บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ทฤษฎีด้านเออร์โกโนมิกส์

2.1.1 ที่มาและความหมาย "Ergonomics"

ที่มาของคำว่าเออร์โกโนมิกส์มีมาตั้งแต่ปี พ.ศ.2492 โดยนักการยศาสตร์ชาวอังกฤษชื่อKFH Murrell ได้นำเอาคำสองคำจากภาษากรีกมาสนธิกันคือคำ ergon ซึ่งหมายถึงงานหรือworkและคำว่า nomos ซึ่งหมายถึงกฎ หรือ Law เมื่อรวมแล้วจะเกิดคำใหม่ขึ้นมาคือ ergonomics หรือ Law of work (สสิธร เทพตระการพร. 2546.เว็บไซต์)

การยศาสตร์หมายถึง ศาสตร์ในการจัดสภาพงานให้เหมาะกับคนทำงาน หรือการศึกษาคนในสิ่งแวดล้อมการทำงาน

องค์การแรงงานระหว่างประเทศ (International Labour Organiation, ILO) ได้ให้คำจำกัดความของการยศาสตร์ไว้ว่า "การประยุกต์ใช้วิชาการทางด้านชีววิทยาของมนุษย์และวิศวกรรมศาสตร์ให้เข้ากับคนงานและสิ่งแวดล้อมในการงานของเขา เพื่อให้คนงานเกิดความพอใจในการทำงาน และได้ผลผลิตสูงสุด" ดังนั้น การยศาสตร์จึงเป็นวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการปรับงานให้เข้ากับความสามารถทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ รวมทั้งข้อจำกัดของคนงาน

ผู้ให้ความหมายของ "เออร์โกโนมิกส์" ในเชิงปฏิบัติว่าคือ "การศึกษาเกี่ยวกับการประสานกันหรืออันตรกิริยาระหว่างมนุษย์และเครื่องมืออุปกรณ์ภายใต้สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์ทำงานอยู่" ความหมายนี้ดูเหมือนจะครอบคลุมองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดไว้แล้ว คือมนุษย์ เครื่องมืออุปกรณ์ สิ่งแวดล้อมและอันตรกิริยาที่ซับซ้อนระหว่างปัจจัยทั้งสามนี้

ความหมายที่เน้นความสำคัญของมนุษย์เป็นหลักคือ การยึดลักษณะธรรมชาติมนุษย์เป็นเกณฑ์สำหรับการออกแบบสร้างเครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมใดๆ อย่างมีเป้าหมาย กล่าวคือ การใช้ความพยายามที่จะเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานโดยอาศัยเหตุผลที่สอดคล้องกันระหว่างระบบคน-เครื่องมืออุปกรณ์-สิ่งแวดล้อมโดยไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความปลอดภัยของคนทำงาน

ท้ายที่สุดคณะกรรมการบัญญัติศัพท์วิศวกรรมศาสตร์สาขาเครื่องกลและอุตสาหกรรมของราชบัณฑิตยสถานได้พิจารณาบัญญัติศัพท์ของคำว่า เออร์โกโนมิกส์ ไว้คือ "การยศาสตร์" ได้อธิบายว่า การยเป็นคำในภาษาสันสกฤต หมายถึง การงานหรือ work และศาสตร์ก็คือ วิทยาการ หรือ science นั่นเอง รวมความเป็น work science ในปัจจุบันคำว่า "การยศาสตร์" เป็นที่ยอมรับและใช้กันแพร่หลายมากขึ้น (สสิธร เทพตระการพร. 2546.เว็บไซต์)

2.1.2 ขอบเขตของงานเออร์โกโนมิกส์

เออร์โกโนมิกส์แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างคนกับเครื่องจักร นั่นคือ ระบบการทำงานอาจพิจารณาได้เป็นระบบคน - เครื่องจักร (man-machine system) โดยอีกแนวคิดหนึ่งของเออร์โกโนมิกส์ได้มาจากทฤษฎีทั่วไปซึ่งถือว่าระบบใดก็ตามจะทำงานได้ดีมีประสิทธิภาพต้องอาศัยปัจจัยที่จำเป็น 2 อย่าง คือ

1) องค์ประกอบของระบบต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้อง และ

2) องค์ประกอบต้องทำงานเข้ากันได้เป็นอย่างดี เพื่อนำไปสู่เป้าหมายเดียวกัน โดยสรุปแล้วหลักการของเออร์โกโนมิกส์คือ การจัดงานให้เหมาะสมกับคนหรือการเลือกงานให้เหมาะกับคน (กิตติ อินทรานนท์, 2548. หน้า 5-7)

การออกแบบ (Design) และการปรับปรุง (Improvement) สภาวะและสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ซึ่งเป็นแนวทางหลักของวิทยาการจัดสภาพงาน มีขอบเขตครอบคลุมถึงตัวงาน สภาวะการทำงานสิ่งแวดล้อมในการทำงาน อุปกรณ์ เครื่องจักรต่างๆ และวิธีการและขั้นตอนการทำงาน

ขอบเขตของเออร์โกโนมิกส์ สามารถเป็นหมวดหมู่ ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาและวิเคราะห์ถึงองค์ประกอบของงาน (Work Organization) และเวลาการทำงาน (Working Time) รวมถึงการปฏิบัติงานเป็นกะและในเวลากลางคืน (Shift and Night Work)

2) การออกแบบสถานที่ปฏิบัติงาน (Work Design) และการออกแบบอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน (Equipment Design)

3) การศึกษาถึงความหนักเบาของงาน (Work Load) และสรีรวิทยาในการทำงาน (Work Physiology)

4) การศึกษาท่าทางในการปฏิบัติงาน (Work Posture) และการยก ขนย้ายวัสดุ (Materials Handling)

5) การออกแบบและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Working Environment)

6) การศึกษาและวิเคราะห์การถ่ายทอดและรับส่งข้อมูล (Information Transfer)

7) การศึกษาเงื่อนไขทางสังคม ที่เข้ามามีผลกระทบ (Social Condition)

2.1.3 แนวคิดและหลักการทางด้านเออร์โกโนมิกส์

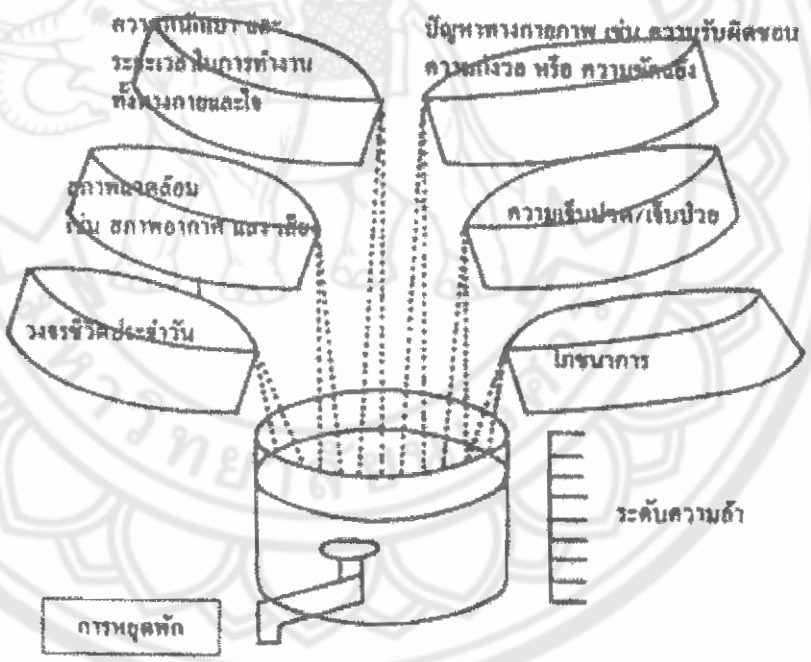
แนวคิดและหลักการทางด้านเออร์โกโนมิกส์ คือ "Put the person to the job" , "Put the task to the man"

2.1.3.1 ความเมื่อยล้า (Fatigue)

คือการเปลี่ยนแปลงสภาพทางกาย ที่เกิดจากการทำงานเป็นติดต่อกันเป็นเวลานาน กล่าวคือ ภาระงาน (Work Load) มีผลต่อสมรรถภาพของพนักงาน (Employee Performance) (ปิยะ ตรีวิทยา, 2547. เว็บไซต์)

2.1.3.2 ความเครียด (Stress)

เป็นสภาวะทางจิตใจ และอารมณ์ ที่มีผลต่อการเสื่อมของการตอบสนอง กล่าวคือ สมรรถภาพของพนักงาน (Employee Performance) มีผลต่อภาระงาน (Work Load) (ปิยะ ตรีวิทยา, 2547. เว็บไซต์)



รูปที่ 2.1 **แผนภาพแสดงผลร่วมกันทางสาเหตุความล้าที่เกิดขึ้นในทุก ๆ วันและการหยุดพักเพื่อให้ร่างกายได้ฟื้นตัว ซึ่งมีความจำเป็นในการผ่อนคลายความล้า**

(**ที่มา**: สสิธร เทพตระการพร, 2546. เว็บไซต์)

2.1.3.3 **ความเค้น (Strain)**

คือสิ่งที่มากระทบ

1) **ทางด้านกายภาพ**

- **Biomechanics : แรง, โมเมนต์, ท่าทาง**
- **ทางด้านสรีระ : งานหนัก ความร้อน ความเย็น**

2) ทางด้านจิตใจ

- การอดนอน
- ความหวาดกลัวอันตราย
- ข้อมูลข่าวสารมากเกินไป
- ความเบื่อหน่าย
- ปัญหาสังคม

2.1.3.4 **ความเครียด (Stress)**

คือการตอบสนอง

1) ทางด้านกายภาพ

- Biomechanics : EMG (Electromyogram) , ความแข็งแรง
- ทางสรีระ : อัตราการเต้นหัวใจ
- สารเคมีในกระแสเลือด
- อุณหภูมิร่างกาย
- อัตราการทำงาน
- EMG, CFF (Critical flicker frequnec)

2) ทางด้านจิตใจ : ทัศนคติ

- ความผิดพลาด, CFF, การตอบสนอง
- แบบสอบถาม

2.1.3.5 **อาการของความล้า**

อาการของความล้าเป็นสิ่งที่วัดได้ทั้งจากความรู้สึกส่วนตัว และวัดได้จากผลงานอาการที่สำคัญ มีดังนี้

1) **ความรู้สึกอ่อนเพลีย ง่วงนอน วิงเวียนเหมือนจะเป็นลม**
2) **ความคิดเชื่องช้า ไม่แล่น**
3) **ความกระตือรือร้นลดลง**

4) การรับรู้แย่ลงและช้า

5) ความรู้สึกเบื่อหน่ายไม่อยากทำงาน

6) ผลการทำงานลดลงทั้งทางร่างกายและจิตใจ

อาการต่าง ๆ เหล่านี้มีผลให้ประสิทธิภาพทั้งทางกายและใจลดลงอย่างเห็นได้ชัด สภาวะความล้าที่เกิดขึ้นจากการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะเป็นแบบเรื้อรัง ซึ่งไม่ได้เกิดโดยสาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง แต่มักเกิดจากหลาย ๆ สาเหตุ เกิดขึ้นร่วมกันทุกวันและสะสมเป็นเวลานาน บางครั้งจึงเรียกความล้าที่เกิดจากการทำงานนี้ว่าเป็นความล้าเวชกรรมหรือความล้าเรื้อรัง (clinical or chronic fatigue)

อาการที่เกิดขึ้นเองจากความล้านั้นไม่เพียงแต่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีความเครียดหรือหลังจากเกิดความเครียดทันทีเท่านั้น แต่เกิดขึ้นตลอดเวลา ความรู้สึกอ่อนเพลียนี้มักเกิดขึ้นได้บ่อย ๆ หลังจากตื่นนอนในตอนเช้า หรือก่อนเริ่มทำงาน อาการความเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นตามมาหลังจากที่มีความล้าสะสมเป็นเวลานานมักเกิดขึ้นที่อวัยวะภายในหรือที่ระบบไหลเวียนเลือด อาการทั่วไปที่พบคือ

- ปวดศีรษะ
- เวียนศีรษะ มึนงง
- นอนไม่หลับ
- หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ
- เหงื่อออกมาก
- ไม่อยากอาหาร
- ปัญหาที่ระบบย่อยอาหาร เช่น ปวดกระเพาะอาหาร ท้องเสีย ท้องผูก

ความเจ็บป่วยที่เป็นมากขึ้น จะยังผลให้เกิดการขาดงานที่มากขึ้นด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการลางานช่วงสั้น ๆ แสดงให้เห็นถึงสาเหตุของการขาดงาน ซึ่งก็คือความต้องการการพักผ่อนที่ยาวนานขึ้นนั่นเอง

ในคนงานที่มีปัญหาทางสภาพจิตใจอยู่แล้ว มักประสบปัญหาความล้าเรื้อรังได้ง่าย ซึ่งเป็นการยากที่จะคลี่คลายปัญหาทางจิตใจออกจากปัญหาทางกายของเขา สาเหตุอาจเกิดจากความไม่ชอบหรือไม่พอใจในงานที่ทำอยู่ งานที่เร่งด่วน หรือไม่ชอบสถานที่ทำงาน หรือในทางกลับกันอาจเป็นปัญหาที่ตัวบุคคลก็ได้ เช่น ไม่สามารถปรับตัวให้เข้ากับงานหรือสิ่งแวดล้อมในการทำงานได้ (นริศ เจริญพร, 2543. เว็บไซต์), (สสิธร เทพตระการพร, 2546. เว็บไซต์)

พนักงานมักจะถูกบังคับให้ต้องทำงานในสถานทำงานที่ไม่ได้มีการออกแบบงานให้ถูกต้อง เหมาะสมตามหลักการยศาสตร์ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุนำไปสู่การได้รับบาดเจ็บที่รุนแรงที่บริเวณ มือ ข้อมือ หลัง หรือส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่เกิดจากการทำงานต่อไปนี้

- การใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่มีความสั่นสะเทือนซ้ำ ๆ เป็นเวลานาน
- การใช้เครื่องมือและลักษณะงานที่ต้องบิดข้อมือหรือข้อต่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในการเคลื่อนไหว
- การออกแรงทำงานด้วยอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ฝืนธรรมชาติ
- การทำงานที่ก่อให้เกิดแรงกดที่มากเกินไปบริเวณมือ ข้อมือ ข้อต่อส่วนต่าง ๆ และหลัง
- การทำงานที่ต้องเอื้อมสุดแขน หรือยกแขนขึ้นสูงเหนือศีรษะ
- การทำงานที่ต้องก้มหลัง
- การทำงานที่ต้องออกแรงยก หรือผลักดันสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก

การบาดเจ็บและเจ็บป่วยที่เกิดขึ้นจากการออกแบบเครื่องมือและหน่วยที่ทำงานที่ไม่เหมาะสม มักจะเป็นอาการที่ค่อย ๆ เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ ซึ่งอาจใช้เวลานานเป็นเดือน หรือเป็นปี อย่างไรก็ตาม โดยปกติแล้วพนักงานจะรู้สึกว่ามีสัญญาณและอาการบางอย่างที่แสดงให้เห็นถึงความผิดปกติเกิดขึ้นก่อนเป็นระยะเวลานาน เช่น พนักงานอาจรู้สึกว่าเกิดความไม่สะดวกสบายในการทำงาน หรือรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ หรือข้อต่อ รวมทั้งอาจมีอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ หลังจากเลิกงานแล้วกลับบ้านอยู่ช่วงระยะหนึ่ง ดังนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องสืบสวนหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มแรกที่รู้สึกว่ามีความไม่สะดวกสบายเกิดขึ้น ในหลาย ๆ กรณี อาจนำไปสู่การบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรงได้ต่อไปในอนาคต

2.1.4 **ความสำคัญของเออร์โกโนมิกส์ในการปฏิบัติงาน**

ความสำคัญของเออร์โกโนมิกส์ในการปฏิบัติงาน ในการพัฒนาอุตสาหกรรมปกติ นอกจากจะต้องมีการนำเครื่องจักรกลต่างๆ เข้ามาใช้ในกระบวนการผลิตแล้ว ยังได้มีการนำเอาระบบและวิธีการต่างๆเข้ามาใช้ประกอบควบคู่กับบรรดาเครื่องจักรกลดังกล่าวอีกด้วย เมื่อเป็นเช่นนี้จึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพองค์ประกอบต่าง ๆ อันประกอบด้วย วัสดุ ระยะเวลา และผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของงานและกระบวนการผลิตทั้งหลาย

สภาวะที่เกิดขึ้นนี้จะเห็นได้ชัดว่า เป็นลักษณะของการพยายามปรับคนให้เข้ากับงานที่ทำ (fit the man to the job) ซึ่งผู้ที่อยู่ในสภาวะนี้จะอยู่ในลักษณะของการจำยอมที่ต้องคล้อย

ตามระบบ ทั้งนี้เพราะงานหรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ ดังกล่าว ได้มีการออกแบบและสร้างขึ้นมาใช้ในอุตสาหกรรมอยู่แล้ว

โดยส่วนใหญ่จะออกแบบขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับปัจจัยและกลไกหรือกระบวนการผลิตต่าง ๆ แต่มิได้คำนึงถึงหรือนึกถึงความสะดวกสบายของคนที่ทำงาน และผลกระทบต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นมากนัก ซึ่งจะส่งผลให้สถานประกอบการมีความเสี่ยงที่จะประสบกับปัญหา

1) ปริมาณและคุณภาพของผลผลิตต่ำ
2) อัตราเกิดการผิดพลาดหรืออุบัติเหตุสูงหรือเพิ่มขึ้น
3) อัตราการหยุดงานสูงหรือเพิ่มขึ้น
4) อัตราการลาออกของผู้ปฏิบัติงานสูงหรือเพิ่มขึ้น
5) การสูญเสียด้านเวลามีมากหรือเพิ่มขึ้น
6) ค่าใช้จ่ายด้านรักษาพยาบาลมีมากหรือเพิ่มขึ้น
7) ผู้ปฏิบัติงานมีความเครียด ความเมื่อยล้า ที่อาจนำไปสู่การเป็นโรคอันเนื่องมาจากการทำงาน

ดังนั้นการนำหลักการของเออร์โกโนมิกส์มาประยุกต์ใช้ คือการปรับงานให้เหมาะสมกับคน จะช่วยลดอัตราการเกิดอุบัติเหตุการบาดเจ็บ การบ่นและร้องเรียนของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งในขั้นสุดท้ายจะเป็นการเพิ่มผลผลิตทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ
(นริศ เจริญพร, 2543. เว็บไซต์)

2.2 สรีรวิทยาในการทำงาน

สรีรวิทยามนุษย์ (Physiology) เป็นศาสตร์ที่อธิบายถึงการทำงานของร่างกายในแต่ละระบบภายในร่างกาย ความสัมพันธ์ของระบบในภาวะต่าง ๆ ของร่างกายตั้งแต่ช่วงของการพักผ่อนจนถึงช่วงของการเคลื่อนไหวทำงาน

วัตถุประสงค์หลักของวิชาสรีรวิทยาในการทำงาน ในแนวทางของการยศาสตร์นั้น ก็เพื่อการหาหนทางใด ๆ ที่จะทำให้คนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และใช้พลังงานร่างกายอย่างประหยัดและคุ้มค่าโดยที่ไม่เหลือความปวดเมื่อยภายในร่างกายหลังจากเลิกช่วงของการทำงานแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้การดำรงชีวิตหลังเลิกงาน (leisure life) ในแต่ละวันเป็นไปด้วยความปกติสุข

การทำงานในร่างกายมนุษย์ถ้ามองในแง่ของสรีรวิทยาแล้วจะแบ่งออกได้เป็น 9 ระบบ

- ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อ
- ระบบประสาทรับความรู้สึก
- ระบบเผาผลาญและสร้างพลังงาน

- **ระบบไหลเวียนโลหิตและน้ำเหลือง**
- **ระบบหายใจ**
- **ระบบทางเดินอาหาร**
- **ระบบควบคุมสารละลายในร่างกายหรือระบบขับถ่าย**
- **ระบบต่อมไร้ท่อ**
- ระบบสืบพันธุ์ (นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540. หน้า 161)

2.2.1 **ระบบการทำงานของร่างกายขณะเกิดการเคลื่อนไหว**

ในการเคลื่อนไหวร่างกาย ไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน ระบบที่สำคัญที่ใช้ในการเคลื่อนไหวทำงานของร่างกาย ได้แก่

- ระบบโครงร่างและกล้ามเนื้อระบบหายใจ
- ระบบไหลเวียนโลหิตและน้ำเหลือง
- ระบบประสาทรับความรู้สึก

ในโครงงานนี้จะกล่าวถึงเพียงระบบเดียวคือ การศึกษาการทำงานของกล้ามเนื้อ ทั้งนี้เพื่อช่วยให้เราเกิดความเข้าใจกระบวนการทำงานของร่างกายเมื่อมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบการทำงานของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอย่างมากในร่างกายที่ใช้เกี่ยวข้องในการเคลื่อนไหวส่วนร่างกายโดยตรง (นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540. หน้า 163-164)

2.2.2 **สรีรวิทยาการทำงานของกล้ามเนื้อ** (muscle physiology)

2.2.2.1 **ระบบกล้ามเนื้อ** (Muscular system)

นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา (2540. หน้า 46) กล่าวว่า ในร่างกายเรามีกล้ามเนื้อมากกว่า 600 มัด มีน้ำหนักคิดเป็น 40 – 50 % ของน้ำหนักตัวโดยรวม เป็นกล้ามเนื้อกระดูกมากกว่า 400 มัด นอกนั้นเป็นกล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ กล้ามเนื้อแต่ละมัด มีหน้าที่เฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งเกือบทั้งหมดเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย การทำงานของกล้ามเนื้อ จะก่อให้เกิดแรง และโมเมนต์กระทำกับข้อต่อส่วนต่างๆมากน้อยตามแต่ภาระงาน (Physical work load) ที่ร่างกายต้องกระทำ โดยการควบคุมผ่านระบบประสาท

กล้ามเนื้อมีคุณสมบัติหลักอยู่ 3 ประการคือ

- **สามารถหดตัวได้** (contractibility)
- **สามารถยืดหยุ่นและอ่อนตัวได้** (elasticity)
- **สามารถดำรงคงรูปอยู่ได้** (tonus)

2.2.2.2 **การแบ่งกลุ่มของกล้ามเนื้อ**

กล้ามเนื้อในร่างกายมนุษย์แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

- กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscles) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานโดยอัตโนมัติ อยู่นอกเหนือการสั่งการควบคุมของสมองหรือจิตใจ การหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นไปอย่างช้าๆ เช่น กล้ามเนื้อบริเวณกระเพาะอาหาร เส้นเลือด เป็นต้น

- กล้ามเนื้อลาย หรือกล้ามเนื้อกระดูก (Striped or skeletal muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานภายใต้อำนาจจิตใจควบคุม สามารถหดตัวได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งมากกว่ากล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ ทำหน้าที่เคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย ร่วมกับระบบกระดูก และข้อต่อ ตามความต้องการ และการควบคุมของจิตใจ(สมอง)

- กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac or heart muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่ทำงานโดยอัตโนมัติ อยู่นอกเหนือการสั่งการควบคุมของสมองหรือจิตใจอีกขนิดหนึ่ง แต่มีการหดตัวที่ช้ากว่ากล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อส่วนนี้ มีคุณสมบัติที่สำคัญในการกระตุ้นการทำงานด้วยตัวเอง

สำหรับในแง่การยศาสตร์ จะเน้นศึกษาเฉพาะเรื่องของกล้ามเนื้อลาย หรือกล้ามเนื้อโครงร่างเท่านั้น เนื่องจากเป็นกล้ามเนื้อเดียวที่ทำหน้าที่ในการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆของร่างกาย

2.2.3 **การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม** (Engineering Anthropometry)

ในงานอุตสาหกรรม หรือในชีวิตประจำวัน ปัญหาที่พบในการใช้งานอุปกรณ์ คือ อุปกรณ์นั้น ได้รับการออกแบบมาไม่เหมาะกับสัดส่วนร่างกายของคน เช่น ชั้นวางเครื่องมืออยู่สูง ทำให้หยิบของได้ไม่สะดวก เก้าอี้นั่งต่ำไป ทำให้รู้สึกอึดอัด และไม่เอื้อต่อการทำงานในขณะนั่งทำงาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้ แสดงให้เห็นถึงการที่ไม่ได้นำขนาดสัดส่วนร่างกายเข้าไปร่วมพิจารณาในออกแบบ

2.2.4 **คำนิยามและความหมายของการวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ในเชิงวิศวกรรม** (Engineering Anthropometry)

การวัดขนาดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (anthropometry) จากการประสมคำในภาษากรีกสองคำคือคำว่า anthropo (human) กับคำว่า metricos (measurement) วิชานี้เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการวัดรูปร่าง ขนาด และสัดส่วนของร่างกายของมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ (เช่น ขนาดรูปร่าง ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบ พิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย น้ำหนัก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ฯลฯ) เพื่อพัฒนามาเป็นข้อมูลมาตรฐานหรือ เก็บเอาไว้ใช้เพื่อการเปรียบเทียบ

2.2.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัดขนาด สัดส่วนร่างกายมนุษย์ ในเชิงวิศวกรรม

นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา (2540. หน้า 91) กล่าวถึงวัตถุประสงค์ของการวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์แบ่งได้ ดังนี้ เพื่อเพิ่มความสะดวกและความปลอดภัยในการทำงาน และเพิ่มความพึงพอใจในงาน อันจะส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทำงานนั้นสูงขึ้น เพื่อช่วยป้องกันข้อผิดพลาดจากการทำงาน และป้องกันความปวดเมื่อยและการบาดเจ็บจากการทำงานกับอุปกรณ์ สถานที่ทำงาน และสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ขนาดเหมาะสมกับขนาดร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาคุณลักษณะทางกายภาพ ตำแหน่งและทิศทางต่าง ๆ ของร่างกายมนุษย์ ซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่ว่าง การออกแรงกระทำต่อวัตถุ และความสัมพันธ์ระหว่างขนาดร่างกายกับขนาดรูปทรงของเครื่องจักร เครื่องมือ กระบวนการทำงาน และสิ่งแวดล้อมในการทำงาน เพื่อช่วยเป็นฐานข้อมูลในการออกแบบและปรับปรุงงาน อุปกรณ์ และสิ่งแวดล้อมในการทำงานเพื่อส่งเสริมให้ผู้ปฏิบัติงานมีสุขภาพอนามัยสมบูรณ์ทั้งทางร่างกายและจิตใจรวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพชีวิตในการทำงานต่อไป

2.2.4.2 ผลเสียของการออกแบบสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่เหมาะสมกับขนาดสัดส่วนร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอุตสาหกรรม

แบ่งออกเป็น 2 ด้านดังนี้

- ผลเสียที่เกิดขึ้นของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของร่างกายในด้านกลศาสตร์ชีวภาพได้แก่

1) เกิดความเค้นจากท่าทางการทำงานที่ไม่ถูกตามหลักเออร์โกโนมิกส์

2) เกิดอาการปวดหลังส่วนล่าง

3) เกิดการออกแรงกล้ามเนื้อที่เกินขีดความสามารถของกล้ามเนื้อ

4) สูญเสียการเคลื่อนไหวร่างกายโดยเปล่าประโยชน์

5) เกิดความไม่สะดวกสบายจากการทำงานด้วยท่าทางการทำงานที่ผิดหรือไม่เหมาะสม

- ผลเสียที่เกิดขึ้นในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานเมื่อทำงานกับสิ่งที่ไม่ได้ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดร่างกายในด้านอื่น ๆ ได้แก่

6) มีอันตรายที่แฝงอยู่ในเครื่องจักรกลนั้น

7) ทำให้ทัศนวิสัยการมองไม่ดี ไม่ชัดเจน ทำให้เสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ

8) ทำให้ประสิทธิภาพและคุณภาพในการทำงานลดลงอย่างค่อนข้างจะเห็นได้ชัดเจน

9) ปัญหาทางด้านสุขภาพร่างกายและสุขภาพจิตอื่น ๆ เช่น ความเครียด ความเบื่อหน่าย ความซ้ำซากจำเจ เป็นต้น

2.3 **ปัจจัยมนุษย์**

ระบบคน - เครื่องจักร – สิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละส่วนของเครื่องจักรจะถูกออกแบบขึ้นมาให้ทำงานร่วมกัน ใช้งานโดยคนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ที่ได้ออกแบบและประกอบกันขึ้นมาทำงานภายใต้สภาวะแวดล้อมหนึ่งๆ ให้ได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

การออกแบบระบบ คน – เครื่องจักร – สิ่งแวดล้อม จะต้องเป็นผลพวงจากการทำงานเป็นทีม ซึ่งเงื่อนไขข้อกำหนดทางวิศวกรรมจะต้องสมดุลกับเงื่อนไขข้อกำหนดของผู้ใช้และผู้กำหนด สิ่งแวดล้อม วิศวกรผู้ออกแบบอาจมีเหตุผลที่ดีมากในการกำหนด specification ของระบบควบคุมยานพาหนะในลักษณะหนึ่ง แต่จะไม่มีคุณค่าเลยถ้าผู้ใช้งานร่วมกับระบบนั้นใช้งานกับระบบด้วยความลำบาก ในทำนองเดียวกัน ถ้าข้อกำหนดของระบบออกมาเพื่อทำงานร่วมกับผู้ใช้ได้เป็นอย่างดีและเหมาะสม แต่ประสิทธิภาพทางเทคนิคของระบบนั้นไม่ดีเลย ก็จะทำให้ระบบโดยรวมใช้ไม่ได้เช่นเดียวกัน การออกแบบระบบจะต้องสอดคล้องกับรายละเอียดความสามารถที่หวังผลได้จากการทำงานร่วมกับคนภายใต้สภาวะแวดล้อมใดๆ

การจัดให้คนเป็นส่วนหนึ่งของระบบ เราต้องมีความเข้าใจว่าคนไม่เป็นส่วนหนึ่งในลักษณะเดียวกับเครื่องกึ่งอัตโนมัติ มีหลายสิ่งหลายอย่างที่เราไม่มีความรู้เกี่ยวกับคนในฐานะส่วนหนึ่งของระบบ ซึ่งก็พอสรุปได้เป็นรายการลักษณะของมนุษย์ดังนี้

1) มิติทางกายภาพ มิติทางกายภาพของคนในเรื่องน้ำหนัก ความยาว ความกว้าง ปริมาตร เป็นลักษณะประจำ เช่นเดียวกับส่วนของระบบประเภทอื่น มิติแต่ละประเภทมีความสำคัญต่อระบบแตกต่างกันไป

2) ความสามารถในการรู้สึกและรับรู้ข้อมูลข่าวสาร คนรู้สึกและรับรู้ข้อมูลข่าวสารและระบบประสาทสัมผัส การมองเห็น การได้กลิ่น การได้ยิน การรู้รส และรู้สึกกระทบกระทั่ง หรือการได้รับความเจ็บปวด ความสามารถของระบบประสาทสัมผัสของคนเป็นเรื่องที่ซับซ้อน มีความแตกต่างระหว่างบุคคล

3) ความสามรถในการประมวลผล สามารถประมวลและสรุปผลข้อมูลข่าวสารนั้นโดยการเก็บ ดัดแปลง เอามารวมกัน แยกแยะ และจัดหมวดหมู่ เพื่อการตัดสินใจ กล่าวคือ คนสามารถใช้ความคิดในการคำนวน การประเมินเชิงคุณภาพและปริมาณ การเปรียบเทียบ การแปล การตีความ การถอดรหัส การให้เหตุผล การจำและระลึกได้ การทำนาย และการรตัดสินใจ กระบวนการเหล่านี้มีความซับซ้อนหลากหลายมีช่วงตั้งแต่ระดับความคิดของเด็กที่นับนิ้วจนถึงระดับ Einstein กำลังพิจารณาขอบเขตที่ไม่มีขีดจำกัดของจักรวาล

4) ความสามรถในการเคลื่อนไหว คนเราสามรถขยับหรือเคลื่อนไหวแขนขาเพื่อเป้าหมาย แต่ทุกอย่างก็มีขีดจำกัด เช่น น้ำหนักที่ทำการยกที่เกินภาระ ความเสมอต้นเสมอปลายของแรงที่ใช้งานไม่คงที่ กล้ามเนื้อก็ล้าเร็ว การพูดก็มีขีดจำกัด

5) ความสามรถในการเรียนรู้ ความสามารถของมนุษย์ที่เหนือกว่าเครื่องจักรในขณะนี้ คือ คนเราสามารถเรียนรู้ได้ ถ้าให้เวลาที่พอเพียง คนเราสามารถปรับปรุงสมรรถนะในการทำกิจกรรมเกือบทุกกิจกรรมให้ดีขึ้นได้เสมอ ซึ่งต้องใช้เวลา ซึ่งจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับความสลับซับซ้อนของกิจกรรมนั้น

6) ความต้องการทางกายภาพและจิตใจ สมรรถนะของคนถ้าจะให้เสมอต้นเสมอปลายหรือดีขึ้น ต้องการบางสิ่งบางอย่างทั้งทางกายและทางจิตใจ

7) ผลกระทบจากสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ ความชื้น ความสูง รังสี ก๊าซอันตราย การสั่นสะเทือน เสียงดัง ฝุ่นผง แสงสว่าง จะส่งผลต่อสมรรถนะของคนในการทำงาน และส่วนใหญ่จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง

8) ผลกระทบจากสังคม คนเราทุกคนต่างก็สังกัดกลุ่มตัวเอง กิจกรรม หรือ ความเชื่อในกลุ่มจะมีอิทธิพลต่อความสามารถในการทำงานบ้างไม่มากก็น้อย การแบ่งงานกันทำในกลุ่มก็เป็นเรื่องหนึ่งที่อาจมีปัญหาระหว่างบุคคล

9) ความสามารถในการประสานกิจกรรม คนเราทำหลาย ๆ สิ่งพร้อมกันได้

10) ความหลากหลายของมนุษย์ สิ่งที่เป็นที่ยุ่งยากที่สุดของคนฐานะที่เป็นส่วนหนึ่งของระบบคือ เราไม่สามารถจัดระดับมาตรฐานให้กับคุณสมบัติของมนุษย์ได้ ไม่ว่าจะเป็นขนาดรูปร่าง ประสาทสัมผัสการรับรู้ ความสามารถในการประมวลผล ความสามารถในการเรียนรู้ และอื่นๆ ทั้งนี้เพราะคนเรามีความแตกต่างกันมากเหลือเกิน (กิตติ อินทรานนท์, 2448. หน้า 186 - 189)

2.3.1 **ความผิดพลาดของคน**

ทำไมคนเราถึงผิดพลาด เหตุผลที่เราผิดพลาดมีได้หลายประการ ความเห็นต่อไปนี้น่าจะครอบคลุมถึง 90%

1) เจตนากระทำผิดพลาดเอง การกระทำผิดโดยเจตนา จะไม่ถือว่าคลอบคลุมภายใต้ความหมายของ (human error) และการยศาสตร์ก็จะช่วยอะไรไม่ได้เลย แต่การกระทำผิดพลาดโดยเจตนาเป็นเรื่องที่มีอยู่จริง เป็นพฤติกรรมหนึ่งของมนุษย์

2) ความสามารถของคนน้อยกว่าระดับของงาน เมื่อใดก็ตามที่ปริมาณงานมากกว่าความสามารถของผู้ปฏิบัติงาน เขาจะต้องทำการประเมิน โดยอาจไม่ทำให้ทันตามกำหนดเวลา หรือทำงานให้พ้นหน้าไป ในทุกกรณี ความผิดพลาดเกิดขึ้นเสมอ ความผิดพลาดนี้นำความรู้ด้านการยศาสตร์ไปแก้ไขได้

3) ความเครียดไม่ได้สมดุล งานที่มีปริมาณน้อยเกินไป จะทำให้เกิดความเบื่อหน่าย ง่วงเหงาหาวนอน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ในกรณีนี้จะทำความผิดพลาดเกิดขึ้นง่ายมาก ในทำนองเดียวกัน ถ้าภาระงานมีมากเกินไป ผู้ปฏิบัติงานจะมีความเมื่อยล้า เหนื่อย และมีโอกาสจะทำความผิดพลาดขึ้นได้อีก

4) ลักษณะงานไม่เหมาะสม การออกแบบงาน และการจัดงานให้เหมาะกับคนเป็นหัวใจของการยศาสตร์ เมื่อสถานที่ทำงานไม่เอื้อให้คนทำงาน ได้อย่างสะดวก ประสิทธิภาพก็จะลดลง ความผิดพลาดก็จะเพิ่มขึ้น ถ้าวิธีการทำงานไม่เอื้อต่อการป้องกันพฤติกรรมของคนที่จะมีความผิดพลาดเกิดขึ้น ก็จะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นแน่นอน เช่น ขอบโต๊ะทำงานที่แหลมคม ถ้าใครมาชนก็ต้องเจ็บ

5) การฝึกฝนอบรมไม่เพียงพอ แม้ว่าสถานที่ทำงาน และวิธีการทำงานตลอดจนสภาพแวดล้อมในการทำงานถูกจัดไว้ให้คนทำงานได้อย่างเหมาะสม ถ้าผู้ปฏิบัติงานไม่ได้รับการฝึกอบรมที่เหมาะสม ระยะเวลาฝึกฝนสั้นไป หรือการฝึกอบรมถูกจัดขึ้นอย่างขอไปที เพียงทำตามหน้าที่ โอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้ความรู้ก็มีน้อย ความผิดพลาดจะเกิดขึ้น (กิตติ อินทรานนท์, 2448. หน้า 207)

2.4 แสงสว่าง (Light or Illumination)

สมาคมวิศวกรแสงสว่าง (Illumination Engineering Society: IES) ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้คำนิยามของแสงว่า "แสงคือพลังงานที่ส่องออกไปที่สามารถกระตุ้นเรตินาของนัยน์ตา และทำให้เกิดการมองเห็นขึ้น"แสงนั้นมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นวัตถุโปร่งใสรวมทั้งสุญญากาศได้ เมื่อเคลื่อนที่ผ่านหรือกระทบกับวัตถุตัวกลางแล้วอาจจะเกิดการหักเห (refraction), การกระจาย (diffusion), การดูดกลืน(absorption) หรือการสะท้อนกลับ(reflection)ได้

ช่วงแถบสเปรกตรัมของคลื่นแสงที่ตาคนเรามองเห็นจะอยู่ระหว่าง 380 – 780 **นาโนเมตร (มิลลิไมครอน) พลังงานอื่น ๆ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า** 380 **นาโนเมตร (เช่น รังสีอัลตาไวโอเลต รังสีเอ็กซ์ ฯลฯ) หรือพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวกว่า** 760 **นาโนเมตร (เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และพลังงานไฟฟ้า)ตาคนเราจะไม่สามารถมองเห็นพลังงานหรือคลื่นเหล่านี้ได้ด้วยตาเปล่า (นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา,** 2540. **หน้า** 313)

ในการทำงานหรือการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นจำเป็นที่จะต้องอาศัยแสงสว่าง ซึ่งแสงสว่างอาจจะได้มาจากแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติ (nature light) เช่น แสงอาทิตย์ แสงจันทร์ หรือแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ ที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (artificial light) นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา (2540. หน้า 314) ได้แบ่งแหล่งกำเนิดแสงแบ่งกว้าง ๆ ออกเป็น 2 ชนิด

2.4.1 **กลไกการมองเห็น** (Mechanism of Seeing)

เมื่อแสงผ่านลงไปถึงจอตาจนถึงชั้นเซลล์รอดและเซลล์โคน แสงจะถูกดูดไว้ในเซลล์รอด(มีจำนวนทั้งหมด130ล้านเซลล์โดยประมาณ)และทำปฏิกิริยากับสารสี(ซึ่งสารสีนี้จะประกอบด้วยอัลดีไฮด์ (aldehyde) ของวิตามินเอที่เรียกว่า เรตินิน ที่อยู่ในเซลล์โคน (จำนวนเซลล์โคนมีอยู่ทั้งหมด 7ล้านเซลล์โดยประมาณ) และทำให้สี (pigment) ของสารสีดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป เกิดเป็นกระบวนการเคมีแสง (photochemical process) และเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าเฉพาะที่ขึ้นกลายเป็นคลื่นประสาท แล้วคลื่นประสาทนี้จะถูกส่งเข้าไปสู่สมองเพื่อแปลงผลต่อไป (นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา, 2540. หน้า 317)

2.4.2 **ผลกระทบของแสงที่มีต่อการปฏิบัติงาน** (effects of light)

นาวาอากาศตรีสุทธิ์ ศรีบูรพา (2540. หน้า 318) อธิบายว่า ผลกระทบของปริมาณแสงสว่างในการทำงาน มีดังนี้

ผลกระทบในกรณีที่มีแสงน้อยเกินไปหรือแสงมัวซัว (dim light)

- บรรยากาศในการทำงาน ไม่สบายตา ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายง่าย
- มึนหรือปวดศีรษะ โดยเฉพาะในตอนเย็น ๆ หลังเลิกงาน
- ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา (eye strain) และกระบอกตา
- ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง เนื่องจากความเร็วการมองเห็นลดลง

ผลกระทบในกรณีที่แสงมีมากเกินไปหรือแสงจ้า (bright light)

- **ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา**
- **ภาพของตาเสื่อมลง (เช่น เยื่อบุตา กระจกตาดำ เกิดการอักเสบ)**
- **เปลืองค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากต้องเสียพลังงานไฟฟ้ามาก**
- **คุณภาพในการทำงานลดลง**

- ความปลอดภัยในการทำงานลดน้อยลง

2.4.3 การวัดแสง (Measurement of light)

การวัดแสงสว่าง เรียกว่า โฟโตเมตรี (photometry) การวัดความส่องสว่างจะใช้เครื่องวัดแสงที่เรียกว่า โฟโตมิเตอร์ (photometer) หรือ ลักซ์มิเตอร์ (lux meter) การวัดความสว่างของแสงโดยทั่วไปสามารถวัดได้ 2 ลักษณะ คือ

- ความเข้มแสงของการส่องสว่าง (illuminous intensity) คือค่าความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงใด ๆ มีหน่วยเป็น แคนเดลา (candela) บางทีก็มีผู้เรียกปริมาณอันนี้ว่า กำลังส่องสว่าง (cadle power) โดยทั่วไปความเข้มของการส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงหนึ่ง ๆ มักมีค่าเปลี่ยนไปตามมุมที่ทำกับแนวแกนของแหล่งกำเนิดแสงนั้น

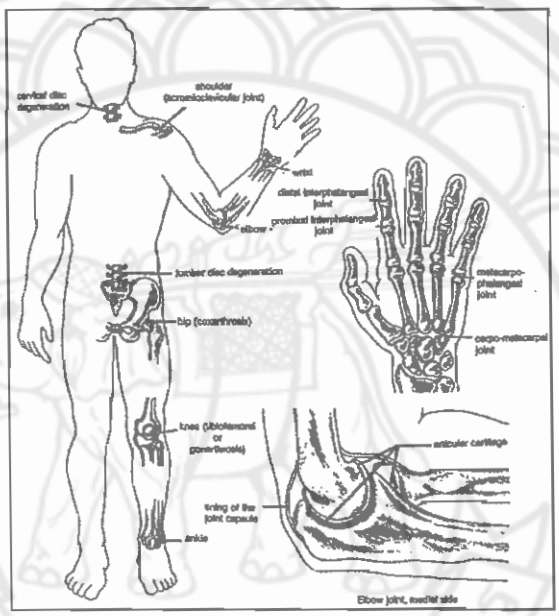
- ปริมาณการส่องสว่าง คือ จำนวนของเส้นแรงของปริมาณแสง (illuminous flu) ซึ่งปริมาณแสงนี้มีหน่วยเป็นลูเมน (lumen) ที่ตกกระทบ ณ จุดใด ๆ บนพื้นผิวด้านในของทรงกลม โดยที่มีหน่วยของการวัดเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต หรือลูเมนต่อตารางเมตร

รูปที่ 2.2 **อุปกรณ์** Lux Meter

2.5 เทคนิค RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

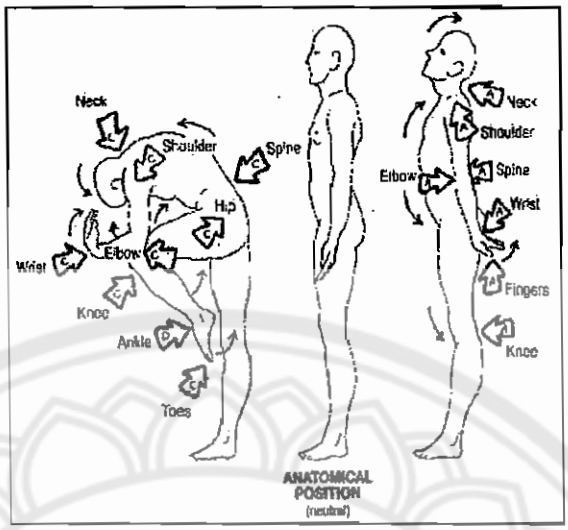
เทคนิค RULA ถูกพัฒนาโดย Prof. McAtamney และ Prof. Corlett (1993) สถาบันการยศาสตร์เพื่อการทำงาน (Institute for Occupational Ergonomics) มหาวิทยาลัยแห่งเมืองน๊อตติ่งแฮม ประเทศอังกฤษ เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อปัญหาการบาดเจ็บของร่างกายส่วน Upper Limb ที่อาจเป็นผลมาจากการทำงานของแต่ละบุคคล

Upper Limb หมายถึง ส่วนของแขนและมือ รวมถึงไหล่ซึ่งเป็นจุดต่อของแขน ดังรูป



รูปที่ 2.3 แสดงส่วนของร่างกายที่เรียกว่า Upper Limb

(ที่มา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)



รูปที่ 2.4 แสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างการเพื่อการประเมินท่าทางในทฤษฎี RULA

(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

RULA ประเมินท่าทางของร่างกาย ดังนี้

1) ศีรษะและคอ (head and neck)
2) ลำตัว (trunk)
3) ไหล่ (shoulder)
4) แขนส่วนบน (upper arm)
5) แขนส่วนล่าง (lower arm: forearm)
6) มือและข้อมือ (hand and wrist)
7) ขาส่วนบน (upper leg: tight)
8) ขาส่วนล่าง (lower leg)
9) เท้า (foot)

ขั้นตอนในการวิเคราะห์งานโดยใช้วิธีการ RULA

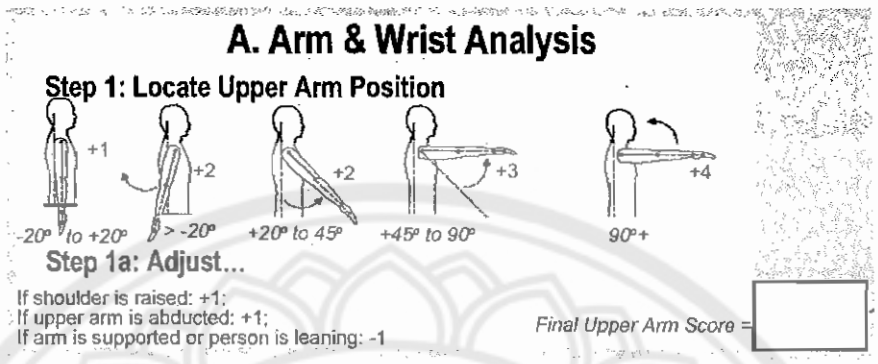
ขั้นตอนที่ 1 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน (upper arm)

- ระดับของแขน การยกที่สูงขึ้น ระดับคะแนนที่ให้มากขึ้น

คะแนนอยู่ระหว่าง 1-4

- **ถ้ามีการยกของไหล่ ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก** +1
- **ถ้ามีการกางแขน ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก** +1
- **ถ้าแขนมีที่รองรับหรือวางพาดอยู่ ให้ลบคะแนน** -1

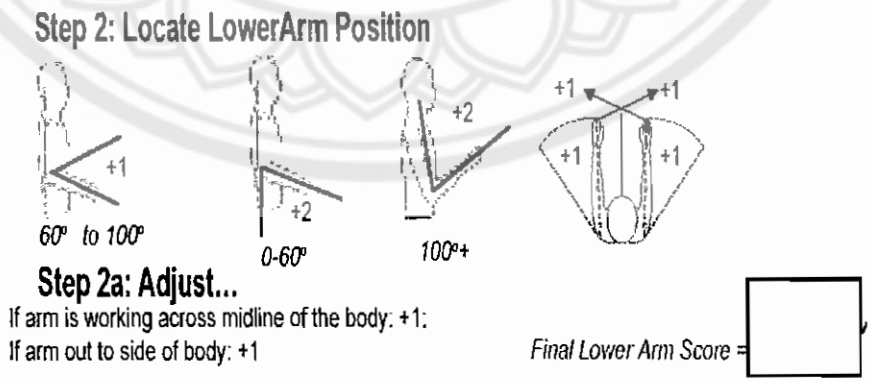
- คะแนนสูงสุดของขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน
- ให้แยกการประเมินแขนซ้ายและขวา



รูปที่ 2.5 **แสดงการประเมินตำแหน่งแขนส่วนบน** (upper arm)
(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง (lower arm หรือ forearm)

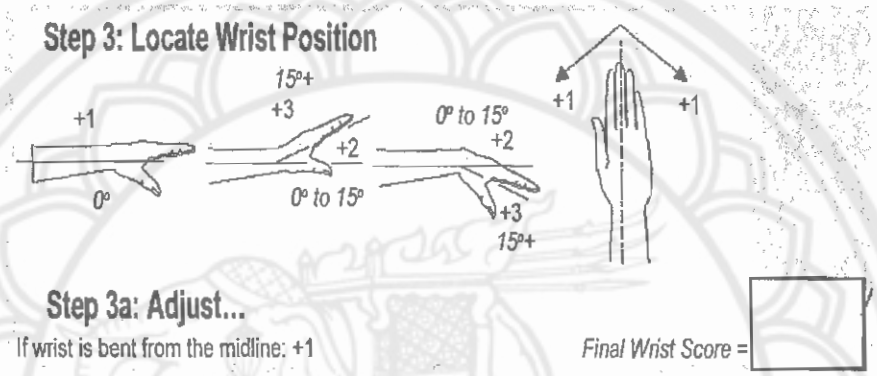
- ระดับของแขนส่วนล่างควรอยู่ในแนวระดับขณะทำงาน หรืออยู่ในช่วงประมาณ 60 – 100 องศา วัดจากแนวดิ่ง ถ้ามุมของแขนส่วนล่างอยู่นอกช่วงดังกล่าว ให้คะแนนตามรูปที่ 2 และ 3 จากซ้าย
- ถ้ามีการทำงานไขว้แขนเลยแกนกลางลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการทำงานในลักษณะการแขนออกไปด้านข้างลำตัว ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้ายและขวา



รูปที่ 2.6 **แสดงการประเมินตำแหน่งแขนส่วนล่าง** (lower arm **หรือ** forearm)
(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (hand และ wrist)

- ขณะทำงานข้อมือไม่ควรอยู่ในลักษณะตรง ไม่บิดงอ ดังแสดงในรูปที่ 1 จากซ้าย ถ้าข้อมือมีการบิดงอจะให้คะแนนตามรูปที่ 2 (flexion) และ 3(extension) จากซ้าย
- ถ้ามีการทำงานที่เกิดการเบี่ยงข้อมือออก (deviation) ดังแสดงในรูปที่ 4 จากซ้าย ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 4 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้ายและขวา



รูปที่ 2.7 แสดงการประเมินตำแหน่งมือและข้อมือ (hand และ wrist)

(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินการบิดข้อมือ (wrist twist)

- ขณะทำงานข้อมือไม่ควรหมุน ถ้ามีการหมุนข้อมือให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามีการทำงานที่หมุนข้อมือมาเกือบสุด ให้คะแนนเป็น 2
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน
- ให้แยกประเมินระหว่างแขนซ้ายกับแขนขวา

ขั้นตอนที่ 5 สรุปผลจากขั้นตอนที่ 1-4 โดยใช้ตาราง A

นำข้อมูลจากขั้นตอนที่ 1-4 ซึ่งเป็นผลจากการที่วิเคราะห์ท่าทางของแขนและมือในขณะทำงานมาเปิดค่าคะแนนรวมในตาราง A

ตารางที่ 2.1 Table A : Arm & Wrist Analysis Analysis Scores

UPPER ARM	LOWER ARM	WRIST POSTURE SCORE							
		TWIST		TWIST		TWIST		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	6	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

(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 6 ประเมินระดับของการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในการทำงาน

- **ถ้าการทำงานดังกล่าวมีลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อแบบสถิต เช่น มีการใช้แรงโดยเกร็งกล้ามเนื้อต่อเนื่องนานกว่า 1 นาที ให้ใส่คะแนนเป็น 1**
- **ถ้าการทำงานเป็นแบบซ้ำๆ โดยมีการเคลื่อนไหวกลับไปกลับมาเกินกว่า 4 ครั้งต่อนาทีหรือมากกว่า ให้บวกคะแนนเพิ่มอีก**
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 2 คะแนน

ขั้นตอนที่ 7 ประเมินภาระงานที่ทำ

- ภาระงานที่ทำได้แก่แรงที่ใช้หรือน้ำหนักที่ถือ ถ้าน้อยกว่า 2 กิโลกรัม ให้คะแนนเป็น 0
- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2-10 กก. ถือหรือใช้แรงนานๆ ครั้งให้คะแนนเป็น 1
- ถ้าภาระงานอยู่ระหว่าง 2-10 กก. ถือหรือใช้แรงตลอดเวลาหรือทำซ้ำไปมาบ่อยๆ ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานมากกว่า 10 กก. ถือหรือใช้แรงแบบสถิต หรือเคลื่อนที่ซ้ำไปมาบ่อยๆ หรือมีการใช้แรงทำงานดังกล่าวอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3

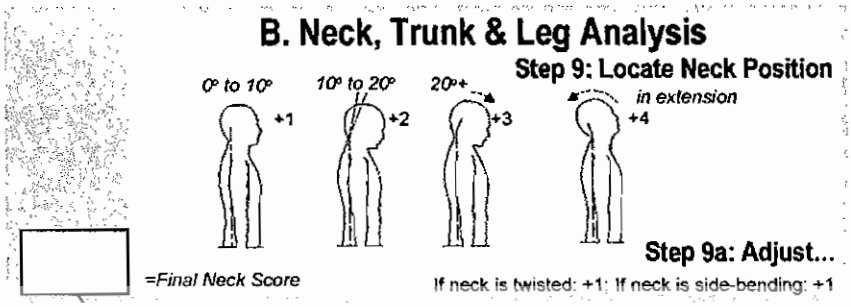
ขั้นตอนที่ 8 สรุปผลคะแนนการวิเคราะห์ของแขนและมือ

รวมผลคะแนนจากขั้นตอนที่ 5 - 7 ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อใช้เปิดตาราง C ในการประเมินผลร่วมกับร่างการส่วนที่เหลือ

ขั้นตอนที่ 9 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ

- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 0-10 องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ถ้ามุมก้มอยู่ระหว่าง 10-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้ามุมก้มมากกว่า 20 องศา ขึ้นไป ให้คะแนนเป็น 3
- ถ้ามีการเงยศีรษะ ให้คะแนนเป็น 4
- ถ้ามีการหมุน (twist) ศีรษะด้วย ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ถ้ามีการเอียงศีรษะไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- **คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้จะมีค่าไม่เกิน 6 คะแนน**

- 3 ก.ย. 2552
1 4653270
สำนักหอสมุด
ป
TA
162
น148ค
2551

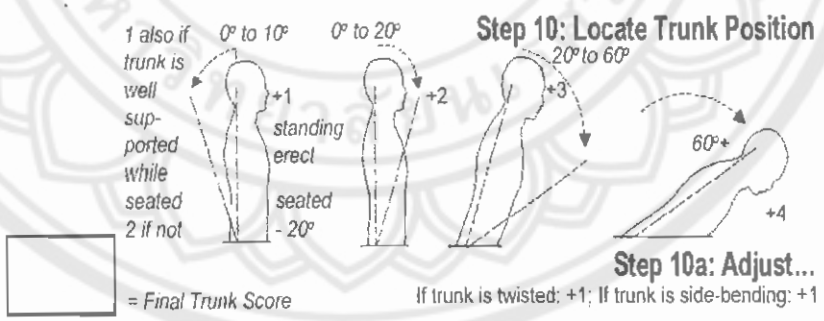


รูปที่ 2.8 การวิเคราะห์ท่าทางของศีรษะและคอ

(ที่มา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 10 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (trunk)

- ลำตัวควรอยู่ในลักษณะที่ตั้งตรงเมื่อยืน หรือในกรณีการนั่งมีพนักพิงรองรับอย่างดีที่มุมเอียงไม่เกิน -20องศา ให้คะแนนเป็น 1
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 1-20 องศา ให้คะแนนเป็น 2
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่าง 21-60 องศา ให้คะแนนเป็น 3
- ลำตัวโน้มไปด้านหน้าระหว่างมากกว่า 60 องศา ให้คะแนนเป็น 4
- ลำตัวมีการหมุน ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- ลำตัวมีการเอียงไปด้านข้าง ให้คะแนนเพิ่มอีก +1
- คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้มีค่าไม่เกิน 6 คะแนน



รูปที่ 2.9 การวิเคราะห์ตำแหน่งของลำตัว (trunk)

(ที่มา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 11 การประเมินท่าทางของขาและเท้า

- **ขาอยู่ในลักษณะสมดุลซ้ายขวา โดยเท้าสามารถวางบนพื้นที่มีการรองรับดีให้คะแนนเป็น** 1
- **ถ้าไม่สมดุลหรือพื้นรองรับเท้าไม่ดี ให้คะแนนเป็น** 2
- **คะแนนสูงสุดในขั้นตอนนี้ไม่เกิน** 2 **คะแนน**

ขั้นตอนที่ 12 สรุปผลท่าทางการทำงานจากขั้นตอนที่ 9-11 โดยใช้ตารางตาราง B เป็นการสรุปผลท่าทางของศีรษะลำตัว ขาและเท้า โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 9, 10 และ 11 มาเปิดตาราง B

ตารางที่ 2.2 **Table B: Neck, Trunk & Leg Analysis Scores**

	Trunk Posture Score											
	1		2		3		4		5		6	
	Legs		Legs		Legs		Legs		Legs		Legs	
Neck	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

(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ขั้นตอนที่ 13 ประเมินระดับลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ

- เป็นการประเมินลักษณะการใช้แรงจากกล้ามเนื้อ ว่าเป็นไปในลักษณะใด **แบบสถิตหรือแบบพลวัติ ด้วยความถี่มากน้อยขนาดไหน**
- **ถ้ามีการใช้แรงจากกล้ามเนื้อในแบบสถิตเป็นเวลานานหรือ การทำงานแบบใช้แรงซ้ำๆ ไปมา ด้วยความถี่ 4 ครั้งต่อนาทีหรือสูงกว่า ให้คะแนนเพิ่มอีก +1**

ขั้นตอนที่ 14 ประเมินระดับภาระงาน จากน้ำหนักของหรือแรงที่ใช้

- **ให้พิจารณาน้ำหนักของที่ยกหรือแรงที่ใช้ในการทำงาน เช่นแรงผลัก แรงกด แรงดึง เป็นต้น ว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด**
- **ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าน้อยกว่า 2 กก. ทำเป็นนานๆ ครั้ง ให้คะแนนเป็น 0**
- **ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2-10 กก. ทำเป็นครั้งคราว ให้คะแนนเป็น 1**
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่าระหว่าง 2-10 กก. ออกแรงแบบสถิตหรือเกิดขึ้นซ้ำไปมา ให้คะแนนเป็น 2
- ถ้าภาระงานที่ใช้มีค่ามากกว่า 10 กก. ออกแรงแบบสถิต หรือเกิดซ้ำไปมาบ่อยๆ หรือมีการออกแรงอย่างรวดเร็ว ให้คะแนนเป็น 3

ขั้นตอนที่ 15 สรุปผลการวิเคราะห์ศีรษะ คอ ลำตัว ขา และเท้า

เป็นผลรวมคะแนนจากขั้นตอนที่ 12 ซึ่งได้จากการเปิดตาราง B รวมกับคะแนนในขั้นตอนที่ 13 และ 14 ซึ่งเป็นลักษณะการใช้งานกล้ามเนื้อและภาระงานที่ต้องทำ คะแนนรวมที่ได้ใส่ไว้ในขั้นตอนนี้ เพื่อนำไปเปิดตารางสรุปผลของ RULA ในตาราง C

ขั้นตอนที่ 16 หรือขั้นตอนสุดท้าย คือการสรุปผลระดับคะแนนของ RULA ในตาราง C

- นำค่าที่ได้ในขั้นตอนที่ 8 และคะแนนที่ได้ในขั้นตอนที่ 15 ไปใช้ในการเปิดตาราง C
- โดยคะแนนในขั้นตอนที่ 8 ใช้เลือกตำแหน่งของแถว ส่วนคะแนนในขั้นตอนที่ 15 ใช้เลือกตำแหน่งของคอลัมน์ ช่องที่ตัดกันระหว่างคะแนนทั้งสอง ในตาราง C เป็นระดับคะแนนสุดท้ายของ RULA
- คะแนน RULA จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1-7 คะแนนที่สูงกว่าหมายถึงความเสี่ยงต่อปัญหาทางด้านเออร์โกโนมิกส์มีสูงด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

ตารางที่ 2.3 Table C : Final Score

คะแนนสรุปจากขั้นตอนที่ 8	ค่าสรุปจากขั้นตอน 5							
		1	2	3	4	5	6	7+
	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	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

(**ที่มา** : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นริศ เจริญพร.การอบรมการยศาสตร์.เว็บไซต์)

2.5.1.2 **การสรุปผลการวิเคราะห์งานโดยใช้** RULA

ระดับ 1 : คะแนน 1-2 งานนั้นยอมรับได้ แต่อาจเป็นมีปัญหาทางการยศาสตร์ได้ถ้ามีการทำงานดังกล่าวซ้ำๆต่อเนื่องเป็นเวลานานกว่าเดิม

ระดับ 2 : คะแนน 3-4 งานนั้นควรได้รับการพิจารณาการศึกษาละเอียดขึ้น และติดตามวัดผลอย่างต่อเนื่อง การออกแบบงานใหม่อาจมีความจำเป็น

ระดับ 3 : คะแนน 5-6 งานนั้นเริ่มเป็นปัญหา ควรทำการศึกษาเพิ่มเติมและรีบดำเนินการปรับปรุงลักษณะงานดังกล่าว

ระดับ 4 : คะแนนตั้งแต่ 7 ขึ้นไป งานนั้นมีปัญหาด้านการยศาสตร์ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงโดยทันที

(McAtamney, L and Corlett, E.N. (1993) RULA: a servey method for investigation of work-related upper limb disorders, Applied Ergonomics, 24(2) 91-99) อ้างอิงจาก: Professor Alan Hedge, Cornell University (2001)

2.6 การตรวจสถานประกอบการ

กิตติ อินทรานนท์ (2548. หน้า 271) กล่าวว่า การตรวจสถานประกอบการ (Factory Inspection) หมายถึง การตรวจวิเคราะห์งาน (Job Analysis) ในสถานประกอบการเพื่อความปลอดภัย โดยใช้หลักการทางการยศาสตร์ มีวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเป็นผู้ดำเนินการ เพื่อวัตถุประสงค์ในการเปรียบเทียบภาระของงานกับความสามารถของผู้ปฏิบัติว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่

เหตุผลที่การวิเคราะห์งานได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างมากในระยะหลังนี้มีอยู่ 2-3 ข้อ คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากการออกแบบงานที่เหมาะสมส่งผลให้ประสิทธิภาพของการทำงานเพิ่มขึ้น มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น ผู้ปฏิบัติงานมีความพอใจในการทำงานมากขึ้น
นอกจากนี้ยังยืนยันว่าค่าใช้จ่ายที่เคยเสียไปจำนวนมากเพื่อประกันสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน ค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล ค่าเบี้ยประกันสังคม เงินสมทบกองทุนทดแทนลดลง ยิ่งไปกว่านี้ ผู้ประกอบการต้องเผชิญกับเงื่อนไขการประกันคุณภาพจากคู่ค้าทั่วโลก การนำเอาความรู้ทางการยศาสตร์มาใช้วิเคราะห์ ตรวจสอบงาน จำทำให้ได้ผลงานที่มรคุณภาพ และผลผลิตจะเพิ่มขึ้นมาก

2.6.1 รายละเอียดการตรวจ

การระบุสภาพเสี่ยงและสภาพอันตราย

ก. การทบทวนข้อมูลสถิติการเจ็บป่วย การร้องทุกข์ของผู้ปฏิบัติงาน การขาดงาน การเปลี่ยนกิจกรรมไปทำอย่างอื่น เพื่อตรวจสอบดูว่า งานใดที่เป็นปัญหาน่าจะวิเคราะห์ก่อนจากข้อมูลที่มีอยู่แล้วในห้องพยาบาลหรือฝ่ายบุคคล

ข. การทบทวนความรู้เรื่องกระบวนการผลิต กิจกรรมการทำงานในที่ทำงานที่มีปัญหา ซึ่งจะต้องดำเนินการก่อน โดยการสัมภาษณ์ผู้เกี่ยวข้อง การเดินตรวจ เพื่อระบุชี้สภาพเสี่ยงที่เห็นได้ชัด (กิตติ อินทรานนท์ 2548. หน้า 272)

การตรวจงานภาคสนาม ประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) การสังเกตการทำงาน บันทึกสิ่งที่พบเห็น ลักษณะท่าทางการทำงาน การใช้เทคนิคการบันทึก RULA หรือ OWAS เพื่อวิเคราะห์ท่าทางการทำงาน เป็นต้น

2) การสัมภาษณ์หัวหน้างานหรือผู้ปฏิบัติงาน โดยใช้รูปแบบของคำถามที่เตรียมไว้ก่อน เกี่ยวกับลักษณะงานที่ทำ ผังการทำงาน แนวคิดของการปรับปรุงลักษณะงาน

3) การวัดมิติต่างๆ การมีเวลาการสังเกตการปฏิบัติงาน จะทำให้ผู้ตรวจงานได้มีโอกาสวัดมิติต่างๆในที่ทำงาน ระยะห่างของหลอดไฟแสงสว่าง ระยะเอื้อมหยิบของ เครื่องมือ อุปกรณ์ ระยะทางเดินไปตามจุดที่จะต้องเดินไปเอาของหรือส่งของ เป็นต้น

การวัดมิติต่างๆ การมีเวลาการสังเกตการปฏิบัติงาน จะทำให้ผู้ตรวจงานได้มีโอกาสวัดมิติต่างๆในที่ทำงาน ระยะห่างของหลอดไฟแสงสว่าง ระยะเอื้อมหยิบของ เครื่องมือ อุปกรณ์ ระยะทางเดินไปตามจุดที่จะต้องเดินไปเอาของหรือส่งของ เป็นต้น

ค. **การวัดมิติต่างๆ การมีเวลาการสังเกตการปฏิบัติงาน จะทำให้ผู้ตรวจงานได้มีโอกาสวัดมิติต่างๆในที่ทำงาน ระยะห่างของหลอดไฟแสงสว่าง ระยะเอื้อมหยิบของ เครื่องมือ** อุปกรณ์ ระยะทางเดินไปตามจุดที่จะต้องเดินไปเอาของหรือส่งของ เป็นต้น (กิตติ อินทรานนท์, 2448. หน้า 272)

2.6.2 **การสรุปผลการตรวจ**

เมื่อได้รวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ขั้นแรกของการวิเคราะห์ทำได้โดยแบ่งงานออกเป็นกิจกรรมย่อยๆ โดยมีเป้าหมายเพื่อจะได้มองเห็นภาระงานที่ไม่จำเป็นและจะได้ตัดออก โดยเฉพาะภาระที่จะต้องมีการรับแรงหรือโมเมนต์ที่มากขึ้น ในรูปของ

1) แรงหรือกำลังที่ต้องใช้ในการทำงาน

2) ท่าทรงตัวที่ต้องใช้ในการดำเนินงาน ท่าทรงตัวที่ไม่ปรกติ การยืนที่นานเกินไป การต้องเอื้อมหยิบหรือจับในที่สูงเกินกว่าไหล่บ่อยครั้งหรือเป็นประจำ

3) การเคลื่อนไหวซ้ำซาก ทำให้กล้ามเนื้อเป็นระยะเวลาสั้นๆ แต่บ่อยครั้ง ถ้าบ่อยมากอาจทำให้เวลาคลายตัวของกล้ามเนื้อมีไม่พอ

4) ระยะเวลาทำงานและระยะเวลาพักระหว่างงาน

5) การทำงานในที่ร้อน หรือที่เย็น หรือที่เสียงดัง หรือที่สั่นสะเทือน หรือในที่มีสารเคมีอันตราย การใช้อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคล

ในบางครั้งอาจต้องมีการเปรียบเทียบความสามารถของผู้ปฏิบัติงานกับภาระงานที่กำลังทำอยู่ เพื่อตรวจสอบว่างานนั้นเป็นงานที่เกินภาระ (Overload) จริงหรือไม่ ถ้าไม่มีฐานข้อมูลให้สามารถเปรียบเทียบจะต้องมีการสร้างฐานข้อมูลนั้นขึ้นมา

ก. ข้อมูลกำลังของคน (human strength data) ถ้าเราสามารถวัดแรงที่ใช้ทำงานได้ก็เอามาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลกำลังสถิตของบุคคลที่มีอยู่

ข. **ข้อมูลสัดส่วนของร่างกาย** (anthropometry) **ที่เกี่ยวข้องกับมิติของร่างกายของผู้ปฏิบัติงาน มีความสำคัญมีความเกี่ยวพันกับมิติของสถานีงานเป็นอย่างยิ่ง**

ค. **ข้อมูลทางสรีรวิทยา** (physiological data) **ที่เกี่ยวกับความสามารถในการทำงาน** (physical work capacity) **การใช้พลังงานในการทำงานประเภทต่างๆ ควรจะนำมาเปรียบเทียบกับพลังงงานที่ใช้ในการทำงาน**(energy consumption) **ครั้งนี้ เพื่อตรวจดูว่าจะเป็นการเกินภาระหรือไม่**

ง. ข้อมูลทางจิตวิทยา (psychological data) ในบางครั้งเมื่องานที่กำลังศึกษาอยู่ไม่สามาถใช้ข้อมูลทางสรีรวิทยามาเปรียบเทียบได้ อาจเนื่องมาจากมีกล้ามเนื้อหลายชุดเกี่ยวข้องกับการทำงานนั้น และงานนั้นเป็นงานละเอียด ต้องใช้ความแม่นยำสูง ใช้กล้ามเนื้อชุดเล็กๆ ภาระที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะไปกระทบกับความสามารถทางความคิด (mental capacity) ดังนั้นจึงต้องอาศัยข้อมูลทางจิตวิทยาที่ได้มีนักวิจัยหลายรายได้พัฒนาเป็นแนวทางของจิตฟิสิกส์ เรียกว่า ขีดจำกัดทางจิตฟิสิกส์ (psychopysics limit) รวบรวมมาจากการทดลองในห้องปฏิบัติการวิจัย เป็นแนวทางเพื่อกำหนดขนาดและปริมาณของภาระงาน

จ. การใช้โมเดลเพื่อประเมินภาระของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งที่ทำได้ แม้ว่าจะเป็นสิ่งที่ซับซ้อนยุ่งยาก และในบางครั้งก็จะมีข้อโต้แย้งว่าโมเดลไม่สามารถจำลองสิ่งที่เป็นจริงได้ทั้ง 100 % ได้ แต่อย่างไรก็ดีทัศนะของนักวิชาการ การใช้โมเดลเป็นสิ่งมีเหตุผล อธิบายได้อย่างมีหลักเกณฑ์ การอนุมานผลจากโมเดลเป็นสิ่งที่ทำได้ไม่ยาก ผู้ใช้โมเดลต้องเข้าใจจุดอ่อน จุดแข็งของตนที่จะนำไปใช้ เมื่อนำไปปรับใช้กับสถานการณ์จริงจะได้สามารถอธิบายได้ (กิตติ อินทรานนท์, 2448. หน้า 274)

2.6.3 **การเสนอแนะต่อผู้ประกอบการ**

สุดท้ายผู้ตรวจงานจะต้องเสนอรายงานข้อเสนอแนะต่อผู้ประกอบการ ถึงวิธีที่จะต้องการกำจัด ลด และควบคุมสภาพเสี่ยง หรือสภาพอันตราย โดยการปรับปรุง ดัดแปลง หรือเปลี่ยนแปลง เครื่องมือ อุปกรณ์ สถานีงาน หรือวิธีทำงาน ที่นำไปสู่การลดภาระงานที่มากเกินไปที่ไม่จำเป็นออก ในทุกกรณีข้อเสนอแนะที่ดีที่สุดเป็นผลลัพธ์ตามธรรมชาติจากการออกแบบงานโดยไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถของผู้ปฏิบัติงานคนใดคนหนึ่ง หรือวิธีการทำงานแบบใดแบบหนึ่ง อย่างไรก็ดี ในบางกรณีการออกแบบงานใหม่ทำไม่ได้ อาจต้องมีการลดเวลาทำงานหรือเพิ่มเวลาพักให้มากขึ้น หมุนเวียนผู้ปฏิบัติงานให้ไปทำอย่างอื่น หรือเพิ่มคนทำงานนั้นให้มากขึ้น ทั้งหมดนี้อาจทำให้อัตราการผลิตลดลงก็ต้องยอม บางกรณีการควบคุมสภาพเสี่ยงอาจต้องอาศัยเทคนิควิศวกรรมและเทคนิคการจัดการประกอบกัน ถ้าเป็นไปได้ควรนำเอาข้อเสนอแนะไปทดสอบกับกลุ่มผู้ปฏิบัติงานกลุ่มเล็ก แล้วค่อยดูผลลัพธ์ที่ตามมา เพื่อให้สะดวกต่อการปรับเปลี่ยนรูปแบบของระบบงานที่ออกแบบใหม่ และท้ายที่สุดควรมีการติดตามงานและวิเคราะห์ผล หลังจากที่ได้นำข้อเสนแนะปฏิบัติแล้ว เพื่อให้มั่นใจว่าสภาพเสี่ยงลดลงจริง

(กิตติ อินทรานนท์ 2548. หน้า 275)

2.7 หลักการออกแบบเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ในสถานที่ทำงานให้เหมาะสมกับสภาพร่างกายมนุษย์

2.7.1 การออกแบบหน่วยที่ทำงาน

หน่วยที่ทำงาน หมายถึง สถานที่ที่พนักงานต้องอยู่ปฏิบัติงาน เช่น พื้นที่ยืนปฏิบัติงาน, โต๊ะงาน เป็นต้นเพื่อคนทำงานทำงานแบบมีความสุข สบาย ปราศจากความเครียด หรือเมื่อยล้า อาการบาดเจ็บ หรืออาการเกร็งของกล้ามเนื้อ เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงานสูง ผลผลิตที่ได้สูง ดังนั้น การออกแบบหน่วยที่ทำงานเป็นอย่างดี จะทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติได้ด้วยอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ถูกต้องและสะดวกสบาย ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจาก อิริยาบถท่าทางการทำงานที่ไม่สะดวกสบาย สามารถก่อให้เกิดปัญหามากมายตามมา เช่น อาการปวดหลัง การบาดเจ็บ การเกร็งของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานซ้ำซาก ที่มีอาการหนักขึ้นปัญหาการไหลเวียนของโลหิตที่บริเวณขา เป็นต้น

สาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่ ได้แก่

1) การออกแบบที่นั่งไม่เหมาะสม
2) การยืนทำงานเป็นเวลานาน
3) การทำงานที่ต้องเอื้อมไกลเกินไป
4) แ สงสว่างที่ไม่เพียงพอ ทำให้พนักงานต้องเข้าใกล้ชิ้นงานมากเกินไป

ปัจจัยที่ควรพิจารณาตามเออร์โกโนมิกส์ในการออกแบบหน่วยที่ทำงาน มีดังนี้

1) ความสูงของร่างกาย
2) ความสูงของไหล่
3) ความสูงของข้อศอก
4) ความสูงของมือ
5) ความยาวของขา
7) ขนาดของร่างกาย
6) ขนาดของมือ
8) ระยะการเอื้อมของแขน
9) ช่วงการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
10) ระยะการหดเกร็งกล้ามเนื้อ
11) อัตราการทำงานซ้ำ ๆ
12) การออกแรง

2.7.2 การออกแบบงานยืน

แนวทางในการออกแบบพื้นที่ผิวทำงานลักษณะงานยืน

1) ระยะความสูงระยะเอื้อมมือบน (Reaching Height) เช่น การออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ หิ้ง ชั้น ตู้ แผงควบคุมเหนือศีรษะ พื้นที่เก็บของเหนือศีรษะ

2) มุมมองและตำแหน่งศีรษะของผู้ปฏิบัติงาน โดยการหลีกเลี่ยงการ ก้มหรือ เงยศีรษะ

3) พื้นที่ทำงานในแนวราบ คือ การกำหนดรัศมีการวาดวงแขนขณะที่ยืนตรง

4) ความสูงของผิวทำงาน

หลักทั่วไปเกี่ยวกับการออกแบบสำหรับการยืนทำงาน

1) หากงานที่ทำเป็นงานยืนตลอดเวลา ควรจัดเก้าอี้ / ที่นั่งให้พัก

2) ควรออกแบบการทำงานให้แขนส่วนบนอยู่ข้างลำตัว และไม่มีการก้ม หรือ บิดเอี้ยวตัวมากเกินไป

3) ควรปรับความสูงของพื้นงานให้เหมาะกับพนักงาน

4) ควรมีการจัดแท่นรองชิ้นงาน หรือแท่นยืนให้ กรณีพื้นงานไม่สามารถปรับความสูงได้

5) ควรจัดให้มีที่วางพักเท้า เพื่อลดความเครียดของกล้ามเนื้อหลังและขา

6) ควรจัดให้มีแผ่นรองปูพื้น

7) ควรให้พนักงานสวมรองเท้าส้นเตี้ย และมีที่พยุงบริเวณส่วนโค้งของเท้า

8) ควรมีเนื้อที่ว่างสำหรับขาและเข่า เพื่อปรับเปลี่ยนอิริยาบถ

9) ไม่ควรให้พนักงานต้องเอื้อมหยิบจับ ในระยะไกล

2.7.3 การออกแบบ และการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

หลักการออกแบบเครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

1) ควรให้สวิตช์ควบคุม คันโยก และปุ่มควบคุมอยู่ในระยะที่เอื้อมง่าย

2) ควรเลือกอุปกรณ์ควบคุมให้เหมาะกับงาน เช่น งานควบคุมที่ละเอียด แม่นยำ ควรใช้อุปกรณ์ควบคุมด้วยมือ, งานควบคุมที่ต้องใช้แรงควรเลือกอุปกรณ์ควบคุมด้วยเท้า เป็นต้น

3) ควรออกแบบให้ผู้ปฏิบัติงานใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมด้วยมือทั้งสองข้าง

4) อุปกรณ์ควบคุมแบบไกปืน ควรควบคุมด้วยนิ้วหลายนิ้ว

5) ออกแบบอุปกณ์ควบคุมให้มีความแตกต่าง ทั้งรูปร่าง ลักษณะ สีเมื่ออุปกรณ์นั้นทำหน้าที่ควบคุมต่างกัน

6) การออกแบบอุปกรณ์ควบคุมต้องมีการจัดช่องว่าง ระยะห่างระหว่างอุปกรณ์อย่างเหมาะสม

7) ควรออกแบบการควบคุมให้เป็นไปตามสามัญสำนึก เช่น เปิดสวิตซ์ให้กดขึ้น ปิดสวิตซ์ให้กดลง เป็นต้น

หลักการเลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุม

1) หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมที่คุณภาพไม่ดี

2) เลือกใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้กำลังกล้ามเนื้อมัดใหญ่ เช่น ไหล่ แขน ขา เป็นต้น ในการออกแรงควบคุม

3) หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่ต้องยกนานๆ หรือต้องออกแรงมาในการบีบ กด บิด ข้อมือ และเอี้ยวตัวมากๆ

4) ควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีด้ามจับยาวมากพอ ที่เหมาะสม เพื่อช่วยลดแรงกดที่ฝ่ามือ นิ้วมือ หรือมือ

5) ไม่ควรเลือกใช้เครื่องมือที่มีช่องว่างระหว่างด้ามจับ เพื่อป้องกันการหนีบนิ้วมือ

6) ไม่ควรเลือกเครื่องมือที่เหมาะสำหรับมือขนาดเดียว

7) เลือกด้ามจับของเครื่องมือที่ง่ายต่อการจับ มีฉนวนกันไฟฟ้า ไม่มีคม มีความนุ่ม กระชับในการจับ

8) หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดการบิดงอข้อมือ หรืออยู่ในท่าทางฝืนธรรมชาติ

9) เลือกเครื่องมือที่มีน้ำหนักเสมอกัน และมีการใช้ในตำแหน่งที่เหมาะสม

10) ควรเลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับความถนัดของมือ