

บทที่ 1

บทนำ

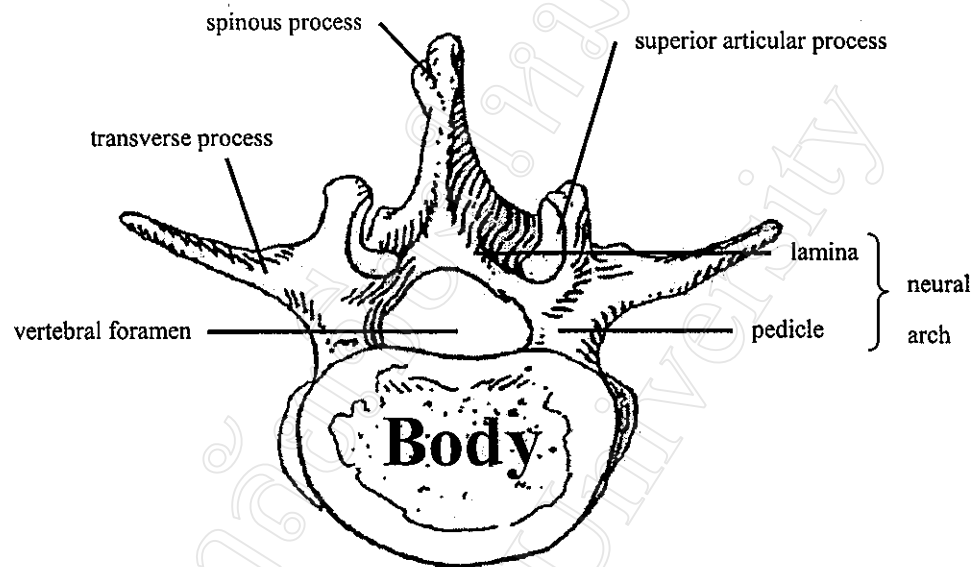
กระดูกสันหลัง (vertebrae)

กระดูกสันหลังจัดเป็นกระดูกชนิด irregular bone ซึ่งโดยปกติคนจะมีกระดูกสันหลังทั้งหมด จำนวน 26 ชิ้น แบ่งเป็นกระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae) 7 ชิ้น กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic vertebrae) 12 ชิ้น กระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar vertebrae) 5 ชิ้น กระดูกกระเบนเหน็บ (sacrum) 1 ชิ้น กระดูกก้นกบ (coccyx) 1 ชิ้น^{2, 25} vertebral body ของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้น ยกเว้น C₁ และ C₂ จะถูกแยกออกจากกันโดยหมอนรองกระดูก (intervertebral disc) และความสูงของกระดูกสันหลังรวมกันคิดเป็น $\frac{3}{4}$ ของความสูงของ vertebral column⁴

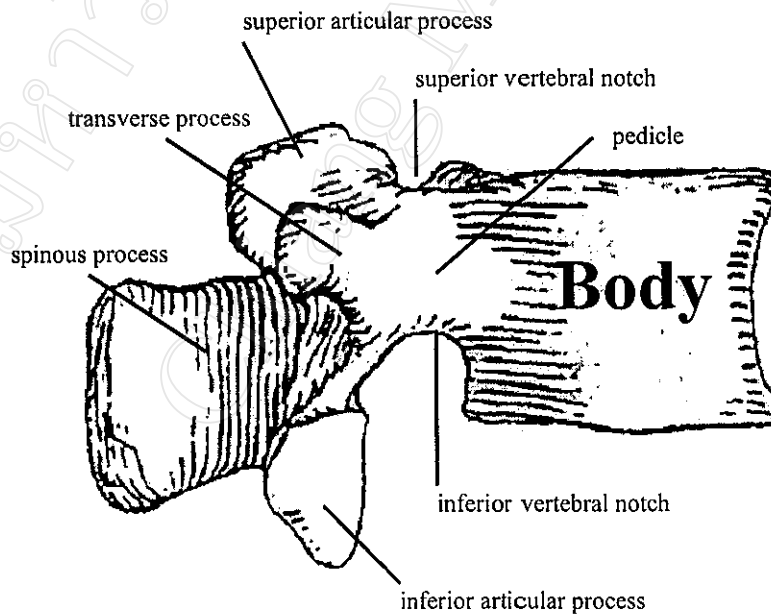
ลักษณะทั่วไปของกระดูกสันหลัง ประกอบด้วย vertebral body และ neural arch (รูปที่ 1.1) vertebral body มีลักษณะเป็นแท่งสั้นๆ อยู่ด้านหน้า ผิวด้านบนและผิวด้านล่างของ vertebral body ไปต่อกับหมอนรองกระดูกสันหลังอันที่อยู่ถัดไป vertebral body มีหน้าที่หลัก คือ การรับน้ำหนัก ที่ด้านหลังของ vertebral body มี neural arch ต่อออกไปและประกอบกันขึ้นเป็นช่องที่เรียกว่า vertebral foramen เมื่อกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นประกอบกันขึ้นเป็น vertebral column แล้ว vertebral foramen ของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นจะต่อเนื่องกันเป็นช่องซึ่งเป็นที่อยู่ของไขสันหลัง (spinal cord) เรียกว่า spinal canal ขนาดและรูปร่างของ spinal canal มีลักษณะที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับระดับของกระดูกสันหลัง โดยที่ spinal canal ของกระดูกสันหลังส่วนคอและส่วนเอวมีขนาดใหญ่กว่าส่วนอก เพราะไขสันหลังในส่วนคอและส่วนเอวมีขนาดใหญ่ เนื่องจากมีเซลล์ประสาทที่ให้เส้นประสาทที่เลี้ยง upper และ lower limb ตามลำดับ²⁵

Neural arch ประกอบด้วย pedicle 2 ข้าง ที่ต่อจาก body และ lamina ที่เชื่อมระหว่าง pedicle ทั้ง 2 ข้าง spinous process เป็นชิ้นกระดูกแหลมที่ยื่นไปทางด้านหลังจากตรงกลางของ lamina และตรงรอยต่อระหว่าง pedicle กับ lamina ทั้ง 2 ข้าง มีแฉกกระดูกแหลมที่ยื่นออกไปทาง postero-lateral เรียกว่า transverse process ที่ด้านบนและด้านล่างตรงรอยต่อระหว่าง pedicle กับ lamina ทั้ง 2 ข้าง มี superior articular process และ inferior articular process ด้านละ 1 คู่ โดยทั้ง 2 คู่ จะต่อกันเป็นข้อต่อชนิด synovial joint ที่ขอบล่างของ pedicle มีแฉกลึก เรียก inferior vertebral notch และขอบด้านบนมีแฉกตื้นกว่า เรียก superior vertebral notch ทั้ง inferior vertebral

notch และ superior vertebral notch ของกระดูกสันหลัง 2 ชั้น ที่อยู่ติดกันจะประกอบกันขึ้นเป็น intervertebral foramen ซึ่งเป็นทางผ่านของประสาทไขสันหลัง (spinal nerve root) ⁴



ก.



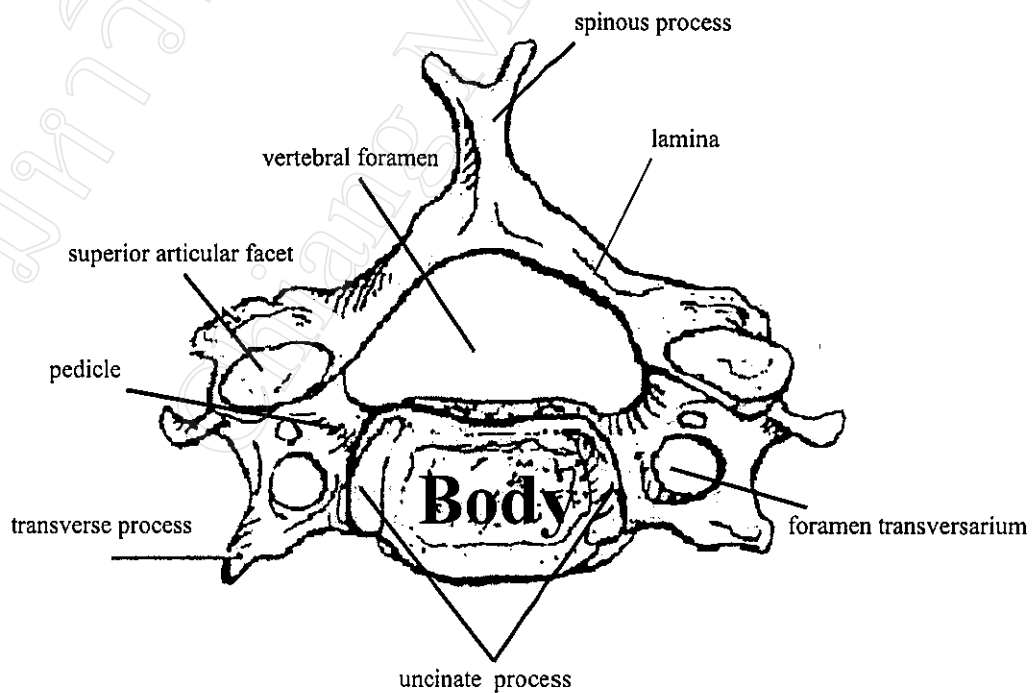
ข.

รูปที่ 1.1 typical vertebrae (กระดูกสันหลังส่วนเอว)

กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae)

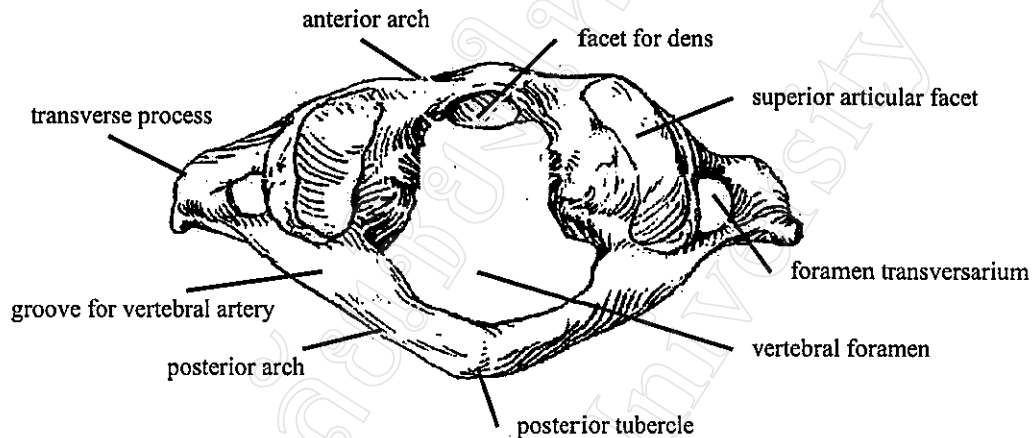
กระดูกสันหลังส่วนคอ มีทั้งหมด 7 ชิ้น โดยแต่ละชิ้นในระดับที่ต่ำกว่า C₂ จะถูกแทรกโดยหมอนรองกระดูกสันหลัง ขนาดของกระดูกสันหลังส่วนคอจากระดับบนลงสู่ระดับล่าง จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ กระดูกสันหลังส่วนคอ ระดับ C₃, C₄, C₅ และ C₆ ถือว่าเป็น typical cervical vertebrae ส่วนระดับ C₁, C₂ และ C₇ เป็น atypical cervical vertebrae

Typical cervical vertebrae (รูปที่ 1.2) มีความกว้างของ body ในแนวขวาง (transverse diameter) มากกว่าความกว้างในแนวหน้า-หลัง (anteroposterior diameter) ประมาณ 50% ผิวหน้าตัดด้านบนมีลักษณะเว้าจากด้านข้าง และความลึกของผิวหน้าตัดถูกเพิ่มโดย uncinat process ซึ่งเป็นปุ่มกระดูกที่ยื่นจากขอบด้าน postero-lateral ของ body ผิวหน้าตัดด้านล่างจะเว้าในแนวหน้า หลัง uncinat process ของ vertebral body ระหว่างกระดูกสันหลัง 2 ชิ้นในระดับที่ชิดกันจะกลายเป็นข้อต่อที่เรียกว่า joint of “Luschka” ในกระดูกสันหลังส่วนคอระดับ C₁ ถึง C₆ ที่ transverse process มีรูซึ่งเป็นทางผ่านของ vertebral artery เรียกว่า foramen transversarium ลักษณะของ spinous process ในกระดูกสันหลังส่วนคอระดับ C₂ ถึง C₆ มีลักษณะเรียวและเล็ก ที่ปลายแยกเป็น 2 แฉก



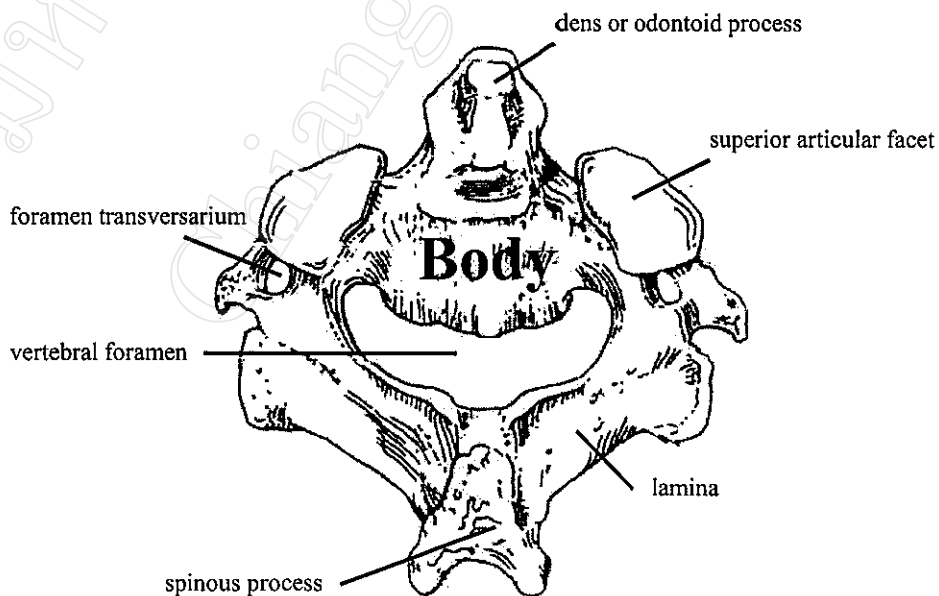
รูปที่ 1.2 typical cervical vertebrae

Atypical cervical vertebrae ได้แก่กระดูก atlas (รูปที่ 1.3) หรือกระดูกสันหลังส่วนคอ ชั้นที่ 1 (C_1) ซึ่งประกอบด้วย anterior และ posterior arch ไม่มี body มี superior articular facet ที่ต่อกับ occipital condyle และ inferior articular facet ต่อกับ axis



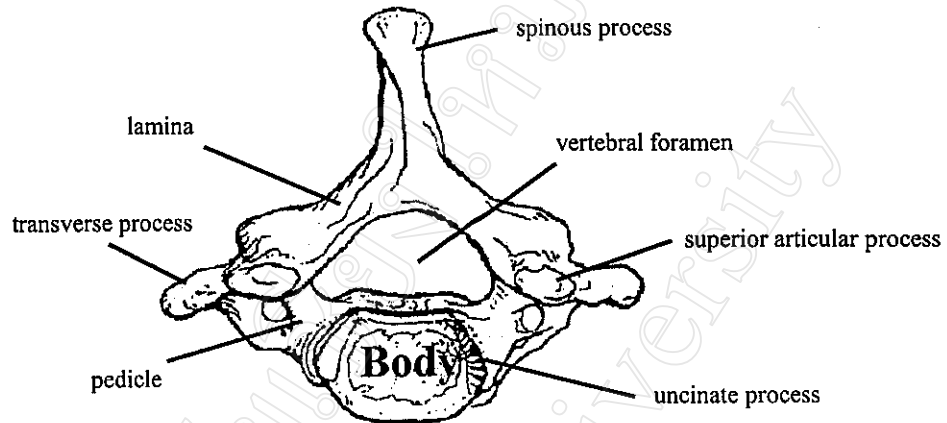
รูปที่ 1.3 กระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 1 (atlas)

The axis (รูปที่ 1.4) หรือกระดูกสันหลังส่วนคอ ชั้นที่ 2 (C_2) มีส่วนต่อจาก body ไปทางด้านบน เรียก dens หรือ odontoid process ซึ่งจะไปต่อกับผิววงแหวนด้านหน้าของ atlas มี spinous process ที่ยาวและปลายเป็น 2 แฉก



รูปที่ 1.4 กระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 2 (axis)

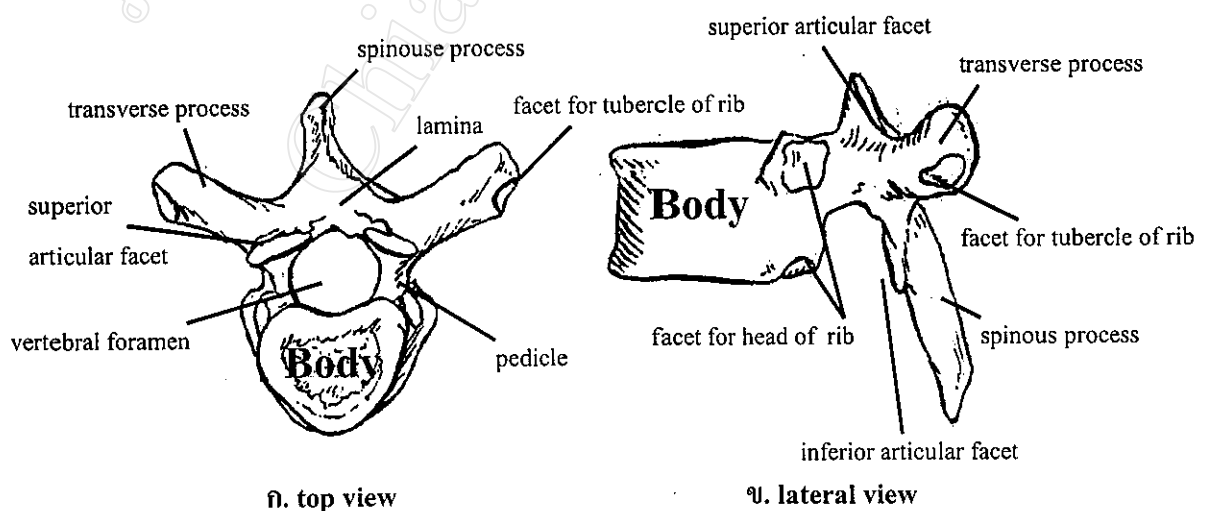
กระดูกสันหลังส่วนคอ ชั้นที่ 7 (C₇) (รูปที่ 1.5) มี spinous process ที่ยาวและไม่มีแฉก ที่ปลายสามารถคลำได้ไม่มนสูงที่ฐานของคอ เรียกว่า vertebral prominence



รูปที่ 1.5 กระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 7

กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic vertebrae) (รูปที่ 1.6)

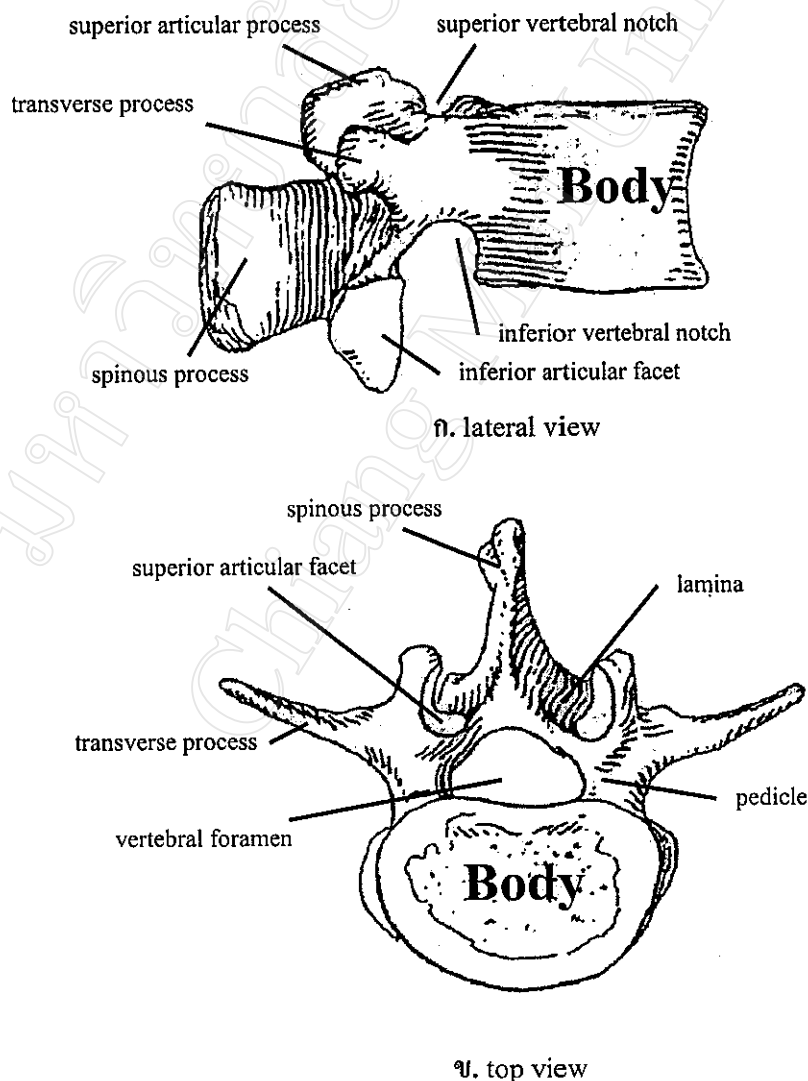
ประกอบด้วยกระดูก จำนวน 12 ชั้น ที่มีขนาดโตขึ้นเรื่อยๆ จากระดับบนไปสู่ระดับล่าง ที่ด้านข้างของ body มี facet ที่ต่อกับกระดูกซี่โครง ความสูงด้านหน้าของ body จะน้อยกว่าความสูงด้านหลังของ body ประมาณ 1-2 มม. ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แนวของกระดูกสันหลังส่วนอกนี้มีลักษณะ โค้งไปทางด้านหลัง (kyphosis) ผิวหน้าต่อของ body โดยปกติแล้วจะแบนราบ lamina จะยาวและวางซ้อนขึ้นกระดูกที่อยู่ต่ำลงไป transverse process มีขนาดใหญ่และยาว บน transverse process มี facet ที่ต่อกับ tubercle ของกระดูกซี่โครง 10 ซี่บน



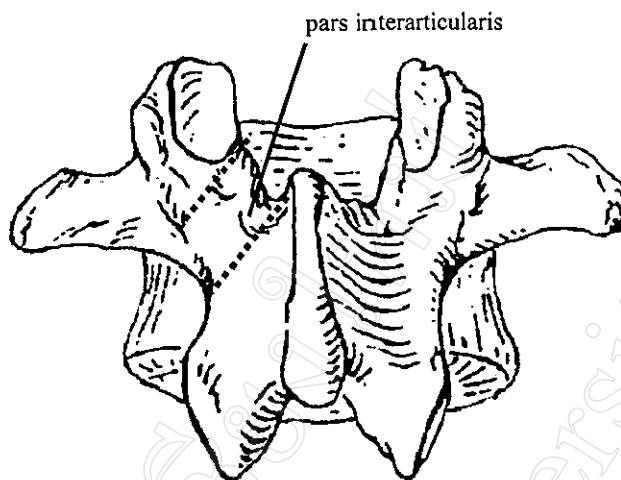
รูปที่ 1.6 กระดูกสันหลังส่วนอก

กระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar vertebrae) (รูปที่ 1.7)

ประกอบด้วยกระดูก จำนวน 5 ชิ้น มีขนาดใหญ่และหนัก ความกว้างของ body ในแนวขวาง (transverse diameter) จะมากกว่าความกว้างในแนวหน้า-หลัง (anteroposterior diameter) ในกระดูกสันหลังระดับ L₃ ถึง L₅ ความสูงด้านหน้าของ body จะน้อยกว่าความสูงด้านหลังของ body จึงทำให้เมื่อมองดูจากด้านข้างจะเห็น body มีลักษณะ wedge shape ที่ pedicles มี superior vertebral notch ที่ตื้น และมี inferior vertebral notch ลึก transverse process ยาวและเปราะบาง lamina ชีตรงลงด้านล่างจากจุดที่เชื่อมกับ pedicle ทำให้มีลักษณะ V-shape ลักษณะของ spinous process กว้างและมีจุดศูนย์กลางที่ปลาย ในกระดูกสันหลังส่วนเอวมีส่วนของ neural arch ที่อยู่ระหว่าง superior และ inferior articular facet เรียกว่า pars interarticularis (รูปที่ 1.8) ซึ่งเป็นส่วนที่แคบและอ่อนแอกว่าส่วนอื่น



รูปที่ 1.7 กระดูกสันหลังส่วนเอว



รูปที่ 1.8 pars interarticularis ของกระดูกสันหลังส่วนเอว

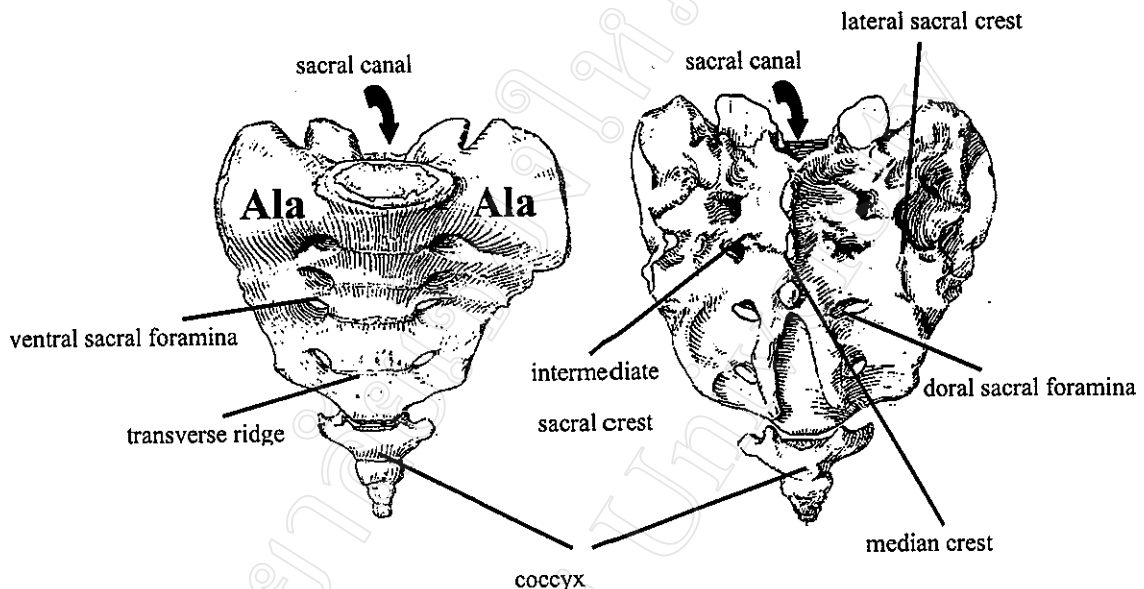
กระดูกกระเบนเหน็บ (sacrum) (รูปที่ 1.9)

เป็นกระดูกขนาดใหญ่ ลักษณะ triangular wedge shape ประกอบด้วย กระดูก 5 ชั้น ที่เชื่อมติดกัน มีลักษณะที่เกิดจากการเชื่อมกัน ดังนี้

1. Sacral canal เป็นช่องทางรูปสามเหลี่ยมที่ต่อจาก spinal canal เป็นที่อยู่ของรากประสาท cauda equina
2. Sacral foramina มีอยู่ต่อจาก sacral canal เป็นทางออกของ dorsal and ventral rami of spinal nerve ขนาดของ ventral sacral foramina จะมีขนาดใหญ่กว่า dorsal sacral foramina
3. Median crest เป็นสันในแนวกลางทางด้านหลัง บนสันมีปุ่ม spinous tubercle ที่เกิดจากการเชื่อมกันของ spinous process
4. Intermediate sacral crest เป็นสันต่ำๆ ขนาดอยู่ด้านข้าง median sacral crest ซิดขอบในของ dorsal sacral foramina เกิดจากการเชื่อมกันของ articular process
5. Lateral sacral crest เป็นสันขรุขระ ขนาดอยู่สองข้างถัดออกไปจาก dorsal sacral foramina บนสันมีปุ่มเรียกว่า transverse tubercle ที่เกิดจากการเชื่อมกันของ transverse process
6. Transverse ridge มี 4 แนว มองเห็นจากด้านหน้า เป็นรอยต่อของ bodies
7. Pars lateralis มีลักษณะแผ่ออกไปด้านข้างทั้งสองข้างด้านบนจะหนาและกว้าง เรียกว่า ala of sacrum

กระดูกก้นกบ (coccyx) (รูปที่ 1.9)

เป็นกระดูกรูปสามเหลี่ยมขนาดเล็ก ต่อจากกระดูก sacrum เกิดจากการเชื่อมกันของกระดูก 4 ชิ้น ที่เลื่อมไป^{4, 25}



รูปที่ 1.9 กระดูกกระเบนเหน็บ และ กระดูกก้นกบ

ลักษณะเฉพาะของ vertebral body, neural arch และ vertebral foramen ในกระดูกสันหลังส่วนคอ กระดูกสันหลังส่วนอก และ กระดูกสันหลังส่วนเอว

Vertebral body

Body ของ cervical vertebrae มีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ จากกระดูกสันหลังส่วนคอระดับ C₃ ถึง C₇ ตามลำดับ ความกว้างของ body ในแนวขวาง (horizontal diameter) มีค่ามากกว่าความกว้างในแนวหน้า-หลัง (anteroposterior diameter) ประมาณ 50% ผิวหน้าตัดด้านบนมีลักษณะเว้า ผิวหน้าตัดด้านล่างนูน ความลึกของผิวหน้าตัดด้านบนถูกเพิ่มโดย uncinat process ซึ่งเป็นปุ่มกระดูกที่ยื่นจากขอบด้าน posterolateral ของ body uncinat process ของ cervical vertebrae ซึ่งจะเชื่อมกับผิวหน้าตัดด้านล่างของกระดูกสันหลังส่วนคอขึ้นถัดไปกลายเป็นข้อต่อที่เรียกว่า joint of "Luschka"^{4, 25}

Vertebral body ของกระดูกสันหลังส่วนอก ระดับ T₁ ถึง T₄ จะมีรูปร่างคล้ายกับ vertebral body ของกระดูกสันหลังส่วนคอ ระดับ T₅ ถึง T₈ มีรูปร่างคล้ายหัวใจ ระดับ T₉ ถึง T₁₂ จะมีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม^{2, 25} ด้านข้างของ body มี facet ที่ต่อกับกระดูกซี่โครง ความสูงด้าน

หน้าของ body จะน้อยกว่าความสูงด้านหลังของ body ประมาณ 1-2 มม. ซึ่งเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้แนวของกระดูกสันหลังส่วนอกนี้มีลักษณะโค้งไปทางด้านหลัง (kyphosis)^{4, 25} การศึกษาโครงกระดูกของคนผิวดำและผิวขาว เพศชาย 25 ราย เพศหญิง 25 ราย ที่เสียชีวิตระหว่างอายุ 20-40 ปี พบว่า ความกว้างในแนวหน้า-หลังของ vertebral end plate มีขนาดเพิ่มขึ้นจากระดับ T₁ ไป T₁₂ ทั้งในเพศชายและเพศหญิง ความกว้างในแนวขวางของ vertebral end plate ในเพศชายมีขนาดเพิ่มขึ้นจากระดับ T₁ ไป T₁₂ ส่วนในเพศหญิงที่ระดับ T₃ มีขนาดเล็กที่สุด และจากระดับ T₆ ถึง T₁₂ มีขนาดเพิ่มขึ้น ความสูงตรงตำแหน่งที่สูงที่สุดของ vertebral bodies ในเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าในเพศหญิง³³ การศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของอัตราความสูงของ vertebral bodies ในประชากรชาวยุโรป 3 กลุ่ม ได้แก่ ประชากรใน Malmö (Sweden), Montceau-les-Mines (France) และ Graz (Austria) พบว่า ค่าเฉลี่ยของ anterior body height และ middle body height ในเพศชายมีค่าน้อยกว่าในเพศหญิง และมีความแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มประชากรที่ศึกษา²⁸

Vertebral body ของกระดูกสันหลังส่วนเอว มีรูปร่างคล้ายไตเมื่อมองจากด้านบน มีขนาดใหญ่และหนา ความกว้างของ body ในแนวขวางจะมากกว่าความกว้างในแนวหน้า-หลัง และมีค่าเพิ่มมากขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅^{4, 25} การวัดความสูงของ vertebral bodies จากภาพถ่ายรังสีด้านข้างในประชากรชาวญี่ปุ่น เพศหญิง จำนวน 245 ราย ที่มีอายุระหว่าง 22-81 ปี พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของ vertebral bodies ในตำแหน่ง anterior body มีค่าเพิ่มขึ้นจาก L₁ ถึง L₄ และในระดับ L₅ มีค่าลดลงเล็กน้อยจากระดับ L₄ ตำแหน่ง middle และ posterior body มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₃ และลดลงในระดับ L₄ ถึง L₅^{8, 20}

Vertebral (neural) arch

ใน typical vertebrae ประกอบด้วย pedicle 2 ข้าง ที่ต่อจาก body และ lamina ที่เชื่อมระหว่าง pedicle ทั้ง 2 ข้าง spinous process เป็นชิ้นกระดูกแหลมที่ยื่นไปทางด้านหลังจากตรงกลางระหว่าง lamina ทั้ง 2 ข้าง และตรงรอยต่อระหว่าง pedicle กับ lamina ทั้ง 2 ข้าง มีแฉกกระดูกแหลมที่ยื่นออกไปทาง postero-lateral เรียกว่า transverse process ด้านบนและด้านล่างตรงรอยต่อระหว่าง pedicle กับ lamina ทั้ง 2 ข้าง มี superior articular process และ inferior articular process ด้านละ 1 คู่ โดยทั้ง 2 คู่ จะต่อเป็นข้อต่อชนิด synovial joint ที่เชื่อมต่อระหว่างกระดูกสันหลังชิ้นที่อยู่ติดกัน ขอบล่างของ pedicle มีแฉกเล็ก เรียก inferior vertebral notch และขอบด้านบนมีแฉกตื้นกว่า เรียก superior vertebral notch ทั้ง inferior vertebral notch และ superior vertebral notch ของกระดูกสันหลัง 2 ชิ้น ที่อยู่ติดกันจะประกบกันขึ้นเป็น intervertebral foramen ซึ่งเป็นทางผ่านของประสาทไขสันหลัง (spinal nerve)^{2, 25} การศึกษาลักษณะทางมหกายวิภาคของ pedicle ในกระดูก

สันหลังส่วนคอ ระดับ C₃ ถึง C₆ ที่ได้จากโครงกระดูก เพศชาย จำนวน 25 ราย เพศหญิง จำนวน 15 ราย ที่เสียชีวิตอายุระหว่าง 21-70 ปี พบว่าค่าเฉลี่ยความกว้างของ horizontal diameter ของ pedicle มีขนาดเพิ่มขึ้นจากระดับ C₃ ถึง C₆ ทั้งในเพศชายและเพศหญิง vertical diameter ของ pedicle ระดับ C₃ ในเพศหญิงมีค่าน้อยที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7 มม. ในขณะที่เพศชาย vertical diameter มีค่าน้อยที่สุดที่ระดับ C₆ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.4 มม.⁹ ค่าเฉลี่ย diameter ของ pedicles จากการทำ CT scan กระดูกสันหลังส่วนอกของคนผิวขาว พบว่า horizontal diameter มีค่ามากในระดับ T₁ และลดลงถึงระดับ T₅ และจากระดับ T₆ ถึง T₁₂ มีค่าเพิ่มมากขึ้น³⁸ vertical diameter ที่ระดับ T₁₁ มีค่ามากที่สุด และลดลงในระดับที่สูงขึ้นไปและระดับ T₁₂^{24, 38} การศึกษาโครงกระดูกสันหลังส่วนอกในคนผิวขาว เพศชาย จำนวน 26 ราย เพศหญิง จำนวน 17 ราย พบว่า horizontal pedicle angle มีขนาดลดลงจากระดับ T₁ ถึง T₁₂ sagittal pedicle angle ทั้งในเพศชายและเพศหญิง มีค่ามากที่สุดที่ระดับ T₆ และมีค่าน้อยที่สุดที่ระดับ T₁₀¹¹ การศึกษาจากการทำ CT scan กระดูกสันหลังของคนจีน จำนวน 100 ราย อายุ ระหว่าง 18-60 ปี พบว่า ไม่มีความแตกต่างในทางสถิติของข้อมูลระหว่างเพศ และระหว่างกลุ่มอายุ ของ pedicle ทั้งซ้ายและขวา และพบว่า ค่าเฉลี่ยของ pedicle cortical width มีลักษณะเพิ่มขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅ และค่า horizontal pedicle angle มีค่าเพิ่มขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅ แม้ว่าความแตกต่างระหว่างมุม horizontal pedicle angle ระหว่าง L₁ และ L₂ จะค่อนข้างน้อยก็ตาม⁶

Vertebral foramen

Vertebral foramen คือช่องที่เกิดจากการประกบกันขึ้นของ neural arch และขอบด้านหลังของ vertebral body เมื่อกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นประกบกันเป็น vertebral column แล้ว vertebral foramen ของกระดูกสันหลังแต่ละชิ้นจะต่อเนื่องกันเป็นช่องซึ่งเป็นที่อยู่ของไขสันหลัง (spinal cord) เรียกว่า spinal canal รูปร่างและขนาดของ spinal canal มีความแตกต่างกันในกระดูกสันหลังแต่ละระดับ ขนาดของ spinal canal ในกระดูกสันหลังส่วนคอและส่วนเอว จะมีขนาดใหญ่กว่าในส่วนอก เนื่องจากเป็นที่อยู่ของเซลล์ประสาทไขสันหลังที่ให้รากประสาทเลี้ยง upper limb และ lower limb ตามลำดับ⁴

ในกระดูกสันหลังส่วนคอ spinal canal มีรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม^{2, 25} การศึกษาเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal จากภาพถ่ายรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอของชาวอินเดีย เพศชาย จำนวน 207 ราย และเพศหญิง จำนวน 93 ราย ที่มีอายุระหว่าง 18-34 ปี พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ในเพศชาย เท่ากับ 21.43 มม. ที่ระดับ C₁ ถึง 16.42 มม. ที่ระดับ C₇ ในเพศหญิงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.13 มม. ที่ระดับ C₁ ถึง 15.54 มม. ที่

ระดับ C₇ โดยเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ที่ระดับ C₇ มีขนาดเล็กที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างเพศพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal กระดูกสันหลังส่วนคอ ในเพศชายทุกระดับมีค่ามากกว่าในเพศหญิง 1 มม.¹⁸

Spinal canal ในกระดูกสันหลังส่วนอกมีรูปร่างคล้ายวงกลม การศึกษาจากโครงกระดูกคนผิวขาวพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขวาง มีค่ามากในระดับ T₁ และลดลงจนถึงระดับ T₆ และจากระดับ T₇ จะมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงระดับ T₁₂^{3, 33} เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal พบว่า มีค่ามากที่สุดตรงรอยต่อระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอกกับส่วนเอว และมีค่าลดลงในระดับที่สูงขึ้นไป³³ การศึกษากระดูกสันหลังของคนผิวขาว เพศชาย 25 ราย และเพศหญิง 25 ราย ที่เสียชีวิตอายุระหว่าง 20-40 ปี โดยทำการวัดในกระดูกสันหลัง ระดับ T₁, T₃, T₆, T₉, T₁₂, L₁, L₃ และ L₅ พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ในทั้งเพศชายและเพศหญิงมีขนาดกว้างสุดตรงรอยต่อของกระดูกสันหลังส่วนอกกับกระดูกสันหลังส่วนเอว และมีขนาดเล็กลงเมื่ออยู่ในระดับที่สูงขึ้น เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขวาง ของ spinal canal ในทั้งเพศหญิงและเพศชายมีขนาดเล็กลงจากระดับ T₁ ถึง T₃ และมีค่าเพิ่มขึ้นในระดับ T₆ ถึง L₅³³

Spinal canal ในกระดูกสันหลังส่วนเอวมียลักษณะรูปร่างคล้ายสามเหลี่ยม และมีขนาดใหญ่กว่าในระดับอก แต่เล็กกว่าในระดับคอ ความกว้างในแนวขวางของ spinal canal ในกระดูกสันหลังส่วนเอวมียค่ามากกว่าความกว้างในแนวหน้า-หลัง^{2, 25} การศึกษาจากโครงกระดูกสันหลังของคนผิวขาว จำนวน 30 ราย พบว่า ความกว้างในแนวขวาง มีลักษณะเพิ่มมากขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅ ในทั้งเพศชายและเพศหญิง^{3, 33} การเปลี่ยนแปลงความกว้างในแนวหน้า-หลัง ในเพศหญิงมีค่าลดลงจากระดับ L₁ ถึง L₄ และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระดับ L₅ ในเพศชายมีค่ามากในระดับ L₁ และลดลงจนถึงระดับ L₃ แล้วเพิ่มขึ้นในระดับ L₄ ถึง L₅^{22, 33}

การเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของกระดูกสันหลังในคนสูงอายุ

ในช่วง 10 ปีแรกของชีวิต ลักษณะต่างๆ ไปของกระดูกสันหลังและส่วนประกอบอื่นๆ จะยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง หมอนรองกระดูกสันหลังมีความสูงที่เป็นปกติ vertebral body มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมเมื่อมองจากด้านข้าง หน้าตัดของข้อต่อยังปกติ และมีเยื่อหุ้มข้อที่เรียบ ต่อมาเมื่ออายุเข้าสู่ช่วง 10-20 ปี เริ่มปรากฏลักษณะของหมอนรองกระดูกสันหลังยื่นเข้าไปกด cartilage end plate แต่ยังไม่ทำให้เกิดอาการอะไรที่เด่นชัด จนกว่าเมื่ออายุเข้าสู่ช่วง 30-50 ปี การเปลี่ยนแปลงที่กระดูกสันหลังเริ่มเห็นชัดขึ้น โดยปกติการเปลี่ยนแปลงจะเริ่มที่หมอนรองกระดูกสันหลังก่อน และเกิดการเปลี่ยนแปลงที่กระดูกและข้อตามมา การเปลี่ยนแปลงของหมอนรองกระดูกสันหลังจะปรากฏลักษณะที่เกิดการโป่งและขยายออกด้านข้าง เป็นเหตุให้ช่องระหว่างกระดูกสันหลัง

ที่อยู่ชิดกันแคบลง การสูญเสียความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังทำให้เป็นสาเหตุแห่งการเกิดกระดูกงอก (osteophyte) เกิดการอักเสบของ facet joint และเกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทไขสันหลังใน spinal canal และ intervertebral foramen ตามมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้สามารถพบได้ในระยะท้ายของการเปลี่ยนแปลงของกระดูกสันหลังในคนสูงอายุ

การสูญเสียความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลังที่พบในกระบวนการเปลี่ยนแปลงนี้สามารถพบได้บ่อยในกระดูกสันหลังส่วนคอและส่วนเอว บางครั้งการสูญเสียความสูงในคนสูงอายุถือว่าการสูญเสียความสูงของหมอนรองกระดูกสันหลัง⁴ แต่จากการศึกษาความสูงของกระดูกสันหลังและหมอนรองกระดูกสันหลังในความสัมพันธ์กับอายุ พบว่ามีการลดลงเพียงเล็กน้อยของความสูงหมอนรองกระดูกสันหลังระดับเอวช่วงล่าง แต่พบการสูญเสียความสูงของ vertebral body โดยสัมพันธ์กับอายุที่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุผลนี้การสูญเสียความสูงในคนสูงอายุจึงน่าจะเกิดจากการสูญเสียความสูงของ vertebral body มากกว่า³⁵

ความสัมพันธ์ระหว่างอายุและเพศกับการเปลี่ยนแปลงทางมหกายวิภาคศาสตร์ของกระดูกสันหลังได้มีรายงานการศึกษาจากโครงการกระดูกสันหลังของคนผิวขาว เพศชาย 25 ราย และเพศหญิง 25 ราย ที่เสียชีวิตอายุระหว่าง 20-40 ปี โดยทำการวัดกระดูกสันหลัง ระดับ T₁, T₃, T₆, T₉, T₁₂, L₁, L₃ และ L₅ จากการศึกษาพบว่า maximum body height มีค่าเพิ่มขึ้นจากระดับบนไประดับล่างทั้งในเพศชายและเพศหญิง โดย maximum body height ของเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิง ยกเว้นที่ระดับ L₃ และ L₅ เส้นผ่าศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ vertebral body ก็มีขนาดเพิ่มขึ้นจากระดับบนไประดับล่างในทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยในเพศชายมีค่าเฉลี่ยมากกว่าเพศหญิงในทุกระดับ การศึกษาโดยวัด vertebral body จากกระดูกสันหลังระดับ L₃ และ L₄ จำนวน 338 ชิ้น ซึ่งประกอบด้วย กระดูกสันหลังของคน ผิวดำ และ คนผิวขาว ทั้งเพศชายและเพศหญิง อายุระหว่าง 20-90 ปี พบว่า เส้นผ่าศูนย์กลางในแนวขวาง ของ vertebral end plate ทั้งด้านบนและล่างของกระดูกสันหลังเพิ่มขึ้นตามอายุ ในเพศชายความสูงของ posterior vertebral body (PH) ลดลงโดยสัมพันธ์กับความสูงของ anterior vertebral body (AH) ดังนั้นทำให้กระดูกสันหลังส่วนเอวในคนสูงอายุมีลักษณะ wedge shape มากขึ้น ความสูงของ middle vertebral body (MH) ก็ลดลงโดยสัมพันธ์กับความสูงของ anterior vertebral body ดังนั้นจึงทำให้ Nordin's biconcavity index (MH/AH) ลดลงในคนสูงอายุ การลดลงของความสูงของ vertebral body และการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางของ vertebral end plate จึงทำให้กระดูกสันหลังในคนสูงอายุมีลักษณะเตี้ยและกว้างมากขึ้น^{5, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 23, 35} การศึกษาจากภาพถ่ายรังสีกระดูกสันหลัง จากกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงวัยก่อนหมดประจำเดือน จำนวน 50 ราย และหญิงวัยหมดประจำเดือน จำนวน 76 ราย ที่มีอายุระหว่าง 39-74 ปี พบว่า ความสูงของ anterior vertebral body มีอัตราลดลง 1.5 มม./ปี ความสูง

middle และ posterior vertebral body ลดลงในอัตรา 1.3 มม./ปี และ 1.2 มม./ปี ตามลำดับ และจากการเปรียบเทียบในหญิงวัยก่อนหมดประจำเดือนและหญิงวัยหมดประจำเดือน แสดงให้เห็นว่าความสูงของ vertebral body ลดลงเมื่ออายุมากขึ้นและเข้าสู่วัยหมดประจำเดือน^{7, 34} การวัดความสูงของกระดูกสันหลังส่วนเอวจากภาพถ่ายรังสีด้านข้างในกลุ่มตัวอย่างเพศหญิง จำนวน 150 ราย พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของ anterior vertebral bodies เมื่ออายุมากขึ้น แต่พบว่าความสูง posterior vertebral bodies ของกระดูกสันหลังส่วนเอวลดลงเล็กน้อยเมื่ออายุมากขึ้น¹⁶

การศึกษาลักษณะของ pedicle ในโครงกระดูกสันหลังระดับอก เพศชาย จำนวน 26 ราย เพศหญิง จำนวน 17 ราย ที่เสียชีวิตอายุระหว่าง 29-73 ปี พบว่า ในทั้งเพศชายและเพศหญิง horizontal diameter ของ pedicle มีขนาดลดลงจากระดับ T₁ ถึง T₄ และเพิ่มขึ้นจากระดับ T₅ ถึง T₁₂ vertical diameter ของ pedicle ทั้งในเพศชายและเพศหญิงมีขนาดเพิ่มขึ้นจากระดับ T₁ ถึง T₁₁ โดยที่ vertical diameter ของ pedicle ที่ระดับ T₁₁ มีขนาดใหญ่ที่สุด และระดับ T₁ มีขนาดเล็กที่สุด vertical diameter ของ pedicle ที่ระดับ T₄, T₇, T₈, T₁₁ และ T₁₂ ในเพศหญิง มีขนาดเล็กกว่าในเพศชาย ขนาดของ horizontal pedicle angle ในทั้งเพศชายและเพศหญิง มีค่ามากที่สุดที่ระดับ T₁ horizontal pedicle angle ในเพศหญิงมีค่าน้อยกว่าในเพศชายทุกระดับ sagittal pedicle angle ที่ระดับ T₆ ในทั้งเพศชายและเพศหญิงมีค่ามากที่สุด ในขณะที่ sagittal pedicle angle ที่ระดับ T₁₀ มีค่าน้อยที่สุด¹¹ การศึกษาลักษณะของ pedicle โดยภาพถ่ายรังสีกระดูกสันหลังส่วนเอวของคนผิวขาว เพศชาย 270 ราย เพศหญิง 270 ราย ที่มีอายุระหว่าง 10-65 ปี พบว่า ในเพศหญิง horizontal diameter ของ pedicle กลุ่มอายุ ตั้งแต่ 20-29.9 ปี ขึ้นไป เพิ่มขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅ ในเพศชาย กลุ่มอายุ 10-19.9 ปี ถึงกลุ่มอายุ 40-49.9 ปีพบว่ามีความ horizontal diameter ของ pedicle เพิ่มขึ้นจากระดับ L₁ ถึง L₅ ค่าเฉลี่ย horizontal diameter ของ pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนเอวทุกระดับของกลุ่มอายุ 40-49.9 ปี มีค่ามากกว่าทุกกลุ่มอายุ ในเพศหญิง vertical diameter ของ pedicle ที่ระดับ L₁ ถึง L₄ ของกลุ่มอายุมากกว่า 50 ปี มีค่ามากกว่าในทุกกลุ่มอายุ ในเพศชาย กลุ่มอายุ 10-19.9 ปี มี vertical diameter ของ pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนเอวทุกระดับ มีค่าน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มอายุอื่น vertical diameter ของ pedicle ในกระดูกสันหลังส่วนเอวของกลุ่มอายุ 40.49.9 ปี ทุกระดับ มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอายุอื่น¹

การศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal จากภาพถ่ายรังสีกระดูกสันหลังส่วนคอชาวญี่ปุ่น เพศชายจำนวน 505 ราย และเพศหญิงจำนวน 492 ราย ที่มีอายุมากกว่า 15 ปี พบว่า ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ที่ระดับ C₄ มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างเพศ พบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ในเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิง ในความสัมพันธ์กับอายุ พบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางใน

แนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ในกลุ่มคนอายุน้อยมีค่ามากกว่าในกลุ่มคนสูงอายุ³² การศึกษาเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ในโครงกระดูกสันหลังส่วนคอระดับ C₃ ถึง C₇ ชาวเกาหลี จำนวน 90 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ที่ระดับ C₃ ถึง C₇ ในเพศชาย มีค่าเท่ากับ 13.2 ± 1.3 มม. และในเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.1 ± 2.6 มม. และเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาในกลุ่มประชากรที่แตกต่างกัน พบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal มีขนาดใหญ่ที่สุดในคนผิวขาว และมีขนาดเล็กที่สุดในคนเอเชีย²¹ การศึกษา spinal canal จากโครงกระดูกสันหลังส่วนเอวคนผิวขาว ของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มอายุ คือ กลุ่มอายุ 20-35 ปี จำนวน 48 ราย (เพศชาย จำนวน 24 ราย เพศหญิง จำนวน 24 ราย) และกลุ่มอายุ มากกว่า 60 ปี จำนวน 48 ราย (เพศชาย จำนวน 24 ราย เพศหญิง จำนวน 24 ราย) พบว่า ในเพศชาย กลุ่มอายุ 20-35 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal กระดูกสันหลังส่วนเอวทุกระดับ มีขนาดใหญ่กว่าในกลุ่มอายุ มากกว่า 60 ปี ในเพศหญิง กลุ่มอายุ 20-35 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ที่ระดับ L₁ ถึง L₄ มีขนาดใหญ่กว่า กลุ่มอายุ มากกว่า 60 ปี เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ระดับ L₁ ถึง L₄ ในเพศหญิงมีค่ามากกว่าในเพศชายทุกกลุ่มอายุ แต่เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขวาง ของ spinal canal ในเพศชายทุกระดับมีค่ามากกว่าในเพศหญิงในทุกกลุ่มอายุ³⁷ การศึกษา spinal canal ในโครงกระดูกสันหลังส่วนเอวชาวเกาหลี เพศชาย จำนวน 63 ราย และเพศหญิงจำนวน 27 ราย ที่เสียชีวิตระหว่างอายุ 19-70 ปี จากการศึกษาพบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขวางและแนวหน้า-หลัง ของ spinal canal ที่ระดับ L₁ ถึง L₃ ในเพศหญิงมีค่ามากกว่าในเพศชาย เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวหน้า-หลัง ในเพศหญิงที่ระดับ L₄ มีค่าน้อยที่สุด ในขณะที่ในเพศชายที่ระดับ L₃ มีค่าน้อยที่สุด ที่ระดับ L₅ พบว่า เส้นผ่านศูนย์กลางในแนวขวาง ของ spinal canal ในเพศชายมีค่ามากกว่าในเพศหญิงอย่างเห็นได้ชัด²²

นอกจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างภายนอกแล้ว การศึกษาโครงสร้างภายใน vertebral body ของกระดูกสันหลัง ในคนสูงอายุ พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของ trabecular pattern ใน vertebral body ด้วย โดยรายงานการศึกษาจากโครงกระดูกสันหลังส่วนเอว ระดับ L₃ จากศพ จำนวน 93 ราย ไปทำการวัด bone mineral density (BMD) โดยใช้การตัดในแนว midsagittal และทำการวัด BMD ด้วย 3 วิธี เพื่อนำมาเปรียบ คือ index of weight per unit volume, bone translucency index, และ index of image analyser measurements จากการศึกษาพบว่า BMD จากการวัดทั้ง 3 วิธี ยืนยันว่ามีการสูญเสียความหนาแน่นของเนื้อกระดูกสันหลังส่วนเอวเมื่ออายุมากขึ้นทั้งในเพศชายและเพศหญิง และพบว่าการสูญเสีย horizontal trabeculae ในกระดูกสันหลังของคนสูงอายุทั้งสองเพศ^{35, 36} การศึกษาจากโครงกระดูกสันหลังส่วนเอวระดับ L₃ ในประชากรชาวญี่ปุ่น เพศชาย จำนวน 18 ราย อายุระหว่าง 46-95 ปี และเพศหญิง จำนวน 7 ราย อายุ ระหว่าง 54-81 ปี พบว่า ใน

กลุ่มตัวอย่าง middle age มี trabeculae ของ vertebral body เป็นลักษณะคล้าย plate-like trabeculae และเมื่อดูในแนว horizontal section พบว่า trabecular pattern มีลักษณะคล้าย honeycomb และพบความเสื่อมของ trabeculae ได้น้อยในกลุ่มตัวอย่าง middle age ในกลุ่มตัวอย่างคนสูงอายุ บริเวณ 1/3 ด้านบนและด้านล่างของ vertebral body ในแนว mid-sagittal section พบลักษณะ rod-like trabeculae ที่บางลง และพบ free end trabeculae ได้น้อย บริเวณ 1/3 ตรงกลางของ vertebral body พบลักษณะ plate-like trabeculae ที่มีแนวโน้มจะเปลี่ยนรูปร่างไปคล้ายกับ rod-like trabeculae และพบลักษณะของ free end trabeculae เพิ่มมากขึ้นด้วย^{26, 35}

จะเห็นได้ว่ามีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างของกระดูกสันหลัง ของคนเอเชียค่อนข้างน้อย และด้วยเหตุผลที่ว่า การเปลี่ยนแปลงลักษณะของกระดูกสันหลังในคนนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ทั้งปัจจัยภายในและปัจจัยภายนอก เช่น พันธุกรรม ฮอร์โมน การรับประทานอาหาร กิจกรรมการทำงาน วิธีการดำเนินชีวิต ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิประเทศ ที่แตกต่างกัน ดังนั้นข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในกลุ่มประชากรหนึ่งจึงอาจจะไม่เหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับประชากรอีกกลุ่มหนึ่งซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งด้านกายภาพ และชีวภาพ การศึกษาครั้งนี้จึงมี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้างของกระดูกสันหลังในความสัมพันธ์กับอายุและเพศ ในคนไทยภาคเหนือ โดยการวัดลักษณะต่างๆ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์และหาอัตราการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ในการเฝ้าระวังภาวะผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว และเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในทางคลินิก เช่น การประเมินภาวะการผิดรูป (deformity) ของกระดูกสันหลัง การประเมินภาวะเสี่ยงต่อการเกิด spinal stenosis จากภาวะเสื่อมตามอายุ การเลือกใช้เครื่องมือและการวางแผนทำผ่าตัด transpedicular fixation ของศัลยแพทย์ต่อไป