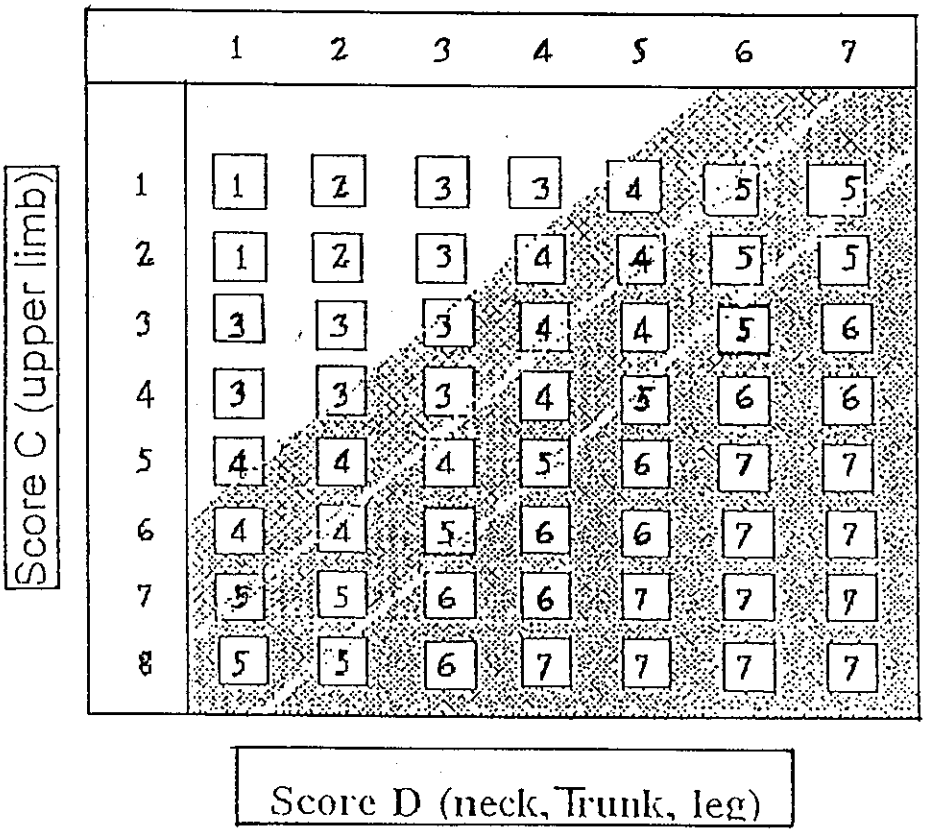
ระดับคะแนน 5-6 : เป็นระดับคะแนนที่บ่งบอกว่า ต้องให้ความสนใจและมีการปรับปรุงการทำงาน

ระดับคะแนน 7 : เป็นระดับคะแนนที่บ่งบอกว่า ต้องมีการปรับปรุงการทำงานอย่างเร่งด่วน

ตารางที่ 3 ตารางพิจารณาคะแนนรวมของการประเมินท่าทางการทำงานตามเทคนิคของ RULA (McAtamney and Corlett, 1993)



ตารางที่ 4 ขั้นตอนการหาระดับคะแนนรวม (GrandScore RULA)



Score C \ Score D	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	1	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

2.2 ดัชนีความไม่ปรกติ (Abnormal Index, AI)

การประเมินระดับความรุนแรงของปัญหาโดยใช้ดัชนีความไม่ปรกติ (Abnormal Index, AI) จะใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการประเมินผลโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาว่าคนงานมีประวัติเคยเจ็บป่วยมากน้อยแค่ไหนและมีวิธีการในการรักษาอย่างไร และเป็นแบบสอบถามที่ประเมินผลเชิงจิตวิสัย

รายละเอียดคำถามในแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 8 หัวข้อ ที่เกี่ยวข้องกับ

1. ความล้าโดยทั่วไป
2. ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและการบาดเจ็บ
3. ระดับความสนใจต่องานที่ทำ
4. ความซับซ้อนของลักษณะงาน
5. ความยากง่ายของการทำงาน
6. จังหวะของการทำงาน
7. ความรับผิดชอบในการทำงาน
8. ความเป็นอิสระในการทำงาน

การประเมินผลดังกล่าวจะใช้การสัมภาษณ์คนงานโดยตรง โดยในแต่ละหัวข้อจะแบ่งระดับความรุนแรงออกเป็น 10 ระดับคะแนน คือ 0-9

โดย | คะแนน 0 หมายถึง ความรุนแรงน้อยที่สุด
คะแนน 9 หมายถึง ความรุนแรงมากที่สุดหรือมากจนทนไม่ได้

1) ความล้าโดยทั่วไป

อธิบายผู้ถูกสัมภาษณ์ว่าจะแบ่งความล้าออกเป็น 9 ระดับ เช่น ตอนเช้าที่มาทำงานร่างกายจะสดชื่นความล้ายังไม่มี ความล้าจะเป็นระดับ 0 แต่ถ้ามีความรู้สึกว่าทำงานไม่ไหวและไม่สามารถเดินกลับบ้านได้เอง ความล้าจะเป็นระดับ 9 เป็นต้น ถามผู้สัมภาษณ์ว่า ตอนเลิกงานจะมีความล้าระดับไหน

2) ความเสี่ยงต่อการเจ็บปวดและการบาดเจ็บ

ถามผู้ถูกสัมภาษณ์ว่าในความคิดของตัวเอง งานที่ทำอยู่นั้นมีความรู้สึกว่าจะเกิดอาการปวดเมื่อย/บาดเจ็บได้ง่ายหรือไม่ และมีความเสี่ยงในการทำงานสูงหรือไม่ โดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 จะไม่มีความเสี่ยงเลย ระดับ 9 มีความเสี่ยงสูงมาก

3) ระดับความสนใจต่องานที่ทำ

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า หน้าที่ที่ทำอยู่ขณะนี้ผู้ถูกสัมภาษณ์รู้สึกว่าเป็นงานที่น่าสนใจและผู้ถูกสัมภาษณ์มีความอยากจะทำงานในหน้าที่นี้หรือไม่ (ในข้อนี้จะต้องให้ความเป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ และเน้นว่าจะเก็บข้อมูลเป็นความลับ) แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่น่าสนใจเลย และระดับ 9 ถือว่างานน่าสนใจมากที่สุด

4) ความซับซ้อนของลักษณะงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบเกี่ยวกับความหมายของคำว่าความซับซ้อนของลักษณะงานว่า หน้าที่ที่ทำอยู่ขณะนี้ลักษณะงานมีขั้นตอนในการทำมากหรือไม่ และแต่ละขั้นตอนวกวนไปมาหรือไม่ หรือว่าลักษณะงานที่ทำไม่มีความซับซ้อนใด ๆ แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่ซับซ้อนเลย ระดับ 9 ถือว่าซับซ้อนจนน่าเวียนหัว

5) ความยากง่ายของการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า หน้าที่ที่ทำอยู่นั้นผู้ถูกสัมภาษณ์มีความรู้สึกว่าง่ายหรือยากในการที่จะทำงานนั้น โดยแบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าเป็นงานที่ง่ายมากที่สุด ระดับ 9 ถือว่าเป็นงานที่ยากที่สุด

6.) จังหวะของการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่าในหน้าที่ที่ทำนั้น ทำงานได้ทันหรือไม่ เช่นงานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิก ต้องทำงานตามความเร็วของสายพานลำเลียง ถ้าประกอบไม่ทันก็ถือว่าสายพานลำเลียงเดินเร็วเกินกว่าที่จะทำงานนั้น แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าไม่มีปัญหาคือสามารถทำงานทัน และระดับ 9 ถือว่ามีปัญหามาก

7) ความรับผิดชอบในการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า ในหน้าที่ที่ทำอยู่นั้นคิดว่าจะต้องใช้ความรับผิดชอบมากหรือไม่ แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ไม่ต้องรับผิดชอบ ระดับ 9 รับผิดชอบสูงสุด

8) ความเป็นอิสระในการทำงาน

อธิบายให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ทราบว่า ผู้ถูกสัมภาษณ์คิดว่ามีความสามารถที่จะตัดสินใจในเรื่องเกี่ยวกับงานนั้นได้เลย หรือจะต้องทำตามขั้นตอนตามที่หัวหน้ากำหนด แบ่งเป็น 9 ระดับ ระดับ 0 ถือว่าจะต้องทำงานตามคำสั่งเท่านั้น ระดับ 9 จะทำอย่างไรก็ได้

เมื่อสัมภาษณ์ครบตามจำนวนแล้วนำมาคำนวณค่าดัชนีความไม่ปกติในการทำงานแล้วนำคะแนนมาเรียงจากมากไปน้อย พร้อมทั้งระบุจำนวนคนงานที่มีคะแนนนั้น ๆ พิจารณาเลือกคนงานที่มีค่าดัชนีความไม่ปรกติเป็น 0 และอยู่ระหว่าง 0 - 2 เป็นผู้ถูกทดลอง เพราะแสดงว่าเป็นคนงานที่มีสภาพจิตใจเป็นปรกติ

สำหรับระดับคะแนนที่ได้ในแต่ละหัวข้อจะนำมาประเมินดัชนีความไม่ปรกติได้โดยใช้สมการ

$$AI = \frac{sum(1,2,4,5,6,7) - sum(3,8)}{8}$$

ระดับความไม่ปรกติ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น

AI	$\leq$ 0	ไม่มีปัญหาอะไรเลย
0 < AI	$\leq$ 2	มีปัญหาเล็กน้อยพอทนได้
2 < AI	$\leq$ 3	ต้องระมัดระวังเอาใจใส่
3 < AI	$\leq$ 4	เริ่มเป็นปัญหามากจนทนไม่ได้
AI	> 4	ผิดปรกติ ต้องรีบดำเนินการแก้ไขทันที

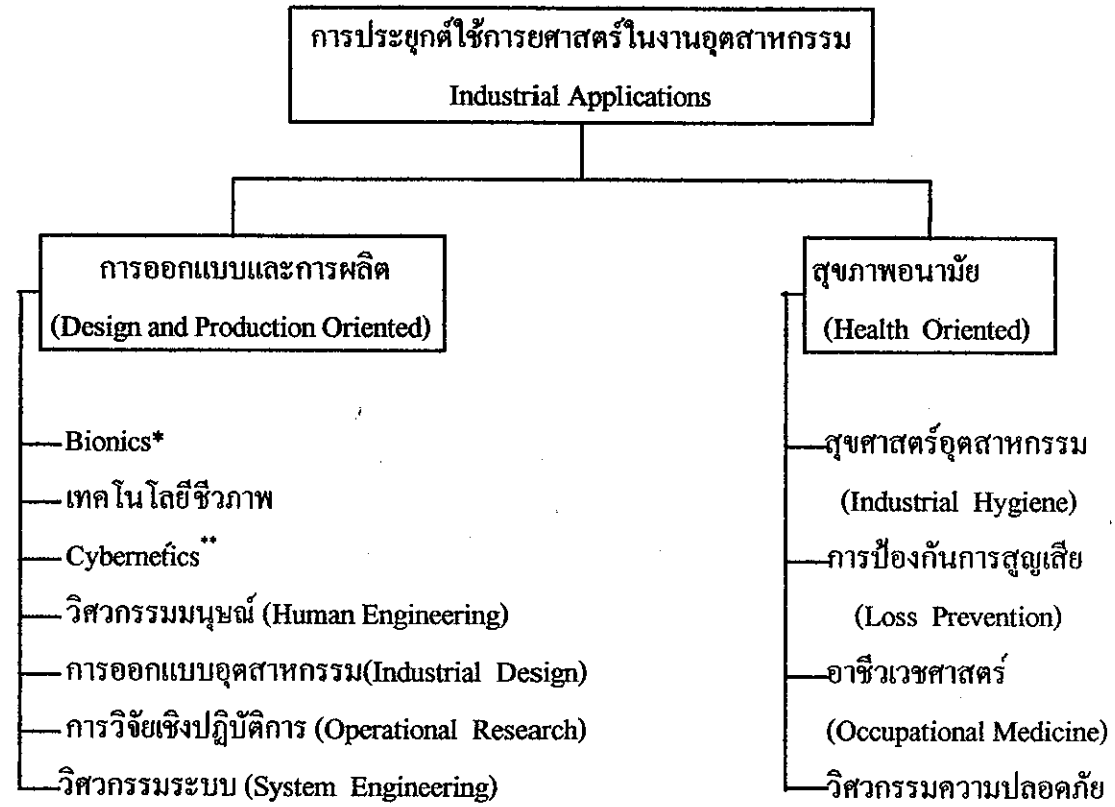
ผลลัพธ์ที่ได้จากการสัมภาษณ์คนงานจะนำมาประเมินดัชนีความไม่ปรกติ (AI)

2.3 ความรู้พื้นฐานและหลักการออกแบบทางการยศาสตร์

ปัญหาทางการยศาสตร์ ที่อาจเกิดที่จุดต่าง ๆ ของงานและจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจก่อให้เกิดอาการเจ็บป่วย หรือบาดเจ็บเนื่องจากการทำงาน เช่น อาการปวดหลัง อาการบาดเจ็บเรื้อรัง และอุบัติเหตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการยศาสตร์ ซึ่งจะต้องได้รับการแก้ไข โดยการสืบหาสาเหตุโดยใช้หลักการทางด้านการยศาสตร์

2.3.1 การประยุกต์การใช้การยศาสตร์ในงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันประเทศพัฒนาได้มีการประยุกต์ใช้การยศาสตร์ในงานอุตสาหกรรมในหลาย ๆ ด้าน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะปรับปรุงและพัฒนาให้อุตสาหกรรมมีความก้าวหน้ามากขึ้น การประยุกต์ใช้นี้อาจแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านที่เกี่ยวกับการออกแบบและการผลิต ด้านที่เกี่ยวกับสุขภาพอนามัย ด้านที่เกี่ยวกับการออกแบบและการผลิต ได้แก่เทคโนโลยีชีวภาพ วิศวกรรมมนุษย์ การออกแบบอุตสาหกรรม การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นต้น ส่วนด้านที่เกี่ยวกับสุขภาพอนามัยได้แก่ สุขศาสตร์อุตสาหกรรม และวิศวกรรมความปลอดภัย ดังรูปที่ 3



* Bionics การศึกษาปรากฏการณ์และหน้าที่ต่าง ๆ ซึ่งใช้ในการแยกแยะระบบชีววิทยาที่อ้างอิงโดยตรงถึงระบบอิเลคทรอนิกส์

** Cybernetics วิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับระบบประสาทของมนุษย์เพื่ออธิบายคุณสมบัติของสมอง

รูปที่ 3 แผนภูมิการประยุกต์ใช้การยศาสตร์ในงานอุตสาหกรรม

2.3.2 <u>ประโยชน์ในการปรับปรุงการยศาสตร์ในสถานที่ทำงาน</u>

การยศาสตร์มีประโยชน์อย่างยิ่งเมื่อนำไปใช้ในหน่วยงานต่าง ๆ ไม่เพียงแต่บรรเทาการเจ็บป่วยและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงานเท่านั้น ซึ่งจะแสดงให้เห็นประโยชน์ที่ได้รับจากการใช้การยศาสตร์ในการจัดสภาพงาน และดัชนีที่ใช้ในการประเมินผลความสำเร็จดังนี้

ประโยชน์	ดัชนีที่ใช้ในการประเมินความสำเร็จ
1. การยอมรับของผู้ปฏิบัติงาน มีเพิ่มมากขึ้น	- ความถี่ของการบาดเจ็บ หรือเจ็บป่วยและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง - เงินทดแทนที่ต้องจ่ายให้คนงาน - การเข้า - ออกงาน ของคนงาน - การขาดงานของคนงาน - ความตระหนักในเรื่องความปลอดภัย
2. ความสามารถในการพึ่งตนเองหรือความน่าเชื่อถือ มีเพิ่มมากขึ้น	- อัตราการผิดพลาด - ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา - เวลาการทำงานของเครื่องจักร - Logistic support - ความตระหนักในเรื่องความปลอดภัย
3. เกิดความยืดหยุ่น และการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลง	- ค่าใช้จ่าย/เวลา ในการจัดทำโครงการใหม่ - Modifiability - การเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบต่าง ๆ - ความตระหนักในเรื่องความปลอดภัย
4. มีเพิ่มมากขึ้นในเรื่องประสิทธิภาพหรือผลิตภาพ	- ชิ้น/ชั่วโมง (กะ) - อัตราความผิดพลาด - ความตระหนักในเรื่องความปลอดภัย

2.3.3 <u>การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์</u>

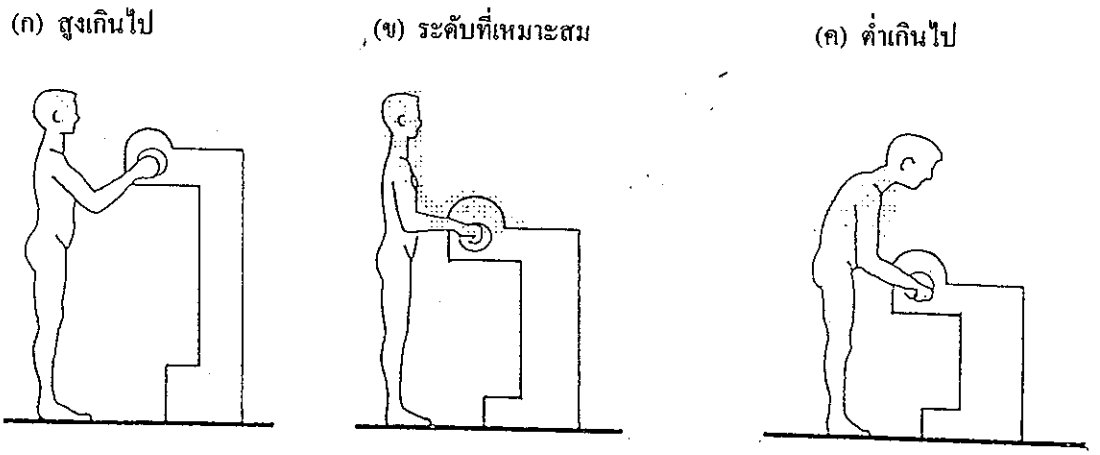
2.3.3.1 <u>การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์โดยสถานประกอบการ</u>

1) ผู้บริหารและผู้ปฏิบัติงานทุกคนต้องตระหนักและเห็นความสำคัญของการยศาสตร์ต่อการทำงาน

ในสถานประกอบการ สิ่งนี้เป็นแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์ที่สำคัญและเป็นพื้นฐานที่จะทำให้การแก้ไขปัญหาต่าง ๆ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี แนวทางนี้ทำได้โดยการให้ความรู้ การประชาสัมพันธ์ การรณรงค์ ตลอดจนการชี้ให้เห็นว่าการประยุกต์หลักการยศาสตร์ในการทำงานจะมีผลทำให้เกิดสิ่งต่อไปนี้

(1) <u>เป็นการเพิ่มความสามารถในการผลิตของผู้ปฏิบัติงาน</u>

งานที่มีการออกแบบงานหรือมีวิธีการทำงานที่ไม่ถูกหลักการยศาสตร์ จะทำให้เกิดความเมื่อยล้าและความเครียดจากการทำงานได้ง่ายและเร็ว รูปที่ 4 แสดงระดับความสูงของคันบังคับของเครื่องจักรที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมตามรูปที่ 4 (ข) ผู้ปฏิบัติงานจะสามารถทำงานได้ผลผลิตที่เต็มประสิทธิภาพ



รูปที่ 4 ระดับความสูงของคันบังคับเครื่องจักรสำหรับงานที่ต้องยืนทำ
(เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

(2) <u>ทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสุขสบายขณะทำงาน</u>

เช่น การจัดสิ่งแวดล้อมทางกายภาพให้เหมาะสมไม่ว่าจะเป็นเรื่องเสียง แสงสว่างเพียงพอและพอเหมาะอุณหภูมิและความชื้นเหมาะสมจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้อย่างสุขสบาย และไม่เหนื่อยง่ายไม่ว่าจะเป็นกายหรือใจ

(3) <u>เป็นการส่งเสริมสุขภาพผู้ปฏิบัติงานและป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ</u>

การออกแบบงานที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพไม่ดี เช่น ทำให้เป็นโรค - ปวดหลัง ความดันโลหิตสูง ปวดกล้ามเนื้อ และเป็นลมเนื่องจากความร้อน เป็นต้น ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นจะทำให้เสียเวลาการทำงานทั้งของผู้เจ็บป่วยเอง เพื่อนร่วมงานและหัวหน้างานที่จะต้องมาดูแลเอาใจใส่ และเสียเงินค่าใช้จ่าย ตลอดจนเสียหายต่อการผลิต แต่ถ้าการออกแบบงานเหมาะสมกับทั้งต่อกายวิภาค สรีรวิทยา และจิตใจของผู้ปฏิบัติงานแล้วผู้ปฏิบัติย่อมได้รับความปลอดภัยจากการทำงานอย่างแน่นอน

2) การจัดระบบการบริหารงานการยศาสตร์

ซึ่งอาจเป็นส่วนหนึ่งของระบบการบริหารงานความปลอดภัยและสุขภาพในกรณีที่เป็นสถานประกอบการที่มีขนาดไม่ใหญ่มาก แต่ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่มาก อาจแยกระบบการบริหารงานการยศาสตร์ออกมาต่างหากก็เป็นได้ การจัดระบบดังกล่าวควรมีขั้นตอนดังนี้

(1) การกำหนดนโยบายและจัดตั้งองค์กรดำเนินงาน

(2) การกำหนดอำนาจ หน้าที่และความรับผิดชอบของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

(3) การกำหนดวิธีการดำเนินงานที่ชัดเจนและเป็นระบบ เช่น จัดให้มีการวางแผน จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติหรือดำเนินการตามด้วยการเฝ้าระวังและการประเมินผล เป็นต้น

3) การกำหนดมาตรการการแก้ไขปัญหา

การกำหนดมาตรการการแก้ไขมี 3 มาตรการใหญ่ ๆ ดังนี้

(1) มาตรการทางวิศวกรรม

เช่น การเปลี่ยนกระบวนการผลิตใหม่ การเปลี่ยนวิธีการทำงานใหม่ การเลือกใช้อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสม การจัดสภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพให้เหมาะสม เป็นต้น

(2) มาตรการทางการบริหารจัดการ

เช่น การคัดเลือกผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับลักษณะงาน การหมุนเวียนผู้ปฏิบัติงานทำงานที่ยากที่ต้องใช้ความคิด และ/หรือที่ต้องออกแรงมากการจัดระบบการทำงานให้มีช่วงพักสั้น ๆ ในระหว่างการทำงาน การสร้างแรงจูงใจและปลูกฝังค่านิยมของการทำงานที่ถูกวิธีและถูกท่าทาง เป็นต้น

(3) มาตรการทางการให้ความรู้

เช่น การจัดอบรมให้กับผู้เกี่ยวข้องตั้งแต่ผู้บริหาร วิศวกร ลงมาถึงตัวผู้ปฏิบัติงาน เป็นต้น

สถานประกอบการต่าง ๆ ควรจะกำหนดมาตรการดังกล่าวข้างต้นทั้ง 3 มาตรการโดยเลือกวิธีการที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพปัญหาทางการยศาสตร์ของสถานประกอบการ

2.3.3.2 การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์โดยการวิจัย

เนื่องจากการยศาสตร์ยังเป็นสิ่งที่ใหม่มากสำหรับประเทศไทย ดังนั้นความต้องการในความรู้และข้อมูลข่าวสารทางการยศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงานชาวไทยจึงมีสูงมาก การอาศัยความรู้จากผลงานวิจัยจากต่างประเทศโดยเฉพาะจากประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศในทวีปยุโรปเพื่อมาแก้ไขปัญหาการยศาสตร์ในประเทศไทยนั้นอาจไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา จิตวิทยา และความสามารถของผู้ปฏิบัติงานที่มีความแตกต่างระหว่างชาวไทย

กับชาวต่างประเทศ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้มีการวิจัยในประเทศไทยจึงขอเสนอสาระสำคัญของการวิจัยทางการยศาสตร์ที่ควรทราบเป็นพื้นฐานดังนี้

1) ประเภทของการวิจัยทางการยศาสตร์

การวิจัยทางการยศาสตร์ได้แบ่งออกเป็น 3ประเภทดังนี้

(1) การวิจัยเชิงพรรณนา (Descriptive research)

เป็นการวิจัยที่มุ่งหาความจริงใหม่ ๆ เพื่อดูว่าปรากฏการณ์หรือสภาพข้อเท็จจริงที่ปรากฏนั้นมีลักษณะอย่างไร มีลักษณะที่สำคัญอะไรบ้าง การวิจัยเชิงพรรณนามีความสำคัญมากในวิชาการยศาสตร์เพราะเป็นการวิจัยที่จะทำให้ได้ข้อมูลพื้นฐานที่จะนำมาใช้ในการออกแบบต่าง ๆ

(2) การวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research)

เป็นการวิจัยที่มุ่งทดสอบว่าตัวแปรอิสระใด ตัวแปรหนึ่งหรือหลายตัวแปรจะมีผลต่อตัวแปรตาม โดยทั่วไปจะเป็นพฤติกรรมของมนุษย์ที่จะตอบสนองต่อตัวแปรอิสระที่มากระทำต่อมัน เช่น การวิจัยผลของเสียงดังต่อจำนวนสัญญาณที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้นับ เป็นต้น

(3) การวิจัยประเมินผล (Evaluation research)

เป็นการวิจัยที่คล้ายกับการวิจัยเชิงทดลอง แต่การวิจัยประเภทนี้ โดยทั่วไปตัวแปรอิสระจะเป็นระบบหรือผลิตภัณฑ์ และขอบเขตการวิจัยจะใหญ่และซับซ้อนกว่ามาก เช่น การประเมินผลโปรแกรมฝึกอบรมใหม่ เป็นต้น

2) ขั้นตอนการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาทางการยศาสตร์

การแก้ไขปัญหาทางการยศาสตร์ โดยการวิจัยนั้นผู้วิจัยควรใช้ลำดับขั้นตอนที่เป็นวิทยาศาสตร์มาดำเนินการเพื่อจะทำให้มีความมั่นใจในผลการวิจัยมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้

(1) การทำความเข้าใจในปัญหาการยศาสตร์

ทำความเข้าใจปัญหาที่มีอยู่ว่า ปัญหาคืออะไร มีขอบเขตแค่ไหน จะกำหนดวัตถุประสงค์ของการวิจัยไว้อย่างไรบ้าง ผู้วิจัยต้องทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อจะทราบว่าลักษณะของปัญหาที่คล้ายกันนี้มีใครทำวิจัยไว้แล้ว ทำการวิจัยแบบใด วิธีการใด พบอะไรบ้าง และเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไปอย่างไร

(2) การกำหนดตัวแปรที่ต้องการศึกษา

ต้องชัดเจนและกำหนดวิธีการวัดตัวแปรนั้น ๆ

(3) การวางแผนเก็บรวบรวมข้อมูล

ต้องวางแผนว่าจะใช้เครื่องมืออะไรในการเก็บ จะเก็บข้อมูลจากใครและจะเก็บจำนวนเท่าใดจึงจะพอ

(4) การกำหนดวิธีวิเคราะห์ข้อมูล

อาจทำการวิเคราะห์ด้วยมือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้ การวิเคราะห์ข้อมูลอาจทำในรูปของตาราง แผนภูมิ และกราฟต่าง ๆ และทำการคำนวณทางสถิติซึ่งที่ใช้กันมากในการวิจัยเชิงพรรณนา เช่น การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง การวัดการกระจายและสหสัมพันธ์

(5) การสรุปผลการวิเคราะห์

การสรุปผลการวิจัยและการเขียนรายงานผลการวิจัย

3) การวิจัยกับการแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์

นอกเหนือจากมาตรการและแนวทางการแก้ไขปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้ว ยังมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทำการวิจัยเพื่อนำผลการวิจัยมาเป็นข้อมูลข่าวสารในการแก้ไขปัญหา การวิจัยมีบทบาทสำคัญมากในวิทยาการการยศาสตร์ ทั้งนี้เพราะการยศาสตร์เป็นวิทยาศาสตร์การทดลองแขนงหนึ่งที่นำข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับความสามารถและพฤติกรรมของมนุษย์มาออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือทำงาน ออกแบบกระบวนการทำงาน กำหนดสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ และออกแบบสิ่งแวดล้อมการทำงาน ดังนั้นการแก้ไขปัญหาการยศาสตร์โดยการวิจัยจึงเป็นมาตรการสำคัญของการทำงานด้านสุขภาพ ความปลอดภัยและการเพิ่มผลผลิต

2.3.4 ปัจจัยที่ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสถานที่ทำงาน

2.3.4.1) การปรับปรุงสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับคนงาน

การปรับปรุงสถานที่ทำงาน กระบวนการผลิตจะมีผลกระทบต่อสุขภาพความปลอดภัยและประสิทธิภาพของผู้ปฏิบัติงาน มีปัจจัยที่สามารถใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสถานที่ทำงานอยู่หลายประการ ได้แก่

1) เพิ่ม/ลดระดับความสูงของพื้นผิวสถานที่ทำงาน
2) เปลี่ยนตำแหน่งงานของคนงาน
3) ใช้เครื่องมือช่วยในการเอื้อมหยิบสิ่งของ
4) ปรับปรุงลักษณะของงาน
5) ปรับปรุงตำแหน่งที่ทำงาน
6) ปรับปรุงทิศทางของการทำงาน
7) ปรับเก้าอี้นั่ง
8) ใช้ที่นั่งแบบต่าง ๆ
9) ใช้แท่นรองพื้น หรือที่ยกเครื่องกลช่วยในการนั่งทำงาน

10) ใช้ที่พักเท้า

11) ใช้ที่พักแขน

12) ปรับตำแหน่งและรูปแบบการวางเครื่องมือ

13) ปรับที่วางหรือที่ใส่สิ่งของ

2.3.4.2) <u>การปรับปรุงผลผลิตหรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์</u>

1) ปรับปรุงผลผลิตหรือกล่องบรรจุผลิตภัณฑ์

2) ใช้จิ๊ก (Jigs) , ที่จับ (Clamps) และปากกา (Vises)

3) ใช้ภาชนะใส่ชิ้นส่วนต่าง ๆ

4) ใช้โต๊ะที่ยกได้ ลิฟท์ และเครื่องมือที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน

2.3.4.3) <u>ช่วงของการเคลื่อนไหว</u>

1) สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างสะดวก

2) ไม่เป็นส่วนต่อที่ขยายมากเกินไป

3) ให้รักษาข้อศอกให้อยู่ในมุมที่เหมาะสมกับการใช้แรง

4) รักษาข้อมือให้ยืดตรงอยู่เสมอ

2.3.4.4) <u>อัตราการทำงานช้า</u>

1) ให้มีการหมุนเวียนของงานบ่อย ๆ

2) ให้คนงานสามารถกำหนดจังหวะการทำงานได้เอง(คนงานใหม่สามารถเริ่มต้นทำที่อัตราช้า ๆ ก่อน)

3) ให้อัตราการทำงานช้ามีน้อยที่สุด

4) ให้มีจังหวะหยุดบ่อย ๆ

5) ให้ตรวจสอบว่ามีอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อหรือไม่

2.3.4.5) <u>ระยะเวลาการทำงาน</u>

1) ให้ข้อศอกอยู่ข้างลำตัว

2) ให้มีการเกร็งกล้ามเนื้อน้อยที่สุด

3) ให้ระยะเวลาเกร็งกล้ามเนื้อต่ำสุด

4) ให้แรงที่ใช้ในการเกร็งกล้ามเนื้อน้อยที่สุด

2.3.4.6) <u>การใช้แรง</u>

1) ไม่ควรเกิน 20 เปอร์เซ็นต์ ของแรงที่ใช้สูงสุดในการทำงานด้วยท่าทางการทำงานที่ยาวนานหรือท่าทางการทำงานซ้ำ ให้หลีกเลี่ยงอาการหัวใจเต้นแรงบ่อยครั้งมากเกินไป

2) ให้จำไว้เสมอว่า ขา หัวเข่า ตะโพก และหัวไหล่ อาจเกิดอาการเกร็งได้เหมือนกันหมด

TS
ง 1445
ศ184ก
2541

2 8 มี.ค. 2543

4340081

สำนักงานสม

เมื่อพิจารณาถึงปัจจัยต่าง ๆ ข้างต้นจะเห็นว่าสถานที่ทำงานและเครื่องมือต่าง ๆ ควรได้รับการออกแบบเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความถูกต้อง และมีความปลอดภัยและควรได้รับการออกแบบเพื่อส่งเสริมให้เกิดท่าทางการทำงานที่ถูกต้อง มีการปรับปรุงสถานที่ทำงานให้เหมาะสมสำหรับคนงานทั้งทางร่างกายและจิตใจ

2.3.5 <u>หลักการทางด้านการยศาสตร์ในการออกแบบสถานที่ทำงาน</u>

ควรให้ความสำคัญในเรื่องของการยศาสตร์ ตั้งแต่เริ่มออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ในการผลิต เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดกับผู้ปฏิบัติงานตั้งแต่แรก การเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ หลังจากนั้นจะทำให้สูญเสียทั้งเวลาและเงิน และส่วนใหญ่จะได้ผลไม่ดีเท่าที่ควร

การใช้อุปกรณ์ใหม่ และกระบวนการทำงานใหม่ โดยไม่มีการพิจารณาถึงหลักการยศาสตร์อาจก่อให้เกิดปัญหาได้ โดยเฉพาะอาการเจ็บป่วยเรื้อรังของมือ อาการเจ็บป่วยซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะการทำงานที่ไม่ถูกท่าทางซ้ำ ๆ กันเป็นเวลานาน หรือการใช้แรงในการทำงานมากเกินไป

การใช้อุปกรณ์และขั้นตอนการผลิตใหม่ ๆ ที่ทันสมัย มิใช่เป็นเครื่องยืนยันว่าจะถูกหลักการยศาสตร์เสมอไป เนื่องจากการศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ การออกแบบเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะมีการสอนเรื่องหลักการยศาสตร์ผสมอยู่น้อยมาก

สถานประกอบการควรคำนึงถึงสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและควรคำนึงถึงหลักการยศาสตร์ด้วย ฝ่ายจัดซื้อ วิศวกร ฝ่ายบำรุงรักษา และพนักงานที่เป็นผู้ใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์เหล่านั้น ควรมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น สิ่งที่ควรพิจารณาได้แก่

(1) ความสามารถทางกายภาพของคน

(2) วิธีการใช้เครื่องจักรหรืออุปกรณ์

(3) การเคลื่อนไหวที่จำเป็นในขณะทำงาน

(4) ชนิดของเครื่องมือที่ต้องใช้ในการทำงาน

(5) ปัจจัยทางด้านกายภาพของผู้ปฏิบัติงาน เช่น ความสูง และระยะการเอื้อมของคนงานในขณะที่นั่งหรือยืนทำงาน

(6) สภาพแวดล้อมในการทำงานต่าง ๆ เช่น เสียงดังของเครื่องจักร ปริมาณความร้อนแผ่จากเครื่องจักร แสงสว่างที่ต้องใช้ในการทำงาน

ดังนั้น สถานที่ทำงานจึงควรมีการออกแบบเพื่อที่ว่าคนกลุ่มใหญ่สามารถปฏิบัติงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ โดยพิจารณาถึงเกณฑ์ในการออกแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นระยะเอื้อม

ขนาดรูปร่างของผู้ปฏิบัติงาน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในการออกแรงทำงาน ความสามารถในการใช้สายตาจับจ้องชิ้นงาน เป็นต้น และพึงระลึกไว้ว่า สถานที่ทำงานที่มีการออกแบบเหมาะสมกับความสามารถในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน จะช่วยลดความเครียดที่เกิดจากการทำงานและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานได้

2.3.5.1) <u>ประเภทของการวัดขนาดร่างกายมนุษย์</u>

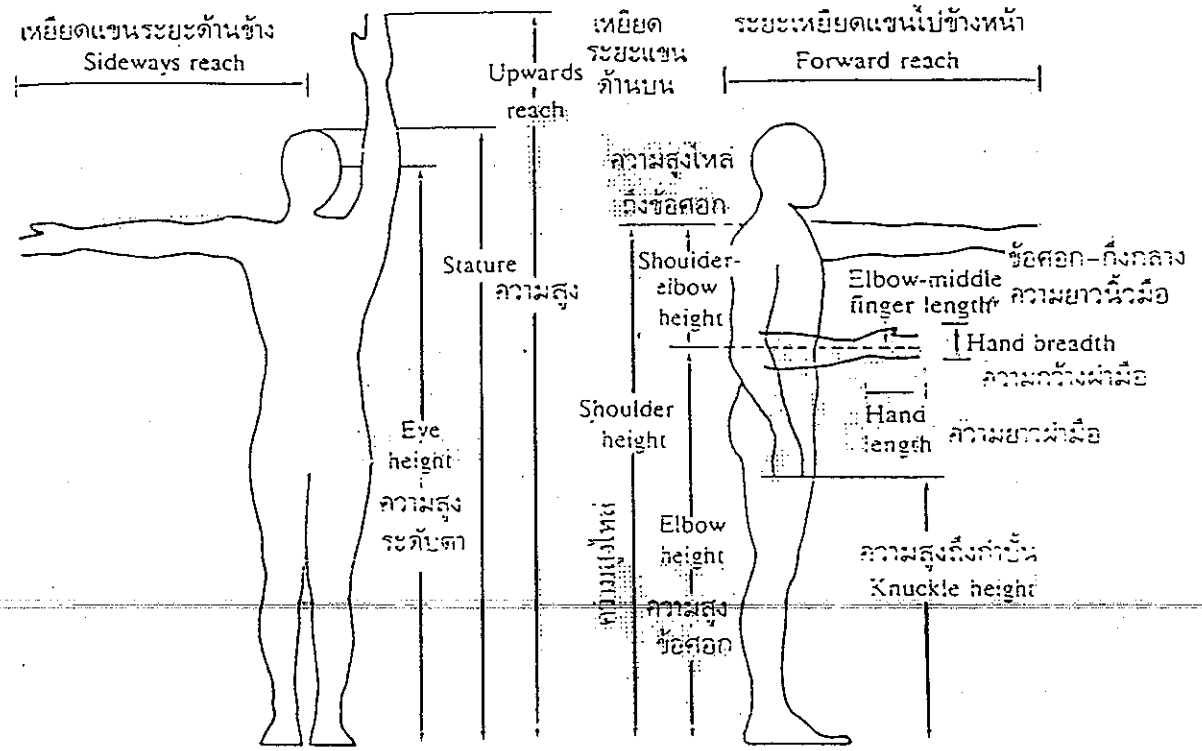
การวัดขนาดร่างกายมนุษย์อาจจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) <u>การวัดขนาดร่างกายในท่ามาตรฐาน</u> (Standart dimension)

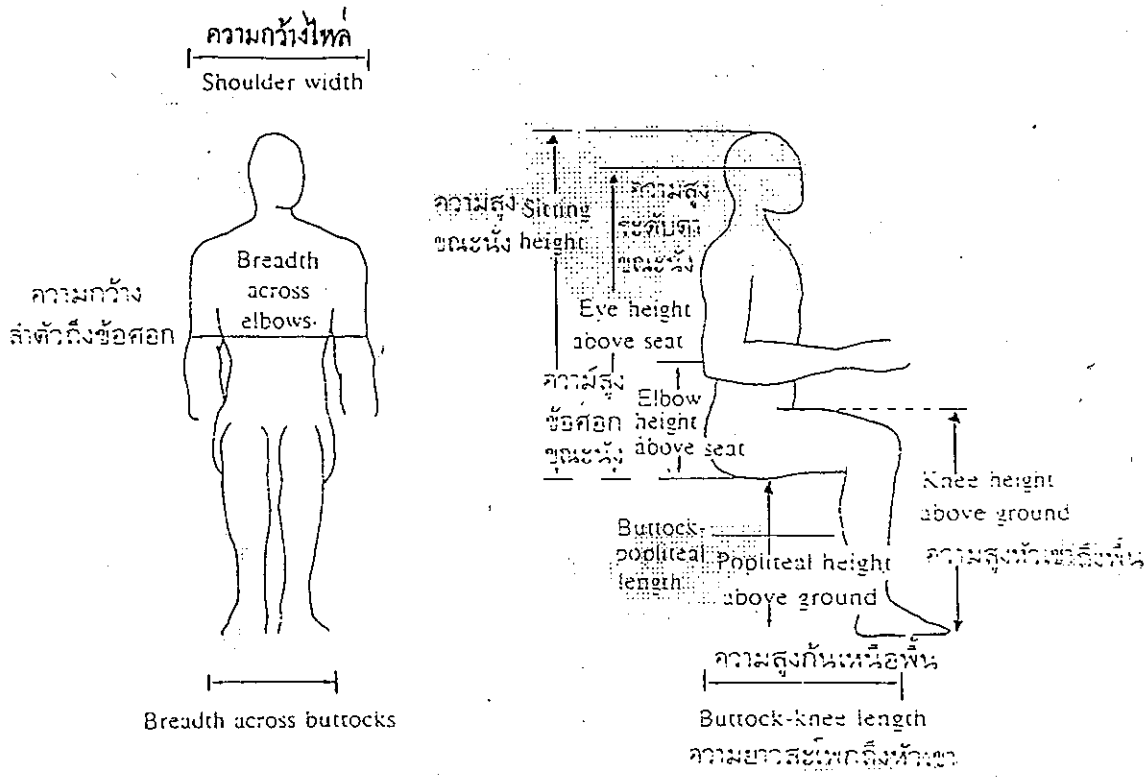
ซึ่งเป็นการวัดขนาดลำตัว ศีรษะ แขน ขา และสัดส่วนอื่น ๆ ในท่าที่อยู่นิ่งกับที่อยู่ในอิริยาบถมาตรฐานต่าง ๆ

1.1) การวัดขนาดร่างกายมาตรฐานในท่ายืนด้านหน้าและด้านข้าง (ดังรูปที่ 5)

1.2) การวัดขนาดร่างกายมาตรฐานในท่านั่งด้านหน้าและด้านข้าง (ดังรูปที่ 6)



รูปที่ 5 แสดงท่ายืนด้านหน้าและด้านข้าง (เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

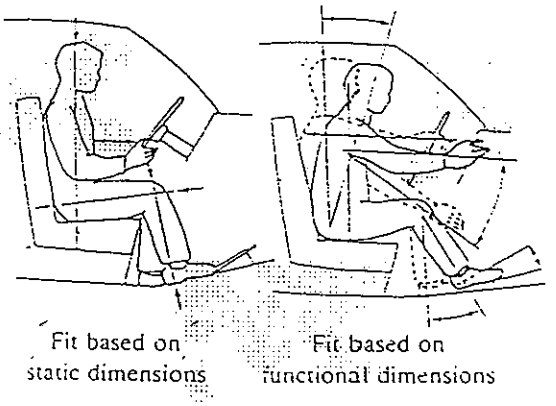


รูปที่ 6 แสดงท่านั่งด้านหน้าและด้านข้าง (เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

(2) <u>การวัดขนาดร่างกายในขณะทำงาน</u> (Dynamic dimension)

เป็นการวัดขนาดของร่างกายในตำแหน่งที่ทำงาน หรืออีกนัยหนึ่ง คือ ขณะปฏิบัติงานจริงที่ต้องมีการเคลื่อนไหว และหรือการเปลี่ยนอิริยาบถในการทำงาน

2.1) การวัดขนาดร่างกายในขณะทำงาน (การขับรถ) ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การวัดขนาดร่างกายในตำแหน่งที่ทำงาน (เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

2.3.5.2) <u>วิธีการวัดขนาดร่างกายมนุษย์</u>

วิธีการวัดขนาดร่างกายมนุษย์ทำได้ 3 วิธี

(1) <u>การวัดด้วยดัชนีความหนาของร่างกาย</u> (Body Mass Index)

เป็นการวัดโดยวัดจากสัดส่วนระหว่างน้ำหนักกับส่วนสูง ซึ่งมีสูตรดังนี้

$$\text{ดัชนีความหนาของร่างกาย} = \frac{\text{น้ำหนัก}}{(\text{ส่วนสูง})^2}$$

(หน่วยวัดเป็นกิโลกรัม/ตารางเมตร)

ค่าปกติของดัชนีความหนาของเพศชาย คือ 20 - 27 กิโลกรัม/ตารางเมตร

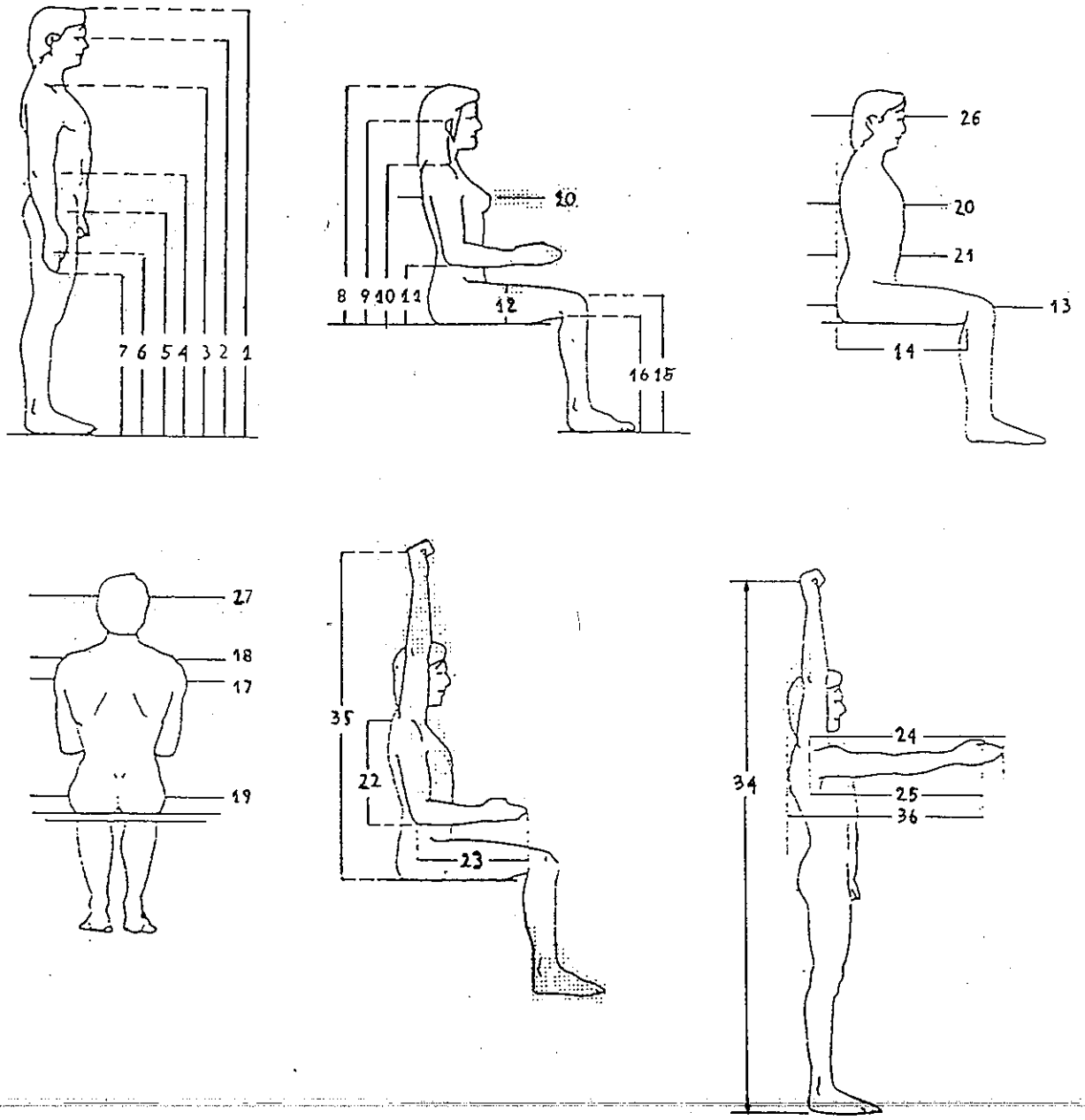
ค่าปกติของดัชนีความหนาของเพศหญิง คือ 20 - 24 กิโลกรัม/ตารางเมตร

หากนำไปคำนวณได้เกินกว่าค่าปรกติ กล่าวได้ว่าอ้วนไปหรือน้ำหนักมากไป แต่ถ้าต่ำกว่าปรกติแสดงว่าผอมไปหรือน้ำหนักน้อยไป แต่ค่าดัชนีที่เกินกว่าปรกตินี้ไม่ได้หมายความว่าบุคคลนั้นมีขนาดร่างกายที่จัดว่าอ้วนเสมอไปต้องพิจารณารูปร่าง ไขมัน และปริมาณกล้ามเนื้อประกอบด้วย

(2) <u>การวัดขนาดร่างกายในท่านิ่ง</u> (STATIC DIMENTION)

เป็นการวัดขนาดลำตัว ศีรษะ แขน ขา ในท่ามาตรฐานที่กำหนดแน่นอนในจุดวัดแต่ละจุด

2.1) <u>การกำหนดจุดวัด 36 ตำแหน่ง</u> (ดังรูปที่ 8)



รูปที่ 8 ตำแหน่งในการวัดสัดส่วนร่างกายของชาย หญิง จำนวน 36 ตำแหนง (เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่อง ความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

สำหรับตำแหน่งทั้ง 36 ตำแหน่งจากรูปที่ 8 มีรายละเอียดดังนี้

1. ความสูงยืน (Stature) (วัดจากส่วนบนสุดของศีรษะถึงพื้นในท่ายืน)
2. ความสูงระดับสายตา (Eye height) (วัดจากศีรษะถึงพื้นในท่ายืน)
3. ความสูงระดับไหล่ (Shoulder height) (วัดจากส่วนบนสุดของไหล่ถึงพื้น)
4. ความสูงระดับศอก (Elbow height) (วัดจากศอกถึงพื้น)
5. ความสูงระดับตะโพก (Hip height) (วัดจากตะโพกถึงพื้น)
6. ความสูงระดับมือ (Knuckle height) (วัดจากฝ่ามือถึงพื้น)
7. ความสูงระดับนิ้วมือ (Fingertip height) (วัดจากปลายนิ้วนางถึงพื้น)
8. ความสูงนั่ง (Sitting height) (วัดจากส่วนบนสุดของศีรษะถึงพื้นในท่านั่ง)
9. ความสูงระดับสายตาในท่านั่ง (Sitting eye height) (วัดจากระดับสายตาถึงพื้นในท่านั่ง)
10. ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่ (Sitting shoulder height) (วัดจากไหล่ถึงพื้นในท่านั่ง)
11. ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับศอก (Sitting elbow Thickness) (วัดจากศอกถึงพื้นในท่านั่ง)
12. ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน (Thigh Thickness) (วัดจากตอนบนของต้นขาถึงพื้นในท่านั่ง)
13. ระยะจากก้นถึงเข่า (Buttock knee length) (วัดจากด้านหลังของก้นถึงเข่า)
14. ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอนบน(Buttock popliteal lenght)(วัดจากก้นถึงส่วนบน ของขาพับ)
15. ความสูงจากพื้นถึงตอนบนของเข่า (Knee height) (วัดจากส่วนบนสุดของเข่าถึงพื้นในท่านั่ง)
16. ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง (Popliteal height) (วัดจากพื้นถึงส่วนขาพับในท่านั่ง)
17. ความกว้างของไหล่ (Shoulder bredth (bideitoil)) (วัดจากกล้ามเนื้อต้นแขน)
18. ความกว้างของไหล่ (Shoulder bredth (biacromial)) (วัดจากส่วนบนสุดของหัวไหล่)
19. ความกว้างของตะโพก (Hip breath) (วัดจากส่วนกว้างสุดของตะโพก)
20. ความลึกของอก (Chest (bust) depth) (วัดจากหัวนมไปกลางหลัง)
21. ความลึกของท้อง (Abdominal depth) (วัดจากหน้าท้องไปถึงเอว)
22. ระยะจากไหล่ถึงศอก (Shoulder elbow lenght) (วัดจากส่วนบนสุดของหัวไหล่ไปถึง ศอก)
23. ระยะจากศอกถึงนิ้วมือ (Elbow-fingertip length) (วัดจากปลายศอกถึงปลายนิ้วนาง)
24. ระยะจากต้นแขนถึงนิ้ว (Upper limb length) (วัดจากต้นแขนถึงปลายนิ้วนาง)
25. ระยะจากไหล่ถึงนิ้ว (Shoulder-grip length) (วัดจากไหล่ถึงปลายนิ้วหัวแม่มือ)
26. ความยาวของศีรษะ (Head length) (วัดจากหน้าผากถึงท้ายทอย)
27. ความกว้างของศีรษะ (Head breadth) (วัดจากขมับซ้ายไปขมับขวา)
28. ความยาวของมือ (Hand length) (วัดจากข้อมือถึงปลายนิ้วนาง)

29. ความกว้างของมือ (Hand breadth) (วัดจากด้านนอกสุดของฝ่ามือ)

30. ความยาวของเท้า (Foot length) (วัดจากส้นเท้าถึงปลายหัวแม่เท้า)

31. ความกว้างของเท้า (Foot breadth) (วัดจากด้านนอกสุดของนิ้วหัวแม่เท้ากับนิ้วก้อย)

32. ระยะกางแขน (Span) (วัดจากปลายนิ้วนางซ้ายไปปลายนิ้วนางขวา)

33. ระยะกางศอก (Elbow span) (วัดจากปลายศอกซ้ายไปขวาในท่ากางศอก)

34. ระยะเอื้อมแขนขึ้นบน (Vertical gripreach (standing)) (วัดจากส่วนบนสุดของมือที่กำไว้ถึงพื้น)

35. ระยะเอื้อมแขนขึ้นบนในท่านั่ง (Vertical gripreach (sitting)) (วัดจากส่วนบนสุดของมือที่กำไว้ถึงพื้นในท่านั่ง)

36. ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า (Forward grip reach) (วัดจากปลายนิ้วหัวแม่มือไปถึงด้านหลัง)

2.2) <u>ขนาดร่างกาย</u> (รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ 2524 - 2528)

2.2.1) <u>ขนาดโครงสร้างร่างกายของหญิงไทย</u>

รูปร่างของหญิงไทยในช่วงอายุต่าง ๆ กัน จะมีความแตกต่างกันกล่าวคือ หญิงไทยโดยเฉลี่ยเมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีแนวโน้มอ้วนขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากตัวเลขของน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น รอบอก รอบเอว และรอบตะโพกที่ใหญ่ขึ้น จะเห็นว่าสำหรับหญิงไทยในแต่ละภาคไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยเปรียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ขนาดโครงสร้างของหญิงไทยใน ช่วงอายุ 17 - 49 ปี

จุดสำคัญต่าง ๆ	อายุ 17 - 19 ปี				อายุ 20 -29 ปี				อายุ 30 - 39 ปี				อายุ 40 -49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (ซม.)	154.0	154.5	153.3	153.7	153.7	153.0	153.4	153.1	153.1	152.3	152.8	152.0	153.3	152.7	152.1	152.9
รอบอก (ซม.)	80.4	79.0	79.6	80.0	80.8	80.5	80.3	80.2	84.6	82.3	83.8	84.3	88.3	85.3	87.9	87.1
รอบเอว (ซม.)	63.5	62.2	64.2	64.0	64.3	64.0	64.4	64.5	69.2	67.0	69.0	69.9	72.9	70.7	73.8	72.8
รอบตะโพก (ซม.)	86.9	87.1	87.5	87.6	87.9	89.0	87.9	88.1	91.2	89.0	90.4	91.8	93.5	90.4	93.0	93.4
ความสูงงอก (ซม.)	109.5	110.2	109.4	109.5	108.8	108.5	109.0	108.6	107.5	107.3	107.7	107.4	107.0	107.7	106.0	106.3
ความสูงตะโพก (ซม.)	77.4	77.8	77.4	77.9	77.3	76.8	77.1	76.5	71.1	76.3	77.0	75.7	77.3	77.5	76.9	75.8
ความสูงใต้เป้า (ซม.)	71.1	70.9	71.0	70.6	70.6	69.8	70.2	69.6	69.1	69.6	68.8	69.8	69.8	69.8	69.1	68.9

หมายเหตุ: C หมายถึง ภาคกลาง ,N หมายถึงภาคเหนือ ,NE หมายถึงภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ,S หมายถึง ภาคใต้

(รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้เก็บข้อมูลในปี 2524 - 2528 ซึ่งมีจำนวนผู้หญิงที่สำรวจ = 6,925 คน)

2.2.2) ขนาดร่างกายของเด็กไทย

เด็กไทยมีการเปลี่ยนแปลงขนาดรูปร่างมากในแต่ละอายุ ทั้งยังมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบเด็กหญิงกับเด็กชาย

2.2.3) ขนาดโครงสร้างร่างกายชายไทย

ชายไทยโดยเฉลี่ยยิ่งมีอายุมากขึ้น จะมีแนวโน้มอ้วนขึ้นโดยรอบอก รอบเอว และรอบตะโพกจะใหญ่ขึ้น ความหนาหน้าท้องมากขึ้น นอกจากนี้ยังเห็นได้ว่าชายไทยในช่วงอายุ 17 - 19 ปี มีขนาดโครงสร้างร่างกายโดยเฉลี่ยใกล้เคียงกับชายไทยในช่วงอายุ 20 - 29 ปี และจะเห็นว่าสำหรับชายไทยในแต่ละภาคไม่สามารถมองเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน โดยเปรียบเทียบสัดส่วนเฉพาะจุดสำคัญดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงขนาดโครงสร้างร่างกายของชายไทย ในช่วงอายุ 17 - 49 ปี

จุดสำคัญต่าง ๆ	อายุ 17 -19 ปี				อายุ 20 - 29 ปี				อายุ 30 - 39 ปี				อายุ 40 - 49 ปี			
	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S	C	N	NE	S
ความสูง (ซม.)	165	163	162.7	163.8	164.9	162	162.8	163.6	164.7	161.5	162.0	161.8	163.2	160.1	161.4	161.6
รอบอกบน (ซม.)	83	83	82.6	82.2	86.1	85	85.4	95.4	89.1	86.9	87.4	88.1	90.8	88.0	89.1	88.3
รอบเอว (ซม.)	68	65.8	65.8	65.3	69.9	68.5	68.8	68.2	75.8	72.8	73.3	73.1	79.6	76.1	77.4	75.3
รอบหน้าท้อง(ซม.)	70	69	69.1	69.3	73.2	71.2	71.6	71.0	79.1	75.3	76.3	76.0	82.3	78.4	90.0	78.0
รอบตะโพก (ซม.)	84	83	83.3	83.0	85.0	83.3	84.5	84.2	87.6	85.3	85.8	85.5	88.8	86.5	87.9	86.2
น้ำหนัก (กก.)	53	52.6	52.8	51.3	55.9	53.9	55.1	53.9	60.0	56.6	57.3	56.2	61.8	67.5	59.7	56.8

หมายเหตุ : C หมายถึง ภาคกลาง, N หมายถึง ภาคเหนือ , NE หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, S หมายถึง ภาคใต้

(รัตนาภรณ์ จึงสงวนสิทธิ์ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้เก็บข้อมูลในปี 2524 - 2528 ซึ่งมีจำนวนผู้ชายที่สำรวจ = 9,442 คน)

สรุปได้ว่า ผู้ชายไทยประมาณร้อยละ 90 มีความสูงเฉลี่ย 165 เซนติเมตร

ผู้หญิงไทยประมาณร้อยละ 90 มีความสูงเฉลี่ย 155 เซนติเมตร

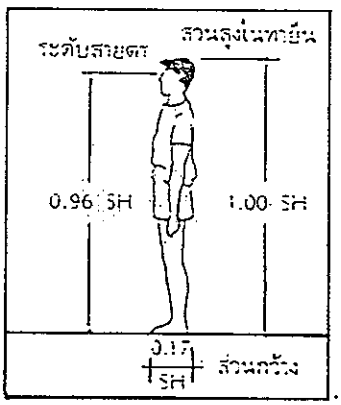
ดังนั้น ความสูงเฉลี่ยชายหญิงประมาณ 160 เซนติเมตร

2.3.5.3 การวัดขนาดกายในขณะทำงานหรือเคลื่อนไหว

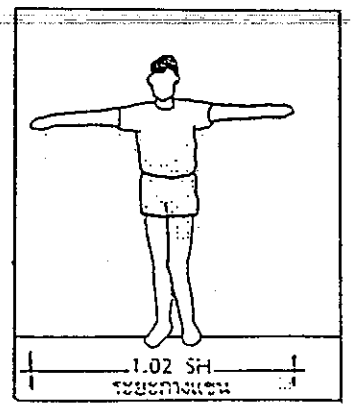
การวัดขนาดกายในลักษณะนี้จะออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานต่าง ๆ เช่น นั่ง เอื้อม หยิบ เหยียด ฯลฯ

อิวิลินตัน ก๊อตลิน (Evelyn Tan Guat - Lin) , ได้รวบรวมขนาดร่างกายที่เหมาะสมกับการใช้เฟอร์นิเจอร์และอาคาร โดยเก็บข้อมูลจากผู้ใหญ่และเด็ก

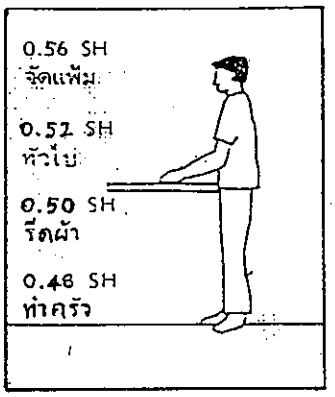
ก๊อตลิน , ได้กำหนดขนาดการวัดสัดส่วนร่างกายเพื่อใช้ออกแบบเฟอร์นิเจอร์และอาคารในการศึกษาและได้กำหนดในลักษณะอัตราส่วนต่อความสูงยืน (Standing Height หรือเรียกย่อเป็น SH) โดยได้กำหนดตำแหน่งของขนาดกายไว้ เช่น ส่วนสูงในระดับสายตา ส่วนกว้างในท่ายืน ระยะกางแขน ส่วนสูงในท่านั่ง แล้วจึงกำหนดอัตราที่พอเหมาะของเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เช่น การยืนจัดเอกสาร กำหนดไว้ให้สูงเท่ากับ 0.56 SH ซึ่งหมายถึง 0.56 ของความสูงยืนทั้งหมดซึ่งความสูงยืนเป็น 1.00 ส่วน หรือรีดผ้าควรสูง 0.50 SH ซึ่งหมายถึงสูง 0.50 ของความสูงยืนทั้งหมด ส่วนสูงจริงจะเป็นเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความสูงยืนของบุคคลนั้น หรืออาจกำหนดความสูงยืนเฉลี่ยของคนทั่วไปโดยแบ่งผู้ใหญ่และเด็ก เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้เหมาะกับขนาดกายของกลุ่มเป้าหมายนั้น ๆ เพราะคงไม่สามารถออกแบบเฟอร์นิเจอร์เป็นเฉพาะรายบุคคลได้ การวัดขนาดร่างกายในขณะทำงานหรือเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ ดังแสดงในรูปข้างล่าง



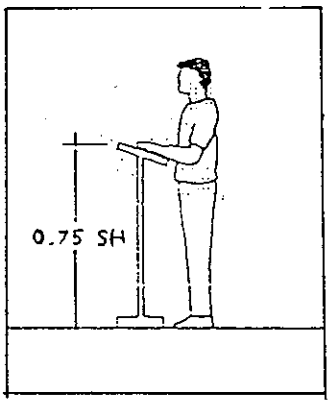
ทรวดทรงในท่ายืน	อัตราส่วน
ส่วนสูงในท่ายืน	1.00 SH
ส่วนสูงระดับสายตา	0.96 SH
ส่วนกว้างในท่ายืน	0.17 SH



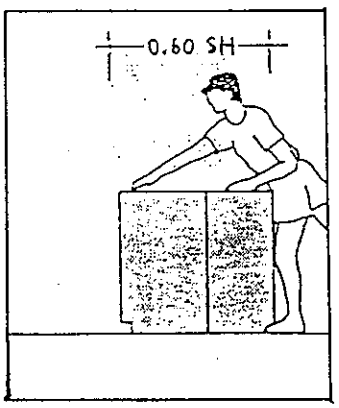
ทรวดทรงในท่ายืน	อัตราส่วน
ระยะกางแขน (จากปลายข้างหนึ่งไปอีกปลายข้างหนึ่ง)	1.02 SH



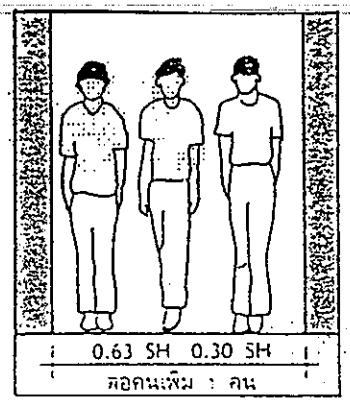
พื้นที่ในการทำงานในท่ายืน	อัตราส่วน
ความสูงสำหรับพื้นที่ทำงานทั่วไป	0.52 SH
- รีดผ้า วางแผน	0.50 SH
- ทำครัว	0.48 SH
- จัดแฟ้ม	0.56 SH



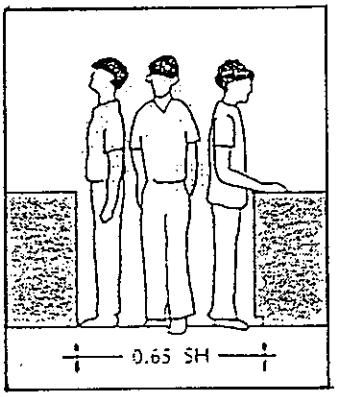
ความสูงของที่ทำงานที่ต้องใช้สายตา 0.75 SH



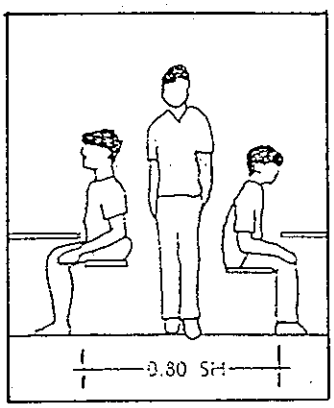
พื้นที่ในการทำงานในท่ายืน		อัตราส่วน
เอื้อมมาด้านหน้า	- ไกลสุด	0.53 SH
	- กำลังเหมาะ	0.34 SH



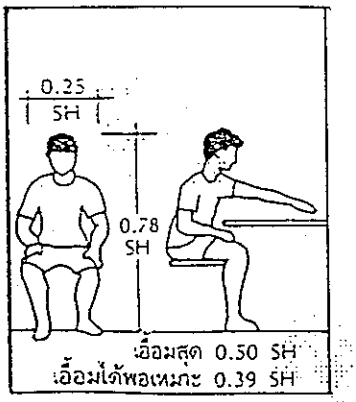
ขนาดเพื่อการไหลเวียน	อัตราส่วน
ความกว้างสำหรับ 2 คน	0.65 SH
และให้เพิ่มเติม 0.30 SH ต่อจำนวนคนที่เพิ่ม อีกทุก ๆ หนึ่งคน	



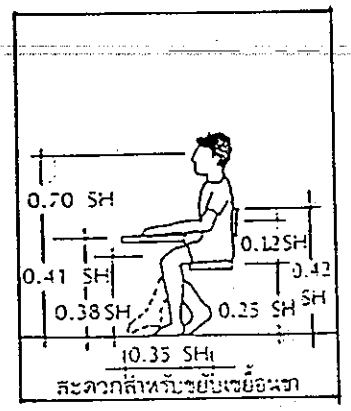
เนื้อที่สำหรับการไหลเวียนของคน 2 คน ทำงานในท่ายืน	**0.62 SH**



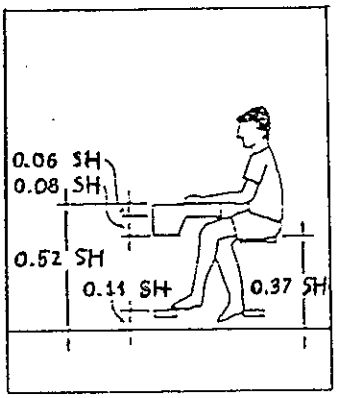
เนื้อที่สำหรับการไหลเวียนของคน 2 คน ทำงานในท่านั่ง	**0.80 SH**



ทรวดทรงในท่านั่ง	**อัตราส่วน**
ส่วนสูงในท่านั่ง	0.78 SH
ความกว้างของไหล่	0.25 SH
เอื้อม - ไกลสุด	0.50 SH
- กำลังเหมาะ	0.39 SH



ทรวดทรงในท่านั่ง	**อัตราส่วน**
ส่วนสูงของระดับสายตาในท่านั่ง	0.70 SH
ความสูงของระดับต้นแขน (ไหล่)	0.65 SH
ส่วนสูงของที่นั่งระดับเข่าใต้ข้อพับของหัวเข่า	0.25 SH
ความกว้างของที่นั่ง (ความกว้างตะโพก)	0.25 SH
จากเข่าถึงก้น	0.34 SH
ส่วนกว้างเมื่อนั่ง	0.24 SH
จากพื้นถึงส่วนสูงต้นขา	0.38 SH



พื้นที่ในการทำงานในท่านั่ง	อัตราส่วน
ส่วนหนาของต้นขา	0.08 SH
ระยะจากส่วนบนของโต๊ะถึงส่วนบนของต้นขา	0.06 SH
เนื้อที่กำลังสบายสำหรับขยับขาจากส่วนหน้าของโต๊ะ	0.35 SH
ความสูงของโต๊ะเรียน โต๊ะทั่วไป	0.41 SH
ความกว้างของโต๊ะเรียน โต๊ะทั่วไป	0.40 SH
ส่วนสูงของที่ผิวหลังถึงพื้น	0.42 SH
ส่วนสูงที่พอเหมาะของที่ผิวหลังถึงที่นั่ง	0.12 SH
ส่วนบนสุดของพนักพิงหลังถึงที่นั่ง	0.19 SH
มุมของที่นั่งควรทำมุมเอนไปข้างหลัง 0 - 5 องศา สำหรับการฟังและการพักผ่อน	
0 องศามาข้างหน้าสำหรับการอ่านหรือเขียน	
ส่วนโค้งของพนักพิงหลัง 5 - 8 องศา	
ส่วนสูงของเก้าอี้เตี้ยที่ไม่มีพนักพิง	0.37 SH
ส่วนกว้างของเก้าอี้เตี้ยที่ไม่มีพนักพิง	0.20 SH
ส่วนลึกหรือหนาของเก้าอี้เตี้ย	0.16 SH
ส่วนสูงของที่วางหรือที่พักเท้า	0.11 SH

(เอกสารประกอบการฝึกอบรม เรื่องความรู้พื้นฐานทางการยศาสตร์,บริษัทการปิโตรเคมีแห่งชาติ จำกัด (มหาชน))

2.3.5.4) <u>การนำข้อมูลขนาดร่างกายมาใช้ในงานด้านการยศาสตร์</u>

ในการประยุกต์การนำข้อมูลขนาดร่างกายมาใช้ในการออกแบบ มีหลักการในการเลือกใช้ดังนี้

(1) <u>ออกแบบสำหรับค่าสูงสุดหรือต่ำสุด</u>

เป็นมาตรฐานในการยึดถือเอาขนาดของคนส่วนใหญ่มาใช้พิจารณาในการออกแบบ เช่น ร้อยละ 90 หรือ 95 ของขนาดประชากรทั้งหมด โดยตัดค่าที่ต่ำสุดและสูงสุดทิ้งไป นั่นคือ ออกแบบเพื่อครอบคลุมประชากรเกือบทั้งหมด โดยการยึดหลักที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์สูง ๆ

ในทางตรงข้ามเป็นการออกแบบสำหรับค่าต่ำสุด หรือเมื่อคำนึงถึงสัดส่วนของประชากรที่มีขนาดเล็กกว่าหรือต่ำกว่า คือ เปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 หรือที่ 10 ตัวอย่างเช่น ระยะในการควบคุมคันบังคับ คนแขนสั้นสามารถเอื้อมไปที่คันบังคับได้พร้อมกับที่คนแขนยาวกว่าก็เอื้อมไปถึงได้เช่นกัน

(2) ออกแบบให้อยู่ในช่วงปรับเปลี่ยนค่าได้

อุปกรณ์หรือสถานที่ทำงานควรจะสามารถปรับแต่งให้เข้ากับขนาดที่แตกต่างกันของผู้ปฏิบัติงาน เก้าอี้ขับรถที่สามารถปรับเลื่อนเบาะที่นั่ง และพนักพิงให้เอนไปข้างหน้าและข้างหลังเป็นตัวอย่างหนึ่งของการออกแบบที่ปรับได้ รวมทั้งเก้าอี้ของพนักงานพิมพ์ดีดที่ปรับความสูงต่ำได้ การออกแบบในลักษณะนี้เป็นที่นิยมในทางปฏิบัติสำหรับช่วงเปอร์เซ็นไทล์ที่ 5 ถึง เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95

(3) ออกแบบสำหรับค่าเฉลี่ย

มักจะได้ยินคำว่า ค่าเฉลี่ย คือ คนทั่วไป ซึ่งอันที่จริงแล้วเป็นความเข้าใจที่ไม่ค่อยถูกต้อง ตามหลักคือ ข้อมูลของขนาดร่างกาย คนโดยส่วนใหญ่แล้วจะไม่พบกลุ่มคนที่มีขนาดร่างกายที่เป็นค่าเฉลี่ยจริง ๆ ดังนั้นความเข้าใจในเรื่องคนเฉลี่ย (Average person) จึงเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งเป็นการสนับสนุนว่าไม่ควรออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับคนเฉลี่ย

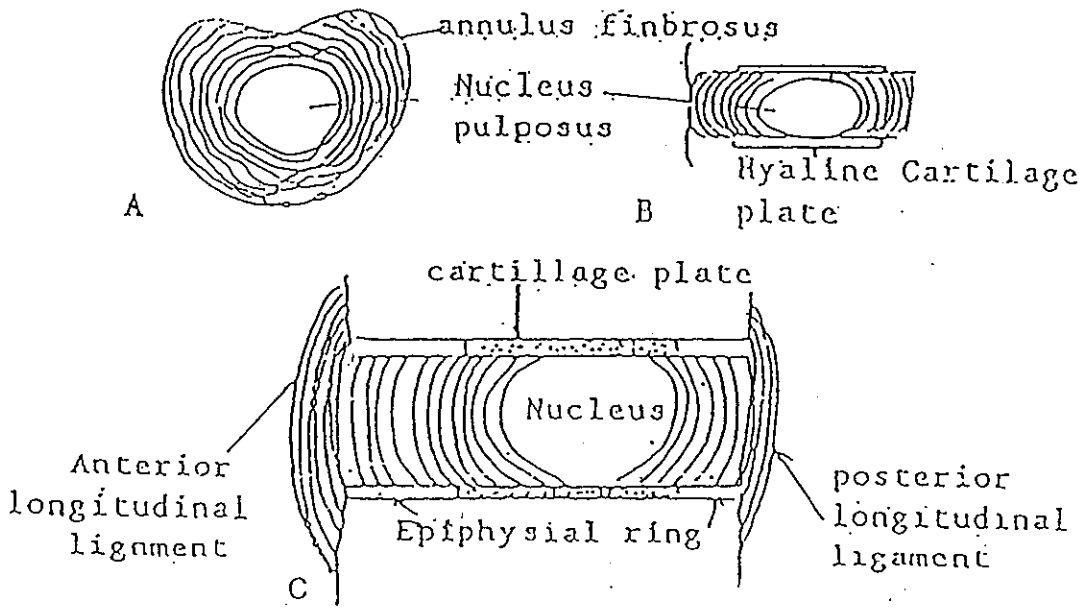
2.4 ชีวกลศาสตร์ของหลัง

หลังของคนเรานั้นมีโครงสร้างที่สำคัญที่สุดคือกระดูกสันหลัง (vertebral column) ซึ่งประกอบด้วยกระดูกเล็ก ๆ สั้น ๆ วางเรียงซ้อนกันอยู่ทั้งหมด 33 อันโดยประกอบด้วยกระดูกสันหลังส่วนคอ 7 อัน กระดูกสันหลังส่วนอก 12 อัน กระดูกสันหลังส่วนเอว 5 อัน กระดูกเหนือก้นกบ 5 อัน และกระดูกก้นกบอีก 4 อัน กระดูกสันหลังส่วนบนจะมีขนาดเล็กกว่า และจะใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เมื่ออยู่ต่ำลงมาทั้งนี้ เพื่อความมั่นคงแข็งแรง และรับน้ำหนักได้มาก แต่หลังจากกระดูกก้นกบอันที่ 1 ลงไปจะมีขนาดเรียวเล็กลงเรื่อย ๆ

หมอนรองกระดูกสันหลัง (intervertebral disc) ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของโครงสร้างหลัง หมอนรองกระดูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (รูปที่ 9)

(1) ส่วนที่อยู่ตรงกลาง เรียกว่า นิวเคลียส พัลโพซัส (nucleus pulposus) มีลักษณะเหนียว ๆ ข้น ๆ คล้ายวุ้น มีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่ถึงร้อยละ 70-90 มากน้อยขึ้นอยู่กับอายุ ถ้ามองดูหน้าตัดจะเห็นส่วนของนิวเคลียส พัลโพซัสกินเนื้อที่ประมาณร้อยละ 50-60 ของเนื้อที่ทั้งหมด

(2) ส่วนที่อยู่รอบนิวเคลียส พัลโพซัสหรือหุ้มนิวเคลียสอยู่ เรียกว่า แอนนูลัส ไฟโบรซัส (annulus fibrosus) ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นใยที่เหนียวมาก ทำให้มีความแข็งแรงมากรับแรงกดและแรงบิดได้เป็นอย่างดี

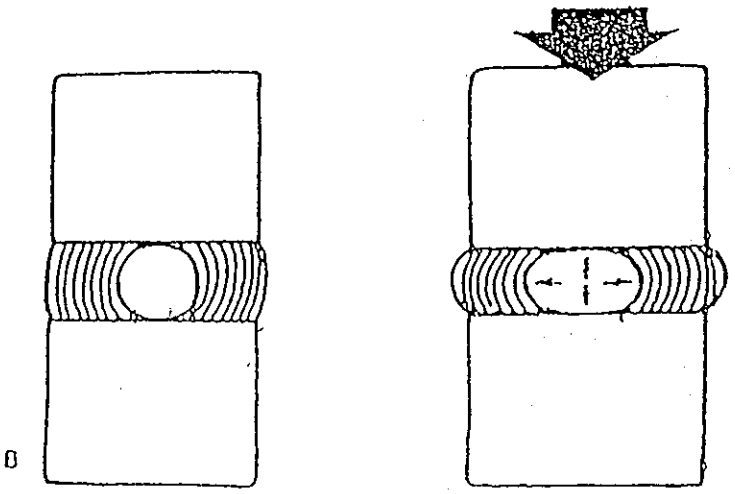


รูปที่ 9 แสดงส่วนต่าง ๆ ของหมอนรองกระดูก

ดำรง กุศลกิจ, 2528

(3) ส่วนกระดูกอ่อนแผ่นบางๆ ที่อยู่ตรงกลางทั้งด้านบนและด้านล่างของหมอนรองกระดูกเรียกว่า คาร์ดิเลจินัส เพลท แผ่นกระดูกอ่อนทั้งบนและล่างนี้นอกจากจะเป็นที่เกาะของแอนนูลัสไฟโบรซัสส่วนในๆ แล้วยังเป็นตัวคั่นระหว่างนิวเคลียส พัลโพซัสกับตัวบอดี้ของกระดูกสันหลังด้วย

ในขณะที่มีน้ำหนักมากดบนกระดูกสันหลังนั้น หมอนรองกระดูกสันหลังจะยุบตัวลงและโป่งยื่นออกโดยรอบ (รูปที่ 10) แต่เนื่องจากกระดูกสันหลังไม่ได้เรียงซ้อนกันในแนวตรงหรือตั้งฉากกันทุกอัน แต่มีโค้งไปด้านหน้าบ้าง ด้านหลังบ้าง ดังนั้นแรงกดจึงไม่ได้กระจายออกอย่างสม่ำเสมอหรือเท่ากันทั้งหมดและหมอนรองกระดูกสันหลังจะยุบตัวลงไม่เท่ากัน โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในท่าก้มหรือแอ่นหลัง



รูปที่ 10 หมอนรองกระดูกเมื่อรับแรงกดจะแบนลงและโป่งออกโดยรอบ
(ดำรง กุศลกิจ, 2528)

ระบบกล้ามเนื้อหลัง

กล้ามเนื้อทั้งมัดประกอบด้วยเส้นใยไฟเบอร์จำนวนมาก มีการจัดเรียงตัวในแบบต่าง ๆ เช่น แบบขนาน (parallel) ,แบบรูปกระสวย (fusiform), แบบลู่เข้าหากัน (convergent) และแบบขนนก-ครึ่งซีก (unipennate) เป็นต้น

ในการทำงานของกล้ามเนื้อจะเกิดขึ้น โดยการหดตัวสั้นเข้าสลับกับการคลายตัว การหดตัวของกล้ามเนื้อจะมีการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าเกิดขึ้นที่สามารถบันทึกได้ เรียกว่า ศักย์ไฟฟ้าขณะทำงาน (action potential) (ชูศักดิ์ เวชแพทย์ และกันยา ปาละวิวัธน์, 2528)

กล้ามเนื้อที่เกี่ยวข้องกับหลัง

1. กลุ่มที่อยู่ทางด้านหน้าของกระดูกสันหลัง ได้แก่เนื้อหน้าท้อง (abdominal muscle) กล้ามเนื้อกลุ่มนี้เป็นผนังทางด้านหน้าและด้านข้างของช่องท้อง (ซึ่งมีอวัยวะสำคัญหลายอย่างอยู่ภายใน) เป็นส่วนสำคัญในการเบ่งเพื่อเพิ่มแรงดันภายในช่องท้องได้

2. กลุ่มที่อยู่ด้านข้าง (lateral muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่เกาะอยู่บริเวณด้านข้าง เยื่องมาทางด้านหลังของลำตัวเพื่อช่วยการผยุงลำตัวในการเคลื่อนไหว

3. กลุ่มกล้ามเนื้อรอบสะโพก (hip muscle) กล้ามเนื้อรอบสะโพกเป็นกล้ามเนื้อที่มีความสัมพันธ์กับการปวดหลัง เนื่องจากกระดูกสันหลังทั้ง 24 อันที่เคลื่อนไหวได้ตั้งอยู่บนด้านหลัง

ของกระดูกเชิงกราน และกระดูกเชิงกรานก็เป็นส่วนหนึ่งของข้อสะโพก ดังนั้นการเคลื่อนไหวของข้อสะโพกจึงมีผลต่อเชิงกราน และมีผลต่อกระดูกสันหลังได้

4. กลุ่มที่อยู่ทางด้านหลังของกระดูกสันหลัง หรือกลุ่มที่ช่วยแอ่นหลัง (postverte bral หรือ back extensor muscle) ซึ่งอยู่ด้วยกันหลายมัด พวกที่อยู่บน ๆ เรียกว่าอีเร็คเตอร์ สไปเน่ (elector spinae)

ในขณะที่เราเงยหรือแอ่นหลังขึ้นจากท่าก้มนั้น กล้ามเนื้อด้านหลังจะต้องทำงานอย่างเต็มที่ ยิ่งถ้าก้มลงยกของหนัก ก็ยิ่งต้องออกแรงแอ่นหลังมาก โดยปกติในชีวิตประจำวันจะต้องใช้กล้ามเนื้อกลุ่มนี้อย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้กล้ามเนื้อกลุ่มนี้แข็งแรงมากกว่าเมื่อเทียบกับกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้อง

สาเหตุของการปวดหลัง

ปัจจัยที่ก่อให้เกิดอาการปวดหลังมีได้หลายประการ ซึ่งปัจจัยที่ได้รับการพิจารณาว่าเป็นสาเหตุของการเกิดโรคปวดหลัง ได้แก่ ภยันตรายที่เกิดกับหลัง ความเครียดทางอารมณ์การยกและเคลื่อนย้ายวัสดุที่หนัก รวมไปถึงท่าทางการทำงาน เป็นต้น ซึ่งอาจจะพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1. การปวดหลังที่เกิดจากอุบัติเหตุหรือโดนกระแทกอย่างรุนแรง

ซึ่งแบ่งออกได้เป็นที่เกิดอย่างรวดเร็วและที่เกิดแบบเรื้อรัง

ภยันตรายที่เกิดอย่างเฉียบพลันหรืออย่างรวดเร็ว ได้แก่ การตกจากที่สูง เช่น การตกจากนั่งร้านก่อสร้าง ตกจากต้นไม้ ตกจากตึก นักกระโดดร่มที่โดดผิดท่าหรือถูกทำร้ายที่บริเวณหลังอย่างรุนแรง เช่น ถูกตี เป็นต้น หรืออาจถูกของหนัก ๆ หล่นทับหลังที่พบบ่อย ๆ เช่น กระสอบข้าว กระสอบปูนซิเมนต์ ผู้ที่มีสาเหตุจากการปวดหลังชนิดนี้ต้องได้รับการบำบัดรักษาในทันที

Hult (1954), พบว่าการปวดหลังส่วนบั้นเอวส่วนมากเกิดจากการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอวแบบทันทีทันใด

Lawrence (1955), พบว่ากลุ่มคนที่มีประวัติเคยได้รับบาดเจ็บจากแรงกระแทกหรือถูกตีบริเวณกระดูกสันหลังส่วนบั้นเอว และกลุ่มที่ได้รับบาดเจ็บที่หลังชนิดนี้เป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดอาการบาดเจ็บที่หมอนรองกระดูก

2. การปวดหลังที่เกิดจากความเครียดทางอารมณ์

นักสรีรวิทยาชาวเยอรมัน Tiegel (1950), ได้ศึกษาการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อพบว่าการเกิดความเครียดและทำให้กล้ามเนื้อเกร็งบ่อย ๆ นั้น จะทำให้ความยาวกล้ามเนื้อลดลงคือยืดออกไม่ได้เท่าเดิม กล้ามเนื้อที่ยืดไม่ได้นั้นเป็นกล้ามเนื้อบริเวณหลังหรือคอซึ่งมีผลทำให้เสียสมดุลซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งของการปวดหลังและปวดคอ

3. การปวดหลังที่เกิดจากการยก และเคลื่อนย้ายวัสดุที่หนัก

อันตรายที่เกิดจากการยกและเคลื่อนย้ายของหนักมิได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักและรูปร่างวัสดุนั้น แต่ยังเกี่ยวข้องกับท่าทางการยก ระยะเวลาการยกตลอดจนความแข็งแรงของพนักงานอีกด้วย

จากการศึกษาของกรมแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ได้พบว่าขีดจำกัดของน้ำหนักที่ยกเป็นครั้งคราวไม่ควรเกินร้อยละ 50 ของน้ำหนักตัวผู้ยก ในกรณีที่มีการยกอย่างต่อเนื่อง น้ำหนักที่ยกไม่ควรเกินร้อยละ 40 ของน้ำหนักตัวผู้ยก หากผู้ที่ทำการยกได้รับการอบรมการยกของอย่างเหมาะสม สามารถอนุญาตให้ยกน้ำหนักเพิ่มได้อีกร้อยละ 20

อาการของการปวดหลังส่วนล่างมักจะพบกับงานที่ต้องออกแรงมาก ๆ โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ น้ำหนักของวัตถุที่ยกและอิริยาบถในการยก

น้ำหนักที่จะยกมีผลต่อความเสียหายของหมอนรองกระดูกสันหลัง แนวโค้งของกระดูกสันหลังที่ผิดไปจากปรกติจะทำให้หมอนรองกระดูกสันหลังผิดรูปไปได้ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปวดหลังได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเสื่อมของหมอนรองกระดูกมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาในการยกของหนัก โดยที่เมื่อระยะเวลาของการยกของหนักยาวขึ้นจะทำให้หมอนรองกระดูกเกิดการเสื่อมมากขึ้นตามไปด้วย

อิริยาบทหรือท่าที่ยกไม่ถูกต้อง อาจนำไปสู่อาการที่บาดเจ็บได้โดยการขาดสมดุลระหว่างกล้ามเนื้อและในบางครั้งที่มีการยก "ท่าทางที่ค่อนข้างเหมาะสม" แต่แรงกดที่เกิดขึ้นที่หมอนรองกระดูกนั้นอาจก่อให้เกิดอันตราย หรือความเสียหายของกระดูกอ่อนส่วนที่รับน้ำหนัก (weight bearing cartilage) ได้เช่นกัน

4. การปวดหลังที่เกิดจากท่าทางการทำงาน

โดยทั่วไปการปวดหลังส่วนล่างอาจเกิดจากการไม่คุ้นเคยกับงานและประกอบกับการทำงานที่ยาวนานอย่างต่อเนื่องในท่าการทรงตัวที่ไม่เหมาะสม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญของการปวดหลังส่วนล่าง ซึ่งพอจะกล่าวได้ว่า "ท่วงท่าที่ดีนั้น คือท่าที่ร่างกายอยู่ในภาวะที่สมดุลมากที่สุด หรือสามารถทำงานได้มากที่สุดโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด" กล้ามเนื้อต่าง ๆ จะต้องทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดด้วยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับหลังก็จะต้องอยู่ในท่าที่หมอนรองกระดูกสันหลังต้องรับแรงกดน้อยที่สุดเป็นสิ่งที่ดีที่สุด

Nachemson (1977), พบว่าท่านอนเป็นท่าที่หมอนรองกระดูกสันหลังรับแรงกดน้อยที่สุด ดังนั้นท่านอนจึงเป็นท่าพักผ่อนที่ดีที่สุด นายแพทย์ Stoddard (1981), ให้ความเห็นว่าท่านอนคว่ำเป็นท่าที่เหมาะแก่ผู้ที่มีอาการปวดหลังอย่างเฉียบพลัน เพราะเป็นท่าที่ทำให้การไหลเวียนของโลหิตดีกว่า

ท่านั่ง สำหรับท่านั่งทำงานซึ่งเป็นการนั่งที่ใช้เวลานาน ๆ ควรเลือกสภาพการนั่งที่มีความเหมาะสมสำหรับการนั่งโดยทั่ว ๆ ไป เก้าอี้ควรมีความสูงที่เมื่อนั่งแล้วเท่ากับระนาบพื้นพอดี ความลึกของเก้าอี้ต้องมีพอที่จะรองรับต้นขาได้หมดและควรมีพนักพิงการนั่งควรนั่งตัวตรงให้กระดูกสันหลังรักษาส่วนโค้งปรกติไว้ได้ทั้งหมด ไม่ควรโน้มตัวมาข้างหน้ามากเกินไป เพราะหมอนรองกระดูกสันหลังจะรับแรงกดมาก ๆ

Andersson and Nachemson (1977), ได้ศึกษาโดยบันทึกแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอวอันที่ 3 และบันทึกการทำงานของกล้ามเนื้อข้างกระดูกสันหลังส่วนเอว ผลที่ได้รับพบว่า ท่าที่หมอนรองกระดูกสันหลัง รับแรงน้อยที่สุด และกล้ามเนื้อหลังทำงานน้อยที่สุด คือ ท่าที่นั่งเอนไปด้านหลังทำมุม 120 องศา และหมอนที่ใช้รองหลังมีความหนา 5 เซนติเมตร และจะดียิ่งขึ้นเมื่อมีที่วางแขนทั้งสองข้างด้วย

ท่ายืน เป็นที่ทราบกันดีว่า ท่วงท่าการยืนมีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการนั่ง มีอาชีพหลาย ๆ อย่างที่ต้องยืนวันละนาน ๆ เช่น ช่างเสริมสวย ช่างตัดผม เป็นต้น การยืนที่ไม่ถูกต้องอาจทำให้เกิดการปวดหลังได้

การยืนที่ถูกต้องคือต้องพยายามให้โครงสร้างของร่างกายอยู่ในภาวะที่สมดุลที่สุดคือยืนตัวตรง การยืนที่ถูกท่านี้กล้ามเนื้อต่าง ๆ จะทำงานน้อยที่สุด อย่ายืนโดยโน้มตัวมาข้างหน้าเพราะการโน้มตัวมาข้างหน้าเพียง 20 องศา หมอนรองกระดูกสันหลังจะต้องรับแรงกดเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 50 และกล้ามเนื้อหลังก็จะต้องทำงานหนักมากขึ้นด้วย

ในเรื่องการยืนและการนั่งนี้ให้ถือหลักปฏิบัติคือ อย่านั่งหรือยืนในท่าเดียวนาน ๆ ควรหาโอกาสเปลี่ยนอิริยาบถอยู่เสมอ เป็นการลดความเมื่อยล้าลงได้มาก การนั่งหรือยืนผิดท่าหรือ แม้จะถูกท่าก็ตาม แต่ถ้าอยู่ในท่านั้นนานเกินไปถือว่าเป็นอันตราย ซึ่งมีผลเสียต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง เอ็นต่าง ๆ ตลอดจนกล้ามเนื้อโดยรอบ อันเป็นสาเหตุของการปวดหลัง

ท่าหยิบหรือยกของ อิริยาบทในการหยิบหรือยกของเป็นอีกท่วงท่าหนึ่งของการทำงานที่มีความสำคัญมาก หากต้องการหยิบของที่อยู่สูงมาก ๆ ต้องไม่เขย่งหรือเอื้อมจนสุดแขนในท่าที่แหงนคอเต็มที่ ควรจัดให้ของใช้หรือหนังสือที่จะต้องหยิบบ่อย ๆ ไว้ชั้นกลาง ๆ ที่จะยื่นมือหยิบได้ง่าย ที่สำคัญอย่างยิ่งคือ น้ำหนักยิ่งอยู่ใกล้กระดูกสันหลังเท่าใด หมอนรองกระดูกสันหลังและกล้ามเนื้อโดยรอบก็จะรับแรงน้อยเท่านั้น