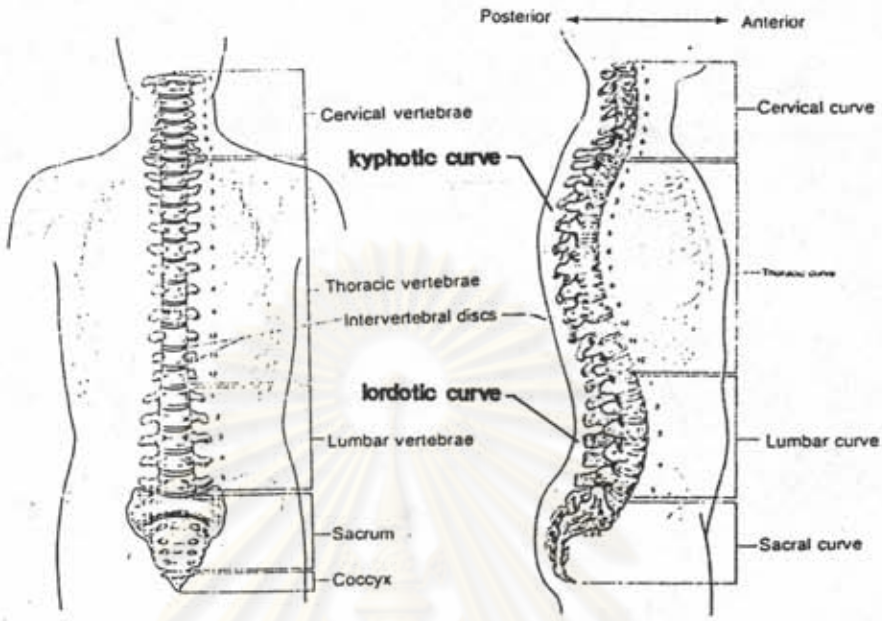
บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ชีวกลศาสตร์สำหรับการนั่ง

การนั่งทำงานของบุคคลในลักษณะต่าง ๆ โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม จะมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงของลำสันหลัง ซึ่งถือว่าเป็นโครงสร้างที่สำคัญของร่างกาย ในการรักษาสภาพการทรงตัว โดยจะทำงานร่วมกับระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ผลเสียอันหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการนั่งทำงานด้วยลักษณะท่าทางที่ไม่ถูกต้องนั้นคือ การปวดหลัง ซึ่งเรื่องของการปวดหลังเนื่องจากการทำงาน เป็นเรื่องที่มีความซับซ้อนมาก ฉะนั้นการที่เราจะสามารถเข้าใจถึงเรื่องการปวดหลังได้ดีนั้น จึงควรจะมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้าง ตลอดจนกลไกในการเคลื่อนไหวของหลังหรือที่เรียกว่า ชีวกลศาสตร์ของหลัง ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงสาเหตุและกลไกของการปวดหลัง เพื่อที่จะสามารถป้องกันและรักษาอาการปวดหลังได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะทำให้เราทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

หลังของคนเรานั้นมีโครงสร้างที่สำคัญที่สุดคือ กระดูกสันหลัง (vertebral column) ซึ่งประกอบด้วยกระดูกอันเล็กและสั้น เรียงซ้อนกัน (รูปที่ 1.) กระดูกสันหลังส่วนบนสุดคือ กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae) ซึ่งมีขนาดค่อนข้างเล็กเมื่อเปรียบเทียบกับกระดูกสันหลังส่วนล่าง ได้แก่ กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic vertebrae) และกระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbar vertebrae) ทั้งนี้เพราะรับน้ำหนักน้อยและจะใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อต่ำลงมาเพื่อความมั่นคงแข็งแรง และรับน้ำหนักได้มากโดยเฉพาะกระดูกสันหลังส่วนเอวนั้นมีขนาดใหญ่และหนากว่าส่วนอื่น ๆ หมอนรองกระดูกสันหลังเอวส่วนนี้จะเรียงซ้อนกันโดยมีแนวโค้งนูนมาทางด้านหน้า หรือเรียกว่า โค้งลอร์โดติก (lordotic curve) กระดูกสันหลังส่วนนี้ทำให้เกิดปัญหาปวดหลังมากที่สุด กระดูกสันหลังส่วนที่ต่อลงมาจากกระดูกสันหลังส่วนเอวนี้คือ กระดูกเหนือก้นกบ (sacrum) จะมีขนาดเรียวเล็กลงเรื่อย ๆ และไปเล็กที่สุดที่กระดูกก้นกบ (coccyx) อันสุดท้าย



รูปที่ 2.1 ลักษณะของกระดูกสันหลังและส่วนโค้งต่างๆ ของกระดูกสันหลัง ดัดแปลงจาก Tortora และ Anagnostakos (1978)

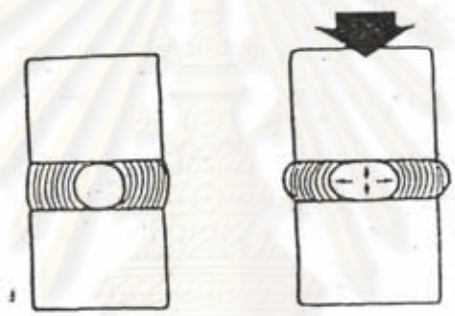
เมื่อมองในแง่ชีวกลศาสตร์ จะสามารถแบ่งกระดูกสันหลังทั้งหมดได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เคลื่อนไหวได้ และส่วนที่เคลื่อนไหวไม่ได้

- ส่วนที่เคลื่อนไหวได้ ได้แก่กระดูกสันหลังส่วนคอ (Cervical vertebrae) 7 อัน กระดูกสันหลังส่วนอก (Thoracic vertebrae) 12 อัน และกระดูกสันหลังส่วนเอว (Lumbar vertebrae) อีก 5 อัน รวมเป็น 24 อัน กระดูกสันหลังส่วนนี้จะมีหมอนรองกระดูกคั่นอยู่ทุกอันเว้นกระดูกสันหลังส่วนคออันที่ 1 และ 2 ซึ่งไม่มีหมอนรองกระดูก ดังนั้นจึงมีหมอนรองกระดูกสันหลังทั้งหมดเพียง 23 อัน ส่วนของกระดูกสันหลังที่เคลื่อนไหวได้นี้เรียกว่า กระดูกสันหลังส่วนเหนือกระดูกเหนือก้นกบ (presacral vertebrae) เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เราสามารถเคลื่อนไหวหลังได้ดี แต่ก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดอาการปวดหลัง

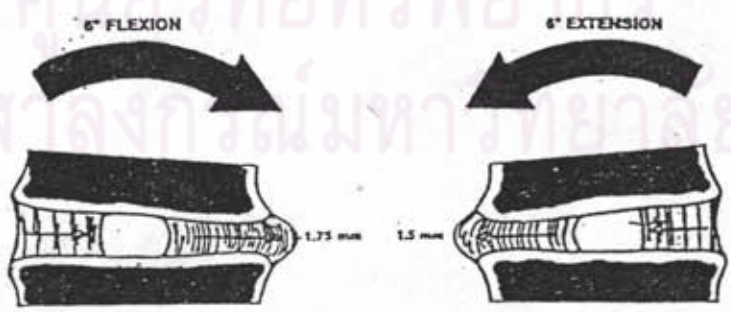
- ส่วนที่เคลื่อนไหวไม่ได้ ได้แก่ กระดูกเหนือก้นกบ (Sacrum) และกระดูกก้นกบ (Coccyx) ความจริงกระดูกส่วนนี้เป็นส่วนประกอบของเชิงกราน คือเป็นผนังด้านหลังของอุ้งเชิงกราน ความสำคัญในในเชิงชีวกลศาสตร์ คือความลาดเอียงของส่วนบนของกระดูกเหนือ

ลาดเอียงของส่วนบนของกระดูกเหนือก้นกบ ซึ่งมีกระดูกสันหลังที่อยู่เหนือขึ้นไปทั้ง 24 อัน มาตั้งอยู่ ความลาดเอียงนี้จึงมีความสำคัญ หากความลาดเอียงมีมากคือ กระดูกเชิงกรานทั้งอันเอียงคว่ำมาทางด้านหน้า ซึ่งพบมากในคนก้นงอนหรือหลังแอ่นทำให้โค้งลอร์โดติกของกระดูกสันหลังส่วนเอวก็จะมากตามด้วยอันเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ในแง่ของการรักษา หรือป้องกันการปวดหลัง

หมอนรองกระดูกสันหลัง (intervertebral disc) (รูปที่ 2.1) คือส่วนที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังทุกอัน (เว้นระหว่างอันที่ 1 และ 2 ของส่วนคอ) หมอนรองกระดูกสันหลังนี้ถือเป็นส่วนสำคัญที่สุดส่วนหนึ่งของโครงสร้างของหลัง ในขณะที่มีน้ำหนักกดลงบนกระดูกสันหลังนั้น หมอนรองกระดูกสันหลังจะยุบตัวลงและโป่งยื่นออกโดยรอบ (รูปที่ 2.2)



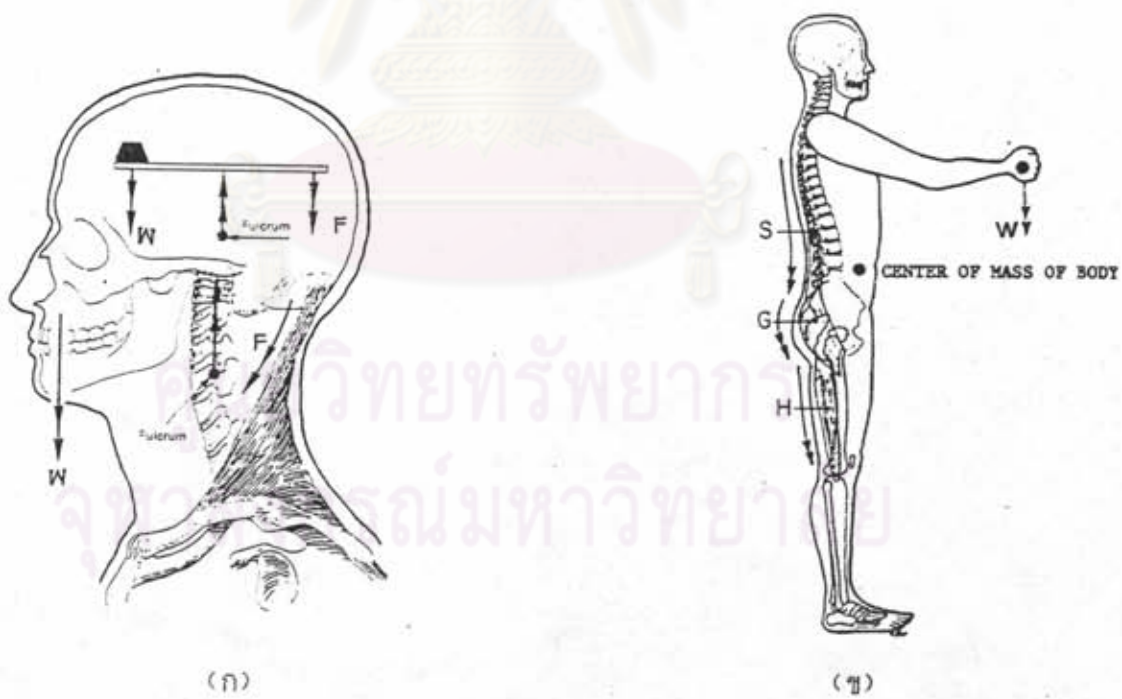
รูปที่ 2.2 การโป่งและยื่นออกของหมอนรองกระดูกเมื่อมีแรงกดลงบนกระดูกสันหลัง
จาก ดำรง กุศลกิจ (2528)



รูปที่ 2.3 ในขณะที่ก้มหรือแอ่นหลัง แอนนูลัส ไฟโบรซัส จะยื่นโป่งออกไปทางด้านที่แคบลง
จาก ดำรง กุศลกิจ (2528)

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นว่าการยุบตัวและโป่งยื่นออกของหมอนรองกระดูกสันหลังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดอาการปวดหลังได้ เนื่องด้วยกระดูกสันหลังไม่ได้เรียงซ้อนกันอยู่ในแนวตรงหรือตั้งฉากกันทุกอัน แต่มีโค้งไปทางด้านหน้าบ้างด้านหลังบ้าง จึงทำให้แรงกดไม่กระจายออกอย่างสม่ำเสมอหรือเท่ากันหมด การก้มหรือแอ่นของหลังจะทำให้เกิดการยื่นโป่งออกของหมอนรองกระดูก ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบของหมอนรองกระดูก จะทำให้เกิดการยื่นโป่งออกไปทางด้านที่แคบลง

การที่กระดูกสันหลังซึ่งถือว่าเป็นโครงสร้างที่สำคัญของร่างกาย มีลักษณะโค้งไปมา ทำให้สามารถช่วยดูดซับแรงสะเทือนที่เกิดขึ้นกับศีรษะลงได้มากเมื่อทำงานร่วมกับหมอนรองกระดูกและยังทำให้สามารถก้มหรือแอ่นของหลังและบริเวณคอได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังมีเอ็นยึดกระดูก และกล้ามเนื้อ ซึ่งจะช่วยให้โครงสร้างส่วนนี้แข็งแรงและสามารถทรงตัวอยู่ได้ในอิริยาบทต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงลักษณะท่าทางในการทำงานหรืออิริยาบทต่าง ๆ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อโครงสร้างส่วนนี้ ได้แก่ การโป่งยื่นของหมอนรองกระดูก การยืดหรือหดของกล้ามเนื้อ ในส่วนของกล้ามเนื้อจะพบว่า เมื่อร่างกายอยู่ในลักษณะต่าง ๆ เช่น ก้ม เงย เอียงซ้ายหรือขวา ร่างกายจะต้องใช้พลังงานจากกล้ามเนื้อเพื่อคอยรักษาและควบคุมให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ในท่าทางเช่นนั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.4



(ก) (ข)

รูปที่ 2.4 ลักษณะของแรงที่กล้ามเนื้อใช้เพื่อให้ศีรษะสามารถทรงตัวอยู่ได้

จาก Tichauer (1978)

จากรูปที่ 2.4 (ก) เมื่อน้ำหนัก (W) ของศีรษะไม่ได้ตกผ่านจุดหมุน ซึ่งอยู่ในแนวกระดูกสันหลังก็จะทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้น ดังนั้นเพื่อรักษาสภาพของการทรงตัวของศีรษะให้อยู่ในลักษณะท่าทางที่ต้องการได้ กล้ามเนื้อส่วนบริเวณคอก็ต้องออกแรงดึง (F) แรงดังกล่าวถือเป็นภาระที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อส่วนนั้น ซึ่งจะเกิดขึ้นกับบริเวณส่วนอื่น ๆ ได้เช่นกัน ดังในรูปที่ 2.4 (ข) แรง S G และ H เป็นแรงที่กล้ามเนื้อในส่วนนั้น ๆ ใช้เพื่อรักษาและควบคุมการทรงตัวในขณะที่อยู่ในท่ายืน ภาระส่วนนี้คือภาระสถิตซึ่งเป็นงานในเชิงสรีรวิทยา ภาระสถิตที่เกิดขึ้นแก่กล้ามเนื้อนี้จะทำให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วมาก เพราะจะทำให้กล้ามเนื้อหดตัวอยู่ตลอดเวลา การไหลเวียนโลหิตจะทำได้ยาก ทำให้การส่งถ่ายอาหารและออกซิเจนให้แก่เส้นใยกล้ามเนื้อไม่เพียงพอ ดังนั้นในการออกแบบเครื่องมือเครื่องจักรอุปกรณ์หรือสถานีทำงาน จึงต้องหลีกเลี่ยงกับการที่จะต้องทำให้กล้ามเนื้อรับภาระสถิตเป็นเวลานาน ๆ

Kumar และ Scaife (1979) ได้อธิบายการคำนวณหาค่าของแรงที่กล้ามเนื้อต้องใช้เพื่อรักษาสมดุลย์ของการทรงตัว โดยอาศัยหลักการสมดุลย์ของโมเมนต์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.5

(ก) ท่าพัก (ข) โน้มตัวมาด้านหน้า

รูปที่ 2.5 แผนภาพของแรงที่เกิดขึ้นกับกล้ามเนื้อบริเวณคอและเอว เมื่อนั่งอยู่ในลักษณะท่าทางต่าง ๆ

จาก Kumar และ Scaife (1979)

จากรูปที่ 2.5 โดยอาศัยหลักสมดุลย์ของโมเมนต์ ทำให้เราสามารถหา ค่า F_c และ F_L ได้ดังนี้ เมื่อ

F_H = น้ำหนักของศีรษะและคอ เหนือจุด C

F_T = น้ำหนักของลำตัวทั้งหมด จากจุด C ถึง L

F_c = แรงที่กล้ามเนื้อบริเวณคอใช้เพื่อรักษาสมดุลย์

F_L = แรงที่กล้ามเนื้อบริเวณเอวใช้เพื่อรักษาสมดุย์

a_c = ระยะของแขนโมเมนต์ที่เกิดจากแรง F_c

b_L = ระยะของแขนโมเมนต์ที่เกิดจากแรง F_L

a_H = ระยะของแขนโมเมนต์ที่เกิดจากแรง F_H

b_T = ระยะของแขนโมเมนต์ที่เกิดจากแรง F_T

เพราะฉะนั้น

$$F_c = \frac{F_H * a_H}{a_c}$$

และ

$$F_L = \frac{(F_T * b_T) + (F_H * b_H)}{b_L}$$

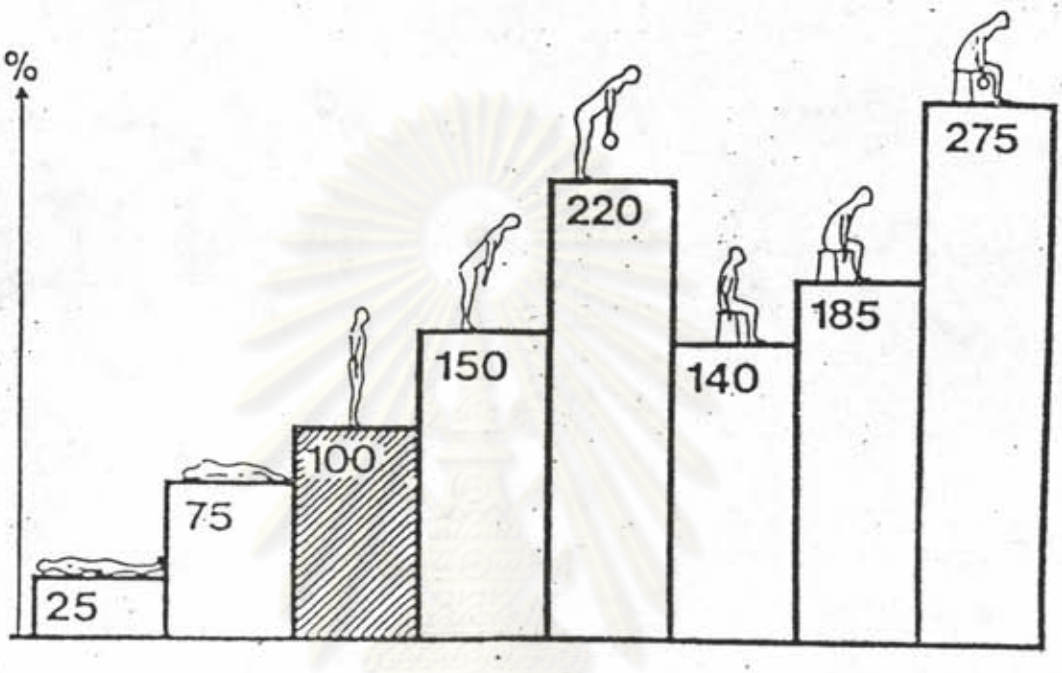
ดังนั้นจากรูปที่ 2.5 (ก) เมื่อน้ำหนักของศีรษะ คอ และลำตัวตกผ่านแนวกระดูกสันหลังซึ่งเป็นแนวของจุดหมุนด้วย ค่า F_c และ F_L จะมีค่าน้อย สำหรับรูปที่ 2.5 (ข) เมื่อลักษณะการทำงานทำให้เกิดการโน้มตัวมาด้านหน้า จะทำให้เกิดโมเมนต์ขึ้นเป็นผลให้ ค่า F_c และ F_L มีค่าเพิ่มขึ้น แรงที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าแรงกดบนหมอนรองกระดูกเพิ่มขึ้นด้วย (Eklund และ Corlett, 1986)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง</u>

ดำรง กุศลกิจ (2528) ได้รายงานการถึงผลศึกษาของนายแพทย์ Nachemson และคณะ (1964) ซึ่งทำการวัดค่าแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลัง (intradiscal pressure) ส่วนเอวอันที่ 3 ของผู้ที่มีน้ำหนักตัว 70 กิโลกรัม ในอิริยาบทต่าง ๆ (รูปที่ 2.6)

พบว่าการงอหรือก้มตัวมากขึ้นจะทำให้แรงดันภายในหมอนรองกระดูกมากขึ้น และหากเปรียบเทียบอิริยาบทที่เหมือนกันแต่ภาระของงานที่ต่างกันจะพบว่า เมื่องานที่ทำหรือภาระของงานมีมากขึ้นแรงดันภายในหมอนรองกระดูกก็ยิ่งสูงขึ้น ซึ่งจากแผนภาพจะเห็นได้ว่าการนั่งที่ต้องอยู่ในลักษณะที่งอหรือก้มตัวมากและมีภาระงานจะทำให้เกิดแรงดันภายในหมอนรองกระดูกสูงที่สุด



รูปที่ 2.6 แรงดันภายในหมอนรองกระดูกสันหลังส่วนเอวอันที่ 3 ของผู้ที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม ในอิริยาบทต่างๆ

จาก ดำรง กุศลกิจ (2528)

Vihma (1982) ได้ทำการศึกษาอาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อโครงร่าง(musculo skeletal) ที่เกิดขึ้นจากการทำงานของพนักงานเย็บผ้าที่ใช้จักรเย็บผ้า ซึ่งได้ใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ทำการประเมินผล โดยทำการเปรียบเทียบกับหญิงรับจ้างเย็บผ้าทั่วไป ซึ่งผลการสำรวจพบว่า ลักษณะท่าทางและการทำงานของพนักงานเย็บนั้น มีลักษณะที่ก่อให้เกิดภาระสถิตสูงกว่าในหญิงรับจ้างเย็บผ้าและมีอาการบาดเจ็บปรากฏขึ้นบริเวณกล้ามเนื้อโครงร่างสูงกว่าเช่นกัน โดยอาการบาดเจ็บนั้นจะเกิดขึ้นในบริเวณคอ ไหล่ และขา อย่างมีนัยสำคัญ

จากรายงานบทความเกี่ยวกับโรคปวดหลังของ นายแพทย์วิรุฬห์ เหล่าแพทรเกษม (2523) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่มักจะพบบ่อย ๆ ของอาการปวดหลัง ซึ่งสาเหตุอันหนึ่งก็คือ กล้ามเนื้อหลังหดตัวและเกร็งตัว มักจะเป็นกับคนที่ยังมีความสามารถในการทำงานสูงอยู่ ส่วน

มากจะมีประวัติการใช้หลังในลักษณะเดียวกันซ้ำซากอยู่นานๆ เช่น พวกนั่งอยู่กับที่ ซึ่งได้แก่ เสมียนพิมพ์ดีด ช่างตัดเย็บ จนกระทั่งระดับผู้บริหารสั่งงานอยู่กับโต๊ะทุกวัน ๆ รวมถึงการทำงานที่ต้องก้ม ๆ เงย ๆ

อาการปวดดังกล่าวนี้ไม่ได้ก่อให้เกิดอันตรายจนถึงแก่เสียชีวิต แต่มักเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดความทุกข์ทรมานจนรบกวนต่อการดำรงชีวิต และประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ป่วย ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมหาศาล ดังนั้นจึงมีผู้ที่พยายามจะทำการศึกษาโดยอาศัยวิธีการที่แตกต่างกันไป เพื่อให้ได้มาซึ่งลักษณะและการออกแบบสถานีทำงานให้มีความเหมาะสมต่อผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจจะช่วยลดอาการเจ็บปวดที่เกิดขึ้นดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น ทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

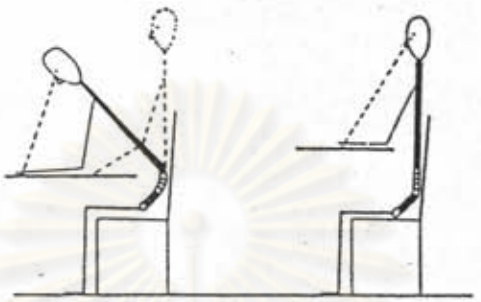
โดยทั่วไปของลักษณะสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรมจะประกอบด้วยสองส่วนใหญ่ ๆ คือ โต๊ะจักร และเก้าอี้สำหรับพนักงานเย็บ ดังนั้นเมื่อพูดถึงลักษณะของสถานีทำงานที่เหมาะสมนั้นจึงขึ้นอยู่กับลักษณะต่าง ๆ ของโต๊ะจักรและเก้าอี้ ซึ่งได้แก่ ความสูงของพื้นโต๊ะ ความเอียงของพื้นโต๊ะ ความสูงของเก้าอี้ ความเอียงของพื้นเก้าอี้ และความเอียงของพนักพิง

1. ความสูงของพื้นโต๊ะ

ความสูงของพื้นโต๊ะ มีความสำคัญต่อผู้ทำงานมากไม่ว่าจะเป็นการทำงานในลักษณะนั่งทำงานหรือยืนทำงาน ลักษณะความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของงานที่ทำ อย่างเช่น ในกรณีของผู้ยืนทำงานต่างชนิดกัน ความสูงของพื้นโต๊ะที่เหมาะสมก็ย่อมต่างกันออกไป ดำรง กุศลกิจ (2528) ได้แนะนำว่าความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมสำหรับผู้ยืนทำงานก็คือ เมื่อผู้ทำงานวางมือไว้บนโต๊ะแล้วระดับของมือความอยู่ต่ำกว่าข้อศอกประมาณ 7-8 เซ็นติเมตร แต่ถ้าเป็นงานที่ต้องใช้แรงของมือมากขึ้น เช่น งานรีดผ้า หรืองานช่างอื่น ๆ ความสูงของโต๊ะที่ใช้ควรมีระดับที่ต่ำกว่านี้ ดังรายงานการศึกษาของ Magnusson และ Ortengren (1987) ซึ่งได้ศึกษาเพื่อหาขนาดความสูงและมุมเอียงที่เหมาะสมของพื้นโต๊ะที่ใช้ในการชำแหละเนื้อสัตว์ พบว่า ความสูงของโต๊ะควรมีความสูงต่ำกว่าความสูงของข้อศอกเมื่อวัดจากพื้นขณะยืนประมาณ 17-22 เซ็นติเมตร ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้เกิดความล้าต่อกล้ามเนื้อของหลังและไหล่น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับระดับอื่น ๆ ส่วนความลาดเอียงของพื้นโต๊ะที่ดีควรจะประมาณ 5-10 องศา เพราะจะช่วยให้ผู้ทำงานสามารถทำงานได้ถนัดขึ้น

สำหรับการเย็บผ้าที่จะศึกษาครั้งนี้ เป็นงานที่พนักงานจะต้องนั่งปฏิบัติงาน ดังนั้นเกณฑ์ความสูงที่เหมาะสมดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้นนั้นก็ไม่อาจจะนำมาใช้ได้ สำหรับการนั่งทำงานนั้น Mandal (1981) ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของโต๊ะและเก้าอี้ที่ใช้ในโรงเรียนพบว่ามีลักษณะที่ต่ำไป ซึ่งจะทำให้ผู้นั่งต้องโน้มตัวมาด้านหน้าในขณะเขียนหนังสือ

(รูปที่ 2.7) ทำให้เกิดผลกระทบต่อลำสันหลังและหมอนรองกระดูก เขาได้แนะนำระดับความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมว่าในขณะที่เขียนหนังสือนั้นข้อศอกจะต้องสัมผัสกับพื้นผิวของโต๊ะ นั่นก็หมายความว่าความสูงของโต๊ะควรสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งเมื่อวัดจากพื้น (Elbow Height ,Sitting)



รูปที่ 2.7 ระดับของพื้นโต๊ะที่สูงขึ้นจะช่วยให้การก้มหรืองอลำตัวลดน้อยลง
จาก Mandal (1981)

Corlett และ Bishop (1976) อ้างถึงรายงานการศึกษาของ Wely (1969) ซึ่งได้รายงานว่า การนั่งทำงานกับโต๊ะที่มีความสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งเมื่อวัดจากพื้นมากเกินไปจะทำให้เกิดอาการยกไหล่มากขึ้น ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณนั้นหดตัวอยู่ตลอดเวลาในขณะที่กำลังทำงาน ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้าได้หากต้องนั่งทำงานเป็นเวลานาน แต่ก็ไม่ได้ระบุความสูงของโต๊ะที่เหมาะสมไว้ จากการศึกษาของ Granjean (1988) พบว่าในการนั่งทำงาน ความสูงของโต๊ะควรสูงกว่าความสูงของข้อศอกขณะนั่งประมาณ 3 เซ็นติเมตร

2. ความเอียงของพื้นโต๊ะ

เนื่องจากลักษณะของงานเย็บผ้าซึ่งเป็นงานที่ต้องวางชิ้นงาน และทำงานนั้นอยู่บนพื้นของโต๊ะตลอดเวลา ดังนั้นระยะห่างจากตาถึงชิ้นงาน (รูปที่ 2.8) จะมีผลต่อท่าทางการทรงตัวในการทำงาน นั่นคือ เมื่อมุมเอียงของโต๊ะเพิ่มขึ้นก็จะช่วยลดระยะห่างนี้ลง อันเป็นผลให้การก้มหรือการงอของหลังเพื่อเข้าใกล้ชิ้นงานนั้นมีน้อยลง นอกจากนี้ยังช่วยให้สามารถใช้พนักพิงได้ดีขึ้น แต่ถ้ามุมเอียงของโต๊ะมากเกินไป การทำงานก็จะไม่สะดวก เพราะชิ้นงานจะเคลื่อนตัวไหลลงตามระนาบเอียงได้

จากการศึกษาของ Eastman and Kamon (1976) ได้ทำการศึกษาลักษณะท่าทางในการนั่งอ่านและเขียนหนังสือซึ่งใช้โต๊ะที่มีมุมเอียงต่าง ๆ กันคือที่ระดับ 12 และ

24 องศา (เทียบกับแนวระดับ) เปรียบเทียบกับการใช้โต๊ะในแนวระดับ จากการประเมินระดับของภาวะไม่สบายที่เกิดขึ้นพบว่า การใช้พื้นโต๊ะที่มีความลาดเอียงจะช่วยลดความล้าและความไม่สบายที่เกิดขึ้นกับการใช้พื้นโต๊ะในแนวระดับ และจากการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อลาย (EMG , Electromyograms) ของกล้ามเนื้อกลุ่มต่าง ๆ ได้แก่ บริเวณคอ แขน หัวไหล่ และหลัง ผลจากการตรวจดังกล่าวนั้นมีความสอดคล้องกันกับการประเมินระดับของภาวะไม่สบาย

นอกจากนี้ Mandal (1981) กล่าวว่าลักษณะท่าทางในการนั่งจะดีขึ้นเมื่อมุมเอียงของโต๊ะประมาณ 10 องศา โดยได้อธิบายว่าเมื่อพื้นโต๊ะเอียงเพิ่มขึ้นหนังสือจะถูกเคลื่อนที่เข้าใกล้กับระยะของสายตามากขึ้นช่วยหลีกเลี่ยงการก้มของศีรษะ ซึ่งเป็นสาเหตุที่จะทำให้เกิดความล้าของกล้ามเนื้อบริเวณคอ

รูปที่ 2.8 การเปลี่ยนแปลงความลาดเอียงของพื้นโต๊ะจะช่วยลดการก้มของลำตัวในขณะทำงาน จาก Mandal (1981)

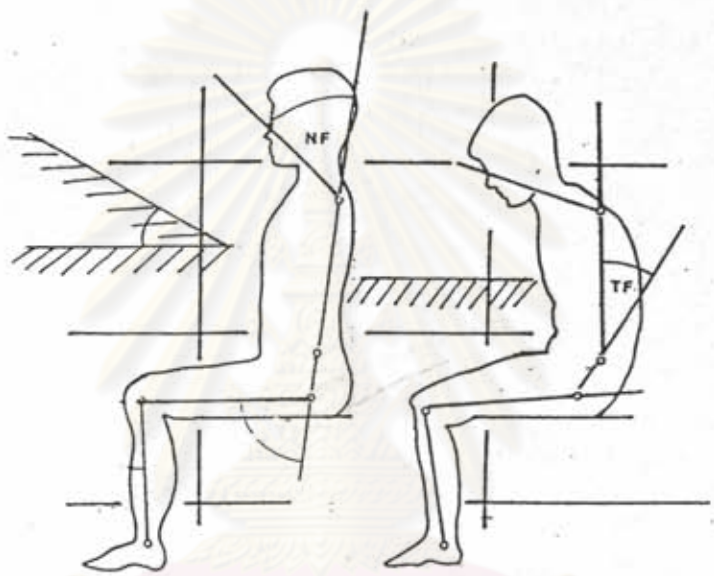
Delleman และ Dul (1990) ได้ทำการศึกษาและวัดการเปลี่ยนแปลงของศีรษะ (Head Inclination) พบว่าเมื่อความสูงและความเอียงของโต๊ะซึ่งเป็นสถานีทำงานของจักรเย็บผ้าเพิ่มขึ้นมุมเอียงของศีรษะ (NF) มีค่าลดน้อยลง และลำสันหลังจะดูเหยียดตรง มุม (TF) ลดน้อยลงจนกลายเป็นศูนย์ ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งผลดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาของ Bridger (1988) แต่การใช้ระดับของพื้นโต๊ะจักรที่สูงขึ้นจะทำให้เกิดการยกของไหล่ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดความล้ากับกล้ามเนื้อบริเวณนั้นได้เร็วขึ้น

3. ความสูงของเก้าอี้

ระดับความสูงของเก้าอี้ที่พอเหมาะกับการนั่ง จะขึ้นกับลักษณะของแต่ละบุคคล แต่เมื่อนั่งแล้วแนวแกนของต้นขา ควรจะอยู่ในแนวราบ ในขณะที่ขาส่วนล่าง (lower legs)

018285

(lower legs) อยู่ในแนวดิ่งและเท้าทั้งสองข้างนั้นวางราบกับพื้น ดังนั้นความสูงของเก้าอี้ควรจะอยู่ที่ระดับเดียวกับความสูงของบริเวณข้อพับหัวเข่าด้านใน (Popliteal Height) เมื่อวัดจากพื้นหรือต่ำกว่าเล็กน้อย ความสูงของบริเวณข้อพับหัวเข่าด้านในของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป เพื่อให้ความสูงของเก้าอี้มีความเหมาะสมสำหรับผู้ใช้เก้าอี้จึงควรที่จะปรับความสูงได้ตามลักษณะของผู้นั่งทำให้ผู้นั่งสามารถนั่งได้อย่างถนัด และสัมผัสกับพื้นผิวของที่นั่งได้อย่างเต็มที่ ความสูงของเก้าอี้ที่ระดับดังกล่าวจะช่วยให้การเคลื่อนไหวของขา และสะโพกทำได้สะดวกกว่าเก้าอี้ที่มีความสูงมาก



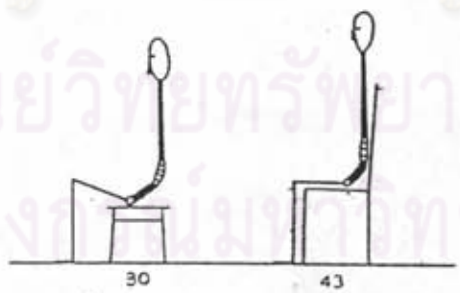
รูปที่ 2.9 ความลาดเอียงของพื้นโต๊ะจะช่วยลดการก้มงอของศีรษะ
ดัดแปลงจาก Bridger (1988)

การนั่งเก้าอี้ที่สูงกว่าระดับความสูงของบริเวณข้อพับหัวเข่าด้านใน จะทำให้เกิดแรงกดบริเวณใต้ต้นขา โดยเฉพาะบริเวณขอบที่นั่งด้านหน้าของเก้าอี้ (รูปที่ 2.10) ซึ่งถ้าหากต้องนั่งอยู่เป็นเวลานานภาวะดังกล่าวก็จะเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะดังกล่าวผู้นั่งจึงพยายามเลื่อนตำแหน่งการนั่งมายังบริเวณขอบของที่นั่งเก้าอี้ ทำให้ต้องใช้แรงของกล้ามเนื้อมากขึ้นในการทรงตัวเพื่อรักษาสมดุลของร่างกายไว้ และเกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออยู่ตลอดเวลาทำให้เกิดความล้าได้ง่าย เนื่องจากการไหลเวียนของโลหิตเพื่อนำออกซิเจนและอาหารเป็นไปได้ยาก (Cromey, 1981)

แรงกดบริเวณใต้ต้นขาจะลดลงเมื่อความสูงของเก้าอี้ลดลง แต่การนั่งเก้าอี้ที่ต่ำมากจนเกินไปจะทำให้มุมงอระหว่างลำตัวและต้นขามากขึ้น (รูปที่ 2.11) ทำให้เกิดการงอของลำตัว การโค้งโก่งของลำสันหลังส่วนเอว จะทำให้เกิดความกดดันภายในช่องท้อง (Abdominal Pressure) เพิ่มขึ้น

รูปที่ 2.10 การนั่งเก้าอี้ที่มีระดับของพื้นที่นั่งสูงเกินไป

จาก Croney (1981)



รูปที่ 2.11 การนั่งเก้าอี้ที่มีระดับของพื้นที่นั่งต่ำเกินไปทำให้เกิดมุมงอระหว่างโคนขาและลำตัวมาก

จาก Mandal (1981)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เนื่องจากในการนั่งทำงานของพนักงานเย็บนั้น เท้าข้างหนึ่งของพนักงานจำเป็นต้องวางอยู่บนที่วางเท้า (Pedal) ซึ่งเป็นตัวควบคุมปิดเปิดการทำงานของจักร (ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ความสูงของเก้าอี้จะให้พนักงานเป็นผู้ปรับเอง ขณะที่เท้าทั้งสองจะต้องวางอยู่บนที่วางเท้า จนพนักงานรู้สึกพอใจมากที่สุด ซึ่งค่าที่ได้จากการปรับจะถูกบันทึกไว้

4. ความเอียงของพื้นเก้าอี้

ความเอียงของพื้นเก้าอี้ มีผลสำคัญต่อลักษณะท่าทางการนั่งทำงานเป็นอย่างมาก การนั่งบนเก้าอี้ที่พื้นเก้าอี้มีความลาดเอียงไปด้านหลัง เล็กน้อยจะช่วยให้ผู้นั่งสามารถใช้พนักพิงได้ดีขึ้นทำให้แรงที่กดลงในส่วนต่าง ๆ บนลำสันหลังลดน้อยลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณลำสันหลังส่วนเอวซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรับความรู้สึกได้ไวกว่าบริเวณอื่น แต่ทว่าปัญหาก็ยังคงเกิดขึ้น เมื่อผู้นั่งจำเป็นต้องนั่งทำงานในลักษณะที่โน้มตัวมาด้านหน้า ทำให้มุมงอที่เกิดขึ้นระหว่างลำตัวและโคนขามีมาก (รูปที่ 2.12) ซึ่งเรามักจะพบเห็นกันอยู่เสมอ ๆ ว่ามีงานอยู่หลายลักษณะที่ผู้ปฏิบัติงานต้องโน้มตัวมาด้านหน้า เช่น งานเขียนหนังสือ งานอ่านหนังสือ งานในสายการประกอบ และการผลิตอื่นๆในโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงงานเย็บผ้า ดังนั้นการที่เก้าอี้มีลักษณะลาดเอียงไปด้านหลัง จึงทำให้การโน้มตัวมาทางด้านหน้านั้นทำได้ยาก เพราะจะทำให้เกิดการงอของลำตัวมากกว่าเดิม เป็นเหตุให้ผู้นั่งต้องเลื่อนหรือขยับตัวเลื่อนมาทางด้านหน้า ทำให้การนั่งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม และไม่สมดุลย์สำหรับการทรงตัวของร่างกายทำให้เกิดผลเสียในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการนั่งเก้าอี้ที่สูงเกินไป คือกล้ามเนื้อโครงร่างจะต้องใช้แรงมากขึ้นในการรักษาสมดุลย์ หรือสภาพการทรงตัวไว้ซึ่งเป็นผลให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้ออยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดความล้าได้ง่ายและรวดเร็ว

การใช้เก้าอี้ที่พื้นเก้าอี้มีความลาดเอียงมาทางด้านหน้า จะช่วยให้สภาพดังกล่าวดีขึ้น และยังช่วยลดความโค้งงอของลำตัวลงเมื่อเปรียบเทียบในการทำงานลักษณะเดียวกันนี้ ทำให้ลดการเกิดการแบนราบของลำสันหลังส่วนเอว เป็นผลให้การเจ็บปวดบริเวณนั้นลดลง แต่ถึงกระนั้นการนั่งในลักษณะที่พื้นเก้าอี้มีความลาดเอียงมาทางด้านหน้ามาก จะทำให้น้ำหนักของลำตัวส่วนหนึ่งตกลงบริเวณเท้ามากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สบายหรือเจ็บปวดบริเวณเท้าได้ และยังทำให้เกิดการลื่นไถล รวมทั้งการใช้พนักพิงก็จะไม่สามารถใช้ได้อย่างเต็มที่

รูปที่ 2.12 ลักษณะท่าทางการนั่งเมื่อพื้นของเก้าอี้มีความลาดเอียงไปทางด้านหลัง และระดับความสูงที่สูงกว่าความสูงของข้อพับด้านในของหัวเข่า
จาก Mandal (1976)

เนื่องจากการโค้งงอของลำตัวนั้น เกิดขึ้นจากการพยายามปรับระยะห่างของสายตาจากชิ้นงานเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างถนัด ดังได้กล่าวไว้แล้วความสูงและความเอียงของโต๊ะมีส่วนสำคัญที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเกิดการโค้งงอของลำตัวขึ้น ดังนั้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความสูงและความเอียงของพื้นโต๊ะไปก็จะทำให้ ความลาดเอียงของพื้นเก้าอี้ที่เหมาะในการนั่งทำงานนั้นเปลี่ยนไป เพราะฉะนั้นในการศึกษาครั้งนี้ความเอียงของพื้นเก้าอี้จึงไม่ได้กำหนดแน่นอน แต่จะให้ผู้นั่งปรับเองหลังจากการปรับระดับความสูง ความเอียงของโต๊ะและความสูงของเก้าอี้แล้ว โดยที่เท้าทั้งสองข้างวางราบอยู่บนที่วางเท้า

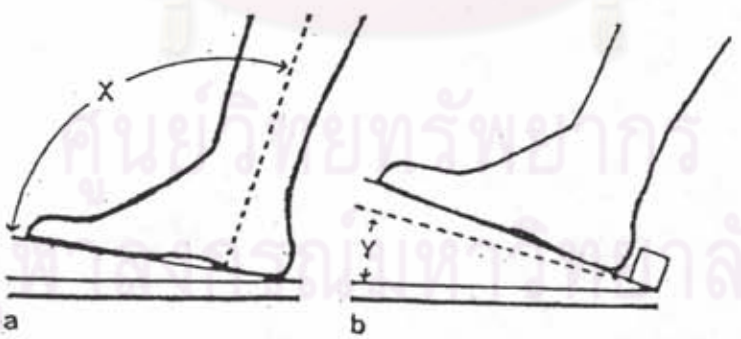
5. ความเอียงของพนักพิง

จากการศึกษาของ Yamaguchi และคณะ (1972) ถึงการเปลี่ยนแปลงแรงกดบนหมอนรองกระดูกสันหลังที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงท่านั่ง พบว่าท่านั่งที่เอนไปด้านหน้าจะทำให้เกิดแรงกดสูงบนหมอนรองกระดูกสันหลัง และการนั่งเอนไปด้านหน้านาน ๆ นั้น จะทำให้เกิดการเสื่อมของหมอนรองกระดูกสันหลัง และพบว่าแรงนี้จะมีค่าต่ำสุด เมื่อความชันของที่นั่งอยู่ระหว่าง 15-20 องศา เอนไปด้านหลัง (backwards) และพนักพิงอยู่ระหว่าง 120-125 องศา ส่วน Tougas และ Nordin (1987) ได้แนะนำว่าการที่จะป้องกันปัญหา

ที่เกิดขึ้นบริเวณหลังเนื่องจากการทำงานนั้น ความเหมาะสมของเก้าอี้ที่นั่งถือได้ว่าเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งคือ จะต้องทำให้มุมที่เกิดขึ้นระหว่างต้นขาและลำตัวมีค่าประมาณ 105 องศา จะเห็นว่าการนั่งที่ต้องใช้พนักพิง ความชันของที่นั่งกับพนักพิงจะมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นในเรื่องความเอียงของพนักพิงที่ใช้ในการการศึกษาครั้งนี้จึงมิได้กำหนดแน่นอน แต่จะให้ผู้ถูกทดสอบปรับระยะห่างของพนักพิง เพื่อทำให้มุมเอียงของพนักพิงมีความเหมาะสมและรู้สึกว่าตัวเองอยู่ในท่าที่สบายที่สุด

6. ที่วางเท้า

นอกเหนือจากลักษณะความสูงและความเอียงของโต๊ะและเก้าอี้แล้ว ในส่วนของสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรม ยังมีอุปกรณ์อีกชิ้นหนึ่งที่มีความสำคัญมากนั่นก็คือ ที่วางเท้า (pedal) ที่วางเท้าของจักรเย็บผ้าจะเป็นตำแหน่งที่จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน (ปิดเปิด) ของจักร โดยพนักงานเย็บจะต้องใช้เท้าข้างหนึ่งวางอยู่บนที่วางเท้านี้ตลอดเวลา ดังนั้นที่วางเท้านี้ก็เป็นเสมือนกับที่พักเท้า หากลักษณะของที่วางเท้านี้ไม่เหมาะสม อันได้แก่ลักษณะของตำแหน่งที่ตั้ง และมุมเอียงที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความไม่สบายแก่ผู้ปฏิบัติงาน Croney (1981) ได้แนะนำว่า การใช้ที่พักเท้าเพื่อเป็นที่พักเท้าหรือเพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดก็ตาม เมื่อผู้นั่งวางเท้าราบบนที่วางเท้าแล้วมุมระหว่างขาส่วนล่าง และเท้า ควรอยู่ในลักษณะที่ทำมุมระหว่าง 90-100 องศา คือมุม x (รูปที่ 2.13)



รูปที่ 2.13 การวัดมุมระหว่างขาส่วนล่างและเท้า (มุมของข้อเท้า = X)
การวัดมุมของที่วางเท้า (Pedal = Y)
จาก Croney (1981)

ที่พักเท้าอาจสร้างขึ้นเป็นส่วนเดียวกับเก้าอี้ หรือแยกเป็นคนละส่วนในลักษณะเป็นไม้รองเท้าก็ได้ แต่ถ้ามุมของที่พักเท้ามีค่ามากกว่า 15 องศา ควรจะมีที่รองรับบริเวณส้นเท้า เพื่อช่วยป้องกันการลื่นไถล เพราะถ้าไม่มีก็จะทำให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อบริเวณขาและเท้า เพื่อรักษาตำแหน่งของเท้าทำให้เกิดความล้าหรือความเจ็บปวดขึ้นได้ นอกจากนี้ขนาดของที่พักเท้าควรจะมีความกว้างและใหญ่พอที่จะรองรับเท้าได้หมด ด้วยเหตุนี้การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกที่จะใช้เท้าเหยียบของจักรที่ทำมุม 15 องศากับแนวระดับ

นอกจากลักษณะของที่วางเท้าแล้ว ตำแหน่งในการติดตั้งของที่วางเท้าหรือพูดอีกนัยหนึ่งคือระยะห่างระหว่าง ที่วางเท้ากับหัวเข่า ซึ่งจะมีผลทำให้มุมของหัวเข่าแตกต่างกันออกไป จากรายงานของ Tougas และ Nordin (1987) ได้อ้างถึงผลการวิจัยของ Brunswic (1984) ที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อเกิดการงอของบริเวณสะโพก และการเหยียดออกของขาส่วนล่างซึ่งทำให้มุมระหว่างขาส่วนล่างและต้นขา คือมุมของหัวเข่า (Knee angle) มีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดการแบนราบของลำสันหลังส่วนเอว โดยได้ให้เหตุผลว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะทำให้เกิดการแปลี่ยนแปลงของเอ็นหลังหัวเข่า จะทำให้เกิดการหมุนไปทางด้านหลังของกระดูกเชิงกราน เป็นเหตุให้ลำสันหลังส่วนเอวเกิดการแบนราบขึ้นอันเป็นสาเหตุให้เกิดความเจ็บปวดบริเวณหลังขึ้นได้

ปัจจัยต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ล้วนแต่มีความสำคัญต่อสถานีทำงานจักรเย็บอุตสาหกรรมทั้งสิ้น จึงได้มีผู้พยายามศึกษาเพื่อหาระดับของปัจจัยต่าง ๆ เหล่านั้น

Chi- Yuang Yu และคณะ (1988) ได้ออกแบบเก้าอี้ไฮดรอลิก ซึ่งสามารถปรับมิติต่างๆได้ถึง 7 ค่า ดังนี้ ความสูงของพื้นเก้าอี้ (seat height), ความเอียงของพื้นเก้าอี้ (seat angle), ช่วงการหมุนอย่างอิสระของพื้นเก้าอี้ (seat rocking), การหมุนของเก้าอี้ (seat swivel), ระยะห่างของพนักพิง (back-rest distance), ความสูงของพนักพิง (back-rest height), มุมเอียงของพนักพิง (back-rest angle) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการศึกษาการออกแบบเก้าอี้นั่งสำหรับพนักงานเย็บ วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ก็เพื่อหาระดับความสำคัญของปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการนั่งดังที่ได้กล่าวไว้แล้วโดยใช้การประเมินผลการทดลองด้วยการวัดภาวะความไม่สบายที่เกิดขึ้นบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายภายหลังจากการปฏิบัติงาน การวัดการเปลี่ยนแปลงคลื่นไฟฟ้าของกล้ามเนื้อ (electromyograms) ที่เกิดขึ้นเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงท่าทางในการทำงาน การวัดการหดตัวของกระดูกสันหลัง (vertebraldisc shrinkage) โดยทำการศึกษาจากพนักงานหญิง 2 คน ประเมินผลต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ซึ่งผลการศึกษาพบว่า เก้าอี้นั้นควรปรับความสูงได้อยู่ในช่วง 51-61 เซ็นติเมตร ระยะห่างของ

พนักพิงควรจะปรับได้ในช่วง 10-15 เซ็นติเมตร (วัดที่ตำแหน่งศูนย์กลาง) ความสูงของพนักพิงควรจะอยู่ในระดับ 25 เซ็นติเมตร (วัดที่ตำแหน่งศูนย์กลาง) และเก้าอี้ควรจะหมุนได้อย่างอิสระ

ขนาดสัดส่วนร่างกายของคนมีความแตกต่างกันเนื่องจาก พันธุกรรม เชื้อชาติ สภาวะแวดล้อมด้านภูมิอากาศ และภูมิประเทศของแต่ละกลุ่มชน ดังนั้นผลการศึกษาดังกล่าวยังไม่อาจจะใช้ได้โดยตรงเนื่องจากเหตุผลที่กล่าวไปแล้ว ผลการศึกษาดังกล่าวจึงเป็นเพียงแนวทางอันหนึ่งที่ใช้สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ซึ่งจะกระทำกับคนไทย

Haslegrave (1990) ได้เสนอแนวทางในการตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นสถานีทำงาน โดยยกกรณีศึกษาของอุตสาหกรรมตัดเย็บเสื้อผ้า ซึ่งพบว่าการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จะทำให้รับรู้ข่าวสารมากมายที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทำงาน การวิเคราะห์ลักษณะของสถานีทำงานประกอบด้วยจะทำให้รู้ถึงข้อจำกัด หรือข้อบกพร่องของสถานีทำงานนั้น รวมทั้งการบันทึกการทำงานด้วยกล้องวิดีโอ ซึ่งจะทำให้รู้ถึงรายละเอียดลักษณะการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

Delleman และ Dul (1990) ได้เสนอแนวทางการศึกษาเพื่อปรับปรุงลักษณะของจักรเย็บผ้า โดยอาศัยการออกแบบหรือการวางแผนการทดลอง (Experimental Design) โดยกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ไว้คือ ความสูงของโต๊ะ, ความเอียงของพื้นโต๊ะ และตำแหน่งของที่วางเท้า ซึ่งหลังจากการทดสอบแต่และครั้งจะทำการวัดผลการทดสอบจากค่าต่าง ๆ ดังนี้

- การเปลี่ยนแปลงมุมก้ม-เงย ของศีรษะ (head inclination)
- การเปลี่ยนแปลงมุมของแขนส่วนบน (evaluation of the left upper arm)
- ประเมินระดับคะแนนของภาวะไม่สบายที่เกิดขึ้นกับส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (posture discomfort-total body score)
- การเปรียบเทียบกับสภาพการทำงานเดิม (comparison with old workplace)

จากงานวิจัยหลาย ๆ เรื่องที่กล่าวไปแล้วนั้น ภาวะของความไม่สบาย ได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวประเมินคุณค่าของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร

Corlett และ Bishop (1976) ได้เสนอเทคนิคในการประเมินผลของความไม่สบายของร่างกายที่เกิดขึ้นจากการทำงาน โดยการบันทึกความไม่สบายที่เกิดขึ้นกับบริเวณส่วนต่าง ๆ ของร่างกายและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่การผลิตได้ดำเนินผ่านไปในแต่ละช่วงเวลา ข้อมูลที่ได้แสดงให้เห็นตำแหน่งหรือจุดที่ไม่เหมาะสมของเครื่องมือเครื่องจักรซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นประโยชน์สำหรับใช้ในการออกแบบเครื่องมือเครื่องจักร