

Sitting and Seating

Part 1

กิตติ อินทรานนท์ (2548). การยศาสตร์: **Ergonomics**. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1

Stephen Pheasant and Christine M. Haslegrave (2006). **Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work**. 3rd Edition. Taylor & Francis.

Vivek D. Bhise (2012). **Ergonomics in the Automotive Design Process**. 1st Edition. Taylor & Francis.

Fundamentals of seating

- ▶ The purpose of a seat is to provide stable bodily support in a posture that is:
 - ▶ Comfortable over a period of time
 - ▶ Physiologically satisfactory
 - ▶ Appropriate to the task or activity
- ▶ We turn to a consideration of the physiology and biomechanics of the sitting posture, with particular reference to the structure and function of the lumbar spine.

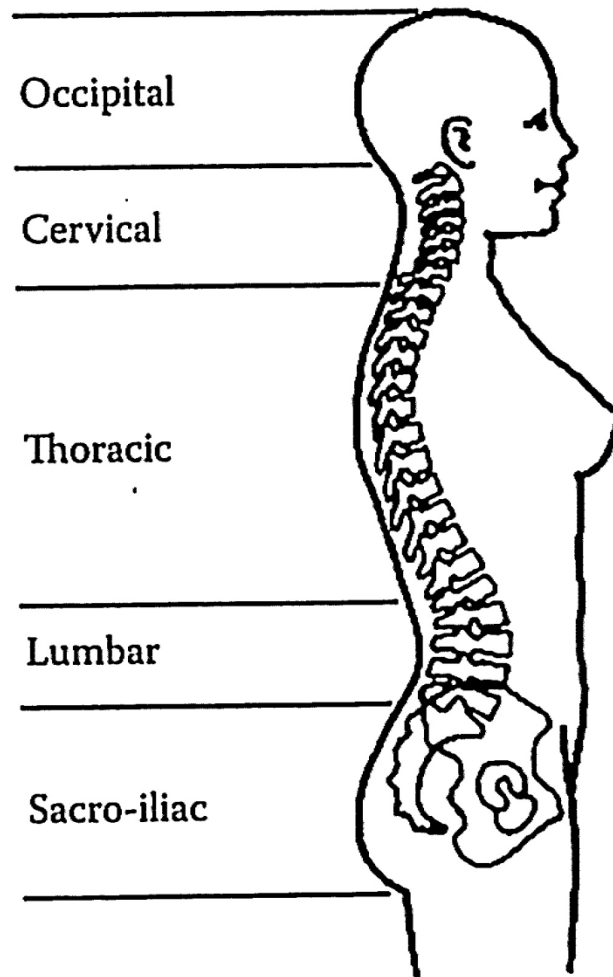
The back structure

- ▶ โครงสร้างส่วนหลังของร่างกายเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก ประกอบไปด้วย
 - ▶ กล้ามเนื้อ (muscle)
 - ▶ กระดูก (bones)
 - ▶ หมอนรองกระดูก (intervertebral disks)
 - ▶ เอ็นยึด (ligaments)
 - ▶ เอ็น (tendons)
 - ▶ ระบบการสร้างเลือดและการไหลเวียน (blood supply)
 - ▶ ไขสันหลังและเส้นประสาทที่อยู่ใกล้เคียง (spinal cord and branched nerve)

The back structure

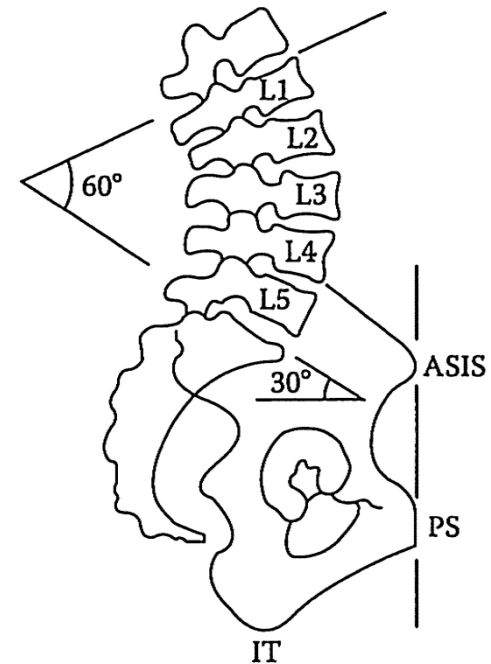
- ▶ กระดูกสันหลังมีอยู่ซ้อนกัน 34 ชั้น เป็นกระดูกส่วนที่เคลื่อนไหวได้ (**movable bony vertebrae**) จำนวน 24 ชั้น ดังนี้
 - ▶ ส่วนคอ (**Cervical**) 7 ชั้น สามารถเคลื่อนไหวได้: **C1 – C7**
 - ▶ ถัดมาเป็น 12 ชั้น ส่วนทรวงอก (**Thoracic**) จะอยู่ด้านหลังของกระดูกซี่โครง สามารถเคลื่อนไหวได้: **T1-T-12**
 - ▶ อีก 5 ชั้นหลังส่วนล่าง (**Lumbar**) สามารถเคลื่อนไหวได้: **L1-L5**
 - ▶ ถัดไปคือ **Sacro-iliac** จำนวน 5 ชั้น ซึ่งต่อเชื่อมหลอมรวมกันเป็นกระดูกก้นกบ (**sacrum**) ส่วนนี้ไม่มีการเคลื่อนไหว: **S1-S5**
 - ▶ ส่วนสุดท้ายกระดูกก้นกบ (**Coccyx**) มีอยู่ 5 ชั้น
- ▶ กระดูกสันหลังแต่ละชั้นถูกแยกออกจากกันโดยหมอนรองกระดูก (**intervertebral discs**) มีหน้าที่ในการรองรับการกระแทก ระหว่างกระดูกสันหลังและเพิ่มความหยุ่นได้ให้กับลำสันหลัง

The human spine



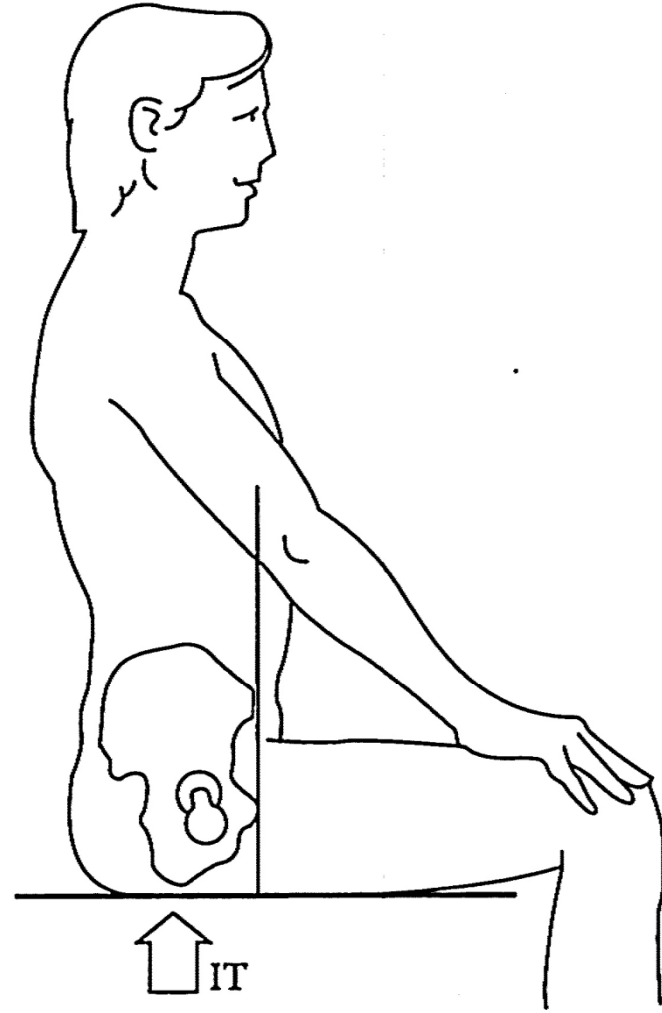
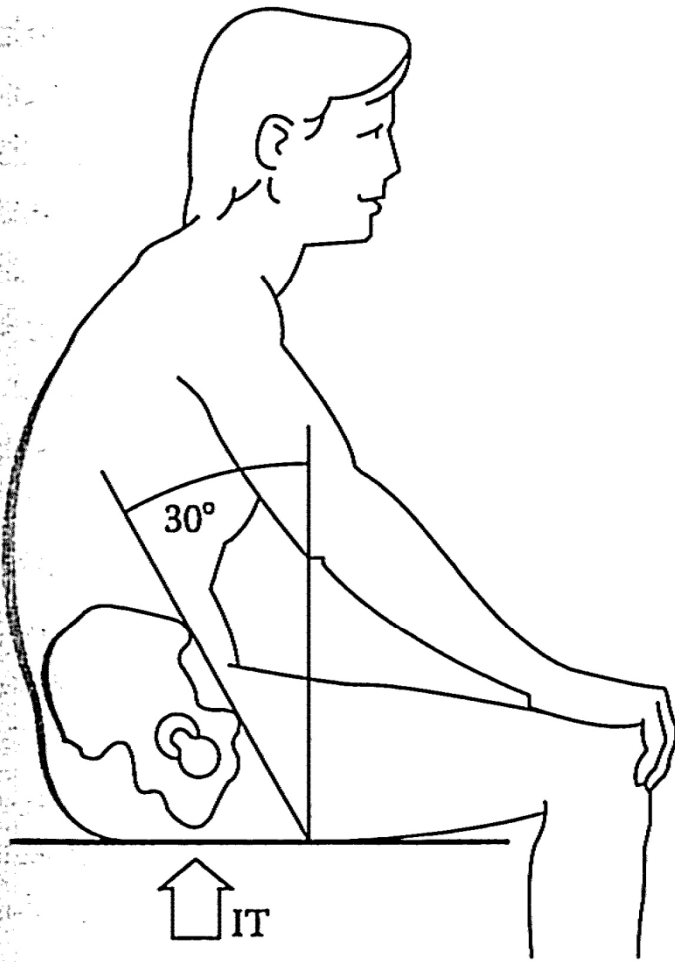
Lumbar vertebrae

- ▶ เป็นโครงสร้างส่วนล่างที่สำคัญมาก เพราะเป็นส่วนที่อ่อนแอที่สุดของลำสันหลัง จะก่อให้เกิดอาการปวดหลังและอาการบาดเจ็บ
- ▶ จุดที่ต้องเน้นที่สุด คือ หมอนรองกระดูกระหว่างกระดูกสันหลังส่วนล่างชิ้นที่ 5 (**Lumbar5**) กับกระดูกก้นชิ้นที่ 1 (**Sacra I**) เพราะเป็นปัญหาทางชีวกลศาสตร์ที่สำคัญ จะต้องวิเคราะห์แรงอัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้น



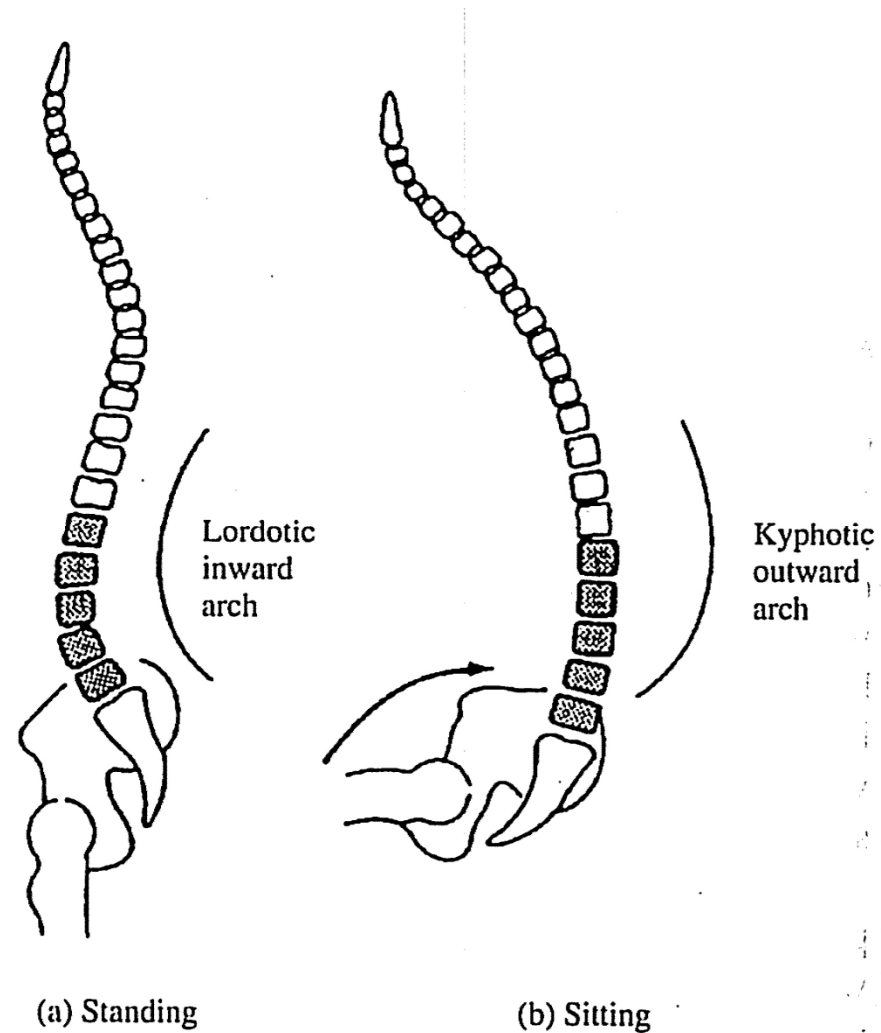
The spine in standing and sitting

- ▶ In the upright standing position, the pelvis (กระดูกเชิงกราน) is more or less vertical, and the lowest *lumbar vertebra and sacrum* make angles of about 30 degree above and below the horizontal (the L5/S1 intervertebral joint).
- ▶ Sitting position, you flex your knees through 90 degree and make another 90 degree angle between your *thighs and trunk*.
- ▶ Most of your weight is taken by the ischial tuberosity (IT).
- ▶ After and angle of 60 degree is reached this movement is opposed, unless we are very flexible, by tension in the *hamstring muscles* (เอ็นร้อยหวาย
หมาย: located in the backs of the thighs (ต้นขา))
- ▶ Hence we tend to complete the movement by a backward rotation of the pelvis of 30 degree or more as shown on Fig 5.3
- ▶ The pelvis rotates backward, increasing the pressure on the disks in the vertebral column.



Lumbar spine

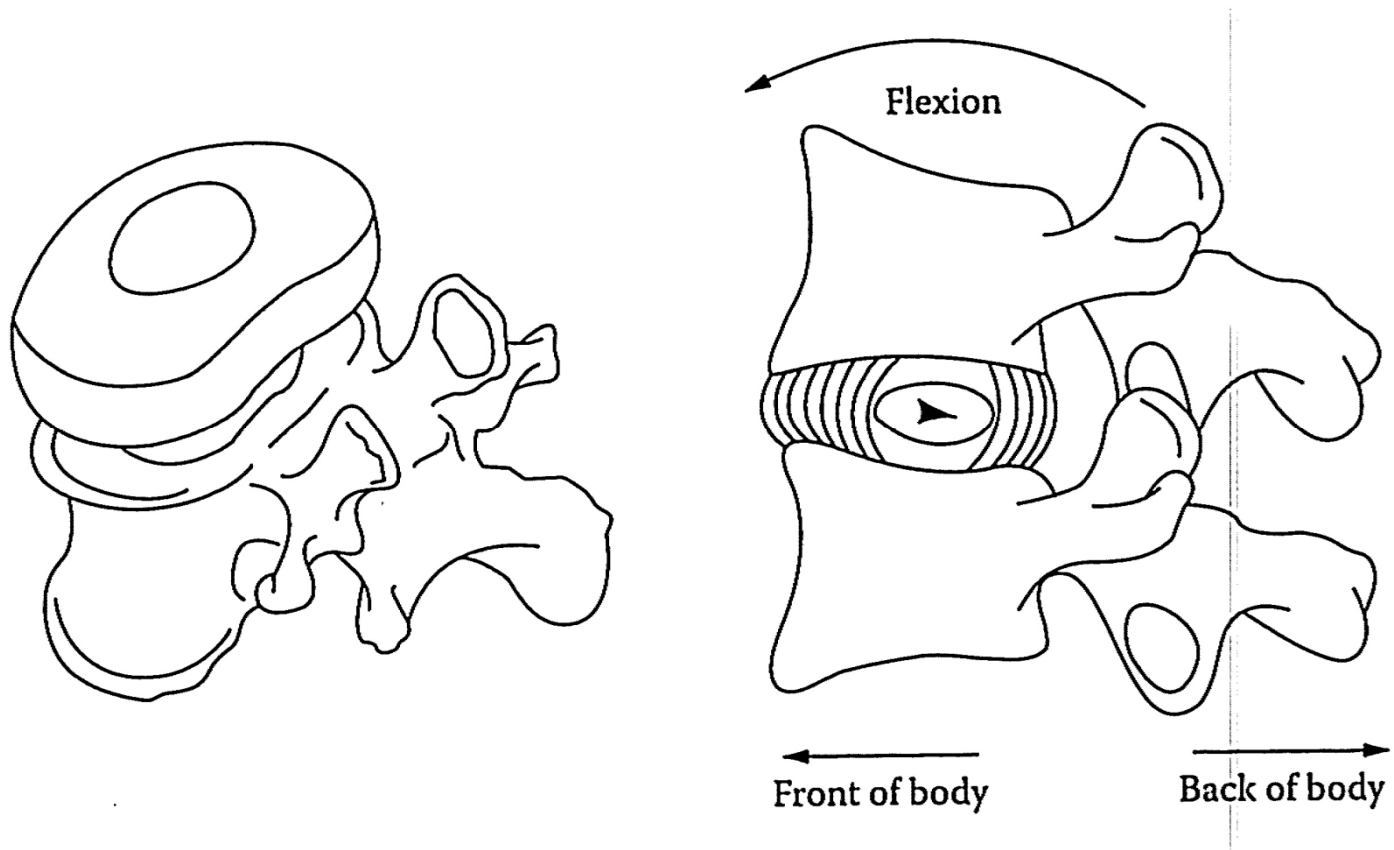
Figure 5.8 Posture of the spine when standing and sitting. Lumbar portion of spine is lordotic when standing (a) and kyphotic when sitting (b). The shaded vertebrae are the lumbar portion of the spine. (Source: Grandjean 1988, Fig. 47.)



Lumbar spine

- ▶ The lumbar portion of the spine (the small of the back, approximately at the belt level) curves naturally inward, which is termed *lordosis*.
- ▶ In relaxed unsupported sitting, the lumbar spine may well be flexed close to the limit of its range of motion, giving the slumped posture shown on fig 5.3
- ▶ In this position, the muscles will be relaxed, because the weight of the trunk will be supported by tension in passive structures such as ligaments.
- ▶ When the lumbar spine is flexed, intervertebral disc (หมอนรองกระดูก) is compressed at the front and extended at the back.

Fig 5.4



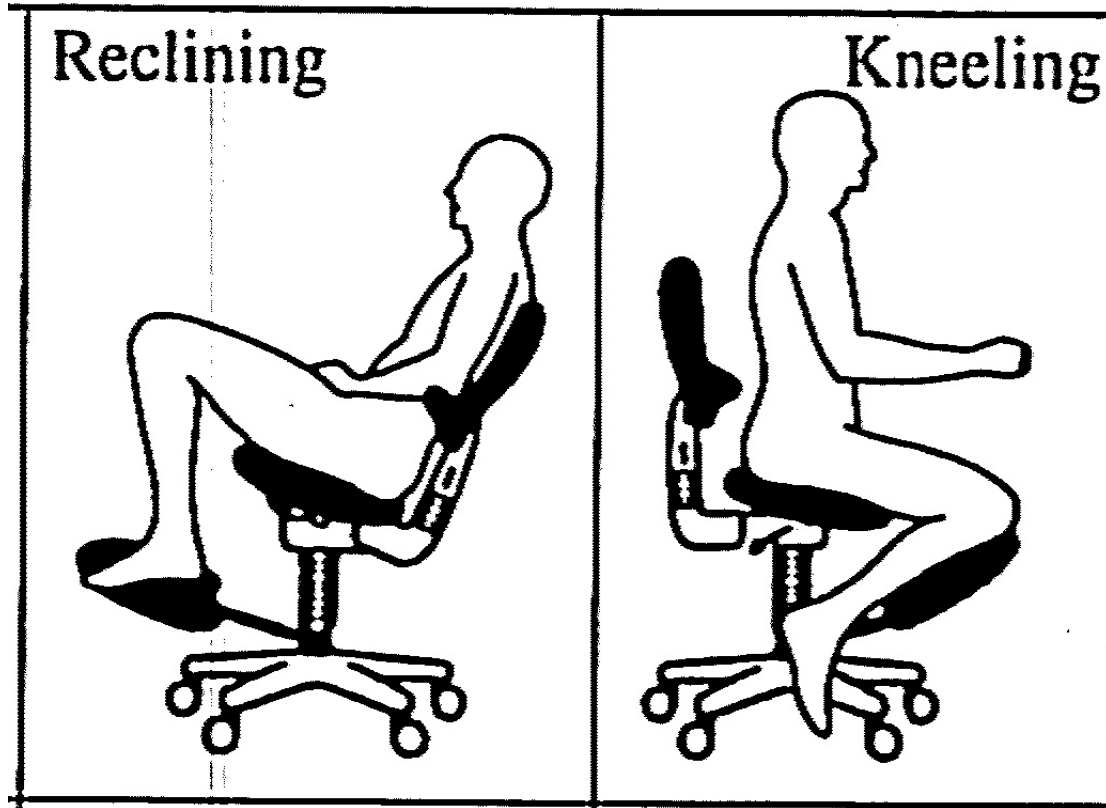
Lumbar spine

- ▶ In order to 'sit up straight', we must make a muscular effort to overcome the tension in the hamstrings.
- ▶ We shall probably also need to activate our back muscles to support the weight of our trunk.
- ▶ Therefore, it is very important to provide lumbar support in the seat back, or even a simple lumbar pad placed at the belt level.
- ▶ In designing a seat, therefore, the objective is to support the lumbar spine in its neutral position. In general this will be achieved by:

Both physiologically satisfactory and comfortably relaxed.

- ▶ A semi-reclined sitting position, so that the hip angle is greater than 90 degree and some of the upper body weight can be supported by the backrest.
- ▶ A seat that is neither lower nor deeper than necessary
- ▶ A backrest that makes an obtuse angle to the seat surface (thus minimizing the need for hip flexion) and is contoured to the form of the user's lumbar spine (thus providing support in the lumbar region)
- ▶ Another approach to preventing flattening of the lordosis curve is to reduce the pelvic rotation by maintaining a large angle between the torso and thighs, via a forward-tilting seat (keeling posture).

Fig 5.7



Forward tilting seats and 'sit-stand' seats

- ▶ A radical new approach to seat design has recently been proposed. Mandal (1976, 1981, 1991) argued that the seat surface should slope forwards.
- ▶ Hence diminishing the need for hip flexion (seat for particularly in tasks such as typing and writing) and encouraging lumbar lordosis.
- ▶ The potential disadvantage of such a design is that if you sit on chair without thinking, you will tend to exert a backward thrust with the feet in order to stay in the seat.
- ▶ This is a particular problem if the chair is on castors.

Figure 5.7 Two radical approaches to seat design

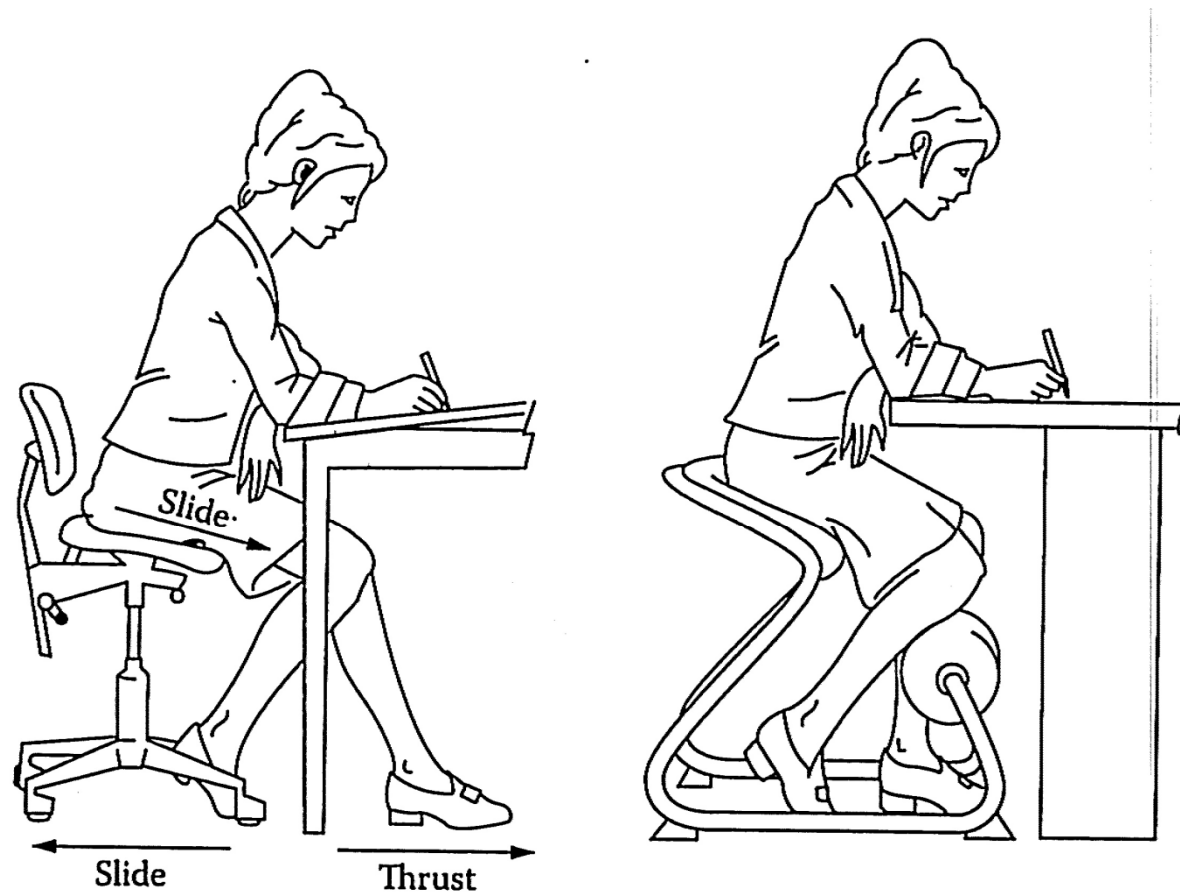


FIGURE 5.7 Two radical approaches to seat design: the forward tilting seat (left) and the kneeling chair (right).

Forward tilting seats

- ▶ These difficulties should be overcome with the 'kneeling chair', which provides **a seat sloping forward at some 30 degree** to the horizontal.
- ▶ Combined with a padded support for the knees.
- ▶ When seat angle and knee angle were independently varied, forward tilted seat positions did not result in a lumbar posture.
- ▶ The lumbar posture of subjects using a kneeling chair in writing and typing tasks was not significantly better than when they used a conventional office chair.