รายงานผลการวิจัย
ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช

เรื่อง

การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน

โดย

กิตติ อินทรชาตย์
พิชนี โพธารามิก
วิทยา ยงเจริญ
ภาณุพงศ์ อัศวเกียรติ

จฬ
วศ 15
006680

2533

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช

รายงานผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์

รองศาสตราจารย์ ดร.พิชนี โพธารามิก

รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ

นายแพทย์ ภาณุพงศ์ อัศวเกียรติ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2533

ชื่อโครงการวิจัย	การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน
ชื่อผู้วิจัยหลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์
ชื่อผู้ร่วมวิจัย	รองศาสตราจารย์ ดร.พิชนี โพธารามิก
	รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ
	นายแพทย์ ภาณุพงศ์ อัศวเกียรติ
เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ	ตุลาคม 2533

บทคัดย่อ

ย่อมเป็นที่ประจักษ์ชัดแล้วว่า อุตสาหกรรมการผลิตแบบสายประกอบกำลังขยายตัวอย่างรวดเร็ว มีการใช้แรงงานกันอย่างมากมาย ปัญหาหนึ่งที่จะตามมาก็คือผลกระทบที่จะเกิดต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานเหล่านั้น หลังจากที่ได้ทำงานไประยะหนึ่งแล้วผู้ปฏิบัติงานเป็นจำนวนมากที่ต้องประสบปัญหากับ การนั่งปฏิบัติงานอยู่กับที่อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานานซึ่งอาจทำให้โครงสร้างกระดูกและกล้ามเนื้อต้องรับภาระสถิตมาก และเป็นระยะเวลานานอันเป็นสาเหตุที่จะก่อให้เกิดความเจ็บปวดได้ ซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ และต่อเนื่องไปถึงการลดลงของประสิทธิภาพการผลิตในที่สุด

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการออกแบบและสร้างโต๊ะและเก้าอี้ทดสอบที่สามารถปรับระดับและมุมเอียงของส่วนต่างๆ ได้อย่างสะดวกถึง 5 ลักษณะด้วยกัน คือ ความสูงของเก้าอี้ ความเอียงของพื้นเก้าอี้ ความเอียงของพนักพิง ความสูงของโต๊ะ และความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ โดยอาศัยระบบนิวเมติกเป็นกลไกในการปรับ หลังจากนั้นได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาลักษณะการนั่งอ่านหนังสือโดยใช้ความสูง ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะและความสูงของเก้าอี้เป็นปัจจัยหลัก ที่จะส่งผลกระทบต่อภาวะไม่สบายของร่างกายภายหลังจากการนั่งอ่านหนังสือที่ระดับของปัจจัยหลักเหล่านั้นเป็นเวลา 30 นาที โดยการประเมินภาวะไม่สบายนี้ด้วย 5 ระดับคะแนน รวมทั้งหมด 18 ท่า พบว่าเมื่อความสูงของเก้าอี้เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ภาวะไม่สบายเพิ่มขึ้นบริเวณ คอ ไหล่ หลัง เอว ก้น และต้นขา แต่บริเวณเท้าจะลดลงสำหรับการเปลี่ยนแปลงความเอียงของโต๊ะที่เพิ่มขึ้นจาก 0 ถึง 15° ทำให้ภาวะไม่สบายลดลง แต่เมื่อมีความลาดเอียงมากขึ้นจนถึง 25° ระดับภาวะไม่สบายจะเพิ่มขึ้น โดยที่การเปลี่ยนแปลงความเอียงของพื้นโต๊ะนั้น จะส่งผลกระทบต่อภาวะไม่สบายมากกว่าการเปลี่ยนแปลงความสูงของเก้าอี้ และความสูงของโต๊ะ

จากผลการทดลองครั้งนี้ อาจสรุปได้ว่า สถานีทำงานที่เหมาะสมควรมีระดับความสูงของโต๊ะสูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง 4 ซม. ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะควรเป็น 15° และเก้าอี้นั่งควรมีระดับความสูงเท่ากับ หรือต่ำกว่าความสูงของข้อพับเข่าด้านในไม่เกิน 1 ซม. การศึกษาวิจัยครั้งนี้ จัดให้มีขึ้นเพื่อทดสอบว่าการนำเทคโนโลยีการวิจัยไปประยุกต์ในกิจการอุตสาหกรรม จะกระทำได้เพียงใด ซึ่งก็ได้ผลสรุปว่า น่าจะกระทำได้โดยการจำลองสถานการณ์ทำงานจากงานอุตสาหกรรมจริงๆ และใช้อุปกรณ์ที่ได้จัดสร้างขึ้น แต่อาจจำกัดอยู่ในลักษณะงานที่ทำคนเดียว เช่นกิจกรรมเย็บเสื้อผ้า เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project Title	Ergonomic Design of Pneumatic Chair Based on General Survey of Sitting Posture At Work
Principal Investigator	Kitti Intaranont Ph.D.
Investigators	Phichani Bhodharamik Ph.D. Withaya Yongchareon Ph.D. Phanupong Asvakiat MB, BS
Date Completed	October 1990

ABSTRACT

It is obvious that assemblyline-production industry is rapidly expanded. Labour is sometimes overused. Occupational health creates greatly concerned. It is anticipated that workers who perform their task with prolonged sitting will face static load problems. Static muscle loading, if prolonged, can cause pain which is ill-health, and in turn, causes low productivity.

The study was to design and construct a workstation composed of a chair and table adjusted by a pneumatic system. The experiment was designed to use 5 setups, i.e., chair height, seat inclination, back rest inclination, table height and table inclination. The task was to read a book. Three factors were varied, i.e., chair height, table height and table inclination. Comfort rating scale from 0-4 was employed for 18 tested postures. It was found out that higher seat height caused higher discomfort score in the area of neck, shoulder, back, waist, buttock and thigh. But the score is lower in the area of feet. Table inclination, increaed from 0 to 15°, reduced the discomfort score, but it was rising when table inclination reached 25°. It was concluded that the change of table inclination gave higher effects than the changes of chair's and table's heights.

From this experiment, it was recommended that a suitable workstation have the height and inclination of a table and a chair as follows: the table height was 4 cm. higher than elbow height while sitting, table inclination was 15° and the seat height was equal to politeal height or 1 cm. lower than the popliteal height.

This study was encouraged in order to test the possibility to apply research technology in production industry. It was convinced that the application was feasible using industrial task simulation. The constructed equipment would be helpful particularly if the task was to perform individually such as the tasks in garment industry.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน (Ergonomic Design of Pneumatic Chair Based on General Survey of Sitting Posture At Work) ได้รับเงินทุนสนับสนุนจากเงินทุนวิจัยรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้รับความร่วมมืออย่างดียิ่งจาก กลุ่มนิสิตปริญญามหาบัณฑิตที่ช่วยงานวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยการยศาสตร์ และครูปฏิบัติการ แห่งภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ผู้วิจัยหลักประสงค์ที่จะให้บันทึกไว้ว่า รายงานการวิจัยฉบับนี้ จะไม่สำเร็จทันตามกำหนดเวลาได้เลย หากไม่ได้รับความร่วมมือจาก นายนริศ เจริญพร และนางสาวจิตรา แก้วปลั่ง ผู้ที่ได้ช่วยงานของห้องปฏิบัติการวิจัยการยศาสตร์ อย่างไม่เหนื่อยยาก และไม่หยุดยั้ง แม้ในช่วงเวลาที่ผู้วิจัยหลักไปปฏิบัติการวิจัย ณ ต่างประเทศก็ตาม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ที่ได้ระบุนามมาแล้วทุกคน ตลอดจนผู้ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์แก่งานวิจัยนี้ แม้จะมิได้อ้างถึงก็ตาม ขอขอบคุณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้อนุมัติเงินทุนเพื่อการวิจัยครั้งนี้

กิตติ อินทรานนท์
พิชนี โพธารามิก
วิทยา ยงเจริญ
ภาณุพงศ์ อัศวเกียรติ

ตุลาคม 2533

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญรูป	ซ
สารบัญตาราง	ฌ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	
1.1 ที่มาแห่งปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2. วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ชีวกลศาสตร์ของการนั่ง	6
2.2 ระเบียบวิธีเชิงจิตวิสัย	14
2.3 การออกแบบสถานีทำงานที่เหมาะสม	16
3. ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 ขอบเขตของงานวิจัย	20
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย	20
4. การสร้างเก้าอี้และโต๊ะทดสอบ และผลการทดสอบ	
4.1 โต๊ะทดสอบ	27
4.2 เก้าอี้ทดสอบ	29
4.3 การวัดสัดส่วนของร่างกายของบุคคลที่ถูกทดสอบ	31
4.4 การวัดความรู้สึกไม่สบาย	34

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่		หน้า
5.	การวิเคราะห์และสรุปผล	
	5.1 การวิเคราห์ผลทางสถิติ	35
	5.2 สรุปผลการศึกษา	44
	5.3 ข้อเสนอแนะ	47
6.	บรรณานุกรม	48
ภาคผนวก		
	ก. ตารางแสดงแผนการทดลอง	55
	ข. แบบฟอร์มข้อมูลสัดส่วนร่างกาย	56
	ค. แบบฟอร์มข้อมูลทดสอบการนั่งทำงาน	57
	ง. รูปภาพแสดงอุปกรณ์ และการทดสอบ	58
	จ. สัญญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์	68

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขหมู่ ลส
ลส15
เลขทะเบียน 006680
วัน.เดือน.ปี 6 มิ.ย.35

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
1.1	แสดงเวคเตอร์ของแรงที่ตกลงตามจุดต่างๆ ในขณะนั่ง	2
1.2	แสดงเส้นชั้นความดันที่เกิดขึ้นบริเวณแก้มก้นขณะนั่ง	3
2.1	โครงสร้างของลำสันหลังที่แบ่งเป็น 5 ส่วน	6
2.2	หมอนกระดูกสันหลัง	7
2.3	ภาพตัดขวางมองจากด้านบนของหมอนกระดูกสันหลัง	7
2.4	แสดงความดันที่ผลักส่วนกลางนิวเคลียสเมื่อหมอนกระดูกสันหลังรับแรงกด	8
2.5	การรับโภชนาหารของกระดูกสันหลังโดยการแพร่	8
2.6	ภาพเขียนแสดงการกดทับเส้นประสาทเมื่อมีการแอ่นเกิน รูปซ้าย และเมื่องอลำตัวรูปขวา	9
2.7	ลำสันหลังส่วนเอวแบนราบเป็นปริมาณ 25 ถึง 38° เมื่อบุคคลเปลี่ยนท่าทรงตัวจากท่ายืนเป็นท่านั่ง	11
2.8	เมื่อลำสันหลังส่วนเอวสูญเสียโค้งแอ่นเป็นแบนราบ จะทำให้เกิดแรงอัดที่ด้านหน้าของหมอนกระดูกสันหลัง เกิดแรงดึงขึ้นที่ด้านหลังของหมอนกระดูกสันหลัง กับเอ็นข้อต่อปุ่มกระดูก และกล้ามเนื้อหลังจะหดตัวอย่างต่อเนื่อง	11
2.9	เก้าอี้ที่เอนไปข้างหน้าเพื่อให้น้ำหนักลำตัวตกลงมาด้านหน้า	12
2.10	รูปทรงของลำสันหลังส่วนเอวในท่านั่ง (ซ้าย) โค้งโก่ง (ขวา) โค้งแอ่นเมื่อใช้หลังพิงพนักพิง	12
3.1	แสดงการวัดมิติของโต๊ะและเก้าอี้	25
4.1	แบบของโต๊ะทดสอบ	28
4.2	แบบของเก้าอี้ทดสอบ	30
4.3	แสดงตำแหน่งของร่างกายที่จะประเมินภาวะไม่สบายหลังจากการนั่ง	34

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
5.1	แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง เมื่อความสูงของเก้าอี้เปลี่ยนแปลง	37
5.2	ระดับคะแนนเฉลี่ยของภาวะไม่สบายเมื่อความสูงของเก้าอี้เปลี่ยนไป	39
5.3	ระดับคะแนนเฉลี่ยของภาวะไม่สบายเมื่อความสูงของสูงของโต๊ะเปลี่ยนไป	41
5.4	ระดับคะแนนเฉลี่ยของภาวะไม่สบายเมื่อมุมเอียงของโต๊ะเปลี่ยนไป	42

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
4.1	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของสัดส่วนร่างกายชาย	32
4.2	ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของสัดส่วนร่างกายหญิง	33
4.3	แสดงตำแหน่งของร่างกายที่จะประเมินภาวะไม่สบายหลังจากการนั่ง	34
5.1	สัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายของชาย	36
5.2	สัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายของหญิง	36
5.3	แสดง Correlation Coefficients และ Significance Level ระหว่างความสูงของเก้าอี้ ความสูงของโต๊ะ , ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ และน้ำหนักที่ปรากฏบนตราชั่ง กับระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายภายหลังจากการนั่งทดสอบแล้ว	38
5.4	สัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของภาวะไม่สบายที่ตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงกับมุมเอียงของโต๊ะและเก้าอี้	44
5.5	ขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรชายประเทศต่างๆ (เซ็นติเมตร)	45
5.6	ขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรหญิงประเทศต่างๆ (เซ็นติเมตร)	45

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาแห่งปัญหา

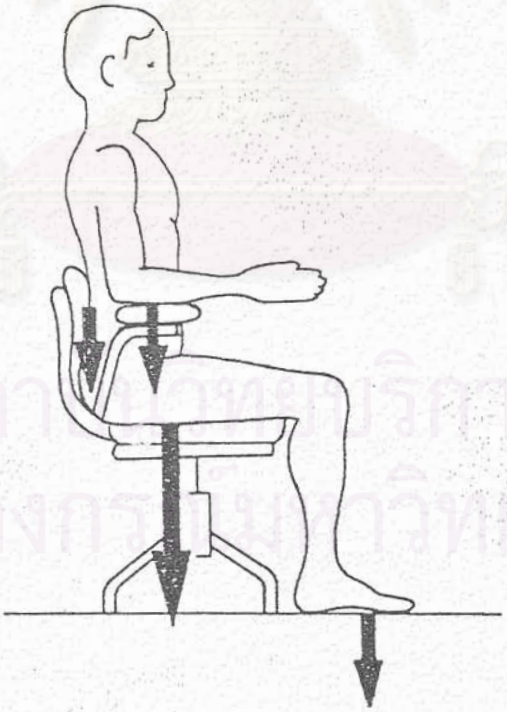
ภาวะสบาย ความสง่างามและสมรรถนะของผู้ปฏิบัติงานย่อมขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ทำงานกับผู้ที่ทำงานที่จุดนั้น การออกแบบสถานีทำงาน (workstation) ให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน จึงจำเป็นที่จะต้องนำเอาข้อมูลเกี่ยวกับสัดส่วนร่างกาย ชีวกลศาสตร์ สรีรวิทยา กายวิภาคศาสตร์ และสมรรถนะในการทำงานของกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน มาพิจารณาร่วมตั้งแต่กระบวนการแรกของการออกแบบโรงงาน

ในปัจจุบัน สถานีทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมของประเทศในซีกโลกตะวันตก จะเป็นแบบที่ให้พนักงานนั่งทำงานเป็นส่วนมาก แม้กระทั่งงานในบางลักษณะจะต้องให้ทำงานโดยวิธียืนจึงจะให้ผลผลิตสูงสุด ก็จะพยายามให้เป็นการทำงานแบบยืน-นั่ง (sit-stand posture) ทั้งนี้เนื่องจากว่างานการผลิตสินค้าที่ต้องใช้สายการประกอบหรือที่เรียกกันว่า Assembly Line นั้น เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก และงานในลักษณะดังกล่าวจัดว่าเป็นงานเบา (light work) ทั้งสิ้น การนั่งทำงานมีข้อดีเหนือกว่าการยืนทำงานอยู่บ้าง คือผู้นั่งจะ 1) ใช้กำลังกล้ามเนื้อน้อยกว่าในการรักษาท่าทรงตัว (posture) 2) ใช้กำลังกล้ามเนื้อน้อยกว่าในการทรงตัว สำหรับงานที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวที่แม่นยำ 3) ใช้ท่าทรงตัวที่เหมาะสมและมั่นคงกว่า สำหรับงานที่ใช้เท้าควบคุมปุ่มหรือคันบังคับ และ 4) มีความดันภายในหลอดเลือด (intravascular pressure) ของส่วนล่างของร่างกายน้อยกว่าซึ่งเป็นกรณีที่ดีสำหรับเพศหญิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับหญิงมีครรภ์

ปัญหาของสถานีทำงานที่ไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานที่เกิดขึ้นภายหลังจากเมื่อการผลิตแบบต่อเนื่อง (mass production) ได้เริ่มขึ้นมาระยะหนึ่งแล้ว จะเกี่ยวข้องกับความปวดเมื่อย ความล้าที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน อันจะส่งผลให้มีผลผลิตที่ลดลง และอาจทำให้มีอัตราส่วนผันเวียน (turn-over ratio) ของผู้ปฏิบัติงานสูงขึ้น นักวิจัยสาขาการยศาสตร์ (Ergonomists) จึงได้เพิ่มความสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัย เพื่อเสนอแนะการออกแบบสถานีทำงานที่เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน สำหรับการนั่งทำงาน

การนั่งแม้ว่าจะถือได้ว่าเป็นท่าธรรมชาติของมนุษย์ และเป็นท่าพักเมื่อเปรียบเทียบกับท่ายืน เพราะกล้ามเนื้อได้ผ่อนคลายและความดันอุทกสถิต (hydrostatic pressure) ในหลอดเลือดดำลดต่ำลง ทำให้แรงต้านการนำเลือดไปสู่หัวใจลดลง กล่าวคือทำให้ระบบหมุนเวียนของเลือดทำงานได้ดี แต่การนั่งก็มีข้อเสีย กล่าวคือท่านั่งทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องหย่อนและลำไส้หลังโค้งโก่ง ตลอดจนทำให้การทำหน้าที่ของระบบบางอย่างไม่เต็มที่ เช่น ระบบ

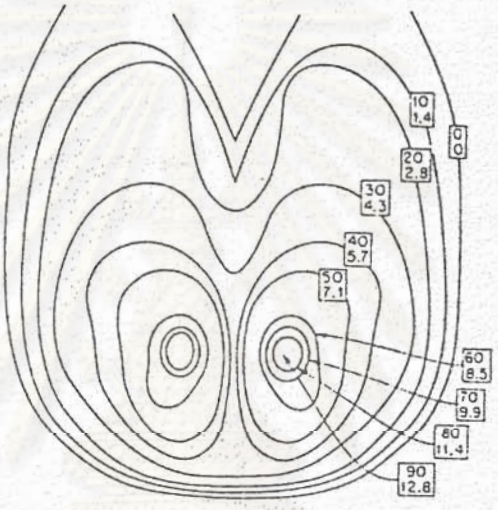
ย่อยอาหาร และระบบหายใจ นอกจากนี้การนั่งยังก่อให้เกิดภาระสถิตมาก (static load) แก่กล้ามเนื้อส่วนที่ช่วยในการทรงตัวซึ่งถ้าต้องนั่งในท่าเดิมนานๆ จะเป็นความล้าและความเจ็บปวดในที่สุดได้ จากรายงานการวิจัยของต่างประเทศ (Chaffin, 1984) อาจสรุปได้ว่า ในการนั่งเก้าอี้ น้ำหนักส่วนใหญ่ของร่างกายจะตกลงบริเวณปุ่มกระดูกก้น (ischial tuberosity) ซึ่งเป็นจุดต่ำสุดของกระดูกเชิงกราน (pelvis) และมีบางส่วนที่ตกลงบนพื้นที่เท้าเหยียบ (floor) ที่พักแขน (arm rest) และพนักพิงหลัง (back rest) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 จะเห็นว่าการนั่งเก้าอี้ที่มีความสูงเท่าเดิม แต่ไม่มีพนักพิงหลัง ไม่มีที่พักแขน น้ำหนักก็จะไม่สูญหายไปไหน แต่จะไปเฉลี่ยเพิ่มให้แก่ปุ่มกระดูกก้นและเท้า จุดที่สร้างปัญหามากที่สุดอยู่ที่บริเวณหลังส่วนเอว (lumbar vertebra) เพราะเวคเตอร์ของแรงมีทิศทางผ่านแนวลำสันหลังส่วนเอวลงไป อันจัดว่าเป็นภาระอันหนักหน่วงของอวัยวะส่วนนี้ทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังรวมทั้งเอ็นยึดข้อ (ligament) ต้องออกแรงหดตัวทำงาน เพื่อให้เกิดความสมดุลย์เกิดขึ้นตลอดเวลาที่อยู่ในท่าทรงตัวนั้นๆ นายแพทย์ไพฑูรย์ เนาวรัตโนภาส (2528) รายงานในบทความโดยอ้างถึงผลงานวิจัยของ Nachemson (1964) ศัลยแพทย์ชาวสวีเดนว่า การนั่งที่มีแรงกดต่อหมอนกระดูกสันหลังเป็นเวลานานๆ นั้น จะทำให้หมอนดังกล่าวเสื่อมเร็ว และจะส่งผลให้มีการเสื่อมของลำสันหลังได้ ซึ่งทำให้เกิดอาการปวดหลังได้ง่าย



รูปที่ 1.1 แสดงเวคเตอร์ของแรงที่ตกลงตามจุดต่างๆ ในขณะนั่ง

จาก Chaffin และ Andersson, 1984

ในด้านการกระจายของน้ำหนักบริเวณก้นขณะนั่งอาจแสดงได้ในรูปที่ 1.2 ซึ่งได้มาจากการนั่งขับรถยนต์ของชายหนัก 70 กิโลกรัม (McCormick, 1976) เส้นทึบแต่ละเส้นจะเป็นเส้นชั้นความดัน (pressure contour) ที่รับแรงดันเท่ากัน (isobar) โดยที่เส้นทึบที่อยู่บริเวณตรงกลางจะแสดงความดันสูงสุดประมาณ 90 กรัม/ตร.ซม. ซึ่งเป็นจุดที่ตั้งของปุ่มกระดูกก้นตกลงบนที่นั่งพอดี เส้นทึบถัดออกมาจะมีความดันน้อยลงมาตามลำดับจนถึงเส้นชั้นความดันนอกสุดที่มีความดันประมาณ 10 กิโลกรัม/ตร.ซม. อย่างไรก็ดี รายงานการวิจัยพอสรุปได้ว่า เส้นชั้นความดันจะมีค่ามากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างคือ ก) อิริยาบทในการนั่ง ข) ลักษณะของที่นั่งที่ออกแบบ ค) ระดับความสูงของที่นั่งวัดจากพื้น เป็นต้น



รูปที่ 1.2 แสดงเส้นชั้นความดัน (pressure contour) ที่เกิดขึ้นบริเวณแก้มก้นขณะนั่ง

จาก McCormick (1976)

ปัญหาของการนั่งทำงานได้กลายเป็นจุดสนใจที่จะต้องนำขึ้นมาพิจารณากัน เมื่อมีการสังเกตเห็นว่า พนักงานในสายงานประกอบต้องเปลี่ยนท่าทรงตัวในการทำงานบ่อยครั้ง ยิ่งไปกว่านั้นก็มีการขยับเลื่อนเก้าอี้อยู่เสมอซึ่งต้องออกแรงและเสียเวลาทำงาน อันก่อให้เกิดความรู้สึกในด้านลบแก่พนักงาน ผลของการหาสาเหตุในเบื้องต้นพบว่า ความสูงของเก้าอี้และโต๊ะทำงานไม่เหมาะสมกับพนักงานทำให้ 1) มีความกดดันเกิดขึ้นมากบริเวณใต้ขาอ่อนเมื่อท่านั่งเป็นแบบเท้าลอย 2) ข้อศอกต้องถูกยกขึ้นและกางออกเพื่อให้มือทำงานบนโต๊ะได้เมื่อพนักงานพยายามแก้ไขปัญหาข้อที่ 1 โดยการลดความสูงของเก้าอี้เพื่อที่เท้าทั้งสองจะวางแบนราบกับพื้นได้ แต่บริเวณช่วงไหล่ทั้งสองจะมีความล้าเกิดขึ้นมากและรวดเร็ว เพราะผู้นั่งต้องกางข้อศอกออกและยกขึ้นจึงจะทำงานบนโต๊ะได้ ในทางกลับกันถ้าพนักงานเพิ่มความสูงของเก้าอี้เพื่อแก้ปัญหาข้อ 2 ท่านั่งก็จะเป็นแบบเท้าลอย และปัญหาข้อ 1 ก็จะกลับมาอีก

การออกแบบสถานีทำงาน อาจดำเนินการได้ 2 วิธี คือ ออกแบบโต๊ะทำงานก่อนแล้วจึงเพิ่มเติมเก้าอี้เข้าไป ซึ่งมักจะทำให้ท่าทรงตัวของผู้นั่งทำงานดูเคอะเขิน ไม่เหมาะกันและบ่อยครั้งที่เดียวที่ขาทั้งสองข้างของผู้นั่งไม่อาจสอดเข้าไปใต้พื้นโต๊ะได้ อีกวิธีหนึ่งกระทำได้โดยการพิจารณาโต๊ะ เก้าอี้ และท่าทรงตัวในการทำงานรวมกันเป็นหนึ่งเดียว เนื่องจากองค์ประกอบของแต่ละรายการต่างก็มีผลกระทบต่อกันและกัน หรือขึ้นแก่กันและกัน

ในประเทศไทย กิจการอุตสาหกรรมได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องเพราะค่าจ้างงานที่ค่อนข้างต่ำ และแรงงานที่ไม่ต้องใช้ความชำนาญพิเศษก็สามารถหาได้ทั่วไป อุตสาหกรรมการผลิตส่วนใหญ่ก็จะเป็นการผลิตแบบต่อเนื่องที่เป็นงานเบาและอาจใช้พนักงานที่ไม่ใช่ผู้ชำนาญพิเศษนั่งทำงานจำนวนมาก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป ก็จะเป็นรูปแบบเดียวกันกับที่เกิดขึ้นมาแล้วในต่างประเทศ อัตราส่วนผันเวียนที่ค่อนข้างสูงของอุตสาหกรรมการผลิตประเภทนี้ในปัจจุบัน อาจมีสาเหตุบางส่วนมาจากความปวดเมื่อย ความล้า ความเบื่อหน่ายที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากงานที่ทำ นอกจากนี้โดยทั่วไปคนไทยมีลักษณะนอบน้อมและถ่อมตนมีความเกรงใจนายจ้างเป็นพื้นฐาน จึงมักจะไม่อุทธรณ์ในเรื่องที่ตนเองต้องได้รับความทุกข์ แต่จะเก็บไว้กับตัวเอง หรืออาจเป็นหัวข้อสนทนาในระหว่างผู้ที่ใกล้ชิดมากๆ เท่านั้น และอีกประการหนึ่งตนเองเห็นว่าผู้อื่นที่ทำงานในลักษณะเดียวกันก็มิได้แสดงอาการไม่ปกติใดๆ จึงต้องทนรับความทุกข์ไว้จนกระทั่งเห็นว่ามีทางไปที่อื่นได้และดีกว่า ดังนั้นความจริงในเรื่องนี้จึงไม่มีการแสดงออกมาในรายงานสถิติแรงงาน ทั้งๆ ที่เป็นความเสียหายต่อโรงงานอุตสาหกรรมและกิจกรรมการผลิตโดยรวมของประเทศด้วย การศึกษาวิจัยในเรื่องนี้จะให้ภาพที่เป็นรูปธรรมให้เด่นชัดแก่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิต เพื่อประกอบการพิจารณาแก้ไขสภาพการทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานต้องนั่งเป็นเวลานาน โดยหวังว่าผลผลิตระยะยาวโดยรวมจะเพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มคุณภาพชีวิตในการทำงานตลอดจนเพิ่มขวัญและกำลังใจของผู้ปฏิบัติงานให้สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้มีดังนี้คือ

1. เพื่อเพิ่มฐานข้อมูลสัดส่วนร่างกาย และข้อมูลเออร์โกโนมิกส์อื่นๆ ของอาจารย์ข้าราชการ และนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ทำการออกแบบและจัดสร้างเก้าอี้และโต๊ะทดสอบให้สามารถปรับระดับต่างๆ ได้โดยอาศัยกลไกต่างๆ และระบบนิวเมติกส์เป็นต้นกำลัง

3. ทดสอบการใช้งานของเก้าอี้และโต๊ะทดสอบ ที่สร้างขึ้นกับประชากรกลุ่มตัวอย่างเพื่อกำหนดมิติ ขนาดที่เหมาะสมของสถานีทำงานสำหรับบุคคลในกลุ่มนั้น

4. เพื่อศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน (การอ่านหนังสือ) ที่เหมาะสมโดยอาศัยการทดสอบเชิงจิตวิสัย (subjective test) เป็นเกณฑ์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน โดยการใช้เก้าอี้และโต๊ะที่สร้างขึ้นมา และมีระบบนิวเมติกเป็นอุปกรณ์ช่วยในการปรับระดับความสูง ความเอียงของสถานีทำงานนี้ได้ การทดสอบถูกจัดให้มีขึ้นภายในห้องปฏิบัติการการยศาสตร์ โดยจำลองสภาพการนั่งทำงานเป็นการอ่านหนังสือ การประมวลผล **ภาวะสบาย (comfort)** และ**ภาวะไม่สบาย (discomfort)** ซึ่งเป็นการตอบสนองของผู้นั่งทดสอบจะถูกนำไปวิเคราะห์เชิงสถิติเพื่อหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ตามแผนการทดลองที่ได้กำหนดไว้แล้ว

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์เบื้องต้นที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัย พอสรุปได้ดังนี้

1. เพิ่มฐานข้อมูลสัดส่วนร่างกาย และข้อมูลเออร์โกโนมิกส์อื่นๆ ของกลุ่มอาจารย์ข้าราชการ และนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. จะได้เครื่องมือที่เหมาะสม เพื่อใช้สำหรับการศึกษา และการทดลองในวิชา Ergonomics และ Advanced Work Design ในระดับปริญญาตรีและโท ตามลำดับ

3. เครื่องมือที่ได้นี้สามารถนำไปพัฒนา หรือปรับปรุง เพื่อการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสถานีทำงานที่เหมาะสม สำหรับการนั่งทำงานประเภทต่างๆ

4. โครงการวิจัยนี้ได้ส่งเสริมให้มีการทำวิจัยวิทยานิพนธ์ 2 เรื่องในหัวข้อที่เกี่ยวเนื่องกัน และจะได้นำเสนอในโครงการนิทรรศการจุฬาวิชาการ '33 อีกด้วย

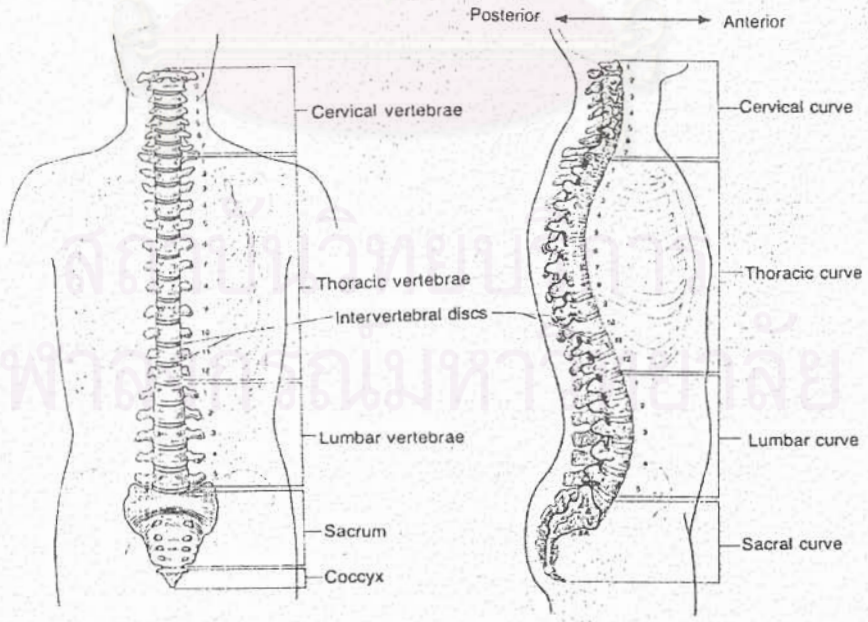
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีวกลศาสตร์ของการนั่ง

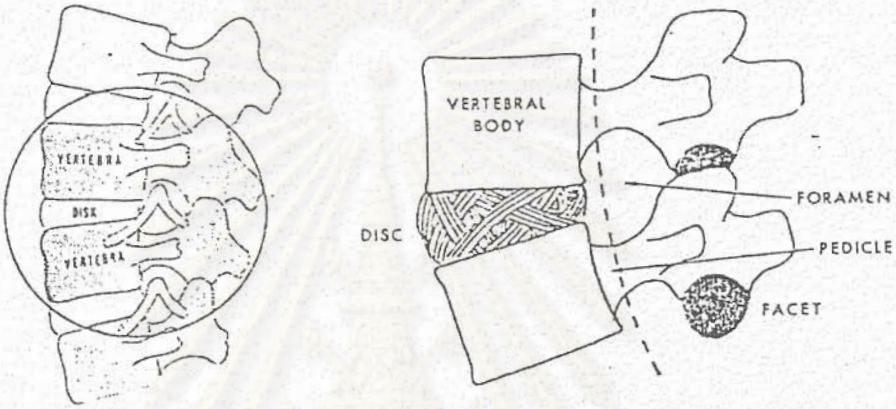
การศึกษาเรื่องโครงสร้าง และการเปลี่ยนแปลงท่าทรงตัวของลำสันหลัง (spine) จะทำให้เข้าใจในปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับท่านั่งทำงานได้ดี นายแพทย์ดำรง กิจกุศล (2528) และนายแพทย์ไพฑูรย์ เนาวรัตนภาส (2528) ได้พิจารณาเห็นถึงความจริงในข้อนี้ จึงได้สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างและชีวกลศาสตร์ของลำสันหลังไว้ค่อนข้างละเอียด โครงสร้างที่สำคัญที่สุดของหลังของมนุษย์ก็คือ ลำสันหลัง (vertebral column) ซึ่งอาจแยกออกได้เป็น 5 ส่วน (รูปที่ 2.1) คือ ส่วนที่เคลื่อนไหวได้ 2 ส่วน กระดูกสันหลังส่วนคอ และกระดูกสันหลังส่วนเอว (cervical and lumbar spine) ซึ่งอยู่ส่วนบน และส่วนล่างของ ส่วนที่เกือบจะเคลื่อนไหวไม่ได้ คือ กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic spine) ตามลำดับ โดยที่กระดูกสันหลังส่วนเอวอยู่ติดกับกระดูกสันหลังส่วนเหนือก้นกบ (sacral vertebra) ที่เกือบจะตรึงติดแน่นอยู่กับกระดูกเชิงกราน (pelvis) ในส่วนที่ต่อปลายกระดูกสันหลังส่วนเหนือก้นกบลงมา เป็นกระดูกชิ้นเล็กๆ 4 ชิ้นเชื่อมติดกัน และเคลื่อนไหวไม่ได้เรียกว่ากระดูกก้นกบ (coccyx)



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของลำสันหลังที่แบ่งเป็น 5 ส่วน

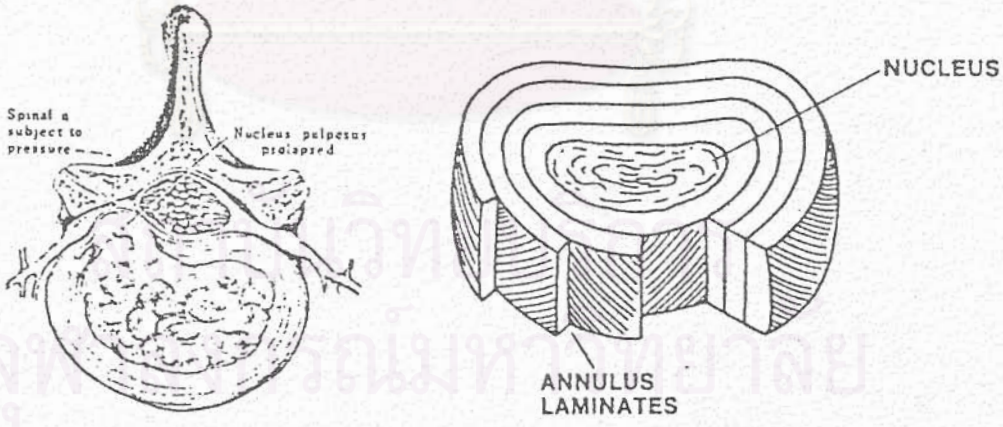
จาก Tortora และ Anagnostakos (1978)

ส่วนที่สำคัญที่สุดของลำสันหลังคงจะได้แก่ หมอนกระดูกสันหลัง (intervertebral disc) เพราะมีโครงสร้างที่ยืดหยุ่น และสามารถคลายแรงกระแทกได้ (รูปที่ 2.2) อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนกลาง หรือนิวเคลียส พัลโพซัส (nucleus pulposus) ส่วนที่ล้อมรอบนิวเคลียส พัลโพซัส คือ แอนนูลัส ไฟโบรซัส (annulus fibrosus) ดังรูปที่ 2.3 และ คาร์ทิเลจจินัส เอนด์เพลท (cartilaginous plate) ซึ่งเป็นกระดูกแผ่นบางที่อยู่ตรงกลางทั้งด้านบนและด้านล่างของหมอนกระดูกสันหลัง โดยเป็นตัวคั่นระหว่าง นิวเคลียส พัลโพซัส กับปล้องกระดูกสันหลัง (vertebra)



รูปที่ 2.2 หมอนกระดูกสันหลัง (intervertebral disc)

จาก Cailliet (1989)



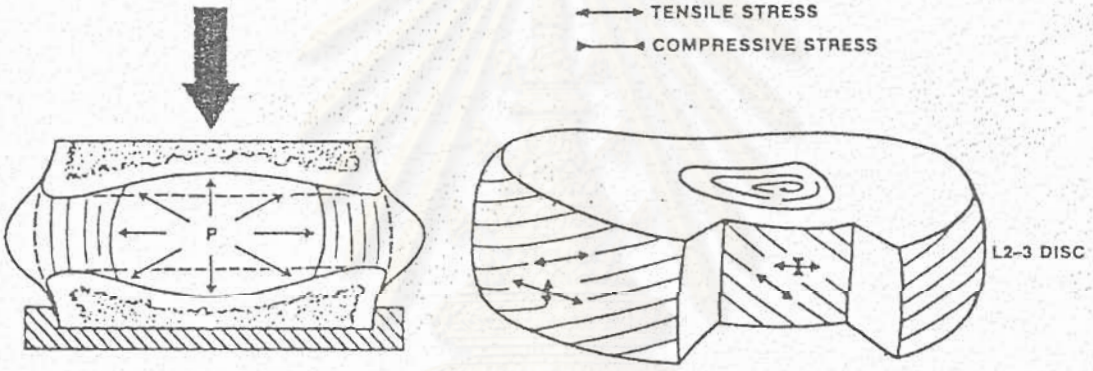
รูปที่ 2.3 ภาพตัดขวางมองจากด้านบนของหมอนกระดูกสันหลัง

ดัดแปลงจาก Jacob, Francone และ Lossow (1978)

และจาก White III และ Panjabi (1978)

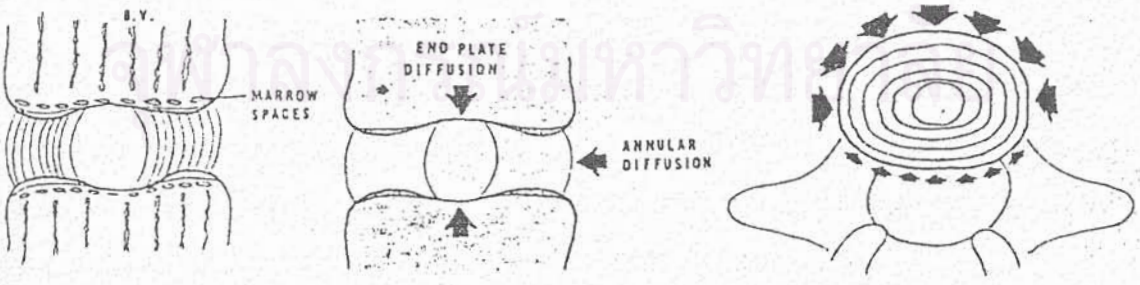
เมื่อหมอนกระดูกต้องรับแรงหรือภาระ (load) ส่วนกลาง คือ นิวเคลียสจะเปลี่ยนรูป (deform) และส่งถ่ายแรงออกจากศูนย์กลางของนิวเคลียสไปทุกทิศทาง (รูปที่ 2.4)

การเรียงตัวของเซลล์เส้นใยของแอนนูลัส ช่วยทำให้สามารถรับความเค้นดึงตามแนวแกนที่เกิดขึ้น จึงช่วยลดโอกาสที่โครงสร้างของหมอนกระดูกสันหลังจะเสียหาย และการที่มีส่วนกระดูกแผ่นบางเป็นตัวแยกปล้องกระดูกสันหลังออกจากหมอนกระดูกสันหลัง ทำให้การส่งผ่านโภชนาหาร (รูปที่ 2.5) ไปยังหมอนกระดูกสันหลังทำได้โดยวิธีการแพร่ (diffusion) เพราะขาดเนื้อที่มีหลอดเลือด (vasculartissue) ซึ่งวิธีการแพร่นี้ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยเชิงกลอยู่บ้าง กล่าวคือเมื่อมีภาระมากระทำต่อหมอนกระดูกสันหลังจะเกิดการไหลออกของของเหลว เมื่อภาระลดลงก็จะมีของเหลวไหลกลับ การไหลของของเหลวเช่นนี้จะส่งผลต่อการส่งผ่านโภชนาหารนอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสรุปได้ว่าคอนเทนต์ของของเหลว (fluid content) มีอิทธิพลต่อสมบัติเชิงกล กล่าวคือการเพิ่มขึ้นของคอนเทนต์ของของเหลวจะทำให้หมอนกระดูกสันหลังมีความแข็งตึง (stiffness) เพิ่มขึ้น (Kramer 1977 และ 1985)



รูปที่ 2.4 แสดงความดันที่ผลักส่วนกลางนิวเคลียสเมื่อหมอนกระดูกสันหลังรับแรงกด

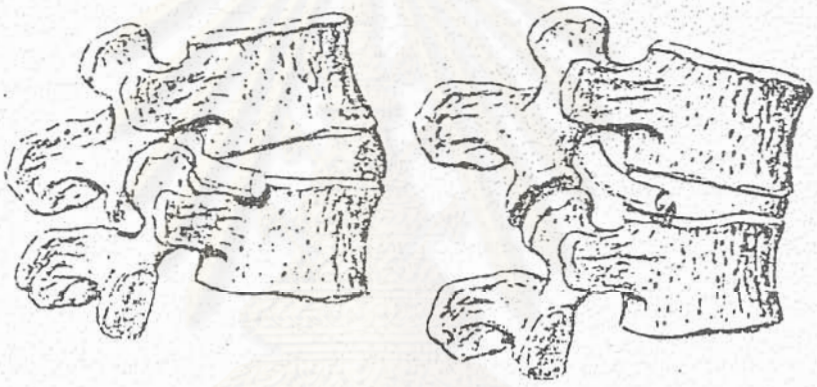
จาก White III และ Panjabi (1978)



รูปที่ 2.5 การรับโภชนาหารของหมอนกระดูกสันหลังโดยการแพร่

จาก Cailleit (1989)

จากรูปที่ 2.1 จะเห็นว่า ลำสันหลังของบุคคลปกติเมื่อมองจากด้านข้างจะเป็นโค้งแอ่น (lordosis) ที่บริเวณคอ เป็นโค้งโก่ง (kyphosis) ที่บริเวณทรวงอก และเป็นโค้งแอ่นอีกครั้งที่บริเวณเอว แต่หากมองจากด้านหน้าจะเป็นเส้นตรงในแนวดิ่ง ในท่าทรงตัวเช่นนี้ ประมาณว่าแรงกดบนหมอนกระดูกสันหลังจะกระจายทั่วกันอย่างสม่ำเสมอบนผิวของหมอนกระดูกสันหลังที่หยุ่นตัวได้ แต่ถ้าท่าทรงตัวของลำสันหลังเปลี่ยนเป็นโค้งชนิดอื่นก็อาจส่งผลให้แรงกดบนพื้นผิวของหมอนกระดูกสันหลังกระจายอย่างไม่สม่ำเสมอ และอาจทำให้หมอนกระดูกสันหลังเปลี่ยนรูปไป ยิ่งไปกว่านั้น หมอนกระดูกสันหลังจะสูญเสียสมบัติการหยุ่นตัวเมื่อมีอายุมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้การเปลี่ยนรูปของหมอนกระดูกสันหลังเป็นไปอย่างถาวรหรือเสียหายได้ (Kroemer และ Robinette, 1969) ซึ่งอาจมีการกดทับเส้นประสาทได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ภาพเขียนแสดงการกดทับเส้นประสาทเมื่อมีการแอ่นเกิน (hyperlordosis) รูปซ้าย และเมื่องอลำตัว (flexion) รูปขวา
จาก Keim และ Kirkaldy-Willis (1980)

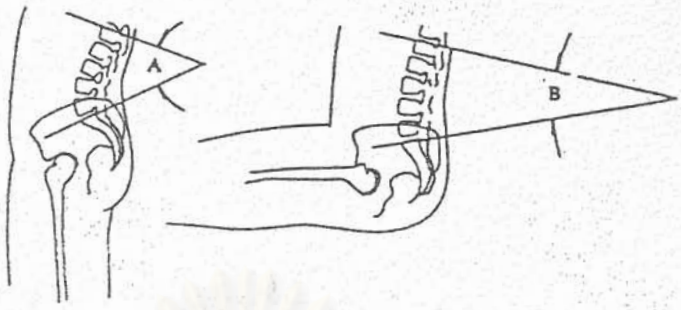
Keegan (1962) รายงานว่า การนั่งเป็นระยะเวลานานๆ ด้วยท่าทรงตัวที่ทำให้โค้งแอ่นบริเวณลำสันหลังส่วนเอวหายไป หรือไม่เป็นโค้งแอ่นนั้นอาจเป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้มีการเปลี่ยนรูปของหมอนกระดูกสันหลัง เช่น อาจทำให้โป่งยื่นออกไปทางด้านหลังได้ และ/หรืออาจทำให้มีอาการปวดหลังอันเนื่องมาจากการยืดตัวของเยื่อยึดกระดูก (ligament) ในขณะลุกขึ้นยืนอันเป็นอาการที่พบได้เสมอในบุคคลตั้งแต่วัยกลางคนขึ้นไป

Kroemer และ Robinette (1969) ได้สรุปจากรายงานการวิจัยหลายฉบับเพื่อกำหนดคำอธิบายความหมายของท่าทรงตัวในการนั่งที่ดี ซึ่งอาจสรุปโดยย่อได้ดังนี้ ท่านั่งที่ดีต้องมีท่าทรงตัวของลำสันหลังที่ดี ที่เป็นผลเนื่องมาจากการที่ส่วนโค้งต่างๆ ของลำสันหลังได้

ดุลยภาพกัน และสามารถรับน้ำหนักศรีษะกับลำตัวให้ตั้งตรงได้เป็นระยะเวลานานพอควรโดยไม่ตั้งใจใช้ความพยายาม หรือโดยไม่มีความล้าหรือความเจ็บปวดใดๆ ความสมดุลย์ระหว่างลำสันหลัง กระดูกเชิงกราน และต้นขานั้นจะได้มาจากการยึดตัวของเยื่อยึดกระดูกเอ็น และกล้ามเนื้อหลายชุดด้วยกัน กล้ามเนื้อที่สำคัญได้แก่ กลุ่มกล้ามเนื้อหลัง (erector spinae) ใช้สำหรับการเหยียดของลำสันหลัง และกลุ่มกล้ามเนื้อท้อง (antagonistic internal กับ external abdominal และ rectus abdominis) ใช้สำหรับการงอคู้ของลำสันหลังและการยกเงยขึ้นของกระดูกเชิงกราน กลุ่มกล้ามเนื้อโคนขาและลำตัว (iliopsoas muscles) ช่วยในการงอคู้ลำตัวเมื่อกำหนดให้โคนขาตรึงอยู่กับที่ กล้ามเนื้อแก้มก้น (gluteal muscles) ใช้เหยียดกระดูกโคนขา (femur) ช่วยให้ลำตัวตั้งตรงได้ดุลยภาพ นอกจากนี้ยังจะได้รับแรงพยุงบังคับเพิ่มเติมจากกระบังลมและช่องท้อง

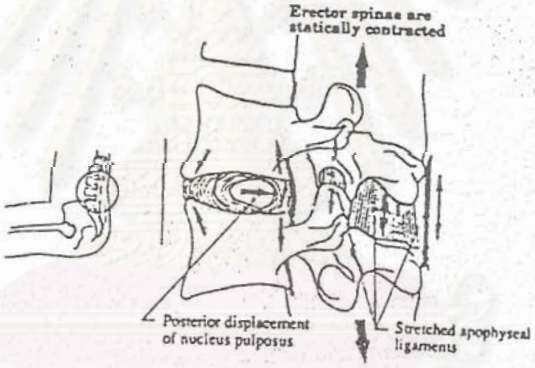
Grandjean และ Hunting (1977) ได้สรุปจากรายงานวิจัยหลายฉบับที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพเมื่อบุคคลมีท่ายืน และท่านั่งต่างๆ กัน ว่า ท่ายืนและนั่งที่ไม่เหมาะสมนั้น บางครั้งก่อให้เกิดความเจ็บปวดตามกล้ามเนื้อ เอ็น เยื่อยึดข้อ และตามถุงหุ้มข้อ (joint capsules) ต่างๆ นอกจากนี้ยังมีหลักฐานชัดเจนว่าความเจ็บปวดเหล่านี้ จะเรื้อรังจนกลายเป็นสมุฏฐานของโรครูห์มาติด นอกจากนี้การวิจัยทางศัลยศาสตร์กระดูกยังได้ยืนยันว่า ท่ายืนและท่านั่งที่ไม่เหมาะสม จะก่อให้เกิดความดันภายในกระดูกสันหลัง (intradiscal pressure) ที่มากเกินไปอันเป็นสาเหตุสำคัญของโรคปวดหลังประการหนึ่ง ซึ่งเรื่องนี้ นายแพทย์ดำรง กิจกุศล (2528) ได้ตั้งข้อสังเกตจากผลการวิจัยของ Nachemson ว่าท่านั่งจะก่อให้เกิดความดันภายในกระดูกสันหลังดังกล่าวสูงกว่าท่ายืนอีกด้วย

Keegan (1953) และ Anderson กับคณะ (1979) รายงานว่าเมื่อบุคคลเปลี่ยนท่าทรงตัวจากท่ายืน (มุมระหว่างลำตัวกับโคนขาประมาณ 180°) เป็นท่านั่ง (มุมเปลี่ยนเป็น 90°) กล้ามเนื้อแก้มก้นและต้นขาจะหมุนกระดูกเชิงกราน และเปลี่ยนส่วนโค้งของสันหลังส่วนเอวต้องแบนราบเป็นปริมาณ 25 ถึง 38° (ดูรูปที่ 2.7) ซึ่งจะยิ่งมากขึ้นเมื่อผู้นั่งต้องโน้มตัวลงไปทำงานข้างหน้า การงอตัวเช่นว่านี้เกิดขึ้นที่หมอนกระดูกสันหลังส่วนเอวท่อนที่ 3, 4 และ 5 เมื่อสันหลังส่วนเอวแบนราบ การงอลำตัวจะทำให้ด้านหน้า (anterior side) ของหมอนกระดูกสันหลังรับแรงอัดและด้านหลัง (posterior side) กับเอ็นข้อต่อปุ่มกระดูกจะต้องได้รับแรงดึง และกล้ามเนื้อหลัง หรือ erector spinaeจะหดตัวเชิงสถิต (ดูรูปที่ 2.8) ซึ่งแรงอัดและแรงดึงดังกล่าวนี้ จะมีอิทธิพลต่อการส่งโภชนาหารไปในหมอนกระดูกสันหลังและอาจส่งเสริมให้เกิดความล้า ความเจ็บปวดบริเวณหลัง และทำให้หมอนกระดูกสันหลังเสื่อมในที่สุด (Adams และ Hutton 1983, Holm และ Nachemson 1983)



รูปที่ 2.7 ลำสันหลังส่วนเอวแบนราบเป็นปริมาณ 25 ถึง 38° เมื่อบุคคลเปลี่ยนท่าทรงตัวจากท่ายืนเป็นท่านั่ง (มุม A - มุม B = 25 ถึง 38 องศา)

ดัดแปลงจาก Andersson กับคณะ (1979)

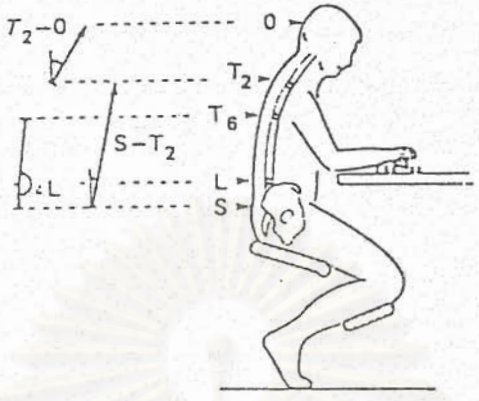


รูปที่ 2.8 เมื่อลำสันหลังส่วนเอวสูญเสียโค้งแอ่นเป็นแบนราบ จะทำให้เกิดแรงอัดที่ด้านหน้าของหมอนกระดูกสันหลัง เกิดแรงดึงขึ้นที่ด้านหลังของหมอนกระดูกสันหลัง กับเอ็นข้อต่อปุ่มกระดูก และกล้ามเนื้อหลังจะหดตัวอย่างต่อเนื่อง

ดัดแปลงจาก Yu และ Keyserling (1989)

แม้ว่าโค้งแอ่นของสันหลังส่วนเอวจะถูกทำให้แบนเรียบ (25 ถึง 38°) ในท่านั่งปกติ (ทำมุม 90° ระหว่างลำตัวกับโคนขา) ก็ตาม Keegan (1953) ก็สรุปว่าโค้งของลำสันหลังส่วนเอวจะมีสภาพเป็นกลางและพัก (neutral and relaxed) เมื่อมุมระหว่างลำตัวกับโคนขาทำประมาณ 135° เมื่อมุมป้านนี้ลดลงเข้าใกล้ 90° เมื่อไร ความแบนเรียบของโค้งสันหลังส่วนเอวก็จะเห็นชัดมากขึ้นเท่านั้น นั่นก็หมายความว่า มุมป้านระหว่างลำตัวกับโคนขาเป็นเงื่อนไขจะทำให้เกิดโค้งแอ่นของลำสันหลังส่วนเอว นักวิจัยหลายคน เช่น Wandal

(1976) และ Engdal (1978) เป็นต้น ได้แนะนำให้ใช้ท่านั่งที่เอนไปข้างหน้า ให้น้ำหนักลงระหว่างแก้มก้นกับเข่า โดยที่เก้าอี้มีคานขวางรับหน้าแข้งกับเข่าไว้กันมิให้ผู้นั่งต้องลื่นไถล (ดูรูปที่ 2.9)

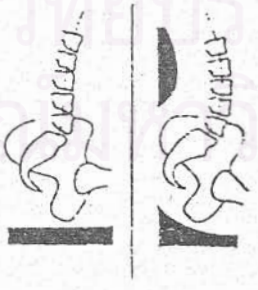


รูปที่ 2.9 เก้าอี้ที่เอนไปข้างหน้าเพื่อให้น้ำหนักลำตัวตกลงมาด้านหน้า

จาก Bendix กับคณะ (1988)

การโค้งโก่งที่ส่วนเอว (lumbar kyphosis) อาจไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องมาจากการเคลื่อนไหวของลำตัวเท่านั้น แต่อาจมาจากการขยับหมุนไปด้านหลังของกระดูกเชิงกรานก็ได้ *การนั่งบนพื้นราบเรียบอย่างสบายโดยที่มีปุ่มกระดูกก้น* (ischial tuberosities) ทั้งสองข้างทำหน้าที่ เป็นจุดหมุนให้กระดูกเชิงกรานหมุนไปทางด้านหลัง ซึ่งการหมุนของกระดูกเชิงกรานในลักษณะนี้ จะทำให้ลำสันหลังส่วนเอวมีการโค้งโก่งเกิดขึ้น แต่การเอนไปข้างหน้าของกระดูกเชิงกรานก็อาจช่วยได้บ้าง แต่ก็ไม่ได้ทำให้เกิดโค้งแอ่นของลำสันหลังส่วนเอวเสมอไป แต่เมื่อนั่งโดยใช้หลังพิงพนักพิง (back rest) ที่บริเวณส่วนเอวแล้ว ลำสันหลังจะถูกบังคับให้เป็นโค้งแอ่นได้ (ดูรูปที่ 2.10)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 รูปทรงของลำสันหลังส่วนเอวในท่านั่ง (ซ้าย) โค้งโก่ง (ขวา) โค้งแอ่นเมื่อใช้หลังพิงพนักพิง

จาก Kroemer และ Robinette (1969)

การใช้พนักพิงที่ออกแบบ และสร้างอย่างถูกต้องก็อาจใช้เพื่อลดระดับความแบนเรียบของสันหลังส่วนเอวได้และมีประโยชน์ถึง 3 ประการ 1) พนักพิงจะทำให้กระดูกเชิงกรานหมุนกลับและเกิดโค้งแอ่นของสันหลังส่วนเอว ดังนั้นจึงลดแรงดึงให้กับกล้ามเนื้อส่วนหลัง ลดแรงอัดบนหมอนกระดูกสันหลัง และลดแรงดึงของเอ็นข้อต่อปุ่มกระดูกได้ (Adams และ Hutton 1980) 2) พนักพิงลดความกดดันบนหมอนกระดูกสันหลังได้ เพราะว่า ภาระบนหมอนกระดูกเหล่านี้มีสาเหตุมาจากแรงดึงของกล้ามเนื้อหลังซึ่งมีหน้าที่พยุงท่าทรงตัว ถ้าใช้พนักพิงแรงดึงนี้จะลดลง (Andersson กับคณะ 1974) และ 3) การงอและการยืดลำตัวพร้อมๆ กับการใช้หลังพิงพนักจะทำให้สันหลังมีการเคลื่อนไหว ซึ่งจะเพิ่มปริมาณการส่งผ่านโภชนาหารไปยังเนื้อลำสันหลัง (Adams และ Hutton 1983, Holm และ Nachemson 1983, Kroemer กับคณะ 1985)

Eklund และคณะ (1982) รายงานว่าการให้เท้าต้องรับน้ำหนักน้อยกว่า 1 ใน 3 ของน้ำหนักตัวในท่าทรงตัวหนึ่งๆนั้นเป็นสิ่งจำเป็น มิฉะนั้นแล้วผู้นั้นจะเริ่มมีภาวะไม่สบายเกิดขึ้นที่บริเวณเท้าเนื่องจากว่าการไหลเวียนของเลือดจะเริ่มไม่สะดวก ซึ่งจะต้องแก้ไขด้วยการขยับเปลี่ยนท่าทรงตัว ในบางกรณีที่นั่งอาจต้องรับแรงอื่นเพิ่มนอกเหนือจากน้ำหนักตัวของผู้นั่งเมื่อแขนต้องเคลื่อนไหวหรือแขนหรือขาต้องออกแรงทำงาน ซึ่งแรงเหล่านี้จะถูกส่งผ่านร่างกายและที่นั่งต่อไปยังพื้น รายงานวิจัยหลายฉบับยืนยันว่าพนักพิงเป็นทางผ่านทางหนึ่งของแรงเหล่านี้มิเช่นนั้นแล้ว กล้ามเนื้อหน้าท้องจะต้องทำงานอย่างต่อเนื่องเพื่อทำหน้าที่เป็นทางผ่านของแรงต่างๆ ด้วย นอกจากนี้ พนักพิงยังสามารถลดภาระบนลำสันหลังส่วนเอวโดยการส่งผ่านแรงโน้มถ่วงอันเนื่องมากจากศีรษะแขนและลำตัวส่วนบนด้วย (Corlett และ Eklund 1984)

Nachemson (1981) รายงานว่าความดันต่ำสุดภายในหมอนรองกระดูกจะมีขึ้นได้เมื่อมุมระหว่างโคนขากับลำตัวของผู้นั่งประมาณ 110° ซึ่งทำให้เกิดโค้งแอ่นของลำสันหลังส่วนเอว แม้ว่าผู้ปวดหลังจะรายงานว่าเก้าอี้ชนิดนี้จะช่วยบรรเทาอาการปวดหลังได้ก็ตาม แต่ก็มีผู้วิจัยคณะอื่น เช่น Drury และ Francher (1985), Bendix กับคณะ (1988) รายงานจากผลการทดลอง และสอบถามความเห็นว่าเก้าอี้ดังกล่าวได้รับคะแนนนิยมน้อยกว่าเก้าอี้แบบธรรมดา

การนั่งเป็นระยะเวลานานๆ จะเพิ่มความเสี่ยงให้แก่อาการผิดปกติของหลังได้มากกว่าการนั่งสลับด้วยการยืน และการเดินไปมา (Wood และ McLeish 1974) ความจริงในเรื่องอัตราเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของการปวดหลังนั้น จะเกิดขึ้นต่อบุคคลผู้ยืนอยู่เป็นระยะเวลานานๆ ด้วยเช่นกัน (Magora 1972) อาการผิดปกติที่เกิดขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อต้องนั่งเป็นระยะเวลานานๆ ก็คือภาวะไม่สบายของแก้มก้นอันเนื่องมาจากความกดดันระหว่างแก้มก้นกับที่นั่ง ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอาการชา และถ้าที่นั่งอยู่สูงเกินไป ความกดดันก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้ภาวะไม่สบายจะเกิดขึ้นเพิ่มเติมที่บริเวณขาและเท้า (Floyd และ Roberts 1958)

การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของเท้าทั้งสองข้างก็อาจปรากฏขึ้น เนื่องจากการนั่งเป็น

การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของเท้าทั้งสองข้างก็อาจปรากฏขึ้น เนื่องจากการนั่งเป็นระยะเวลานานๆ (Pottier กับคณะ 1969) การทดลองของ Winkel (1985) ได้แสดงให้เห็นว่า การนั่งนานกว่า 8 ชั่วโมง อาจทำให้ปริมาตรของเท้าเพิ่มขึ้นถึง 5% อาการบวมดังกล่าวอาจลดลงได้เหลือเพียง 2% ถ้าได้มีการให้ผู้นั่งได้เดินพักผ่อน 2 นาทีทุกๆ 15 นาที

2.2 ระเบียบวิธีเชิงจิตวิสัย (Subjective Methods)

เก้าอี้ทุกตัวถูกสร้างขึ้นมาสำหรับผู้นั่งมิใช่สำหรับตัวมันเอง ดังนั้นลักษณะที่ส่งเสริมการปฏิบัติงานของเก้าอี้ควรมีความสำคัญเป็นอันดับหนึ่ง และเรื่องของความสวยงามน่าใช้ควรเป็นอันดับรองลงมา นั่นก็หมายความว่า การประเมินคุณค่าของเก้าอี้ควรต้องให้ความสำคัญต่อการตอบสนองจากผู้นั่งในด้านสรีรวิทยา และความพอใจของผู้นั่ง การประเมินคุณค่าของเก้าอี้โดยศึกษาจากมิติ และสัดส่วนของร่างกายแต่เพียงประการใด ประการหนึ่งย่อมไม่เพียงพอ อย่างไรก็ดี แม้ว่าในปัจจุบันนี้ การศึกษาวิจัยในเรื่องการออกแบบสถานีทำงานอาจแบ่งออกเป็นหลายหัวข้อ เช่น สัดส่วนร่างกาย กายวิภาควิทยา การทำงานของกล้ามเนื้อการประเมินภาวะสบาย การกระจายของน้ำหนักที่เกิดขึ้นในขณะนั่ง และความสะดวกในการลุกขึ้นเป็นต้น ซึ่งในเรื่องต่างๆ เหล่านี้แม้ว่านักวิจัยจะให้ความสำคัญแก่ขนาดของเก้าอี้ และโต๊ะที่เหมาะสมกับผู้นั่งทำงานที่ทำให้ผู้นั้นมีภาวะสบายที่สุด ก็ยังไม่อาจกำหนดขนาดได้ อย่างไรก็ดีข้อสังเกตของ Barkla (1961) ก็มีอิทธิพลต่อผักออกแบบอยู่มากนั่นคือ **เก้าอี้ที่มีขนาดพอดีกับผู้นั่งไม่อาจเป็นหลักประกันให้มีภาวะสบาย (comfort) ได้เสมอไป แต่เก้าอี้ที่มีขนาดไม่พอดีกับผู้นั่งย่อมไม่ทำให้มีภาวะสบายเกิดขึ้นอย่างแน่นอน** เมื่อได้มีการพิจารณาในแนวคิดเรื่อง ภาวะสบาย ประสิทธิผล และสุขภาพ อันเป็นหลักการสำคัญของนักวิจัยสาขาการยศาสตร์ทุกคน van Wely (1970) ก็ได้มีข้อเสนอให้พิจารณาอย่างน่าคิดว่า **แม้ว่าภาวะสบายจะเป็นเหตุผลสำคัญประการหนึ่งที่จะเอื้ออำนวยให้มีการทำงานอย่างมีประสิทธิผลอย่างมากก็ตาม แต่ก็มีข้อสงสัยว่าภาวะเช่นนั้นจะเป็นภาวะที่ถูกสุขลักษณะหรือไม่**

Bhatnager, Drury และ Schiro (1985) สรุปว่า โดยทั่วๆ ไปความรู้สึกของภาวะสบาย จะมีส่วนสัมพันธ์กับท่าทรงตัวที่ดีในการนั่งและเก้าอี้ที่เหมาะสม ดังนั้นภาวะสบายตัวจึงถูกนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดท่าทรงตัวในการนั่งที่ถูกต้อง อย่างไรก็ดีเนื่องจากว่าการชี้ระดับภาวะสบายเป็นเรื่องเกี่ยวกับจิตวิสัย (subjective) หรือความเห็น จึงเป็นการยากที่จะสรุปในเชิงวัตถุวิสัย (objective) ได้ ในการวิจัยเฉพาะเรื่องนิยมระบุชี้ระดับภาวะที่ไม่สบาย (discomfort index) เพราะสามารถที่จะให้ความรู้สึกได้แม่นยำมากกว่า Lueder (1983) กำหนดให้ ภาวะสบาย หมายถึง ไร้ภาวะไม่สบาย วิธีการวัดระดับภาวะสบายในการนั่ง อาจทำได้จากการตรวจสอบระยะเวลานั่งอย่างต่อเนื่องโดยอาศัยสมมติฐานที่ว่าผู้นั่งยิ่งนั่งนาน ย่อมแสดงว่าท่านั่งจะมีระดับภาวะสบายมากยิ่งขึ้นเท่านั้น ผลงานวิจัยหลาย

รายได้ให้เหตุผลไว้อย่างน่าเชื่อถือว่า จำนวนครั้งของการขยับตัวหรือเคลื่อนไหวบางส่วนของร่างกายในระหว่างการนั่ง แสดงถึงระดับภาวะสบายตัวของท่านั่ง ผู้นั่งยิ่งขยับตัวหรือเคลื่อนไหวขณะนั่งน้อยครั้งเท่าใด ท่านั่ง และเก้าอี้ย่อมส่งเสริมให้มีระดับภาวะสบายเพิ่มมากขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ดีผลการวิจัยพอจะสรุปได้ว่า การประเมินภาวะความสบายของเก้าอี้โดยใช้ความเห็นจากผู้ดำเนินการนั้น ไม่จำเป็นต้องสอดคล้องกับผลการทดลองเสมอไป Shackel กับคณะ (1969) สรุปในรายงานผลการวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ว่าภาวะสบายของท่านั่งนั้นเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนมาก และไม่อาจสรุปผลได้โดยอาศัยข้อเท็จจริงจากสัดส่วนร่างกาย และมิติของเก้าอี้เท่านั้น แต่ต้องอาศัยปัจจัยอื่นๆ อีกมาก วิธีการที่ดีและเหมาะสมที่สุดขณะนี้ก็คือการทดลอง

Branton (1969) ในการทดลองตามระเบียบวิธีเชิงจิตวิสัย (subjective methods) ได้สรุปว่า ผู้นั่งอายุระหว่าง 30-35 ปี มักจะมีความรู้สึกที่ค่อนข้างไวต่อภาวะสบายกว่าผู้นั่งที่มีอายุน้อยกว่า และ LeCarpentier (1969) ก็ได้เสริมและตั้งข้อสังเกตว่า มิติที่บันทึกได้จากการทดสอบภาวะสบายของผู้นั่งคนเดียวกัน แต่ต่างวันเวลากันอาจแตกต่างกันได้

ระเบียบวิธีเชิงจิตวิสัยรวมถึง วิธีการวัดหลายวิธีซึ่งต้องการความรู้ความเข้าใจในเรื่องจิตฟิสิกส์ (psychophysics) ภาวะสบายเป็นหนึ่งในตัวแปรหลายๆ ตัวซึ่งวัดและตรวจสอบได้โดยการจัดลำดับขั้น (ranking) หรือลำดับขั้นการจัดค่า (rating scale) นักวิจัย เช่น Allen และ Bennett (1958) ได้ใช้วิธีการบังคับเลือกโดยการเรียงลำดับภาวะสบายของทุกส่วนของร่างกายในการประเมินคุณค่าของเก้าอี้ของนักบิน แต่ Corlett และ Bishop (1976) นิยมใช้ภาวะไม่สบายเป็นดัชนีการวัด โดยการสอบถามผู้นั่งทดสอบให้จัดลำดับ หรือให้ค่าภาวะไม่สบายที่เกิดขึ้นต่อส่วนต่างๆ ของร่างกาย (ไม่จำเป็นต้องครอบคลุมทุกส่วนของร่างกาย)

ภาวะไม่สบายย่อมเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ เช่น Branton (1969) เสนอว่าผู้นั่งด้วยการตรึงท่าทรงตัวควรสลับด้วยการพักเปลี่ยนท่าบ้างส่วน Shipley (1969) แนะว่าภาวะไม่สบายแปรตามการปลุกใจและความสนใจของผู้นั่ง ดังนั้นหากผู้นั่งมีความสนใจที่แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นผู้นั่งทดสอบคนเดียวกันก็ตาม แต่ต่างวาระกันย่อมกำหนดลำดับค่าภาวะไม่สบายที่แตกต่างกันด้วย ดังที่ LeCarpentier (1969) ได้สรุปไว้แล้วข้างต้น

ประเด็นในเรื่องการเน้น (focus) หรือการให้ความสำคัญเฉพาะอย่างมีความหมายมากพอควรในเรื่องการกำหนดค่าภาวะไม่สบาย Wachsler และ Learner (1960) รายงานว่าปัจจัยที่มีสหสัมพันธ์อย่างสูงกับความรู้สึกภาวะสบายในการประเมินคุณค่าเก้าอี้สำหรับกลุ่มพนักงานการบิน คือภาวะสบายของแก้มก้นและหลังถ้าหากมีการกำจัดหรือแก้ไขภาวะไม่สบายของทั้งสองปัจจัยนี้ ผู้เข้าทดสอบก็จะไม่สนใจในภาวะไม่สบายของส่วนอื่นๆ

ในการประเมินคุณค่าของเก้าอี้ ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบก็มีความสำคัญมาก Jones (1969) สรุปการทดสอบว่าภาวะไม่สบายจะปรากฏเมื่อเวลาผ่านไปแล้วอย่างน้อย 3

ชั่วโมง แต่ Branton (1966) เห็นว่าการสนองตอบภาวะไม่สบายควรจะใช้เวลาน้อยกว่านี้ ซึ่ง Shackel กับคณะ (1969) สนับสนุนว่าควรใช้ระยะเวลาการนั่งเพียง 5 นาที เช่นเดียวกับการทดลองของ Wachler และ Learner (1960) ที่ได้สรุปว่าเวลาที่ใช้ในการนั่งเพียง 5 นาที ก็ให้ผลลัพธ์เช่นเดียวกับการนั่งทดลองถึง 4 ชั่วโมง แต่ว่า Barkla (1964) เสนอแนะว่าที่ใช้ในการนั่งทดลองต้องไม่น้อยกว่า 30 นาที จึงจะได้ผลลัพธ์ที่มีความเชื่อมั่นสูง

นอกเหนือจากการสอบถามภาวะไม่สบายของส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Body Part Discomfort หรือ BPD) ผู้นั่งทดสอบอาจตอบคำถามเกี่ยวกับรายละเอียดของเก้าอี้ (Chair Feature Check List หรือ CFCL) หรือเกี่ยวกับงานที่กำลังทำเพื่อรับรู้เกี่ยวกับความยากง่ายของงาน (Shackel กับคณะ 1969, Drury และ Coury 1982)

Drury และ Coury (1982) ได้เสนอระเบียบวิธีการทดสอบเก้าอี้ โดยมีกระบวนการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. เปรียบเทียบมิติกับสัดส่วนร่างกายของผู้นั่ง

2. ให้โอกาสการปรับเปลี่ยนมุม ระยะทางของเก้าอี้ พนักพิง และส่วนอื่นจนผู้นั่งพอใจ ปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ 5 นาที

3. นั่งและทำงานใช้เวลาทดสอบประมาณ 2 ชั่วโมง 30 นาที และทำการสอบถามภาวะไม่สบายโดยทั่วไปและภาวะไม่สบายของส่วนต่าง ๆ ทุก ๆ 30 นาที

4. ให้ผู้นั่งตอบ CFCL เมื่อสิ้นสุดการทดลอง Wotzka และคณะ (1969) ได้ทำการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับลักษณะของเก้าอี้ที่ผู้นั่งพึงประสงค์ และทำการสร้างเก้าอี้ทดสอบตามลักษณะสำคัญที่ได้รับการตอบสนองจากผู้ตอบแบบสอบถาม ระยะเวลาที่ใช้ในการทดสอบนั่งประมาณ 20-30 นาที ซึ่งได้ให้โอกาสแก่ผู้เข้าทดสอบทำการปรับเก้าอี้จนกระทั่งตนเองรู้สึกว่าได้ท่านั่งที่เหมาะสมที่สุด

2.3 การออกแบบสถานีทำงานที่เหมาะสม

สถานีทำงานที่ประกอบไปด้วย เก้าอี้และโต๊ะ คือเครื่องมือชนิดหนึ่งที่จะช่วยให้การทำงานบรรลุวัตถุประสงค์ได้เหมือนกับอุปกรณ์ชนิดอื่นๆในสถานที่ทำงาน การออกแบบควรจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะการทำงานที่จุดนั้นนั้น และขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมตลอดจนลักษณะของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่าสถานีทำงานเพียงชนิดเดียว แบบเดียวจะให้เหมาะสมกับงานทุกอย่างคงเป็นไปได้ยากมาก และความคิดเกี่ยวกับ **สถานีทำงานที่เหมาะสมที่สุด** โดยไม่พิจารณาเกี่ยวกับลักษณะการทำงานด้วยนั้น ย่อมเป็นไปไม่ได้

ย่อมเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่า ข้อมูลในเรื่องสัดส่วน ชีวกลศาสตร์ และโครงสร้างของร่างกายจะสามารถให้ภาพรวมในการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์ช่วยให้ได้ท่านั่งที่เหมาะสมถูกสุขลักษณะ แต่ทว่าสถานีทำงานที่เหมาะสมสำหรับพนักงานพิมพ์ดีดหนุ่มสาวอาจไม่

เหมาะเลยกับคนงานสูงอายุในสายการประกอบ ทั้งนี้เนื่องจากว่า ลักษณะการทำงานบุริมนิยม (Preference) ส่วนตัว และสภาพของร่างกายย่อมแตกต่างกันไป ดังนั้นท่าทรงตัวในการนั่งจึงต้องมีความหลากหลายแตกต่างกันออกไป (Kroemer และ Robinette 1969)

ความสูงของเก้าอี้ควรมีการปรับขึ้นลงได้ เพื่อว่าแนวแกนของต้นขาจะได้อยู่ในแนวราบและพื้นเท้าทั้งสองข้างจะได้แนบราบกับพื้นด้วย ซึ่งถือว่าเป็นท่านั่งที่ถูกสุขลักษณะ ดังนั้นความสูงของเบาะนั่งควรจะน้อยกว่าระยะทางระหว่างพื้นกับบริเวณขาพับใต้เข่า หรือที่เรียกว่า popliteal height ด้วยความสูงที่เหมาะสม ผู้นั่งจะสามารถนั่งได้เต็มพื้นที่นั่ง และอาจเคลื่อนย้ายแก้มก้นไปมา หรือขยับเปลี่ยนที่ขาทั้งสองไปมาได้ (Ayoub 1973)

ความกดดันที่ต้นขาจะได้รับจากขอบที่นั่งด้านหน้าของเก้าอี้เป็นภาวะที่ไม่สบายเพราะบริเวณใต้ขาพับ ไม่สามารถที่จะรับแรงอัดเป็นเวลานานๆ ได้ ถ้าเก้าอี้สูงเกินไป ความกดดันเช่นว่าจะมีมากแม้ว่าขอบที่นั่งด้านหน้าจะได้รับการลบคมไปแล้วก็ตาม ดังนั้นผู้นั่งจึงจะพยายามนั่งบนขอบที่นั่ง เพื่อหลีกเลี่ยงแรงอัดดังกล่าว จึงทำให้เกิดมุมป้านระหว่างลำตัวและต้นขาซึ่งทำให้โค้งแอ่นเกิดขึ้นบริเวณลำสันหลังส่วนเอว แต่จะกลายเป็นท่าทรงตัวที่ไม่มั่นคง และก่อให้เกิดความล้า อันเนื่องมาจากกล้ามเนื้อจะต้องหดตัวตลอดเวลา เพื่อรักษาท่าทรงตัวนั้นไว้ (Yu และ Keyserling 1989) ความกดดันใต้ต้นขา อาจลดลงได้เมื่อผู้นั่งเลือกที่จะนั่งเก้าอี้ที่มีความสูงน้อย แต่ก็จะทำให้มุมแหลมเกิดขึ้นระหว่างลำตัวกับต้นขา อันส่งผลให้มีโค้งโก่งเกิดขึ้นที่ลำสันหลังส่วนเอวที่ไม่ต้องการ นอกจากนี้จะทำให้เกิดความกดดันภายในช่องท้อง และผู้นั่งที่สูงอายุจะลุกขึ้นจากเก้าอี้ที่มีความสูงเช่นว่านี้ไม่สะดวก (Kroemer และ Robinette 1969)

หน้าข้าง (profile) ที่ต่างระดับกันของที่นั่ง บางครั้งก็จำเป็น เช่น เก้าอี้นวมใช้นอนได้ และผู้นั่งอาจให้คะแนนระดับภาวะสบายสูง อย่างไรก็ดี สำหรับกรณีทั่วๆ ไป การกำหนดลักษณะของหน้าข้างอย่างพิศดาร อาจมีการเปลี่ยนแปลงท่าทรงตัวของการนั่งได้ พึงระลึกไว้เสมอว่าลักษณะที่ดีของเก้าอี้นั่งประการหนึ่ง ก็คือ ต้องยอมให้มีการเปลี่ยนท่านั่งได้สะดวก Leuder (1983) สรุปจากการวิจัยว่า เมื่อจำเป็นต้องนั่งเป็นเวลานานๆถึงแม้ว่าผู้นั่งจะมีท่านั่งที่สบายที่สุดก็ตาม ก็อาจเปลี่ยนเป็นภาวะไม่สบายและกลายเป็นภาวะที่ทนไม่ได้อีกต่อไปในที่สุดอย่างไรก็ตาม Shackel กับคณะ (1969) ก็เตือนว่าการใช้หลักการความหลากหลายของท่าทรงตัวนั้น อาจไม่เหมาะสม เพราะอาจเป็นไปได้ที่ผู้นั่งอาจรู้สึกสบายดีแล้ว ในขณะที่นั่งอยู่บนเก้าอี้ที่เปลี่ยนท่านั่งที่ไม่สะดวก

Kroemer และ Robinette (1969) แนะนำว่าควรจะเอียงที่นั่งให้ลาดไปข้างหน้า เพื่อจะได้ทำให้กระดูกเชิงกรานของผู้นั่งหมุนไปข้างหน้า ทำให้เกิดโค้งแอ่นที่ลำสันหลังส่วนเอว (รูปที่ 2.10) อย่างไรก็ดี การลาดเอียงของที่นั่งเช่นว่านี้ อาจทำให้ผู้นั่งลื่นไถลไปข้างหน้าได้ ซึ่งจะแก้ไขได้โดยการใช้การหุ้มที่นั่งด้วยวัสดุที่ทำให้มีการเสียดทานเพิ่มขึ้นระหว่างผู้นั่งกับเก้าอี้ แต่ก็อาจทำให้เครื่องแต่งตัวของผู้นั่งดึงเกินไป และทำให้ระดับภาวะสบายลดลง

ได้ นอกจากนี้แรงผลักดันไปข้างหน้าทำให้กล้ามเนื้อขา และเท้าต้องออกแรงอย่างต่อเนื่อง ก็เป็นสาเหตุแห่งความล้าได้ประการหนึ่ง

รายงานวิจัยเรื่องการนั่งจากประเทศตะวันตกหลายฉบับที่สนับสนุนการออกแบบเก้าอี้ให้ลาดเอียงไปข้างหลังเล็กน้อย โดยมีวัตถุประสงค์ให้ใช้พนักพิงอย่างเต็มที่ และป้องกันไม่ให้มีการลื่นไถลไปข้างหน้า อย่างไรก็ดี หากผู้นั่งไม่ใช้พนักพิงหลังแล้ว ความชันของที่นั่งจะบังคับให้กระดูกเชิงกรานหมุนไปด้านหลัง ทำให้เกิดโค้งโก่งที่ลำสันหลังส่วนเอวได้ (Corlett และ Eklund 1984)

โดยทั่วไปแล้วการปรับความชันของที่นั่งให้มีความลาดเอียงระหว่าง 6 องศาบนและใต้แนวราบเป็นสิ่งที่ควรทำอย่างยิ่ง ยกเว้นท่านั่งในการทำงานบางท่าที่ต้องการท่านั่งเป็นพิเศษแตกต่างออกไป ที่นั่งที่อยู่ในระดับราบอันเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป จะโค้งเว้าตรงกลางซึ่งเอื้ออำนวยให้ผู้นั่งได้นั่งตรงกลางและยอมให้ผู้นั่งปรับท่านั่งได้บ้างตามสมควร (Mandal 1981)

เก้าอี้ควรจะได้รับการหุ้มเบาะทั้งนี้ก็เพราะว่า น้ำหนักตัวจะถูกส่งถ่ายผ่านพื้นที่นั่งที่แข็งกระด้าง ทำให้มีความกดดันบริเวณแก้มก้นมาก เป็นผลให้การไหลเวียนของเลือดขัดข้อง มีอาการชาและอาจเจ็บปวดบริเวณนั้นได้ การหุ้มเบาะจะทำให้พื้นที่รับน้ำหนักมีเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดีเบาะนั่งไม่ควรจะอ่อนนุ่มจนกระทั่งแก้มก้นและโคนขาจมลงไปในเบาะ เพราะความสามารถในการขยับเปลี่ยนท่าทรงตัวจะลดลง ดังนั้นเบาะที่ยุบตัวลงได้ประมาณไม่เกิน 1 นิ้ว จึงสนองวัตถุประสงค์ในการขยายพื้นที่รับน้ำหนักตัวและความยืดหยุ่นในการเปลี่ยนท่านั่งได้มากกว่า นอกจากนี้ ที่นั่งไม่ควรมีขอบหรือมุมที่แหลมคมควรจะทำให้มีลักษณะขอบโค้งและหุ้มเบาะเพื่อลดแรงกดดันใต้โคนขาให้มาก ความกว้างและความลึกควรจะกำหนดไว้ให้เพียงพอสำหรับบุคคลที่มีรูปร่างใหญ่ เพื่อการขยับเปลี่ยนท่านั่งได้สะดวก ความลึกของเบาะนั่งเป็นเกณฑ์การออกแบบที่สำคัญประการหนึ่ง กล่าวคือ ถ้าลึกมากเกินไป ผู้นั่งจะพยายามเลื่อนตัวมานั่งตรงขอบข้างหน้าเพื่อลดความกดดันใต้ขาอ่อน ฉะนั้นจึงไม่ได้ประโยชน์จากการใช้พนักพิงหลัง ซึ่งนับเป็นข้อเสียอย่างยิ่งประการหนึ่ง (Mandal 1981, Yu และ Keyserling 1989)

เก้าอี้ควรมีพนักพิงหลังที่ออกแบบอย่างเหมาะสมทุกตัว แม้ว่าจะถูกใช้งานในบางครั้งบางคราวก็ตาม พนักพิงควรอยู่เหนือระดับเบาะนั่งเพื่อให้มีช่องว่างสำหรับกระดูกเชิงกรานและให้พนักพิงได้สัมผัสกับลำสันหลังส่วนเอว โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อกิจกรรมการทำงานต้องการให้ช่วงไหล่และแขนมีการเคลื่อนที่อย่างอิสระ ในกรณีเช่นนี้พนักพิงหลังจะถูกใช้เป็นที่รับภาระบริเวณลำสันหลังส่วนเอวแรงผลักดันไปข้างหน้า จะทำให้เกิดโค้งแอ่นตามต้องการที่ลำสันหลัง (Corlett และ Eklund 1984, Grandjean 1988)

ที่พักแขนอาจไม่มีก็ได้ ถ้าลักษณะการทำงานต้องการให้มีการเคลื่อนที่ของไหล่และแขนอย่างอิสระ อย่างไรก็ดีที่พักแขนอาจใช้สำหรับพักแขนและมือเป็นบางครั้งบางคราวเพื่อลดภาระที่ลำสันหลังจะต้องได้รับจากน้ำหนักร่างกายส่วนบน ที่พักแขนอาจมีประโยชน์ในการช่วยพยุงตัวให้ลุกขึ้นยืน และบ่อยครั้งทีเดียว โดยเฉพาะในสำนักงานที่พักแขนหมายถึงตำแหน่ง

ที่พักเท้าช่วยชดเชยแก้ไข สภาพการณ์ที่เก้าอี้นั่งสูงมากเกินไป ทำให้เท้าทั้งสองข้างอยู่สูงจากพื้น อย่างไรก็ดี ที่พักเท้าที่มีขนาดเล็กก็จัดว่าไม่เหมาะสมนัก ที่พักเท้าในแนวระดับที่ทำไว้ติดกับโต๊ะก็ไม่เหมาะสม เพราะกล้ามเนื้อขาและเท้าจะต้องทำงานตลอดเวลาเพื่อให้เท้าได้วางอยู่บนที่พักเท้าดังกล่าว ที่พักเท้าที่เหมาะสมควรมีพื้นที่ที่มีขนาดกว้างมากพอที่ผู้นั่งจะสามารถวางเท้าทั้งสองได้อย่างสบายไม่เกร็ง และที่พักเท้าควรจะทำมุมเอียงประมาณ 30° ด้านหน้าของผู้นั่ง ลักษณะเช่นนี้ผู้นั่งจะรู้สึกสบาย เพราะที่พักเท้าจะช่วยรองรับเท้าทั้งสองได้ดี (Grandjean 1988)

ท่านั่งที่อยู่ในภาวะไม่สบายมักจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากเพิ่มเก้าอี้เข้าไปผนวกกับโต๊ะทำงานในลักษณะที่เหมือนกับว่าคิดขึ้นได้ภายหลัง ซึ่งในกรณีเช่นนี้ ความสูงของโต๊ะทำงานมักจะไม่เหมาะสมกับความสูงของเก้าอี้นั่ง กล่าวคือ มีช่องว่างสำหรับสอดขาเข้าไปใต้โต๊ะไม่เพียงพอ สถานีงานในสายการผลิตและประกอบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มักจะมีปัญหาในลักษณะนี้อยู่เสมอ โต๊ะและเก้าอี้ของพนักงานพิมพ์ดีดก็ประสบปัญหาในลักษณะเช่นเดียวกัน (Ayoub 1973, Bex 1971, Kroemer และ Robinette 1969)

โครงการวิจัยนี้ถูกเสนอให้มีขึ้น เพื่อให้มีการศึกษาวิธีการออกแบบสถานีทำงานที่เหมาะสมที่สุด โดยอาศัยหลักเกณฑ์ของการยศาสตร์ที่ยึดเอาลักษณะของผู้ใช้ และลักษณะของงานที่ทำเป็นแนวทางการออกแบบ (user-centered design) การวิจัยจะเริ่มด้วยการสร้างโต๊ะและเก้าอี้ที่สามารถปรับระดับได้โดยใช้ระบบนิวเมติกส์ และทำการทดสอบการนั่งอ่านหนังสือเพื่อหาบุริมนิยมของผู้ทดสอบ เปรียบเทียบกับสัดส่วนร่างกาย และชีวกลศาสตร์ของการนั่งตามแผนการทดลองที่ได้กำหนดไว้แล้ว กลุ่มผู้ทดสอบจะเป็นอาจารย์และข้าราชการของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังต่อไปนี้

1. ทำการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งของต่างประเทศ และภายในประเทศ เพื่อพิจารณาเลือกใช้เฉพาะตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ต่อการออกแบบสถานีทำงาน

2. ทำการออกแบบ เขียนแบบ และสร้าง โต๊ะและเก้าอี้ ที่สามารถปรับความสูงต่ำความเอียงได้ โดยใช้ระบบนิวเมติกส์

3. ทำการทดสอบกับอาจารย์และข้าราชการ โดยการทดสอบสมรรถนะของสายตาการวัดสัดส่วนร่างกาย 21 รายการ และให้นั่งอ่านหนังสือ ภายใต้การส่องสว่างที่คงที่ คือ 750 ลักซ์ โดยมีแผนการทดลองที่กำหนดไว้แล้ว

4. ทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ในการที่จะกำหนดมิติของสถานีทำงานที่เหมาะสมของบุคคลผู้นั้น ต่อไป

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน โดยใช้โต๊ะและเก้าอี้ที่ได้สร้างขึ้นมา ซึ่งมีระบบนิวเมติกช่วยในการปรับระดับและความเอียงของสถานีทำงาน การทดสอบจะกระทำในห้องปฏิบัติการวิจัยการยศาสตร์ ดังมีรายการการทดสอบดังนี้

- การวัดสัดส่วนร่างกาย 21 รายการ
- ข้อมูลสัดส่วนจะถูกนำมาใช้ในการปรับระดับของสถานีทำงาน
- การทดสอบ เพื่อวัดระดับของความไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ของผู้นั่งทดสอบในขณะอ่านหนังสือ เมื่อสถานีทำงานถูกปรับอยู่ในตำแหน่งต่างๆ ตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ (ภาคผนวก)
- ประเมินผลหลังจากที่ผู้ถูกทดสอบนั่งอ่านหนังสือในสภาพการนั้นๆ เป็นเวลา 30 นาที โดยใช้วิธีประเมินค่าของความไม่สบายด้วย 5 ระดับคะแนน กล่าวคือ 0=รู้สึกสบาย 4=ปวดมาก หรือปวดจนทนไม่ได้

3.2 วิธีดำเนินการวิจัย

เนื่องจากปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือเฉพาะที่ใช้ สำหรับการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงาน ดังนั้นในส่วนของการวิจัยครั้งนี้จึงแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้

โต๊ะและเก้าอี้ทดสอบได้ถูกออกแบบ เพื่อให้สามารถปรับระดับและมุมเอียงของส่วนต่างๆ ได้โดยอาศัยระบบนิวเมติก (Pneumatic System) เป็นกลไกในการปรับระดับและมุมต่างๆ และเป็นการเอื้ออำนวยให้ผู้ถูกทดสอบสามารถปรับระดับด้วยตนเองและอย่างปลอดภัย เนื่องจากเป็นระบบที่ใช้แรงดันของลมเป็นตัวทำงาน ซึ่งมีรายละเอียดพอจะจำแนกได้ดังนี้

3.2.1.1 โต๊ะ

- กลไกในการปรับความสูง ใช้กระบอกนิวเมติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ระยะชัก 30 เซ็นติเมตร สามารถปรับความสูงได้ตั้งแต่ 70-100 เซ็นติเมตร

- กลไกในการปรับความเอียงของพื้นโต๊ะใช้กระบอกนิวเมติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร ระยะชัก 35 เซ็นติเมตร สามารถปรับมุมเอียงได้ตั้งแต่ 0-85 องศา

3.2.1.2 เก้าอี้

- กลไกในการปรับความสูง ใช้กระบอกนิวเมติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร และระยะชัก 20 เซ็นติเมตร สามารถปรับความสูงได้ตั้งแต่ 30-50 เซ็นติเมตร

- กลไกในการปรับความเอียงของเบาะที่นั่ง ใช้กระบอกนิวเมติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร ระยะชัก 15 เซ็นติเมตร สามารถปรับมุมเอียงของเบาะได้ตั้งแต่ -5 ถึง 20 องศา

- กลไกในการปรับความเอียงของพนักพิง ใช้กระบอกนิวเมติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 มิลลิเมตร และระยะชัก 15 เซ็นติเมตร สามารถปรับมุมเอียงของพนักพิงได้ตั้งแต่ 0 ถึง 30 องศา

3.2.1.3 เครื่องสูบลม

- ขนาด 1/2 แรงม้า มีความดันสูงสุด 15 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร

3.2.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวัดสัดส่วนร่างกาย และมิติของโต๊ะ และเก้าอี้

- เครื่องวัดสัดส่วนร่างกายแบบมาร์ติน
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- เทปวัดความยาว

3.2.1.5 เครื่องมือที่ใช้วัดมุมเอียงของโต๊ะและเก้าอี้

- ลูกดิ่งพร้อมเชือก
- ไม้บรรทัดครึ่งวงกลม

3.2.2 การกำหนดมิติการปรับระยะของโต๊ะ และเก้าอี้เพื่อใช้เป็นตัวแปรในการทดลอง

ลักษณะท่าทางในการนั่งทำงานจะเหมาะสมหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ความสูงของเก้าอี้ที่นั่ง มุมเอียงของเบาะที่นั่ง ความสูงของโต๊ะทำงาน มุมเอียงของพื้นผิวโต๊ะทำงาน และแสงสว่างที่ใช้ในการทำงาน เพื่อที่จะหาว่าในการทำงานชนิดหนึ่งๆ ปัจจัยต่างๆ จะต้องมีลักษณะเช่นไรจึงจะทำให้มีความเหมาะสมในการทำงานชนิดนั้นๆ จึงจำเป็นจะต้องออกแบบการทดลอง (Experimental Design) เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลว่าเมื่อปัจจัยและตัวเปลี่ยนไปจะมีผลต่อภาวะสบายในการนั่งทำงานของคนอย่างไร สำหรับการ

กำหนดปัจจัย และระดับของปัจจัย ในการศึกษาครั้งนี้มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.2.2.1 ความสูงของเก้าอี้

มีผู้ได้เคยทำการวิจัยมาแล้ว และมีการให้คำแนะนำที่แตกต่างกันออกไป เช่น เก้าอี้ ควรมีความสูงต่ำกว่าความสูงของข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่ง (popliteal height, PH) 1 เซ็นติเมตร (Grandjean 1988, Keegen 1953) หรือจากการศึกษาของ Bendix (1984) ได้ทดลองใช้เก้าอี้สูงกว่า ความสูงดังกล่าว (PH) 3-5 เซ็นติเมตร นอกจากนั้นยังมีผู้กล่าวว่าความสูงของเก้าอี้ควรจะสูงเท่ากับ PH อีกด้วย ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงจะทำการทดสอบที่ความสูงของเก้าอี้ 3 ระดับคือ

ระดับที่ 1 ต่ำกว่าระดับของ ความสูงของข้อพับด้านในหัวเข่าขณะนั่ง 1 ซม.
ระดับที่ 2 ที่ระดับเดียวกับ ความสูงของข้อพับด้านในหัวเข่าขณะนั่ง
ระดับที่ 3 สูงกว่าระดับของ ความสูงของข้อพับด้านในหัวเข่าขณะนั่ง 3 ซม.

3.2.2.2 ความเอียงของพื้นเก้าอี้

สำหรับความเอียงของพื้นเก้าอี้ ก็เป็นไปในทำนองเดียวกัน กล่าวคือมีผู้ได้เคยทำการศึกษามาแล้วหลายราย และข้อแนะนำก็ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เช่น Mandal (1981) แนะนำว่าเก้าอี้ควรเอียงไปข้างหน้า 10 องศา ผู้วิจัยบางรายก็เสนอแนะว่าควรเอียงไปข้างหลัง 5 องศา ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงไม่กำหนดแน่นอนว่ามุมเอียงของเก้าอี้ต้องเป็นเท่าไรแต่จะยึดหลักการที่ว่า เมื่อนั่งที่ความสูงที่ระบุไว้แล้ว หากเท้าทั้งสองของผู้นั่งไม่วางแบนราบกับพื้น ก็จะให้แก้ไขโดยการปรับความเอียงของเบาะที่นั่งจนทำให้เท้าของผู้นั่งวางแบนราบลงกับพื้นได้โดยที่เข่าไม่ต้องงอ ซึ่งมุมเอียงที่ได้นี้เอง คือ มุมเอียงที่เหมาะสมสำหรับผู้นั่งแต่ละคนที่แต่ละความสูง สำหรับสาเหตุที่ต้องยึดหลักเท้าราบกับพื้นก็เพราะว่าการที่เท้าวางแบนราบกับพื้น จะช่วยทำให้เท้ารับน้ำหนักของลำตัวได้อย่างเต็มที่ น้ำหนักที่กดลงบนกระดูกก้นกบหรือแก้มก้นก็จะลดลง ซึ่งเป็นการลดความเมื่อยล้าบริเวณนั้นลงได้

3.2.2.3 ความเอียงของพนักพิง

Yamaguchi กับคณะ (1972) ได้ศึกษาเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงแรงกดบนหมอนกระดูกสันหลัง พบว่าท่านั่งที่เอนไปด้านหน้า จะเกิดแรงกดสูงบนหมอนกระดูกสันหลังและการนั่งเอนไปด้านหน้านานๆ นั้น จะทำให้เกิดการเสื่อมของหมอนกระดูกสันหลัง และพบว่าแรงกดนี้จะมีค่าต่ำสุด เมื่อความชันของที่นั่งอยู่ระหว่าง 15-20° และพนักพิงอยู่ระหว่าง 120-125 องศา จะเห็นว่าความชันของที่นั่งกับพนักพิงจะมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นในเรื่องความเอียงของพนักพิงของการศึกษาครั้งนี้จึงมิได้กำหนดแน่นอน แต่จะให้ผู้ถูกทดสอบปรับระยะห่างของพนักพิง เพื่อทำให้มุมเอียงของพนักพิงมีความเหมาะสมและรู้สึกว่าตัวเองนั่งอยู่ในท่าที่สบายที่สุด ซึ่งจะต้องสัมพันธ์กับความเอียงของที่นั่ง

3.2.2.4 ความสูงของโต๊ะ

จากการศึกษาของ Grandjean (1988) พบว่าพื้นโต๊ะควรสูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้น ขณะนั่ง (elbow height, sitting) ประมาณ 3 เซ็นติเมตร การวิจัยครั้งนี้จึงทำการศึกษาที่ความสูงของโต๊ะ 2 ระดับ คือ

ระดับที่ 1 สูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง 3 ซม.

ระดับที่ 2 สูงกว่าความสูงของข้อศอกจากพื้นขณะนั่ง 5 ซม.

3.2.2.5 ความเอียงของพื้นโต๊ะ

จากลักษณะของงานที่ต้องวางอยู่บนพื้นโต๊ะ ระยะห่างจากตาถึงชิ้นงานจะมีผลต่อท่าทรงตัวในการทำงาน นั่นคือ เมื่อมุมเอียงของโต๊ะเพิ่มขึ้นก็จะช่วยลดระยะห่างนี้ลง อันเป็นผลให้การก้มหรือการงอหลังเพื่อให้เข้าใกล้ชิ้นงานนั้นมีน้อยลง การเอนลำตัวไปทางด้านหน้าก็จะลดลง นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถใช้พนักพิงได้ดีขึ้น แต่ถ้าให้มุมเอียงของพื้นโต๊ะมีมากเกินไป การทำงานจะไม่สะดวก เพราะชิ้นงานจะเคลื่อนตัวไหลลงมาตามระนาบเอียงได้ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงจะทำการศึกษาเพื่อหาระดับความเอียงของพื้นโต๊ะที่เหมาะสม โดยได้กำหนดระดับความเอียงของพื้นโต๊ะไว้ 3 ระดับคือ

ระดับที่ 1 ที่ระดับ 0 องศา

ระดับที่ 2 ที่ระดับ 15 องศา

ระดับที่ 3 ที่ระดับ 20 องศา

หมายเหตุ ความเอียงของพื้นโต๊ะจะทำการวัดเทียบกับแนวระดับโดยเริ่มต้นจากศูนย์

3.2.2.6 แสงสว่าง

แสงสว่างจะมีผลต่อท่าทรงตัวในการนั่งโดยมีเหตุผลในทำนองเดียวกันกับความเอียงของพื้นโต๊ะ คือเมื่อความส่องสว่างมีน้อย การก้มตัวหรือโค้งงอของลำตัวไปทางด้านหน้าจะมีมาก เพื่อให้สามารถมองเห็นชิ้นงานที่กำลังทำอยู่ได้อย่างชัดเจน และเมื่อความเข้มของแสงเพิ่มขึ้น การก้มตัวก็จะลดน้อยลง ในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดให้ใช้ระดับความเข้มของแสงที่ 750 ลักซ์ ซึ่งเป็นความเข้มในการส่องสว่างที่ใช้กันทั่วๆ ไป

3.2.3 การเลือกกลุ่มประชากร

ผู้ถูกทดสอบได้แก่ อาจารย์ ข้าราชการและ นิสิตปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทั้งเพศชายและหญิง อายุระหว่าง 22-58 ปี ผู้ถูกทดสอบเป็นอาสาสมัครที่ไม่มีอาการป่วยหรือบาดเจ็บอย่างรุนแรงในส่วนต่างๆ ของร่างกาย คือ คอ ไหล่ หลัง เอว ก้น ต้นขา หัวเข่า และเท้า เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการประเมินผล ผู้ถูกทดสอบต้องผ่านการนั่งปฏิบัติงานตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว

3.2.4 ขั้นตอนของการทดสอบ

การดำเนินการทดสอบทั้งหมดกระทำภายในห้องปฏิบัติการวิจัยการยศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยงานที่เลือกศึกษาครั้งนี้ คือการอ่านหนังสือ (รายละเอียดของงานที่เลือกศึกษาได้แสดงไว้ในภาคผนวก เมื่อทำการคัดเลือกประชากรแล้ว ก็ได้ดำเนินการทดสอบตามลำดับดังนี้

3.2.4.1 การวัดสัดส่วนร่างกาย (Anthropometry)

การวัดสัดส่วนร่างกายของผู้ถูกทดสอบ จะทำขึ้นภายในห้องปฏิบัติการวิจัยการยศาสตร์โดยใช้หลักการ และรายละเอียดในการวัดสัดส่วนร่างกายของ Ayoub กับคณะ (1984) ซึ่งมีการกำหนดตำแหน่งที่หมายของร่างกายที่เป็นจุดหลักเริ่มต้นและสิ้นสุดการวัด เครื่องมือที่ใช้วัด วิธีการดำเนินการและแบบฟอร์มข้อมูลได้แสดงไว้ในรายงานการวิจัยของ กิตติ อินทรานนท์ กับ คณะ (2531) สัดส่วนต่างๆ ที่จะทำการวัดมีดังต่อไปนี้

น้ำหนัก (weight)
ความสูง (stature)
ระยะเหยียดแขนขณะลำตัวตั้งตรง (arm reach)
ความหนาสูงสุดของลำตัว (max body depth)
ความหนาของลำตัวบริเวณอก (chest depth)
ระยะระหว่างก้นถึงส้นเท้าขณะนั่งเหยียดขาในแนวระดับ (buttock-leg length)
ระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้น (buttock-knee length)
ระยะระหว่างข้อศอกถึงปลายสุดของนิ้วขณะเหยียดตรง (forarm-hand length)
ระยะระหว่างข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่ (shoulder-elbow length)
ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (buttock-popliteal length)
ความสูงขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (sitting height)
ความสูงของดวงตาขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (eye height sitting)
ความสูงของของปุ่มหัวไหล่ขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (sholuder height sitting)
ความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (elbow height sitting)
ความสูงของหัวเข่าขณะนั่งวัดจากพื้น (knee height sitting)
ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง (popliteal height sitting)
ความกว้างเฉลี่ยโคนขา (theigh clearance height sitting)
ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง (shoulder breadth sitting)
ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (elbow to elbow breadth)
ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (hip breadth)
ระยะระหว่างหัวเข่าทั้งสอง (knee to knee breadth)

3.2.4.2 การวัดสมรรถนะของสายตา

ผู้ถูกทดสอบทุกท่านจะผ่านการวัดสมรรถนะของสายตาว่าอยู่ในสภาพที่ปกติหรือไม่โดยกระทำถึง 2 ครั้ง ในระยะเวลาที่ห่างกันเพื่อความถูกต้อง ข้อมูลที่ได้รับจะถูกนำมาเพิ่มในฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

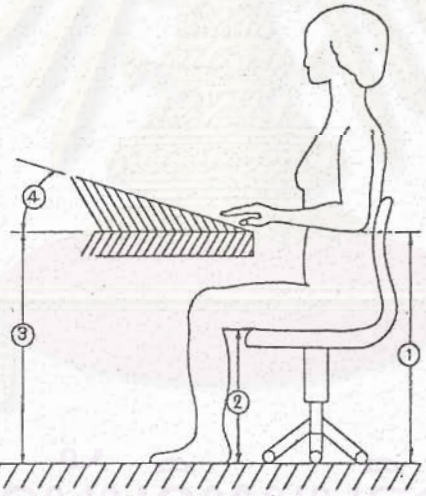
3.2.4.3 การปรับระดับของโต๊ะ และเก้าอี้ทดสอบ

การปรับระดับของโต๊ะ และเก้าอี้ทดสอบ ต้องทำให้ได้ระดับตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการวัดสัดส่วนร่างกายในข้อ 1 เป็นมิติที่กำหนดระดับของโต๊ะและเก้าอี้ ดังนี้

1) ความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้นเป็นตัวกำหนดความสูงของโต๊ะ (ความสูงของโต๊ะจะวัดที่ขอบบนสุดด้านในส่วนที่อยู่ชิดลำตัว ดังรูปที่ 3.1)

2) ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง เป็นมิติกำหนดความสูงของพื้นเก้าอี้ (ความสูงของเก้าอี้จะวัดบริเวณส่วนบนสุดตรงกับตำแหน่งของจุดหมุน โดยจะวัดในขณะที่พื้นเก้าอี้อยู่ในแนวระดับ ดังรูปที่ 3.1)

3) มุมเอียงของพื้นโต๊ะจะปรับตามแผนที่ได้กำหนดไว้แล้ว



① ความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น
② ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง
③ ความสูงของโต๊ะ
④ มุมเอียงของพื้นโต๊ะ

รูปที่ 3.1 แสดงการวัดมิติของโต๊ะและเก้าอี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.5 ลำดับขั้นตอนการปรับระดับโต๊ะและเก้าอี้

ลำดับขั้นตอนการดำเนินงานในการปรับระดับของโต๊ะและเก้าอี้ให้เป็นไปตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ นั้น มีขั้นตอนการปฏิบัติดังนี้

ขั้นตอนที่ 1. เปิดวาล์วควบคุมให้แรงดันของลมจากปั๊มลม เข้าสู่ระบบนิวเมติกส์ของโต๊ะและเก้าอี้ทดสอบจนเต็ม

ขั้นตอนที่ 2. ปรับความเอียงของโต๊ะตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้แล้วทำการล๊อคให้แน่น

ขั้นตอนที่ 3. ปรับความสูงของโต๊ะตามสัดส่วนของผู้ถูกทดสอบ ตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ แล้วทำการล๊อคให้แน่น

ขั้นตอนที่ 4. ปรับระดับของแสงจากโคมไฟให้ความเข้มแสงที่ตกลงบนพื้นโต๊ะ 750 ลักซ์

ขั้นตอนที่ 5. ปรับความสูงของเก้าอี้ให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำที่สุด

ขั้นตอนที่ 6. ให้ผู้ทดสอบนั่งลงบนเก้าอี้ โดยถอดรองเท้าออกวางเท้าบนเครื่องชั่งน้ำหนัก

ขั้นตอนที่ 7. ปรับความสูงของเก้าอี้ตามมิติสัดส่วนของผู้ถูกทดสอบ ตามแผนการทดลองที่ออกแบบไว้ แล้วทำการล๊อคไว้

ขั้นตอนที่ 8. ให้ผู้ถูกทดสอบปรับระยะห่างระหว่างโต๊ะและเก้าอี้ได้ตามความรู้สึกที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ 9. ให้ผู้ถูกทดสอบปรับระยะห่างของพนักพิงเพื่อให้ได้มุมเอียงที่ต้องการพร้อมๆ กับการปรับมุมเอียงของพื้นเก้าอี้ จนกระทั่งผู้ถูกทดสอบมั่นใจว่าเป็นระดับที่สบายที่สุด แล้วทำการล๊อคให้แน่น (ในขณะที่ปรับเท้าทั้งสองข้างจะต้องวางราบอยู่บนตาชั่งตลอดเวลา)

ขั้นตอนที่ 10. ทำการวัดและบันทึกมุมเอียงของพนักพิงและพื้นเก้าอี้ไว้

ขั้นตอนที่ 11. เมื่อผู้ถูกทดสอบนั่งอ่านหนังสือครบ 30 นาที ให้ตอบแบบสอบถามที่ได้ออกแบบไว้

ขั้นตอนที่ 12. กระทำซ้ำในข้อที่ 2 ถึง 11 อีก ตามลำดับของแผนการทดลองที่ออกแบบไว้จนครบ 18 ครั้ง

ขั้นตอนที่ 13. วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการประเมินผลด้วยวิธีการทางสถิติ

หมายเหตุ จะมีการบันทึกน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่งซึ่งเท้าวางอยู่ทั้งสองข้างในขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลังนั่งอ่านหนังสืออยู่

บทที่ 4

การสร้าง เก้าอี้และโต๊ะทดสอบ และผลการทดสอบ

4.1 โต๊ะทดสอบ

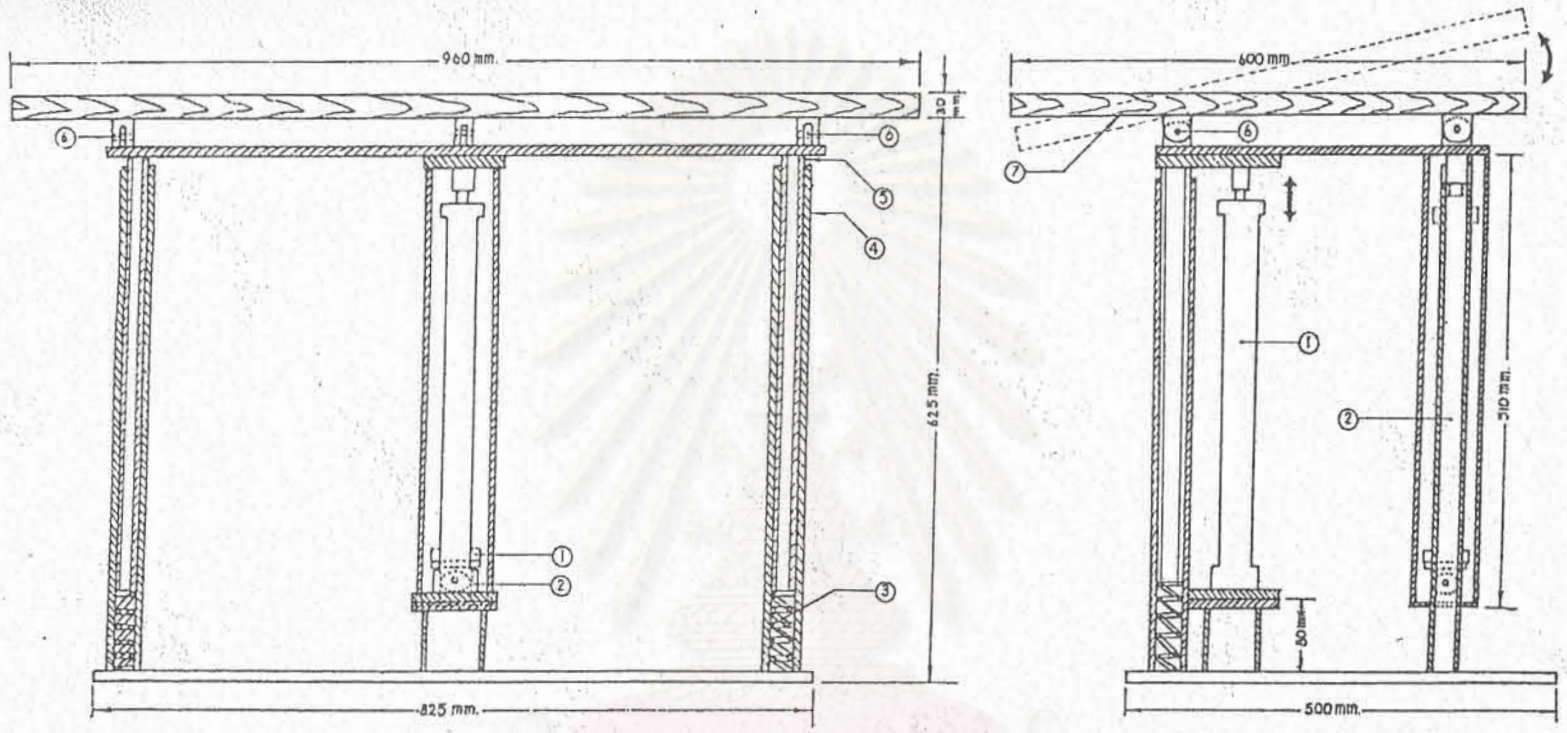
4.1.1 โครงสร้างทั่วๆ ไป

โต๊ะทดสอบได้ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถปรับระดับความสูงและมุมเอียงได้ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โครงสร้างโดยทั่วๆ ไปจะทำด้วยเหล็กเหนียวเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นส่วนของพื้นโต๊ะที่ทำด้วยไม้ ชิ้นส่วนต่างๆ ของโต๊ะสามารถที่จะถอดออกได้เป็นชิ้นส่วนย่อยๆ ทั้งนี้ก็เพราะเมื่อเกิดการขัดข้องหรือเกิดการเสียของกระบอกลมก็จะสามารถทำการถอดออกมาซ่อมได้ง่าย พื้นด้านบนนั้นจะตั้งอยู่บนเสาทั้งสี่ ซึ่งต่อขึ้นมาจากฐานแผ่นเหล็กหนาเป็นเสมือนขาทั้ง 4 ขาของโต๊ะ ซึ่งจะมีลักษณะเป็นปลอกเลื่อน สามารถที่จะเลื่อนขึ้นลงได้เมื่อมีการปรับความสูงของโต๊ะ เสาทั้งสี่จะทำหน้าที่ในการประคองไม่ให้เกิดการบิดของแกนกลางของกระบอกลม ในขณะเลื่อนขึ้นเลื่อนลงภายในของขาโต๊ะด้านหน้าใส่สปริงไว้เพื่อเป็นตัวช่วยรับน้ำหนักของแผ่นโต๊ะด้านบน ซึ่งมีน้ำหนักมาก ส่วนบนของขาหน้าทั้งสองขา จะถูกต่อขึ้นเป็นจุดหมุนของโต๊ะ และมีแผ่นเหล็กเชื่อมต่อยาว ซึ่งจะเป็นเสมือนคานระหว่างขาทั้งสอง บริเวณตรงกลางของคานนี้จะถูกติดเข้ากับกระบอกลม ที่จะใช้ในการปรับความสูงของโต๊ะ ส่วนด้านบนขาหลังทั้ง 2 ขา ก็จะถูกต่อเชื่อมในลักษณะคล้ายๆ กัน ต่างกันที่บริเวณตรงกลาง จะต่อเป็นกล่องเปิดด้านข้างยื่นลงมาด้านล่าง เพื่อใช้ติดตั้งกระบอกลมอีกตัวหนึ่ง ที่จะใช้ในการปรับความเอียงของพื้นโต๊ะ

4.1.2 การติดตั้งกระบอกลม

กระบอกลมตัวที่ 1 จะถูกติดตั้งอยู่บริเวณตรงกลางของพื้นโต๊ะ เพื่อให้การรับน้ำหนักนั้นสมดุล กระบอกจะถูกติดตั้งในแนวดิ่ง ฐานด้านล่างจะยึดติดกับแผ่นเหล็กที่รองขาโต๊ะส่วนบนซึ่งเป็นแกนกลางของกระบอก จะถูกยึดติดกับคานเหล็กที่ต่อเชื่อมระหว่างเสาหน้าทั้งสองของโต๊ะ

กระบอกลมตัวที่ 2 จะติดตั้งอยู่ทางด้านหลังของโต๊ะ ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกันกับกระบอกลมตัวที่ 1 ระหว่างขาหลังทั้งสองข้าง ดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยในการติดตั้งกระบอกลมตัวนี้จุดยึดทั้งด้านบนและด้านล่างจะถูกทำให้เป็นจุดหมุน ทั้งนี้เพราะเมื่อกระบอกลมทำงานเพื่อปรับมุมเอียงของโต๊ะ กระบอกก็จะต้องเอียงตามไปด้วย ซึ่งถ้าหากยึดอยู่กับที่จะทำให้เกิดการดัดและบิดงอได้



รูปที่ 4.1 แบบของโต๊ะทดสอบ

1 กระบอกลมปรับความสูงของโต๊ะ

2 กระบอกลมปรับความเอียงของโต๊ะ

3 สปริงรับน้ำหนักจากขาโต๊ะด้านหน้า

4 ท่อเหล็ก (ปลอกเลื่อนด้านนอก)

5 ท่อเหล็ก (ปลอกเลื่อนด้านใน)

6 จุดหมุนของพื้นโต๊ะ

7 พื้นโต๊ะ (ทำด้วยไม้อัด)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.1 แบบของเก้าอี้ทดสอบ

ลักษณะพิเศษอีกอย่างหนึ่งของกระบอกลมที่ใช้ในการปรับมุมเอียงนี้ จะใช้น้ำมันเป็นสารทำงานในการเลื่อนขึ้นลงของแกนกลางของกระบอกลมซึ่งแรงดันที่ได้ก็ยังคงได้มาจากแรงดันลมเช่นเดิม เพียงแต่จะไม่ใช้ลมทำงานโดยตรง

4.1.3 ลักษณะที่ดีของโต๊ะทดสอบ

เนื่องจากลักษณะโครงสร้างของโต๊ะที่สามารถถอดได้ พื้นโต๊ะที่ใช้มีน้ำหนักเบา จึงเป็นประโยชน์เมื่อต้องนำโต๊ะทดสอบไปใช้ในงานประเภทอื่นๆ ที่มีความจำเป็นต้องใช้พื้นผิวโต๊ะที่ต่างกันออกไป หรือแม้ว่าจะใช้พื้นโต๊ะที่มีขนาดใหญ่กว่าโครงสร้างของโต๊ะก็ยังรับหนักได้และให้ความมั่นคง เนื่องจากฐานที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนี้อุปกรณ์นิวเมติกส์รวมทั้งกระบอกลมต่างๆ สามารถถอดออกได้ง่าย และถูกติดตั้งในตำแหน่งที่ง่ายต่อการบำรุงรักษาอีกด้วย

4.2 เก้าอี้ทดสอบ

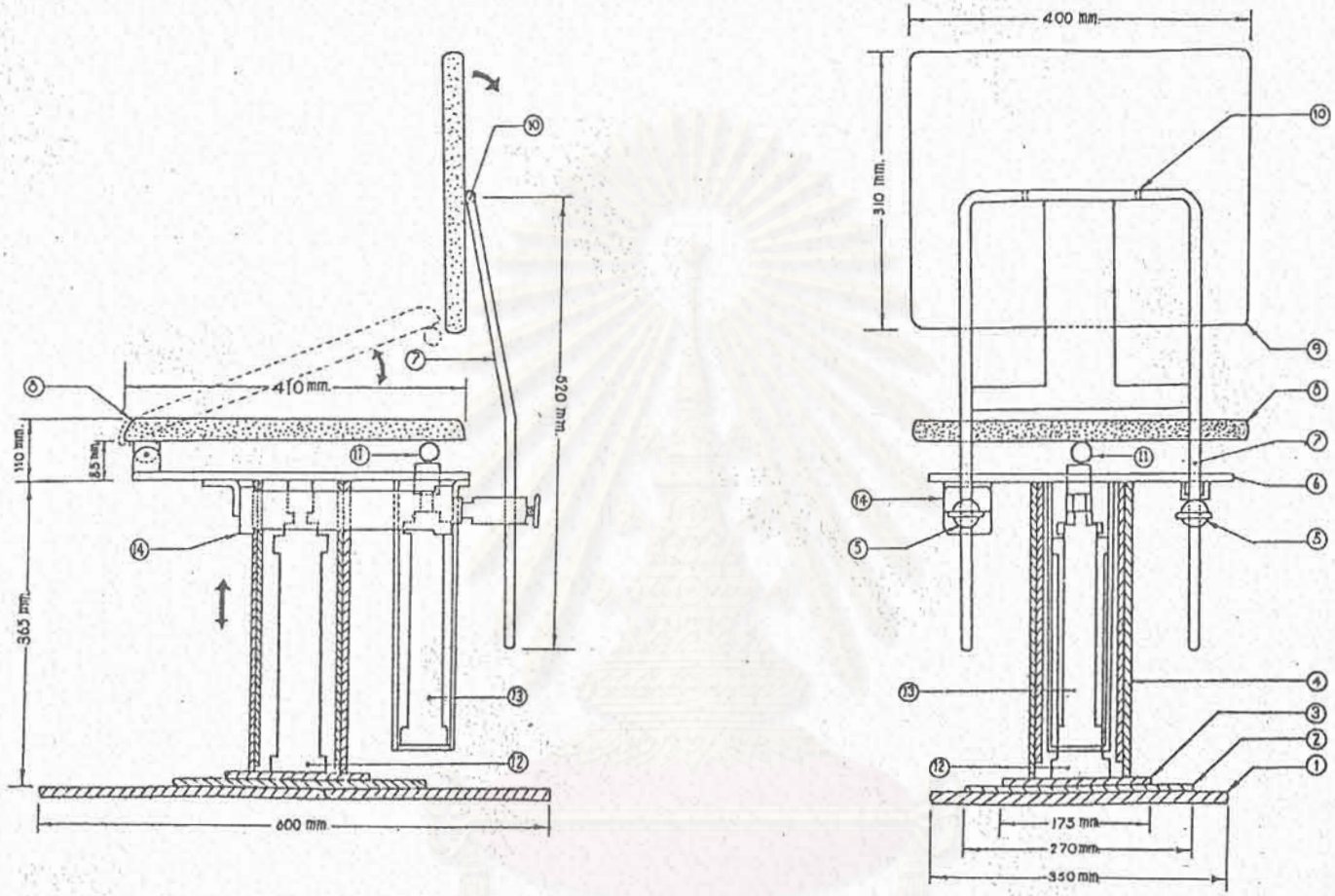
4.2.1 โครงสร้างทั่วๆ ไป

เก้าอี้ทดสอบได้ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้สามารถปรับความสูงและมุมเอียงได้ เช่นเดียวกับโต๊ะ โดยใช้เหล็กเหนียวเป็นส่วนประกอบเป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นพื้นที่นั่ง และพนักพิงของเก้าอี้เท่านั้นที่จะเป็นส่วนประกอบของไฟเบอร์กลาส และบุหุ้มด้วยฟองน้ำและหนัง ชิ้นส่วนต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นเก้าอี้สามารถถอดออกได้ง่าย ทั้งนี้เพื่อให้สามารถซ่อมแซม และดูแลกระบอกลมได้ง่าย ขาของเก้าอี้จะมีเพียงขาเดียว ซึ่งมีลักษณะเป็นปลอกเลื่อนเช่นเดียวกับขาของโต๊ะ แต่มีขนาดใหญ่กว่า โดยจะยึดติดกับฐานของเก้าอี้ด้านล่าง ซึ่งจะช่วยทำหน้าที่ในการประคองการเคลื่อนที่ขึ้นลงของแกนกลางกระบอกลม และยังช่วยรับแรงที่กดลงจากส่วนบนได้ ช่วยให้กระบอกลมรับน้ำหนักน้อยลงได้บ้าง ส่วนบนของปลอกเลื่อนมีแผ่นเหล็กปิด เพื่อใช้ในการยึดกระบอกลมที่ใช้ในการปรับระยะของพนักพิง และความเอียงของพื้นเก้าอี้ และยังทำหน้าที่เป็นแผ่นในการรองรับการติดพื้นเก้าอี้อีกด้วย

4.2.2 การติดตั้งกระบอกลม

เนื่องจากในการปรับขนาดส่วนต่างๆ ของเก้าอี้นั้นมีถึง 3 ตำแหน่งด้วยกัน ดังนั้นกระบอกลมที่ใช้จึงมี 3 กระบอก ซึ่งมีขนาดต่างๆ กันดังได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3

กระบอกลมตัวที่ 1 จะทำหน้าที่ในการปรับระดับความสูงของเก้าอี้โดยจะติดตั้งอยู่ภายในปลอกขาของเก้าอี้ ฐานของกระบอกจะยึดติดกับฐานล่างของเก้าอี้ดังรูปที่ 4.2 ส่วนแกนกลางของกระบอกลมจะยึดติดกับแผ่นเหล็กด้านบน (ที่เป็นตัวรองรับพื้นเก้าอี้ซึ่งจะถูกเชื่อมติดกับขาของเก้าอี้ที่เป็นปลอกเลื่อนตัวใน)



① ฐานเก้าอี้
② แผ่นเหล็กยึดติดฐาน
③ แผ่นเหล็กยึดปลอกเลื่อน
④ ท่อเหล็ก (ปลอกเลื่อน)
⑤ น็อตสำหรับยึดขาของพนักพิง
⑥ แผ่นเหล็กรองพื้นเก้าอี้
⑦ ขาของพนักพิง
⑧ เบาะนั่ง (พื้นเก้าอี้)
⑨ พนักพิง
⑩ จุดหมุนของพนักพิง
⑪ ลูกล้อ
⑫ กระบอกลมปรับความสูง
⑬ กระบอกลมปรับความเอียงของพื้นที่นั่ง
⑭ กระบอกลมปรับระยะห่างพนักพิง

รูปที่ 4.2 แบบของโต๊ะทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบอกลมตัวที่ 2 จะทำหน้าในการปรับความเอียงของพื้นเก้าอี้ซึ่งถูกติดตั้งอยู่ทางด้านหลัง โดยจะทำเป็นกล่องลงมายึดเอาไว้ด้านบนของแกนกลางกระบอกลมนั้นจะติดด้วยลูกล้อ เพื่อไม่ให้เกิดแรงบิดที่จะกระทำต่อแกนกลางของกระบอกลมดังรูปที่ 4.2

กระบอกลมตัวที่ 3 จะทำหน้าที่ในการปรับระยะของพนักพิง เพื่อให้เกิดมุมเอียงที่เพิ่มขึ้น ซึ่งจะถูกติดตั้งอยู่ทางด้านข้างของผู้นั่ง โดยจะยึดติดอยู่กับแผ่นเหล็กด้านบน (ที่เป็นตัวรองรับพื้นเก้าอี้) โดยจะหันแกนกลางของกระบอกลมไปทางด้านหลัง ส่วนปลายของแกนกลางนี้จะต่อเพลาออกมีตัวล็อคอยู่ที่ปลายสุด เพื่อใช้ในการยึดติดของพนักพิง อีกด้านหนึ่งของพนักพิงก็จะติดอยู่กับปลอกเลื่อนอีกตัวหนึ่ง เพื่อช่วยในการรับแรง ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปพร้อมๆ กับการเคลื่อนที่เข้าออกของแกนกลางของกระบอกลมตัวนี้

4.2.3 ลักษณะที่ดีของเก้าอี้ทดสอบ

ลักษณะที่ดีประการหนึ่งก็คือ สามารถที่จะถอดออกได้ง่าย ทำให้สะดวกในการดูแล และรักษากระบอกลมที่ติดตั้งอยู่ ฐานขนาดใหญ่ทำให้มั่นคงและมีเสถียรภาพ แต่ทำให้เก้าอี้มีน้ำหนักมากพอสมควร ทำให้การเคลื่อนย้ายเป็นไปอย่างไม่สะดวกมากนัก

4.3 การวัดสัดส่วนร่างกายของบุคคลที่ถูกทดสอบ

4.3.1 การวัดสัดส่วนร่างกาย

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการวัดสัดส่วนร่างกายอาจารย์ ข้าราชการ และนิสิตปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน เป็นชาย 7 คน เป็นหญิง 5 คน มีอายุระหว่าง 22-58 ปี ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- อาจารย์และข้าราชการชาย 2 คน อายุ 40 ปี และ 58 ปี
- อาจารย์และข้าราชการหญิง 2 คน อายุ 58 ปี และ 52 ปี
- นิสิตปริญญาโทชาย 5 คน อายุระหว่าง 23-30 ปี
- นิสิตปริญญาโทหญิง 3 คน อายุระหว่าง 22-26 ปี

โดยสัดส่วนร่างกายที่ทำการวัด ประกอบด้วยสัดส่วนต่างๆ ทั้งหมด 21 สัดส่วน ทั้งนี้ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของสัดส่วนร่างกายชาย และหญิงได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของสัดส่วนร่างกายชาย

สัดส่วนร่างกาย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
A1	58.36	10.22	46.00	71.50
A2	165.09	7.89	155.10	178.00
A3	80.76	4.83	73.10	88.50
A4	21.77	4.95	17.10	32.00
A5	30.07	3.03	26.80	36.00
A6	99.64	6.60	91.70	112.00
A7	56.11	3.94	51.00	61.30
A8	45.13	1.71	42.50	47.50
A9	35.06	2.19	31.70	37.70
A10	43.49	4.27	38.40	51.00
A11	82.14	5.18	72.20	87.50
A12	71.90	4.52	64.60	78.00
A13	53.33	2.33	50.50	56.40
A14	61.09	3.11	55.50	66.00
A15	49.86	3.76	44.00	54.00
A16	12.27	1.55	10.00	14.50
A17	40.69	3.39	35.30	45.00
A18	42.07	3.00	37.90	45.70
A19	42.81	2.60	39.80	47.70
A20	33.33	2.61	30.00	36.70
A21	20.77	2.40	17.60	24.60

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของสัดส่วนร่างกายหญิง

สัดส่วนร่างกาย	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
A1	47.26	4.61	39.50	51.00
A2	150.02	5.75	144.70	157.90
A3	71.76	2.87	68.80	75.60
A4	20.44	1.11	18.70	21.50
A5	28.48	2.34	24.90	31.30
A6	88.93	3.36	84.00	92.80
A7	51.22	3.04	47.30	55.20
A8	40.42	0.94	39.60	41.80
A9	30.18	3.29	28.40	36.00
A10	41.48	2.90	37.40	44.20
A11	78.24	4.04	72.60	83.30
A12	65.62	4.56	60.80	72.90
A13	50.22	3.11	45.90	54.30
A14	56.02	3.10	53.00	62.00
A15	42.50	4.47	35.30	47.10
A16	11.22	0.41	10.70	11.60
A17	36.04	1.79	34.00	39.00
A18	37.62	1.59	35.80	40.10
A19	39.18	3.56	33.40	42.40
A20	33.48	1.03	32.50	35.20
A21	18.92	1.06	17.50	20.40

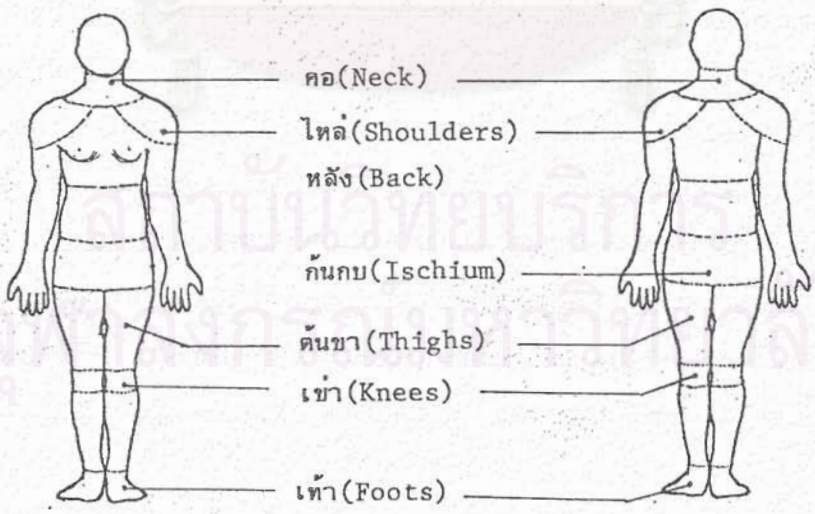
4.4 การวัดความรู้สึกไม่สบาย

จากแผนการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ (ภาคผนวก ก) เพื่อศึกษาถึงผลที่เกิดขึ้นจากการนั่งอ่านหนังสือ ซึ่งจะทำการทดสอบกับอาจารย์ ข้าราชการ และนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยโดยใช้โต๊ะและเก้าอี้ที่ได้ถูกออกแบบและสร้างขึ้นให้สามารถปรับลักษณะต่างๆ (ความสูงต่ำ ความเอียง) เป็นระยะเวลาหนึ่ง (30 นาที) แล้วทำการประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นในตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย (Body Discomfort Measurement) ด้วย 5 ระดับคะแนน คือจาก 0 - 4 (0=รู้สึกสบาย, 4=รู้สึกปวดมากหรือปวดจนทนไม่ได้)

ตำแหน่งต่างๆ ของร่างกายที่ถูกประเมินค่าความรู้สึกไม่สบายมีทั้งสิ้น 6 ตำแหน่งดังนี้ (รูปที่ 4.3)

- บริเวณคอ
- บริเวณไหล่
- บริเวณหลัง
- บริเวณเอว หรือ หลังส่วนล่าง
- บริเวณต้นขา
- บริเวณหัวเข่า
- บริเวณเท้า

ผลที่ได้จากการประเมินค่าความรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดในบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้ง 8 ตำแหน่ง จะถูกนำไปวิเคราะห์ว่าความรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บปวดในบริเวณเหล่านั้น จะมีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับของโต๊ะและเก้าอี้ หรือไม่อย่างไร



รูปที่ 4.3 แสดงตำแหน่งของร่างกายที่จะประเมินภาวะไม่สบายหลังการนั่ง

บทที่ 5

การวิเคราะห์และสรุปผล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1 การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS/PC ทำการวิเคราะห์เชิงสถิติดังนี้

- การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) เพื่อตรวจดูว่าการใช้ลักษณะของโต๊ะ และเก้าอี้ที่ต่างกัน จะก่อให้เกิดผลต่อความรู้สึกไม่สบายของร่างกายที่ต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญ เพียงไร หรือไม่

- การทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ระหว่างลักษณะของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้อ่านหนังสือ กับระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ภายหลังจากการนั่งทดสอบแล้ว

การวิเคราะห์เชิงสถิติพอจะแยกสรุปได้ดังนี้

5.1.1 สัดส่วนร่างกาย

จากข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่ทำการวัดเมื่อนำมาทดสอบ ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ โดยแยกทดสอบในชายและหญิง สามารถแสดงค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ได้ดังตารางที่ 5.1 และ 5.2

จากตารางแสดงค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ทั้งสองตาราง ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายเมื่อนั่งทำงาน โดยพบความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงของสัดส่วนร่างกายทั้งในผู้ชายและผู้หญิงที่คล้ายคลึงกัน ดังนี้คือ ระยะระหว่างก้นถึงส้นเท้าขณะนั่งเหยียดขาในแนวระดับมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้นและระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในหัวเข่า (R=0.9030 และ 0.9398 สำหรับผู้ชาย และ R=0.9800 และ 0.9813 สำหรับผู้หญิง) ระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้นมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (R=0.8996 สำหรับผู้ชาย และ 0.9276 สำหรับผู้หญิง) และความสูงของดวงตาขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้มีความสัมพันธ์กับความสูงนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้และความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น (R=0.9627 และ -0.7174 สำหรับผู้ชาย และ R=0.9359 และ 0.9735 สำหรับผู้หญิง)

นอกจากนี้ยังพบว่าความสูงจากพื้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่งสำหรับผู้ชายมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้น (R=0.9295) มากที่สุด รองลงมาคือ มีความสัมพันธ์กับความสูงของหัวเข่าขณะนั่งวัดจากพื้น (R=-0.8297) สำหรับผู้หญิงความสูงของข้อพับด้านในของหัวเข่ามีความสัมพันธ์กับความสูงของหัวเข่าขณะนั่ง (R=-0.8682) มากที่สุด

062081

ตารางที่ 5.1 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายชาย

	A7	A10	A11	A12	A14	A15	A17
A6	0.9030*	0.9398*	0.2733	0.4004	-0.5294	0.8318*	0.8073*
A7	1.0000	0.8996*	0.3632	0.5239	-0.5404	0.9008*	0.9295*
A10		1.0000	0.3336	0.4418	-0.3286	0.8251*	0.7729*
A11			1.0000	0.9627*	-0.6436	0.2185	0.0613
A12				1.0000	-0.7174*	0.2987	0.2659
A14					1.0000	-0.4018	-0.4122
A15						1.0000	-0.8297*
A17							1.0000

หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 5.2 ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของสัดส่วนร่างกายหญิง

	A7	A10	A11	A12	A14	A15	A17
A6	0.9800*	0.9813*	0.0824	0.3515	0.3605	-0.1874	0.5625
A7	1.0000	0.9276*	0.0532	0.2760	0.2578	-0.3651	0.6806
A10		1.0000	0.0213	0.3301	0.3734	-0.0425	0.4431
A11			1.0000	0.9359*	0.8704	0.3584	-0.2088
A12				1.0000	0.9735*	0.4641	-0.1676
A14					1.0000	0.6082	-0.3159
A15						1.0000	-0.8682
A17							1.0000

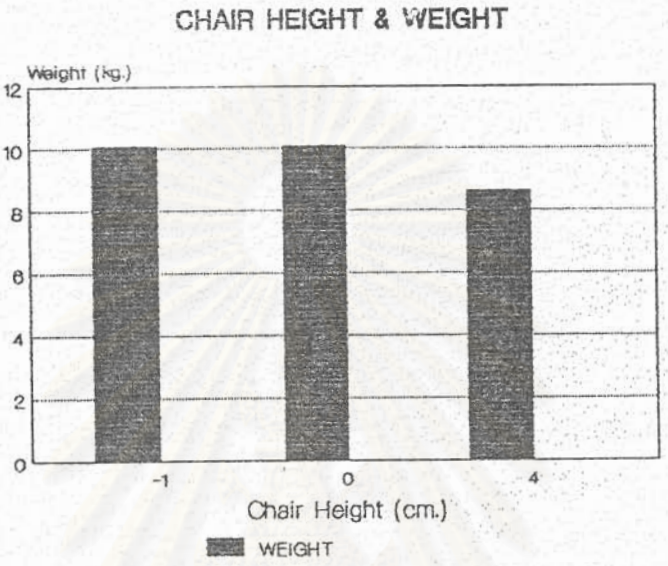
หมายเหตุ * มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

สัญญลักษณ์และตัวย่อดูได้จากภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2 ความสูงของเก้าอี้

ในขณะที่นั่งอ่านหนังสือพบว่าความสูงของเก้าอี้ย่อมมีผลต่อแรงตกลงบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายนั่นคือ เมื่อเก้าอี้สูงขึ้น น้ำหนักที่ตกลงบริเวณเท้าจะน้อยลง ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่งจะมีค่าลดลง เมื่อความสูงของเก้าอี้เพิ่มขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ดังนั้นจึงคาดได้ว่าน้ำหนักจะกดลงบริเวณก้นกบ หรือแก้มก้นจะมีค่าสูงขึ้น



รูปที่ 5.1 แสดงค่าเฉลี่ยของน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง เมื่อความสูงของเก้าอี้เปลี่ยนแปลง

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) พบว่ามีความแตกต่างกันของน้ำหนักที่ตกลงบริเวณเท้า ระหว่างความสูงของเก้าอี้ที่ระดับสูงกว่าความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า 4 เซ็นติเมตร กับที่ระดับต่ำกว่าความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า และที่ระดับเดียวกับความสูงข้อพับด้านในหัวเข่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.005

จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ระหว่างความสูงของเก้าอี้กับน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง พบว่ามีความสัมพันธ์กัน (R=-0.2364) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0005 (ตารางที่ 5.3) การที่ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มีค่าเป็นลบก็เพราะ น้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่งน้ำหนักจะแปรผกผันกับความสูงของเก้าอี้

ในการทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างความสูงของเก้าอี้ กับระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายที่เกิดขึ้นภายหลังการนั่งทดสอบแล้ว พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ก็พบว่า ค่าของสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ระหว่างความสูงของเก้าอี้ กับระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายบริเวณเอวนั้นมีค่าสูงสุด (R = 0.1117) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1016 รองลงมาก็คือบริเวณเท้า (R = -0.1066) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.1183

ตารางที่ 5.3 แสดง Correlation Coefficients และ Significance Level ระหว่างความสูงของเก้าอี้ , ความสูงของโต๊ะ , ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ และน้ำหนักที่ปรากฏบนเครื่องชั่ง กับระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ภายหลังจากการนั่งทดสอบแล้ว

		บริเวณของร่างกาย								
		คอ	ไหล่	หลัง	เอว	ก้นกบ	ต้นขา	เข่า	เท้า	น้ำหนัก
ความสูง	*	0.0748	0.0623	0.0190	0.1117	0.0256	0.0731	-0.0174	-0.1066	-0.2363
ของเก้าอี้	**	0.2738	0.3622	0.7817	0.1016	0.7089	0.2848	0.7994	0.1183	0.0005
ความสูง		-0.0104	-0.0857	-0.0820	0.0151	-0.0184	0.0815	0.0161	0.0751	-0.0081
ของโต๊ะ		0.8789	0.2099	0.2304	0.8256	0.7881	0.2329	0.8140	0.2719	0.9054
ความลาดเอียง		-0.1082	-0.0278	-0.1371	-0.1973	-0.1482	-0.0835	-0.0662	-0.0447	-0.0387
ของพื้นโต๊ะ		0.1127	0.6847	0.0442	0.0036	0.0294	0.2219	0.3330	0.5138	0.5721
ความเอียง		-0.1814	-0.2774	-0.3274	-0.2124	-0.2715	-0.3379	-0.3426	-0.3332	0.0844
ของพนักพิง		0.0075	0.0001	0.0001	0.0017	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.2170
ความเอียง		0.2018	0.2508	0.0698	0.0414	0.1535	0.1674	0.0214	0.0282	-0.0300
ของพื้นที่นั่ง		0.0029	0.0002	0.3072	0.5448	0.0240	0.0138	0.7549	0.6807	0.0001

* ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์

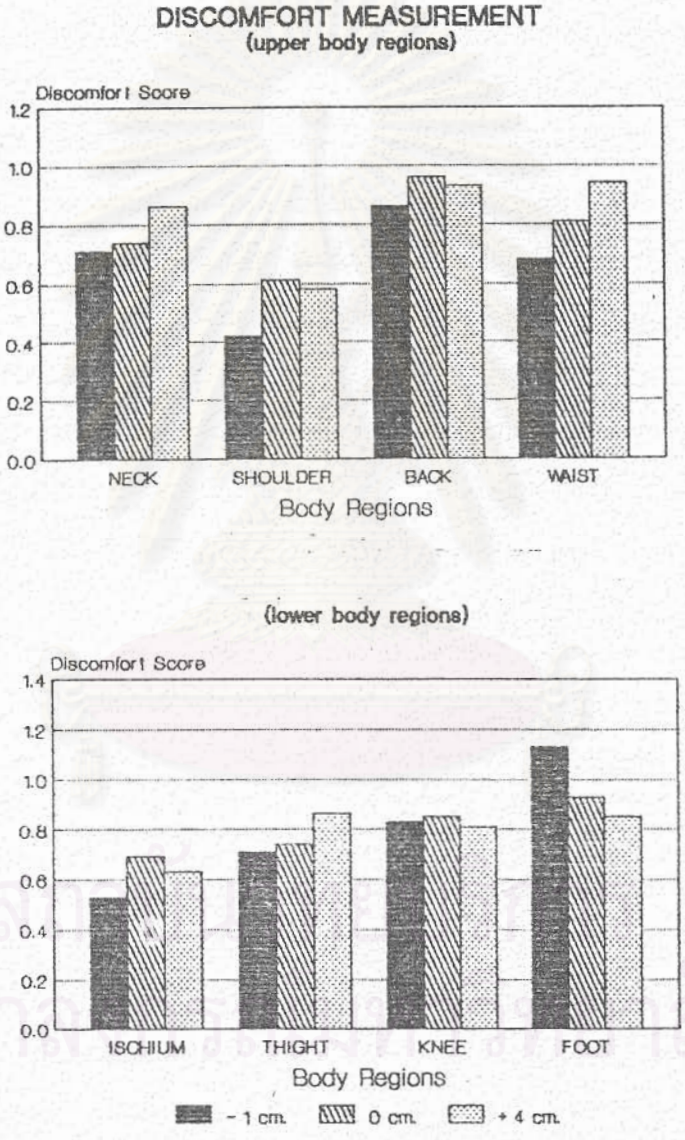
** ระดับนัยสำคัญ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาจากกราฟในรูปที่ 5.2 จะเห็นได้อย่างชัดเจนว่า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของเก้าอี้จากระดับที่ต่ำกว่าความสูงข้อพับหัวเข่าด้านใน 1 ซม. กับที่ระดับเดียวกับข้อพับหัวเข่าด้านใน พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายจะมีค่าเพิ่มขึ้นเกือบทุกส่วนของร่างกาย ยกเว้นบริเวณเข่าและเท้าคือ บริเวณเข่า ซึ่งค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบาย จะไม่ค่อยมีการเปลี่ยนแปลงไปมากนัก เมื่อความสูงของเก้าอี้เปลี่ยนไปทั้งนี้คงเป็นเพราะว่า บริเวณเข่านั้นเป็นจุดหมุนทำให้การเปลี่ยนแปลงความสูง

ของเก้าอี้ไม่มีผลต่อความรู้สึกไม่สบายที่จะเกิดขึ้น

นอกจากนี้ยังพบว่าการเปลี่ยนแปลงความสูงของเก้าอี้ที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับแนนความรู้สึกไม่สบายเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณ คอ เอว และต้นขา ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อความสูงเก้าอี้เพิ่มขึ้น การก้มของคอและเอวมีมากขึ้น รวมทั้งแรงกดบริเวณใต้ขาอ่อน หรือต้นขาจะมากขึ้น ทำให้ความรู้สึกไม่สบายมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งต่างกับบริเวณเท้าเมื่อความสูงของเก้าอี้เพิ่มขึ้น ความรู้สึกไม่สบายกลับลดลง ทั้งนี้เป็นเพราะน้ำหนักที่ตกลงบนเท้ามีค่าน้อยลงนั่นเอง



รูปที่ 5.2 ระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายเมื่อความสูงของเก้าอี้เปลี่ยนไป

5.1.3 ความสูงของโต๊ะ

จากการศึกษาลักษณะการทำงานของร่างกายพบว่า เมื่อคนต้องนั่งทำงาน

ที่ระดับความสูงของโต๊ะที่ต่ำเกินไป ย่อมทำให้เกิดการโค้งงอของร่างกายส่วนบน ตั้งแต่ศีรษะจนกระทั่งถึงเอว ทำให้เกิดภาระสถิต (static load) ขึ้นในบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกายเหล่านั้น เป็นผลให้เกิดความปวดเมื่อยขึ้นได้ ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาระดับความสูงที่เหมาะสมเพื่อทำให้เกิดความรู้สึกไม่สบายน้อยที่สุด เมื่อต้องปฏิบัติงานเป็นเวลานานๆ โดยทำการศึกษาที่ระดับความสูงของโต๊ะที่ต่างกัน (ดังได้กล่าวไว้ในบทที่ 3)

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ไม่พบความแตกต่างของความรู้สึกไม่สบาย ระหว่างการนั่งอ่านหนังสือที่ระดับความสูงของโต๊ะสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น 3 เซ็นติเมตร กับ 5 เซ็นติเมตร ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงของโต๊ะ พบว่าความรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บปวดที่เกิดขึ้นจากการนั่งอ่านหนังสือไม่มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงความสูงของโต๊ะ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ก็พบแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดบริเวณไหล่และหลัง กับการเปลี่ยนแปลงความสูงของโต๊ะ ด้วยระดับนัยสำคัญที่ดีกว่าส่วนอื่นๆ ดังแสดงในตารางที่ 5.3 และจากรูปที่ 5.3 ยังพบว่า เมื่อระดับความสูงของโต๊ะเพิ่มขึ้นระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายก็จะลดลง ส่วนบริเวณคอและเอวนั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายในบริเวณร่างกายส่วนล่าง ซึ่งพบว่าระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายบริเวณต้นขา และเท้าจะเพิ่มขึ้นเมื่อความสูงของโต๊ะเพิ่มขึ้น ส่วนบริเวณก้นและเข่านั้นมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

5.1.4 ความเอียงของโต๊ะ

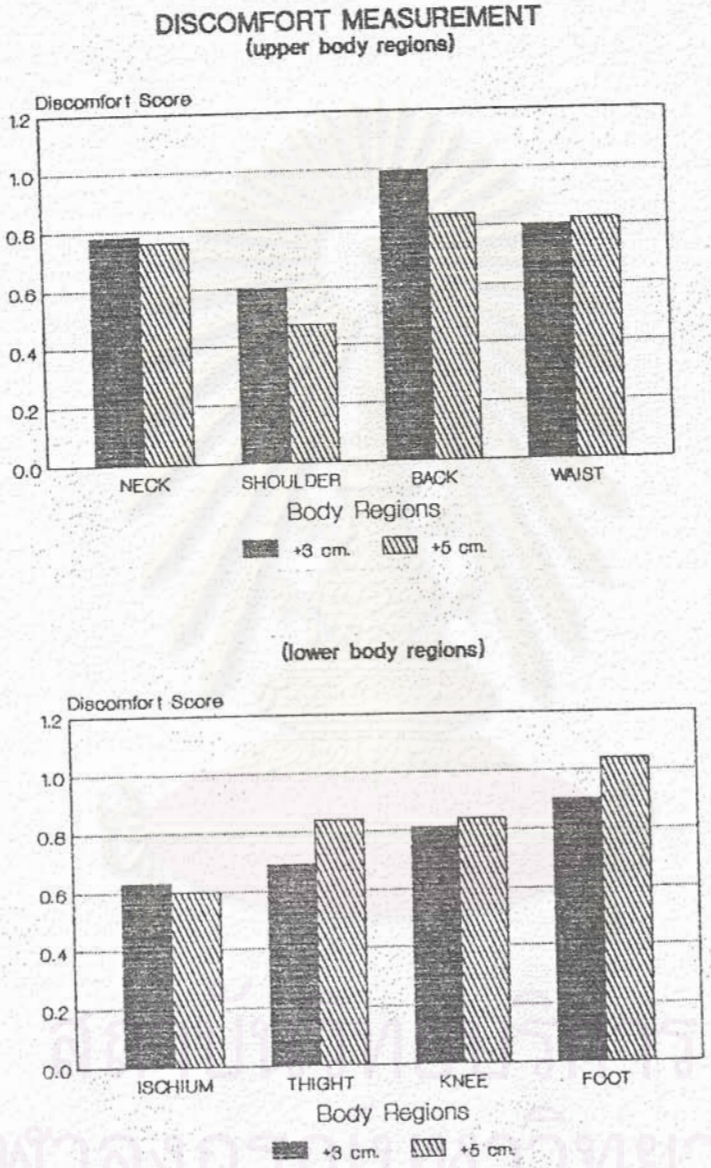
ในการศึกษา และสังเกตลักษณะท่าทางของผู้อ่านหนังสือโดยทั่วไปพบว่าระยะห่างระหว่างสายตากับหนังสือของแต่ละบุคคล ย่อมมีระยะที่แตกต่างกันไปตามสมรรถนะของการมองเห็น ความเอียงของโต๊ะก็เป็นสิ่งหนึ่งที่จะทำให้ระยะห่างของสายตากับหนังสือที่อ่านเปลี่ยนแปลง เมื่อผู้อ่านหนังสือนั่งอยู่ในท่าทรงตัวท่าเดิมดังนั้นเมื่อพื้นโต๊ะเอียงขึ้นระยะห่างนั้นก็จะมีค่าน้อยลง เมื่อเป็นเช่นนั้นทำให้ผู้อ่านหนังสือสามารถโน้มตัวไปด้านหลังได้มากขึ้นได้ (แทนที่จะต้องโน้มตัวมาด้านหน้าอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้สามารถเห็นตัวหนังสือได้ชัด) จึงทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากพนักพิงได้อย่างเต็มที่ การที่ร่างกายสามารถใช้พนักพิงได้มากขึ้นเวคเตอร์ของแรงที่ตกลงบริเวณลำสันหลังส่วนเอวก็จะถูกรับโดยพนักพิง ซึ่งจะทำให้ความดันภายในหมอนกระดูกสันหลังลดลง และจะช่วยลดความเจ็บปวดบริเวณดังกล่าวให้ลดน้อยลงได้

จากการทดสอบความแปรปรวน พบว่ามีความแตกต่างกันของระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายบริเวณหลัง เอว และก้นกบ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนี้

- ระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายบริเวณหลัง เอว และก้นกบ ในการนั่งอ่านหนังสือที่ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ 0 องศา (เทียบกับแนวระดับ) มีความแตก

ต่างกับการนั่งอ่านหนังสือที่ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ 15 องศา

– ระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายบริเวณหลัง เอว และก้นกบ ในการนั่งอ่านหนังสือที่ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ 25 องศา ไม่มีความแตกต่างกับการนั่งอ่านหนังสือที่ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ 0 และ 15 องศา

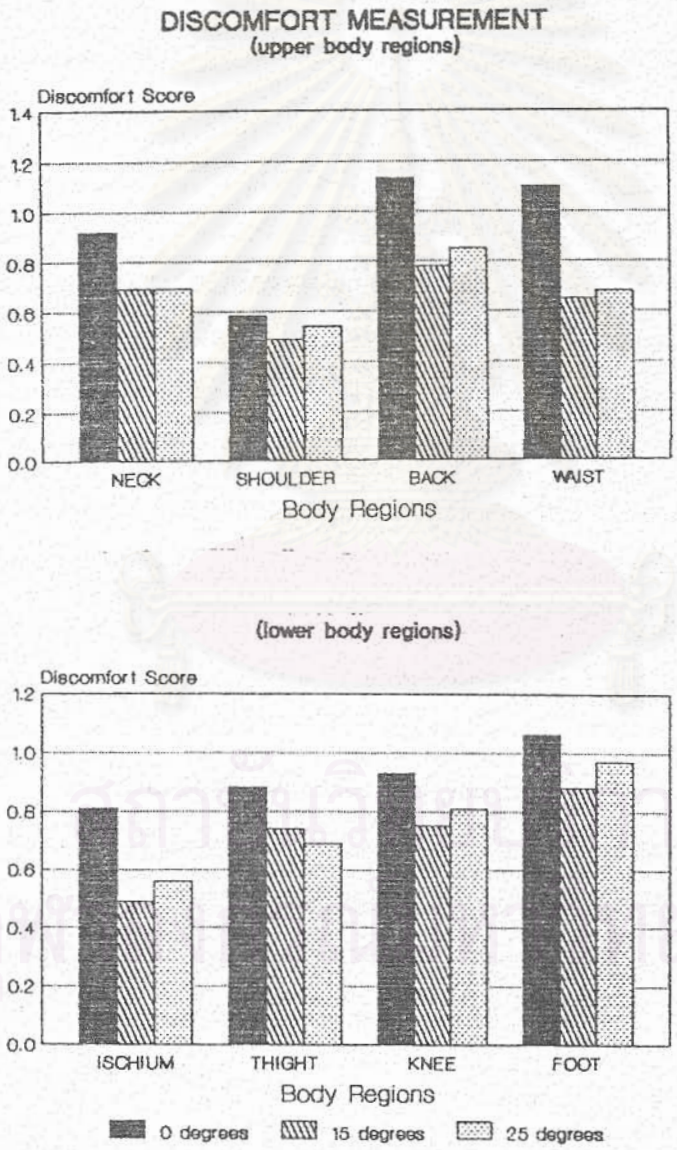


รูปที่ 5.3 ระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายเมื่อความสูงของโต๊ะเปลี่ยนไป

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ระหว่างระดับคะแนนของความรู้ไม่สึกสบายหรือเจ็บปวดบริเวณส่วนต่างๆ กับความเอียงของโต๊ะ พบว่าระดับความรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดบริเวณคอ เอว และก้นกบ มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับความเอียงของโต๊ะ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และยังพบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างความเอียงของพื้นโต๊ะกับระดับคะแนนของ

ความรู้สึกไม่สบายบริเวณเอวนั้นมีค่ามากที่สุด (R=-0.1973) รองลงมาคือบริเวณก้นกบ (R=-0.1482) ซึ่งใกล้เคียงกับบริเวณหลัง (R=-0.1371) จะเห็นว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ที่ได้มีค่าเป็นลบ นั่นก็หมายความว่า การเพิ่มความลาดชันของพื้นโต๊ะ จะทำให้ความรู้สึกปวดบริเวณส่วนต่างๆ เหล่านั้นมีค่าลดลง

จากกราฟแสดงค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ของร่างกาย ดังแสดงในรูปที่ 5.4 พบว่า เมื่อความเอียงของโต๊ะเพิ่มขึ้นจาก 0 องศา เป็น 15 องศา พบว่าค่าระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่างๆ ลดลงทุกบริเวณ และเมื่อความเอียงของพื้นโต๊ะเพิ่มขึ้นมากกว่า 15 องศา พบว่าค่าระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายในหลายๆ บริเวณเริ่มมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย



รูปที่ 5.4 ระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้สึกไม่สบายเมื่อความลาดเอียงของพื้นโต๊ะเปลี่ยนไป

5.1.5 ความเอียงของพื้นที่นั่ง

ในการวางแผนการทดลองครั้งนี้ ความเอียงของพื้นเก้าอี้ได้ถูกกำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (dependent variable) ตัวหนึ่ง ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะสามารถปรับได้เอง เพื่อให้เกิดมีภาวะสบายที่สุด หลังจากที่ตัวแปรอิสระ (independent variable) หรือปัจจัยที่เลือกศึกษา ได้ถูกปรับเรียบร้อยแล้วตามแผนการทดลอง การปรับมุมเอียงของพื้นที่นั่งนั้นถูกบังคับให้ปรับได้โดยต้องวางเท้าให้ราบอยู่บนพื้นตลอดเวลาดังรายละเอียดในบทที่ 2 ผลที่ได้ พบว่าค่าของมุมที่ผู้ถูกทดสอบปรับนั้น อยู่ในช่วง -10 องศา (เทไปด้านหลัง) ถึง 9 องศา (เทมาทางด้านหน้า)

จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างความเอียงของพื้นที่นั่งกับมุมระหว่างพนักพิงกับพื้นที่นั่ง (R=0.6542) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0001 นอกจากนี้ ยังพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความเอียงของพื้นที่นั่งกับความรู้สึกไม่สบายบริเวณคอ (R=0.2018) บริเวณไหล่ (R=0.2508) บริเวณต้นขา (R=0.1674) และก้นกบ (R=0.1535) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.0240

5.1.6 ความเอียงของพนักพิง

ในการวางแผนการทดลองครั้งนี้ ความเอียงของพนักพิงได้ถูกเลือกให้เป็นตัวแปรตามเช่นเดียวกับ ความเอียงของพื้นที่นั่ง จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิสหสมพันธ์ พบว่าความเอียงของพนักพิงมีความสัมพันธ์กับค่าระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบายหรือเจ็บปวดบริเวณไหล่ หลัง เอว ก้น ต้นขา หัวเข่า และเท้า (ตารางที่ 5.3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 และมีความสัมพันธ์กับบริเวณคอที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 และเป็นที่น่าสังเกตว่าความสัมพันธ์ดังกล่าวนั้นจะแปรผกผันกันทุกค่า นั่นคือ จะมีค่าน้อยลงเมื่อความเอียงของพนักพิงเพิ่มขึ้น สำหรับการทดลองในครั้งนี้ พบว่าช่วงมุมเอียงของพนักพิง ที่ผู้ถูกทดสอบทำการปรับตามข้อกำหนดของวิธีการทดลองในบทที่ 3 แล้วพบว่าอยู่ระหว่าง 0-21 องศา

นอกจากนี้ยังได้พบว่าค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ ระหว่างความรู้สึกไม่สบาย หรือเจ็บปวดบริเวณต่างๆ ของร่างกายทั้ง 8 ตำแหน่งนั้น ยังมีความสัมพันธ์กันทุกคู่ที่ระดับนัยสำคัญ 0.001 (ตารางที่ 5.4) คู่ที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุดก็คือภาวะไม่สบายที่เกิดขึ้นที่บริเวณต้นขากับบริเวณหัวเข่า (R=0.7054) รองลงมาคือบริเวณคอและหัวไหล่ (R=0.6946)

ตารางที่ 5.4 สัมประสิทธิสหสัมพันธ์ของภาวะไม่สบายที่ตำแหน่งต่างๆ ของร่างกาย เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงกับมุมเอียงของโต๊ะและเก้าอี้

	บริเวณของร่างกาย							
	คอ	ไหล่	หลัง	เอว	ก้นกบ	ต้นขา	หัวเข่า	เท้า
คอ	1.0000	0.6946	0.5122	0.2236	0.3368	0.3179	0.2625	0.2783
ไหล่		1.0000	0.5662	0.3123	0.4990	0.4567	0.3112	0.4232
หลัง			1.0000	0.4760	0.6111	0.6020	0.5399	0.4232
เอว				1.0000	0.6009	0.6167	0.5652	0.5037
ก้นกบ					1.0000	0.6598	0.5886	0.5524
ต้นขา						1.0000	0.7054	0.6244
เข่า							1.0000	0.6141
เท้า								1.0000

5.2 สรุปผลการศึกษา

5.2.1 สัดส่วนร่างกาย

จากการวัดสัดส่วนร่างกาย 21 รายการ ข้อมูลสัดส่วนร่างกายที่เกี่ยวข้องและใช้เป็นเกณฑ์ในการวางแผนการทดลอง คือความสูงของข้อพับด้านในของหัวเข่า และความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (วัดจากพื้น) ซึ่งมีรายละเอียดแยกเป็นชายและหญิงตามลำดับดังนี้

- ความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่าขณะนั่งมีค่าเฉลี่ย 40.69 ซม. และ 36.04 เซ็นติเมตร โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.89 และ 8.39
- ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (วัดจากพื้น) มีค่าเฉลี่ย 61.09 ซม. และ 56.02 เซ็นติเมตร โดยมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 3.11 และ 3.10

ในส่วนของความสัมพันธ์กันระหว่างสัดส่วนต่างๆ ของร่างกายทั้งผู้ชายและผู้หญิงพบว่า ระยะระหว่างก้นถึงส้นเท้าขณะนั่งเหยียดขาในแนวระดับมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้นและระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในหัวเข่า , ระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้นมีความสัมพันธ์กับระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในหัวเข่า และความสูงของดวงตาขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้มีความสัมพันธ์กับ ความสูงนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้และความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น โดยมีสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มากกว่า 0.7

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสัดส่วนความสูงนั่งต่อความสูงยืน จะเห็นว่าสัดส่วนความสูงนั่งต่อความสูงยืนของผู้ชายจะต่ำกว่าผู้หญิงเล็กน้อย โดยมีค่า 0.498 สำหรับผู้ชาย และ 0.521 สำหรับผู้หญิง ซึ่งสัดส่วนความสูงนั่งต่อความสูงยืนของผู้ชายและผู้หญิงเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศต่างๆ แสดงได้ดังตารางที่ 5.5 และ 5.6

ตารางที่ 5.5 ขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรชายประเทศต่างๆ (เซ็นติเมตร)

ประเทศ	อ้างอิง	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงนั่งเฉลี่ย	สัดส่วนความสูงนั่งต่อความสูงยืน
ศรีลังกา	Absysekera (1985)	163.9	83.3	0.508
สวีเดน	Lewin (1974)*	174.5	89.9	0.515
อินโดนีเซีย	Sama'mur (1985)	161.3	83.2	0.516
ไทย 1	สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน (2530)	165.4	87.2	0.527
ไทย 2	กิตติ และคณะ (2531)	160.5	83.3	0.519
ไทย 3	การศึกษาครั้งนี้	165.1	82.1	0.498

* อ้างโดย Abeysekera (1985)

ตารางที่ 5.6 ขนาดสัดส่วนร่างกายของประชากรหญิงประเทศต่างๆ (เซ็นติเมตร)

ประเทศ	อ้างอิง	ความสูงยืนเฉลี่ย	ความสูงนั่งเฉลี่ย	สัดส่วนความสูงนั่งต่อความสูงยืน
ศรีลังกา	Abeysekera (1985)	152.3	77.4	0.508
สวีเดน	Abeysekera (1987)	163.8	86.0	0.525
อินโดนีเซีย	Sama'mur (1985)	151.6	77.9	0.514
ไทย 1	สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน (2530)	154.0	81.7	0.530
ไทย 2	กิตติ และคณะ (2531)	151.2	78.7	0.521
ไทย 3	การศึกษาครั้งนี้	150.0	78.2	0.521

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประเมินผลจากค่าระดับคะแนนของภาวะไม่สบาย หรือหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมในการนั่งอ่านหนังสือพอสรุปได้ดังนี้

5.2.2 ความสูงของเก้าอี้

พบว่าการนั่งอ่านหนังสือ โดยใช้เก้าอี้ที่ระดับต่ำกว่าความสูงข้อพับด้านในของหัวเข่า 1 เซ็นติเมตร จะให้ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของภาวะไม่สบายต่ำกว่าการใช้เก้าอี้ที่ระดับความสูงอื่นๆ ยกเว้นบริเวณเท้า จะมีค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบายสูง และจะลดลงเมื่อใช้เก้าอี้ที่มีความสูงมากขึ้น

ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้ ความสูงของเก้าอี้ที่เหมาะสมในการอ่านหนังสือควรจะเท่ากับ หรือต่ำกว่าความสูงของข้อพับด้านในหัวเข่าขณะนั่งเมื่อวัดจากพื้น ไม่เกิน 1 เซ็นติเมตร และเมื่อพิจารณาจากข้อมูลสัดส่วนร่างกายแล้วอาจกล่าวได้ว่าความสูงโดยเฉลี่ยของเก้าอี้ที่ใช้ในการนั่งอ่านหนังสือสำหรับชาย 40 - 41 เซ็นติเมตร และสำหรับหญิง 35 - 36 เซ็นติเมตร

5.2.3 ความสูงของโต๊ะ

พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนของความรู้สึกไม่สบาย บริเวณส่วนบนของร่างกายจะมีค่าลดลง เมื่อระดับความสูงของโต๊ะเพิ่มขึ้นจากที่ระดับสูงกว่าความสูงข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น 3 เซ็นติเมตร ไปที่ระดับสูงกว่าความสูงข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น 5 เซ็นติเมตร โดยเฉพาะบริเวณคอ ไหล่ และหลัง แต่ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบายของร่างกายส่วนล่างจะเพิ่มขึ้น เมื่อความสูงของโต๊ะมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณต้นขา เข่า และเท้า ดังนั้นความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมในการอ่านหนังสือ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ ควรจะสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งเมื่อวัดจากพื้น 4 เซ็นติเมตร และเมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของสัดส่วนร่างกาย อาจกล่าวได้ว่า ความสูงโดยเฉลี่ยของโต๊ะที่เหมาะสมในการนั่งอ่านหนังสือ สำหรับผู้ชาย 65 เซ็นติเมตร และสำหรับผู้หญิง 60 เซ็นติเมตร

5.2.4 ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ

พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบาย เมื่อใช้โต๊ะที่พื้นโต๊ะอยู่ในแนวระนาบ จะมีค่าสูงกว่าการใช้โต๊ะที่พื้นโต๊ะทำมุมเอียง 15 และ 25 องศา จากแนวระดับ และยังพบอีกว่า เฉพาะที่ความลาดเอียงพื้นโต๊ะ 15 องศา จะให้ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนความรู้สึกไม่สบายต่ำกว่าที่ 25 องศา ในเกือบทุกส่วนของร่างกาย ดังนั้นความลาดเอียงของพื้นโต๊ะที่เหมาะสมในการอ่านหนังสือควรจะเป็น 15 องศา จากแนวระดับ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่องานวิจัยในอนาคต อาจสรุปได้ดังนี้

1. โต๊ะและเก้าอี้ทดสอบที่ถูกสร้างขึ้นครั้งนี้สามารถที่จะทำการปรับปรุง หรือพัฒนาเพื่อใช้ในการศึกษาลักษณะงานแบบอื่นๆ ได้ โดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะของโครงสร้างบางอย่าง เพื่อให้เหมาะสมหรือไม่มีสภาพที่คล้ายคลึงกับงานที่เลือกศึกษา

2. การศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งอ่านหนังสือ เพื่อหาขนาดของโต๊ะและเก้าอี้ที่เหมาะสมสำหรับอาจารย์ ข้าราชการและนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยควรจะมีการศึกษาอย่างต่อเนื่องต่อไปอีก เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูล โดยอาจกำหนดและแบ่งระดับของปัจจัยที่ศึกษาให้ละเอียดเพิ่มขึ้น เพื่อให้ได้มาซึ่งการกำหนดขนาดมิติของโต๊ะและเก้าอี้ที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

3. ในการศึกษาลักษณะท่าทางการนั่งทำงานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น มีลักษณะที่แตกต่างกันมากมาย ดังนั้นเมื่อนำไปใช้ก็ควรที่จะได้มีการศึกษาถึง รายละเอียดของงานประกอบความเป็นไปได้ เพื่อการออกแบบที่ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บรรณานุกรม

1. กิตติ อินทรานนท์, เสรี สมนาแซง, พรเทพ ขอขจัยเกียรติ, นิวิท เจริญใจ และวราวุธ วรพุทธพร; "สัดส่วนของร่างกาย และ ความสามารถสูงสุดในการทำงานของกลุ่มประชากรอาชีพเกษตรกรรม และ อุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย," รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์เสนอต่อองค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา (USAID) และสถาบันวิจัย และ พัฒนามหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2531.

2. ดำรง กิจกุศล; "ปวดหลัง," โครงการตำราศิริราช, คณะแพทย์ศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพมหานคร, 2528

3. ไพฑูรย์ เนาวรัตนภาส, 2528, "เก้าอี้ที่ถูกสุขลักษณะ," วชิรเวชสาร, ปีที่ 29, เล่มที่ 2, หน้า 189-203.

4. ความปลอดภัยในการทำงาน, สถาบัน; "การศึกษาวิจัยขนาดร่างกายของผู้ใช้แรงงาน" โรเนียวเข้าเล่ม เอกสารเลขที่ สปท - 32/2530, กรุงเทพมหานคร, 2530, 87 หน้า

5. Abeysekera, J.D.A.; "A Comparative Study of Body Size Variability Between People in Industrialized Countries, Its Impact on the use of Imported Goods," Proceedings of the International Symposium on Ergonomics in Developing Countries, Jakata, Indonesia, 18-21 November 1985, Published by ILO, pp. 65-91.

6. Adams, M.A., and Hutton, W.C.; 1983, "The Effect of Posture on The Fluid Content of Lumbar Intervertebral Discs," Spine, V. 8, pp. 665-671.

7. Adams, M.A., Hutton, W.C., and Scott, J.R.R.; 1980, "The Resistance to Flexion of The Lumbar Intervertebral Joint," Spine, V. 5, pp. 245-253.

8. Anderson, G.B.J., Murphy, R.W., Ortengren, R., and Nachemson, A.L.; 1979, "The Influnce of Backrest Inclination and Lumbar Lordosis," Spine, V. 4, pp. 52-58.

9. Anderson, G.B.J., Ortengren, R., Nachemson, A., and Elefstrom, S.; 1974, "Lumbar Disc Pressure and Myoeletric Back Muscle Activity During Sitting.1:Studies on an Experimental Chair," Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine Supplementary, V. 3, pp. 104-114.

10. Ayoub, M.M., Selan, J.L., Burford, C.L., Intaranont, K., Rao, H.P.R., Smith, J.L., Caddel, D.K., Bobo, W.M., Bethea, N.J. and H. Chang; "Biomechanical and Work Physiology Study in Underground Mining Excluding Low Coal," Final Report to US Bureau of Mines, Contract No. J0308058, July 1984,

11. Bendix, A., Jensen, C.V., and Bendix, T., 1988, "Posture, Acceptability and Energy Consumption on A Tiltable and A Knee-Support Chair," Clinical Biomechanics, V. 3, pp. 66-73.

12. Bendix, T.; 1984, "Seated Trunk Posture at Various Seat Inclinations, Seat Heights and Table Heights," Human Factors, V. 26, No. 6, pp. 695-703.

13. Bendix, T. and Hagberg, M.; 1984, "Trunk Posture and Load on the Trapizius Muscle Whilst Sitting at Sloping Desks," Ergonomics, V. 27, pp. 873-882.

14. Chaffin, B.D., and Anderson, G.; Occupational Biomechanics, John Wiley & Sons, New York, 1984.

15. Corlett, E.N. and Eklund, J.A.E.; 1984, "How Does A Backrest Work?," Applied Ergonomics, V. 15, pp. 111-114.

16. Drury, C.G., and Francher, M.; 1985, "Evaluation of A Forward-Sloping Chair," Applied Ergonomics, V. 16, pp. 41-47.

17. Eklund, J.A.E. and Corlett, E.N.; 1984, "Shrinkage as A Measure of The Effect of Load on The Spine," Spine, V. 9, pp. 189-194.

18. Ernest J. Mccormick; Human Factors in Engineering and Design, Mcgraw-Hill, New York, 1976.

19. Floyd, W.F. and Roberts, D.F.; 1959, "Anatomical and Physiological Princicles in Chair and Table Design;" Ergonomics, V. 2, pp. 1-6.

20. Gerard J. Tortora and Nicholas P. Anagnostakos; "Principles of Anatomy & Physiology," New York, 1978.

21. Grandjean, E.; "Ergonomics of the Home," Taylor & Francis, London, 1978.

22. Grandjean, E.; Fitting the Task to the Man, 4th ed., Taylor & Francis, London, 1988.

23. Grandjean, E. and Hiinting, W.; 1977, "Ergonomics of Posture-Review of Various Problems of Standing and Sitting Posture," Applied Ergonomics, V. 3, pp. 135-140.

24. Holm, S., and Nachemson, A.; 1983, "Variation in the Nutrition of the Canine Intervertebral Disc Induce by Motion," Spine, V. 8, pp. 866-874.

25. Jones, J.C.; 1962, "Methods and Results of Seating Research," Ergonomics, V. 12, pp. 171-181.

26. Keegan, J.J.; 1953, "Alternations of The Lumbar Curve Related to Posture and Seating," Journal of Bone and Joint Surgery, V. 35-A, pp. 589-603.

27. Keegan, J.J.; 1962, "Evaluation and Improvement of Seats," Industrial Medicine Surgery, V. 31, pp. 137-148.

28. Keim, A.H., and Kirkaldy, W.H.; "Clinical Symposia," Ciba Pharmaceutical, New Jersey, 1980.

29. Kroemer, K.H. Eberhard and Robinette, Joan C.; 1969, "Ergonomics in The Design of Office Furniture," Orthopedics, V. 38, No. 4, pp. 115-125.

30. Magoya, A.; 1972, "Investigation of the Relation between Low Back Pain and Occupation.3 Physical Requirements : Sitting, Standing and Weight Lifting;" Industrial Medecine and Surgery, V. 41, pp. 5-9.

31. Mandal, A.C.; 1976, "Work Chair with Tilting Seat," Ergonomics, V. 19, pp. 157-164.

32. Mandal, A.C.; 1981, "The Seated Man (homo sedans), the Seated Work Position:Theory and Pratice," Applied Ergonomics, V. 12, pp. 19-26.

33. Nachemson, A.; 1965, "The Load on Lumbar Disks in Different Positions of The Body," Clinical Orthopedics, V. 45, pp. 107-122.

34. Pottier, M., Dubrevil, A., and Mondo, H.; 1969, "The Effects of Sitting Posture ontheVolume of the Foot;" Ergonomics, V.12, pp. 753-758.

35. Sama'mur, P.K.; "Antropometric Data in Indonesia Working Population in the Industrial Sector," Proceeding of the International Symposium on Ergonomic in Developing Countries, Jakata, Indonesia, 18-21 November 1985, Published by ILO, pp 92-100.

36. Shackel, B., Chidsey, K., and Shipley, P.; 1969, "The Assessment of Chair Comfort," Ergonomics, V. 12, pp. 269-306.

37. Stanley W. Jacob, Clarice Ashworth Francone and Walter J. Lossow; Structure and Function in Man, Philadelphia, 1978.

38. Wachsler, R., and Learner, D.; 1960, "An Analysis of Some Factors Influencing Seat Comfort," Ergonomics, V. 3, pp. 315-320.

39. White III, A.A., and Panjabi, M.M.; "Clinical Biomechanics of The Spine," J.B. Lippincott, Philadelphia, 1978.

40. Winkle, J. and Jorgensen, K.; 1986, "Evaluation of Foot Swelling and Lower-Limb Temperatures in Relation to Leg Activity during Long-Term SeatedOffice Work" Ergonomics, V. 29, No. 2, pp. 313-328.

41. Wood, P.H.N. and Mc Leish, C.L.; 1974, "Statistical Appendix 5 : Morbidity in Industry and Rheumatism in General Practice;" Annals of the Rheumatic Diseases, V. 33, pp. 93-105.

42. Yamaguchi, Y., Umezawa, F. and Ishinada, Y.; 1972, "Sitting Posture: An Electromyographic Study on Healthy and Nostalgic People," Journal of Japanese Orthopedics Association, V. 46, pp. 51-56.

43. Yu, C.Y. and Keyserling, W.M.; 1989, "Evaluation of a New Work Seat for Industrial Sewing Operations," Applied Ergonomics, V. 20, No. 1, 17-25.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตารางแสดงแผนการทดลอง

ความสูงของเก้าอี้ (ซม.)	ความสูงของโต๊ะ (ซม.)											
	+3						+ 5					
	ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ (องศา)			ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ (องศา)			ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ (องศา)			ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ (องศา		
	0	15	25	0	15	25	0	15	25	0	15	25
-1												
0												
+4												

หมายเหตุ 1.) ความสูงของโต๊ะจะเป็นค่าที่บวกเพิ่มจากความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้น

2.) ความลาดเอียงของโต๊ะวัดเทียบกับแนวระดับให้มีค่าเป็น 0 องศา

3.) ความสูงของเก้าอี้จะเป็นค่าที่บวกเพิ่มจากความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

แบบฟอร์มข้อมูลสัดส่วนร่างกาย

ผู้ถูกทดสอบหมายเลข.....

อายุ.....**ปี เพศ** o **หญิง** o **ชาย น้ำหนัก**.....**กิโลกรัม**

หน้าที่ปกติ.....

สัดส่วนของผู้ถูกทดสอบ

1. ความสูง.....ซม.
2. ระยะเหยียดแขนขณะลำตัวตั้งตรง.....ซม.
3. ความหนาสูงสุดของลำตัว.....ซม.
4. ความหนาของลำตัวบริเวณอก.....ซม.
5. ระยะระหว่างก้นถึงส้นเท้าขณะนั่งเหยียดขาในแนวระดับ.....ซม.
6. ระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้น.....ซม.
7. ระยะระหว่างข้อศอกถึงปลายสุดของนิ้วขณะเหยียดตรง.....ซม.
8. ระยะระหว่างข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่.....ซม.
9. ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า.....ซม.
10. ความสูงขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้.....ซม.
11. ความสูงของลางตาขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้.....ซม.
12. ความสูงของของปุ่มหัวไหล่ขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้.....ซม.
13. ความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี่.....ซม.
14. ความสูงของหัวเขาขณะนั่ง (วัดจากพื้น).....ซม.
15. ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง.....ซม.
16. ความกว้างเฉลี่ยโคนขา.....ซม.
17. ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง.....ซม.
18. ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง.....ซม.
19. ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง.....ซม.
20. ระยะระหว่างหัวเข่าทั้งสอง.....ซม.

ผู้ถูกทดสอบหมายเลข.....ความเข้มของแสง 750 Lux

ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านใน.....ซม.

ความสูงของข้อศอกขณะนั่ง (วัดจากพื้น).....ซม.

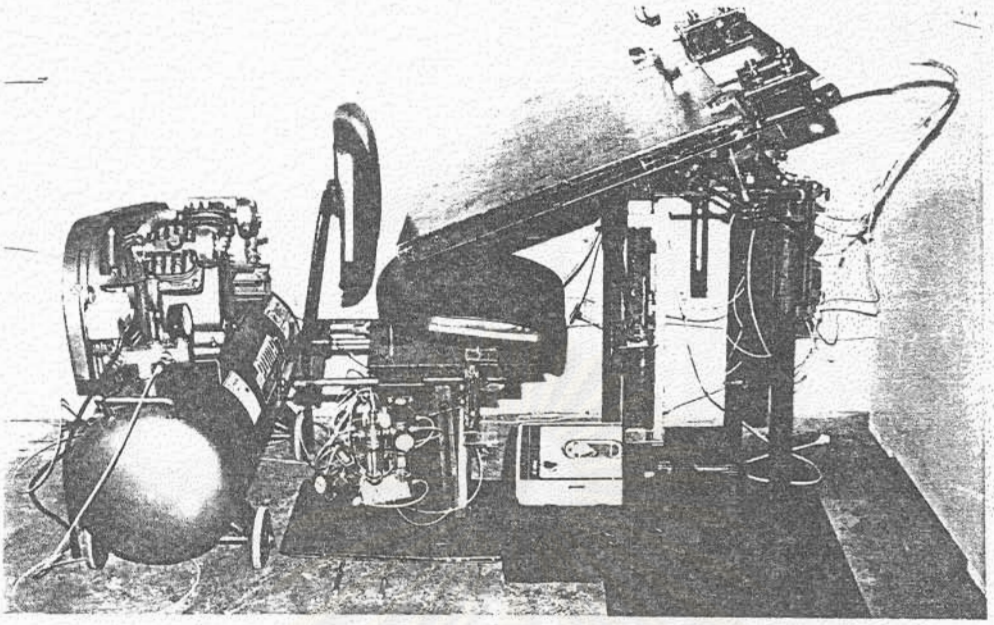
ตำแหน่งของเก้าอี้และโต๊ะ	โต๊ะ		เก้าอี้				น้ำหนักที่ปรากฏบนตราชั่ง	วัน / เดือน / ปี ที่ทดลอง	เวลาที่ทดลอง	บริเวณของร่างกายที่รู้สึกไม่สบายในขณะที่นั่งเก้าอี้ (0) รู้สึกสบายไม่ปวด (3) ปวดพอทนได้ (1) รู้สึกไม่สบาย (4) ปวดทนไม่ได้หรือปวดมาก (2) ปวดเล็กน้อย										
	ความสูง (เซ็นติเมตร)	ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะ (องศา)	ความลาดเอียงของพื้นเก้าอี้ (องศา)	ความสูง (เซ็นติเมตร)	มุมเอียงจากแนวดิ่งของพนักพิงกับที่นั่ง (องศา)	มุมระหว่างพนักพิงกับที่นั่ง (องศา)				บริเวณคอ	บริเวณไหล่	บริเวณหลัง	บริเวณเอว	บริเวณก้น	บริเวณต้นขา	บริเวณเข่า	บริเวณน่อง	บริเวณอื่น ๆ			
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				

ภาคผนวก ค. แบบฟอร์มข้อมูลทดสอบการนั่งทำงาน

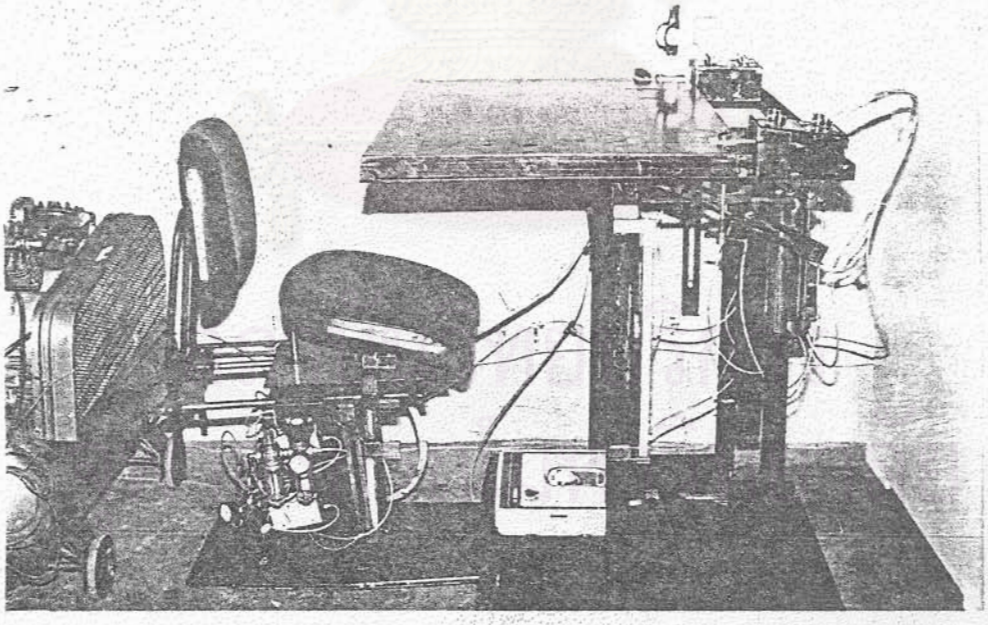
ภาคผนวก ง.

รูปภาพแสดงอุปกรณ์ และการทดสอบ

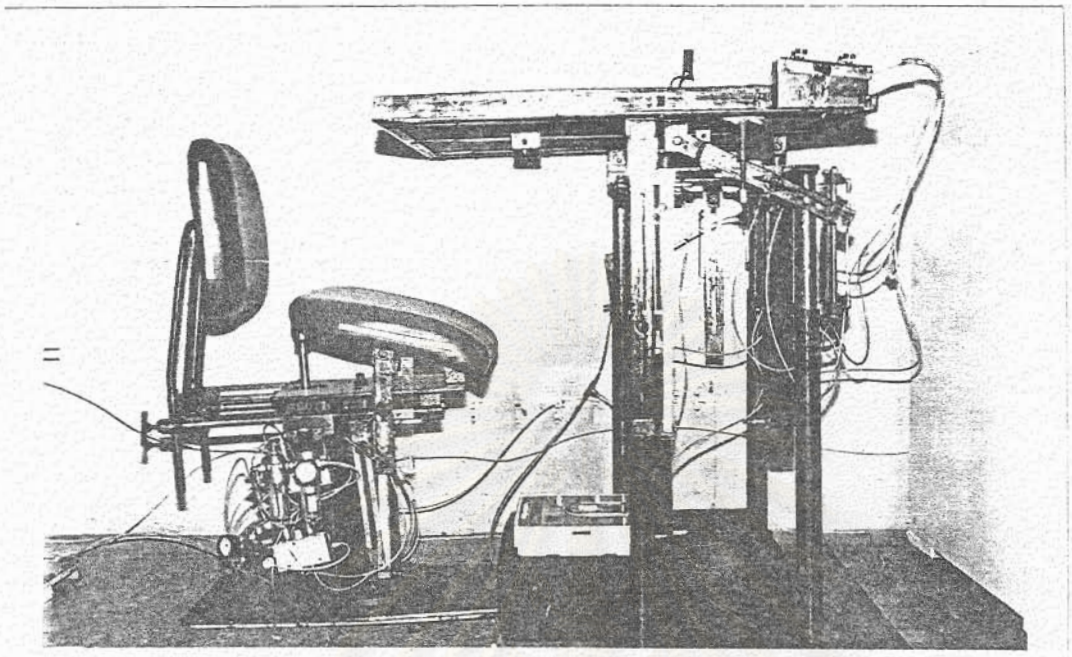
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



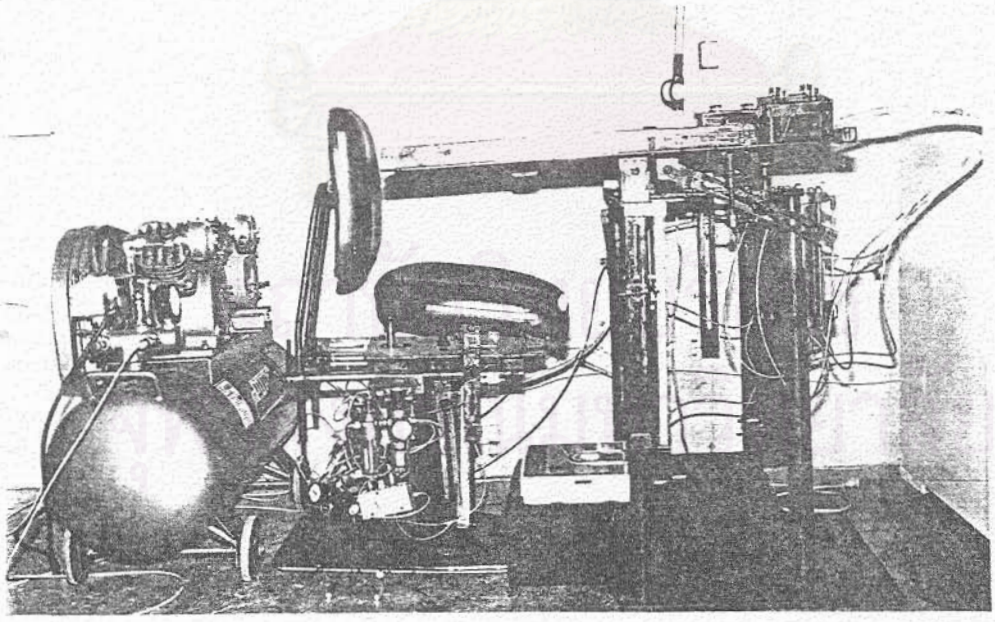
ภาพชุดโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน เมื่อปรับมุมเอียงของ พื้นโต๊ะ



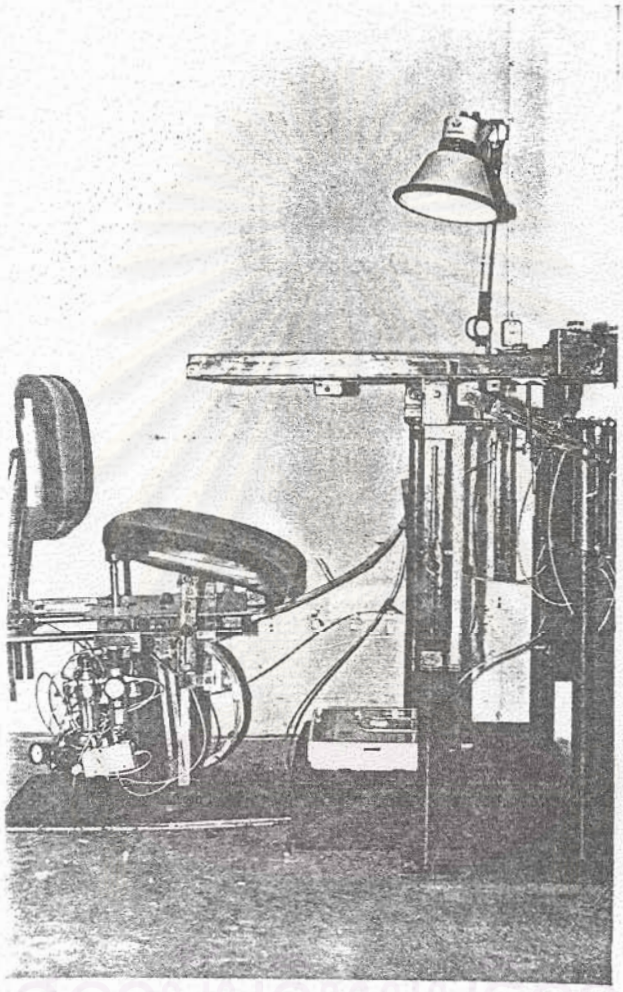
ภาพโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน เมื่อปรับมุมเอียงของเบาะนั่ง



ภาพชุดโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน

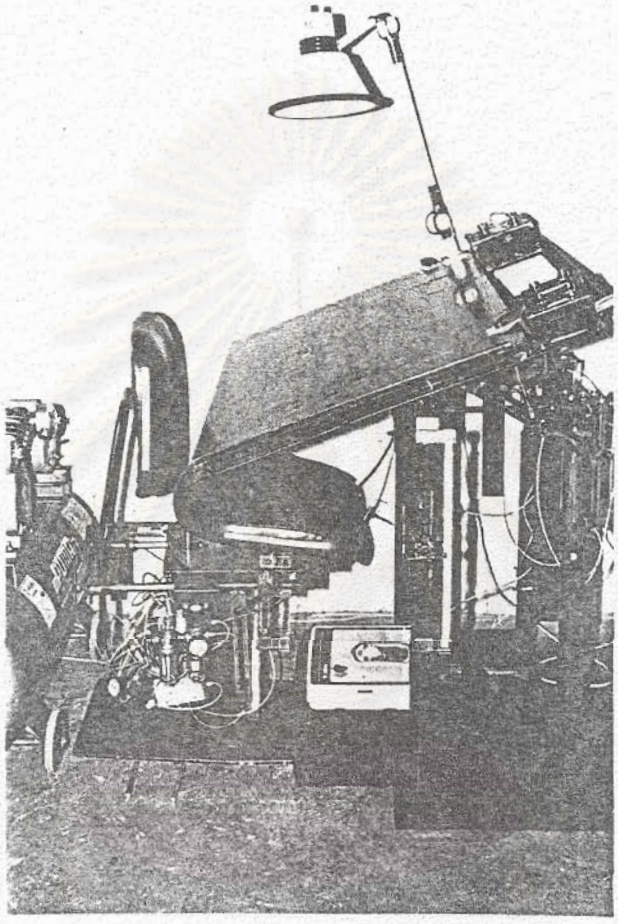


ภาพชุดโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน เมื่อประกอบเข้ากับ คอมเพรสเซอร์



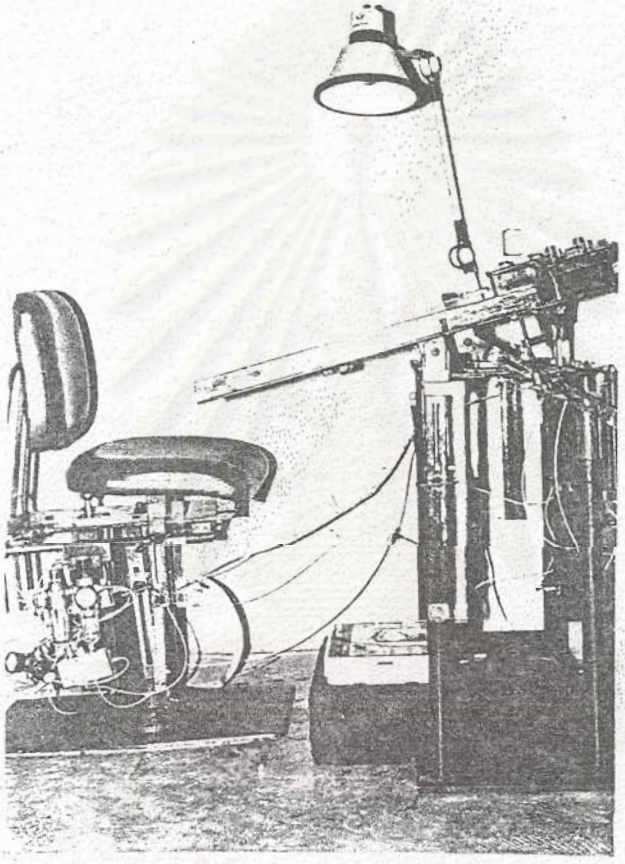
ภาพโต๊ะและเก้าอี้ทำงานพร้อมโคมไฟ เมื่อปรับมุมเอียงของเบาะนั่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



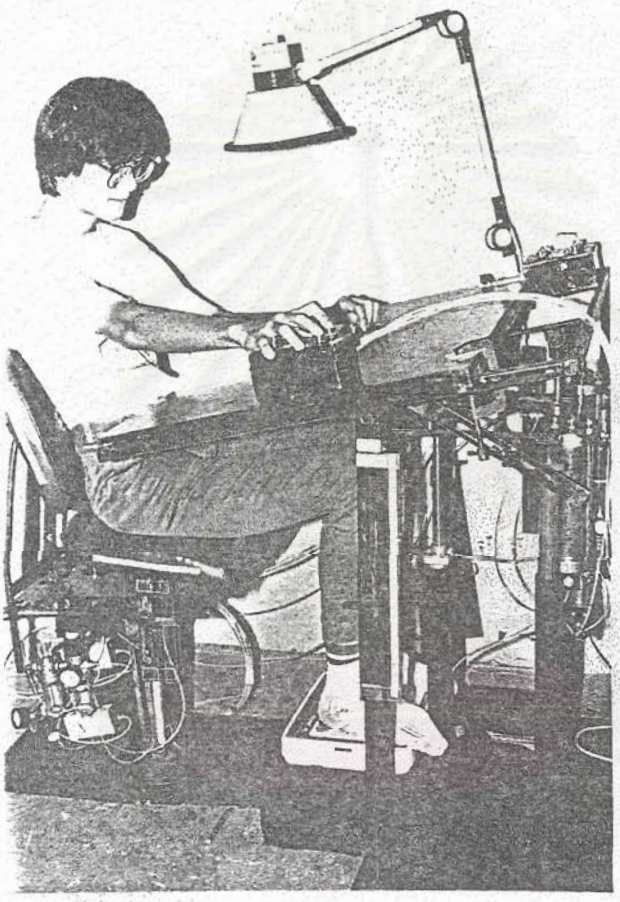
ภาพโต๊ะและเก้าอี้ทำงาน เมื่อปรับความสูงและมุมเอียง
ของโต๊ะกับเบาะนั่ง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพโต๊ะและเก้าอี้ทำงานพร้อมโคมไฟ เมื่อพร้อมที่จะทำการทดสอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

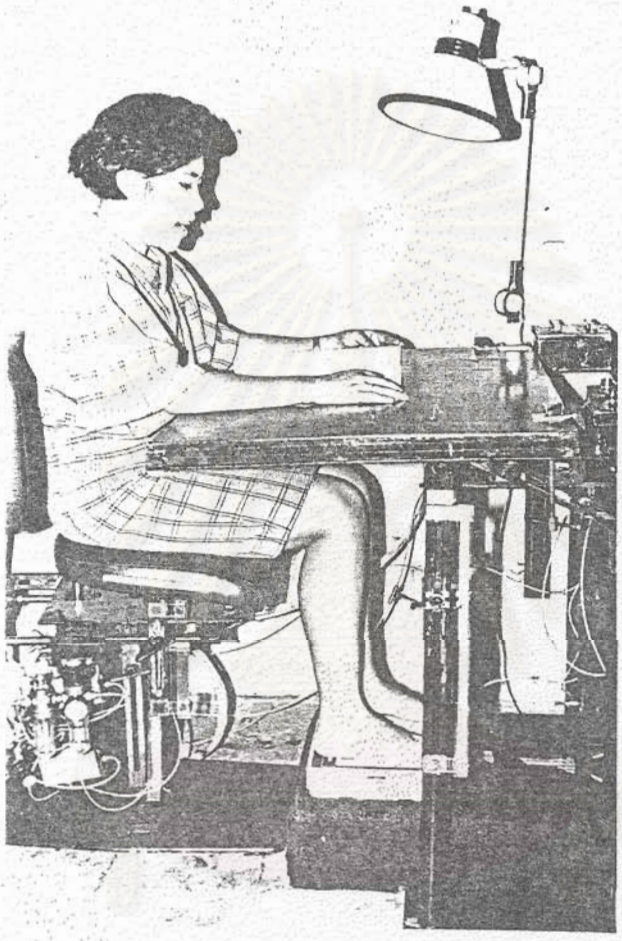


ภาพผู้ถูกทดสอบชายกำลังปรับระดับมุมเอียงของเบาะเก้าอี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพแสดงลักษณะการนั่งของผู้ถูกทดสอบชาย เมื่อปรับเบาะนั่งให้เอียงและพื้นโต๊ะให้อยู่ในแนวราบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพแสดงลักษณะการนั่งของผู้ถูกทดสอบหญิง เมื่อปรับเบาะนั่งให้เอียงและพื้นโต๊ะให้อยู่ในแนวราบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพแสดงลักษณะการนั่งของผู้ถูกทดสอบหญิง เมื่อปรับเบาะที่นั่งและพื้นรองเท้าให้เอียง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

A1 = น้ำหนัก (weight)

A2 = ความสูง (stature)

A3 = ระยะเหยียดแขนขณะลำตัวตั้งตรง (arm reach)

A4 = ความหนาสูงสุดของลำตัว (max body depth)

A5 = ความหนาของลำตัวบริเวณอก (chest depth)

A6 = ระยะระหว่างก้นถึงส้นเท้าขณะนั่งเหยียดขาในแนวระดับ (buttock-leg length)

A7 = ระยะระหว่างหัวเข่าถึงก้น (buttock-knee length)

A8 = ระยะระหว่างข้อศอกถึงปลายสุดของนิ้วขณะเหยียดตรง (forarm-hand length)

A9 = ระยะระหว่างข้อศอกถึงปุ่มหัวไหล่ (shoulder-elbow length)

A10 = ระยะระหว่างก้นถึงข้อพับด้านในของหัวเข่า (buttock-popliteal length)

A11 = ความสูงขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (sitting height)

A12 = ความสูงของดวงตาขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (eye height sitting)

A13 = ความสูงของของปุ่มหัวไหล่ขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (sholuder height sitting)

A14 = ความสูงของข้อศอกขณะนั่งวัดจากพื้นเก้าอี้ (elbow height sitting)

A15 = ความสูงของหัวเข่าขณะนั่งวัดจากพื้น (knee height sitting)

A16 = ความกว้างเฉลี่ยโคนขา (theigh clearance height sitting)

A17 = ความสูงจากพื้นถึงข้อพับหัวเข่าด้านในขณะนั่ง (popliteal height sitting)

A18 = ระยะระหว่างกล้ามเนื้อโคนแขนส่วนบนทั้งสองข้าง (shoulder breadth sitting)

A19 = ระยะระหว่างข้อศอกทั้งสองข้าง (elbow to elbow breadth)

A20 = ความกว้างของสะโพกขณะนั่ง (hip breadth)

A21 = ระยะระหว่างหัวเข่าทั้งสอง (knee to knee breadth)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย