

บทที่ 5

การเคลื่อนไหวร่างกายและสัดส่วนของร่างกายมนุษย์

การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวมีขอบข่าย และองค์ประกอบพื้นฐานความรู้ทางด้านกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา และฟิสิกส์เป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งเนื้อหาบางส่วนยังต้องใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ จิตวิทยา และสังคมวิทยาด้วย ซึ่งจะช่วยให้อ่านเข้าใจถึงสาเหตุ ลักษณะ และกฎเกณฑ์หรือองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวมากขึ้น การศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวหรือ Kinesiology มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คือ คำว่า Kinein หรือ Kinesis หมายถึง การเคลื่อนไหว และคำว่า ology หมายถึง วิทยา หรือ ความรู้ที่เป็นวิทยาศาสตร์ นอกจากนั้นยังมีคำที่มีความหมายใกล้เคียงกันคือ Biomechanics หรือ กลศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งหมายถึงการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต (ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, 2548) การศึกษาการเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ เช่น การออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ งานด้านศิลปะ เป็นต้น

ลักษณะโครงสร้างที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวร่างกายของมนุษย์

จุดศูนย์ถ่วง

ร่างกายมนุษย์มีจุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity) ในท่ายืนปกติอยู่ประมาณกระดูกเชิงกรานตรงส่วนหน้าของกระดูกก้นกบ แต่จุดศูนย์ถ่วงจะแตกต่างกันไปตามลักษณะของการยืน การนั่ง รวมทั้งการแบกรับน้ำหนัก

จากการศึกษาของ เฮลเบรานท์ (Hellbrandt) พบว่าตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงอยู่ประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ของความสูงในท่ายืนปกติ ส่วนการศึกษาของครอสกี (Crosky) และคณะพบว่าจุดศูนย์ถ่วงสำหรับผู้ชายประมาณ 56.18 เปอร์เซ็นต์ของความสูง และในผู้หญิง 55.44 เปอร์เซ็นต์ของความสูง จะเห็นว่าจุดศูนย์ถ่วงของผู้หญิงอยู่ต่ำกว่าผู้ชาย เพราะผู้หญิงมีสะโพกและขาหนักรกว่าผู้ชาย โดยเฉลี่ยแล้วขาของผู้หญิงจะสั้นกว่า (วิริยา บุญชัยและเจริญ กระบวนรัตน์, 2528)

ทำยืนปกติ

ทำยืนปกติ (Fundamental standing position) คือ ทำยืนตรง แขนทั้งสองเหยียดตรง แขนงอข้อศอก ฝ่ามือหันเข้าหาลำตัว เท้าชิดหรือแยกจากกันเล็กน้อย

การทรงตัว

การทรงตัว (Balancing) ของมนุษย์มีความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ธรรมชาติของโลก คือ แรงดึงดูดของโลกกับวัตถุและสรรพสิ่งทั้งหลายบนผิวโลก ต่างถูกดึงดูดเข้าสู่แกนกลางของโลก จัดปรากฏการณ์เช่นนี้เราเรียกว่า จุดศูนย์กลาง (Gravity) ร่างกายคนมีน้ำหนักตกลงสู่พื้นโลก เราจึงสมมุติเส้นตรงเส้นหนึ่งทั้งดึงมาจากศีรษะจนถึงฝ่าเท้า เป็นเส้นสมมุติ ตำแหน่งของน้ำหนักรวมที่ตกลงสู่พื้นโลก เรียกว่า Line of gravity ทำยืนตรงของคนเราในท่ากายวิภาค (Anatomical position) น้ำหนักรวมจะตกลงระหว่างฐานของฝ่าเท้าทั้งหมด แต่ถ้าพักขาข้างใดข้างหนึ่งรับน้ำหนักส่วนใหญ่ของร่างกาย ลักษณะเช่นนี้ลำตัวตอนบนจะเอียงลงมาทางด้านจุดศูนย์กลางเล็กน้อย ตอนกลางของลำตัวจะโค้งออกมาทางด้านตรงกันข้ามกับลำตัวตอนบน เพื่อชดเชยน้ำหนักในการทรงตัวซึ่งกันและกัน ความสมดุลในการทรงตัวเกิดขึ้นมาพร้อม ๆ กับชีวิต การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของมนุษย์ตั้งแต่กลาน 4 เท้าจนถึงการรู้จักวิธีเดินด้วยเท้าสองเท้า

การทรงตัวในการเคลื่อนไหว (Balancing in Locomotion) ธรรมชาติได้สร้างสรรค์ให้ร่างกายมนุษย์มีความพอเหมาะพอดี และมีความสมส่วน โครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อจะทำงานประสานสัมพันธ์กันโดยอัตโนมัติ กล้ามเนื้อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกายนั้นประกอบด้วย กล้ามเนื้อลาย ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่อยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ กล้ามเนื้อช่วยให้เกิดพลังในการเคลื่อนไหวของร่างกาย การเคลื่อนไหวที่ดีย่อมอยู่ภายใต้อิทธิพลของการทรงตัวไปพร้อม ๆ กัน อวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกายมีส่วนช่วยในการทรงตัว เช่น การเดิน การวิ่ง จะมีการแกว่งแขนให้สัมพันธ์กับเท้าที่เดินหรือวิ่ง ส่วนทรงอกและสะโพกก็จะบิดไปในทางตรงข้ามเช่นเดียวกัน

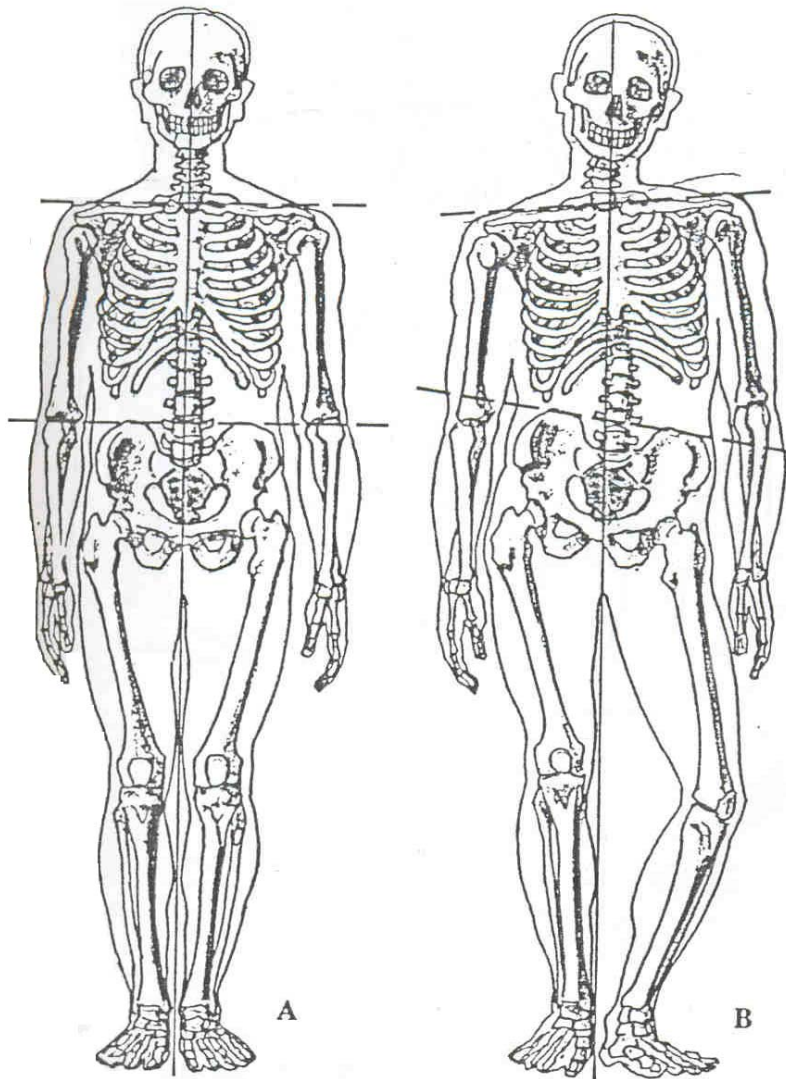
ในท่าเดินปกติ น้ำหนักทั้งหมดของร่างกายจะถูกเฉลี่ยออกไปยังแขนทั้ง 2 ข้าง ซึ่งแกว่งสลับกันส่วนหนึ่ง และอีกส่วนหนึ่งจะตกลงที่ฝ่าเท้าสลับกันสองข้าง เท้าข้างที่ตึงกับพื้นกับแขนที่แกว่งไปทางด้านหน้า ซึ่งอยู่ในด้านตรงข้ามจะทำให้เกิดการรับน้ำหนักเท่ากันพอดี ส่วนในท่าเดินเร็วลำตัวจะเอนมาทางด้านหน้า น้ำหนักส่วนบนของลำตัวจะไปทางด้านหน้า

ลักษณะเช่นนี้จะมีการก้าวขาให้ช่วงห่างกว่าปกติ และการแกว่งแขนก็ต้องให้มีช่วงกว้างขึ้น เช่นเดียวกันเพื่อเป็นการเปลี่ยนน้ำหนักออกไปแรงและเร็วขึ้น

ในท่าวิ่ง ลำตัวจะพุ่งเอนไปข้างหน้ามากกว่าปกติ เท้าจะก้าวเร็วขึ้นและช่วงกว้างขึ้น เพราะน้ำหนักส่วนบนของร่างกายตกลงมาทางด้านหน้ามากกว่าท่าเดิน ถ้าต้องการหยุดวิ่งทันที จะต้องกระโดดและแอ่นตัวไปด้านหลัง จึงจะไม่เสียการทรงตัว มิฉะนั้นอาจล้มคว่ำไปทางด้านหน้าได้

ในท่าเดินขึ้นบันได ลำตัวส่วนบนจะเอนไปด้านหน้า น้ำหนักของร่างกายในท่านี้จะตกลงบนฝ่าเท้าที่อยู่ชั้นบนสุดเสมอ การเอนตัวไปข้างหน้านั้นจะช่วยไม่ให้หางยหลังขณะที่ยืดอก ข้างหน้าตกลง

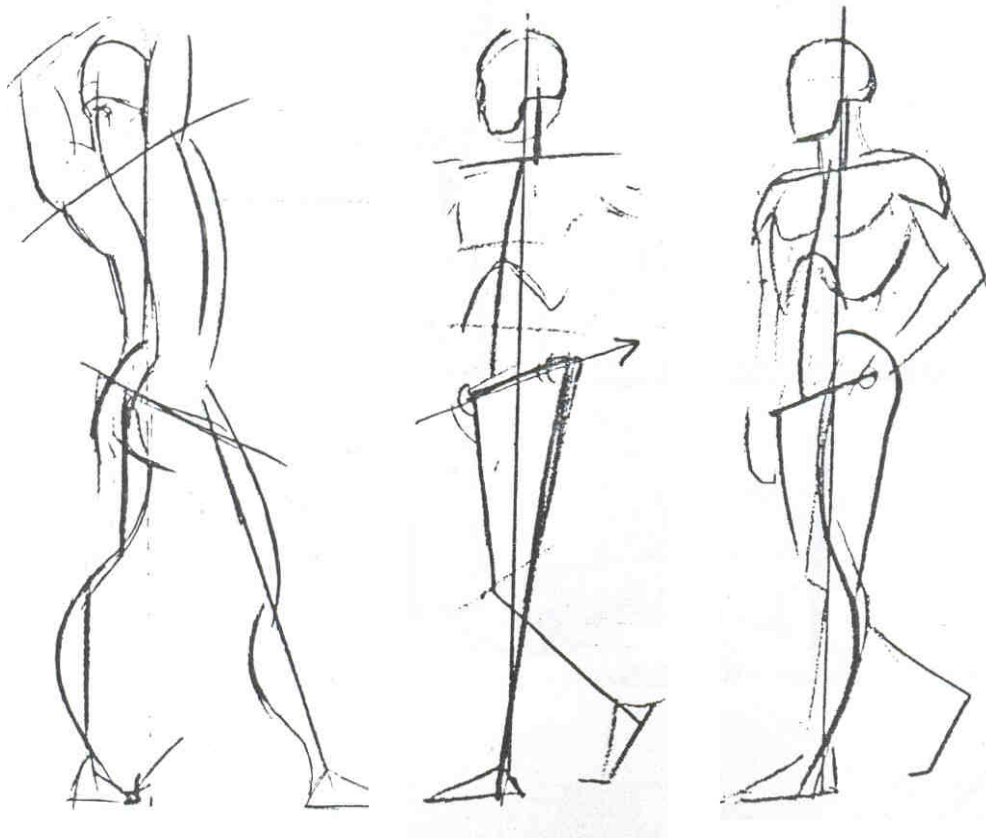
การทรงตัว ความสมดุล และความสมส่วนของร่างกายมนุษย์มีความสำคัญอย่างยิ่ง สำหรับนักศึกษาศิลปะในเรื่องการนำความรู้ ความเข้าใจ เพื่อไปประกอบงานศิลปะไม่ว่าจะเป็น การเขียนภาพ การปั้น แกะสลักภาพ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับคนให้มีความถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น



ภาพที่ 5.1 ลักษณะการทรงตัว
ที่มา: นิมิตร รอดรับบุญ, ม.ป.ป. : 190



ภาพที่ 5.2 การทรงตัว
ที่มา : นิมิตร รอดรับบุญ, ม.ป.ป. : 191, 193



ภาพที่ 5.3 ลักษณะการทรงตัว
ที่มา : นิมิตร รอดรับบุญ, ม.ป.ป. : 194

แกนของการเคลื่อนไหวของร่างกาย

แกนของการเคลื่อนไหวของร่างกาย แบ่งออกเป็น 3 แกน ดังนี้

1. Frontal axis เป็นแกนในแนวนอนผ่านจากข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่ง เรียกว่า แกน X แกนนี้จะตั้งฉากกับระนาบหน้าหลัง (Sagittal plane)
2. Sagittal axis เป็นแกนในแนวนอนผ่านจากข้างหน้าไปข้างหลัง เรียกว่าแกน Z แกนนี้จะตั้งฉากกับระนาบข้าง (Frontal plane)
3. Vertical หรือ Longitudinal axis เป็นแกนที่ตั้งฉากกับพื้นโลก เรียกว่าแกน Y แกนนี้จะตั้งฉากกับระนาบขอบฟ้า (Transverse plane)

ชนิดของการเคลื่อนไหว

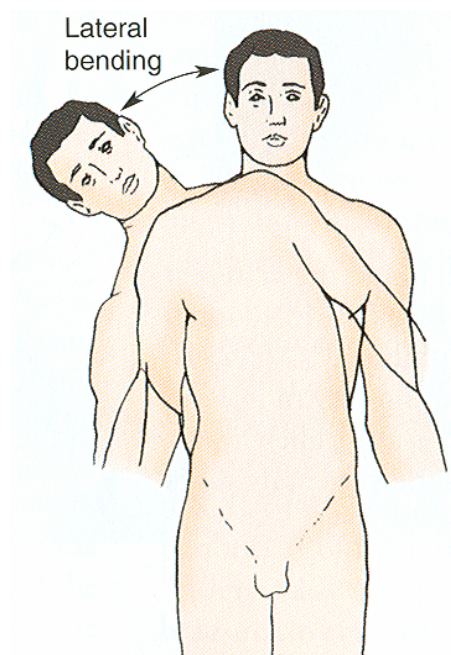
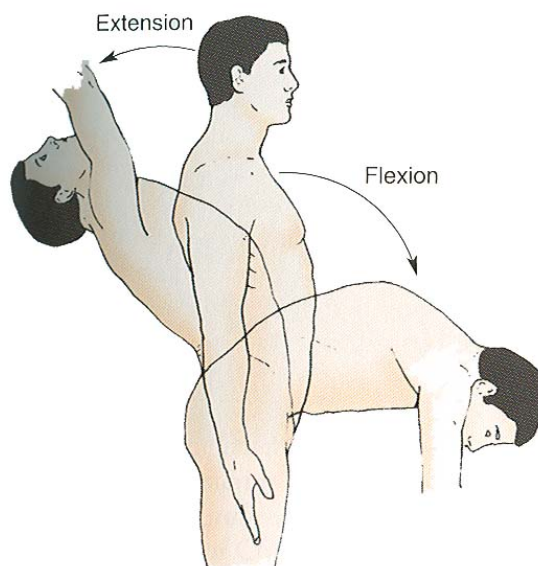
การเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกายนั้น จะพิจารณาจากทำขึ้นปกติหรือทำกายวิภาค ชนิดของการเคลื่อนไหว แบ่งได้ดังนี้ (รัชชานนท์ ลิปป์ภากุล, 2548)

1. การเคลื่อนไหวแบบเส้นโค้ง (Angular movement) มี 4 แบบ คือ

1.1 การงอ (Flexion) เป็นการลดมุมของส่วนที่เคลื่อนไหวและส่วนที่เกี่ยวข้องนั้น ๆ การเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของส่วนหนึ่งมีความสัมพันธ์กับอีกส่วนหนึ่ง เช่น การงอของข้อหัวไหล่ การงอของข้อต่อ แขน หรือข้อศอก การงอของลำตัว การงอของข้อต่อสะโพก การงอของขา ท่อนบน การงอของข้อต่อที่หัวเข่าและการงอเท้า

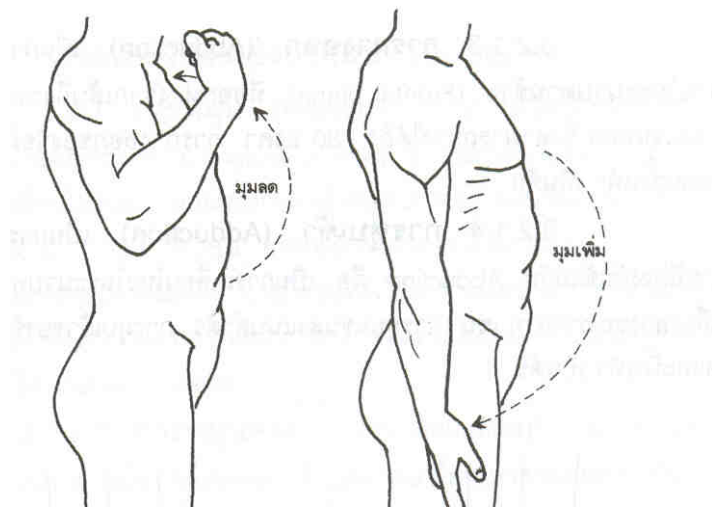
1.2 การเหยียด (Extension) เป็นการเคลื่อนไหวที่ตรงข้ามกับการงอ หรือเป็นการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายที่ทำมุมของข้อต่อเพิ่มขึ้น หรือ คือ การเหยียดกลับมาสู่ท่ากายวิภาคนั้นเอง เช่น การเหยียดแขนออกจากท่าอแขน เป็นต้น ส่วนการเหยียดที่มีลักษณะเหยียดออกไปเรื่อย ๆ จนเลยตำแหน่งท่ากายวิภาค เรียกว่า Hyperextension เช่น การแอ่นหลังจนเลยกลับไปทางข้างหลัง

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการงอและการเหยียดเป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในระนาบหน้าหลัง (Sagittal plane) โดยมีแกน X เป็นแกนการเคลื่อนไหว



ภาพที่ 5.4 การเคลื่อนไหวแบบเส้นโค้ง

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 461



การงอศอก

การเหยียดข้อศอก



การงอเข้าของข้อต่อหัวแม่มือ

การเหยียดออกของข้อต่อหัวแม่มือ



การงอเข้า

การเหยียดออก

ภาพที่ 5.5 การงอและการเหยียด
ที่มา : รัชชานนท์ ลิปปภากุล, 2548 : 59

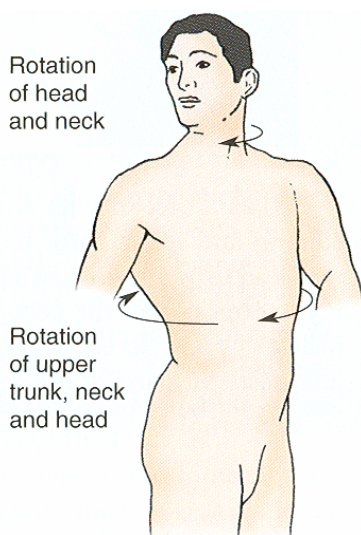
1.3 การกางออก (Abduction) เป็นการเคลื่อนไหวของร่างกายระนาบด้านข้าง (Frontal plane) ที่ออกห่างจากเส้นกึ่งกลางของร่างกาย เช่น การกางแขนออก การกางอกของข้อมือ การกางออกของนิ้วมือและนิ้วเท้า เป็นต้น

1.4 การหุบเข้า (Adduction) เป็นการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายที่ตรงกันข้ามกับการกางออก (Abduction) โดยเป็นการเคลื่อนไหวในระนาบทางด้านข้างที่กลับคืนสู่เส้นกึ่งกลางของร่างกาย เช่น การหุบแขนลงแนบลำตัว การหุบเข้าของข้อมือ การหุบเข้าของนิ้วมือและนิ้วเท้า เป็นต้น

2. การเคลื่อนไหวเชิงวงกลม (Circular movement)

การเคลื่อนไหวเชิงวงกลมของร่างกาย แบ่งออกเป็น

2.1 การหมุน (Rotation) เป็นการเคลื่อนไหวของข้อต่อแบบ Multiaxial รอบ ๆ แกนตั้งตามยาว (Longitudinal axis) ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวของข้อต่อแบบแนวยาวของกระดูกที่มีการเคลื่อนไหวนั้น ๆ แกนของการเคลื่อนไหวอาจอยู่ในแนวตั้งหรือเกือบเป็นแนวตั้งเมื่อร่างกายอยู่ในท่ากายวิภาค เช่น การบิดของคอ หัวไหล่ ลำตัว การบิดของกระดูกสันหลังหรือขา ซึ่งมีทั้งการบิดเข้าด้านใน ที่เรียกว่า Medial rotation หรือ Inward rotation และบิดออกข้างนอกที่เรียกว่า Lateral rotation หรือ Outward rotation



ภาพที่ 5.6 การหมุน

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 461

2.2 การหมุนควง (Circumduction) เป็นการเคลื่อนไหวที่บริเวณข้อต่ออาจเป็นแบบ Multiaxial หรือ Biaxial การหมุนควงเป็นการเคลื่อนไหวส่วนของร่างกายเป็นรูปคล้ายวงกลมหรือรูปกรวย ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่รวมทั้ง การงอ การเหยียด การกาง การหุบ หรืออาจรวมทั้ง การบิดของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การหมุนแขนเป็นวงกลมในแนวดิ่งโดยมีหัวไหล่เป็นจุดศูนย์กลางของการหมุน หรือการหมุนของนิ้วมือโดยมีข้อต่อที่โคนนิ้วเป็นจุดหมุน เป็นต้น

2.3 การเคลื่อนไหวพิเศษเฉพาะส่วน

2.3.1 Elevation คือ การยกบ่า หรือ หัวไหล่ (Shoulder girdle) ขึ้นข้างบน

2.3.2 Depression คือ การเคลื่อนไหวในทางที่ตรงกันข้ามกับ Elevation โดยการดึงไหล่ลง

2.3.3 Supination คือ การหงายมือ โดยเป็นการเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างที่หมุนเอาด้านในออกข้างนอกหรือหมุนออกจากลำตัว (Outward rotation)

2.3.4 Pronation คือ การคว่ำมือ โดยเป็นการเคลื่อนไหวของแขนท่อนล่างในลักษณะที่หมุนเอาด้านนอกเข้าด้านใน หรือ การหมุนเข้าหาลำตัว (Inward rotation)

2.3.5 Upposition คือ การที่ปลายนิ้วของนิ้วอื่น ๆ มาสัมผัสกับปลายนิ้วหัวแม่มือ

2.3.6 Inversion คือ การยกข้างของเท้าด้านในขึ้น หรือการตะแคงฝ่าเท้าหันเข้าด้านใน

2.3.7 Eversion คือ การยกข้างของเท้าด้านนอกขึ้น หรือการตะแคงฝ่าเท้าออก

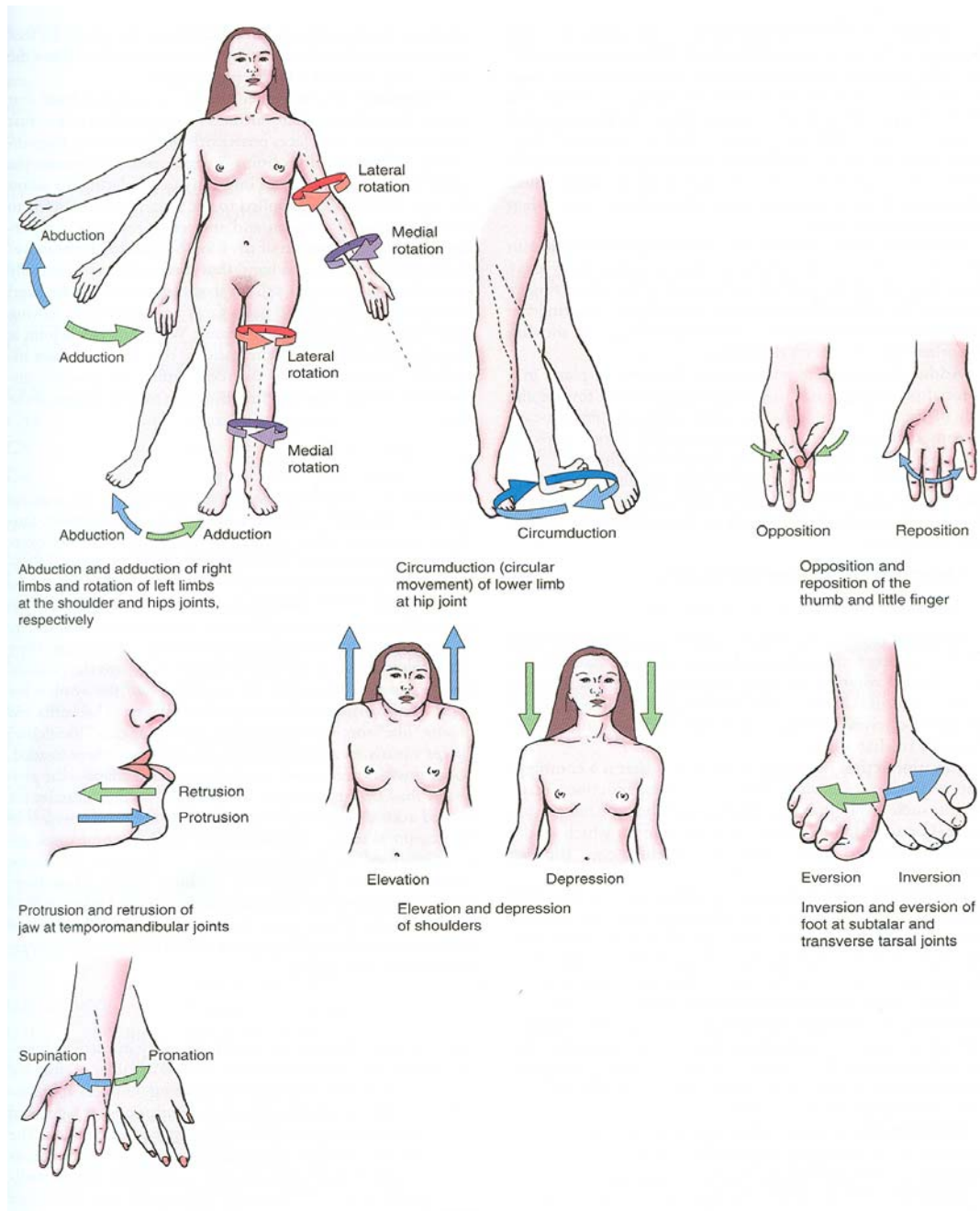
2.3.8 Dorsi flexion คือ การหลังเท้าขึ้น

2.3.9 Plantar flexion คือ การกดฝ่าเท้าลง

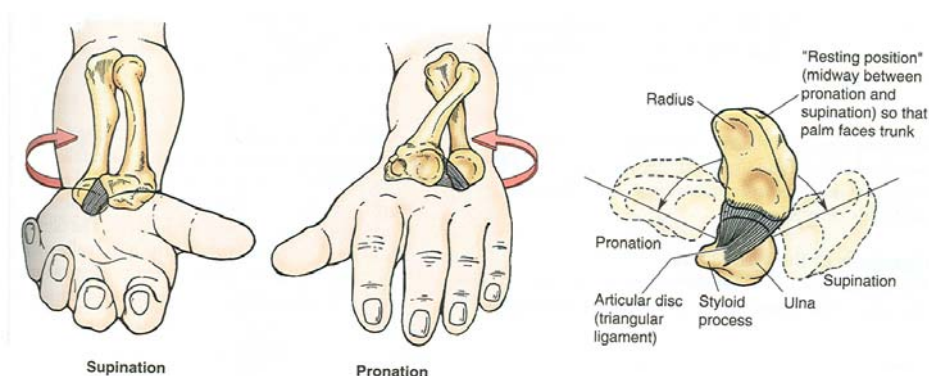
2.3.10 Lateral flexion คือ การงอไปทางด้านข้าง เช่น การเอียงตัวออกไปทางด้านข้าง หรือการเอียงศีรษะ และคอ เป็นต้น

2.3.11 Hyperflexion คือ การงอที่เลยตำแหน่งปกติ หรือมากกว่าตำแหน่งกายวิภาค

2.3.12 Hyperextension คือ การที่เหยียดเลยตำแหน่งปกติ หรือมากกว่าตำแหน่งกายวิภาค



ภาพที่ 5.7 การหมุนและการเคลื่อนไหวพิเศษเฉพาะส่วน
ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 9



ภาพที่ 5.8 การเคลื่อนไหวของข้อข้อมือ

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 803

ลักษณะและข้อจำกัดของการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

ในการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายแต่ละส่วนนั้นมีลักษณะของการเคลื่อนไหวและข้อจำกัดในการเคลื่อนไหวแตกต่างกันไป บางส่วนเคลื่อนไหวได้หลายแบบ บางส่วนเคลื่อนไหวได้น้อย ดังนี้

1. การเคลื่อนไหวของศีรษะและคอ (Head and Neck)

มีการเคลื่อนไหวได้หลายแบบเช่น การเคลื่อนไหวของข้อต่อ Atlanto – occipital joint ที่อยู่ระหว่างฐานกระโหลกศีรษะกับกระดูกสันหลังส่วนคอชั้นที่ 1 (Atlas) สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบ การงอ การเหยียด การเหยียดเกินตำแหน่งปกติ การกางออก การหุบ หรือการงอ ออกไปทางด้านข้าง

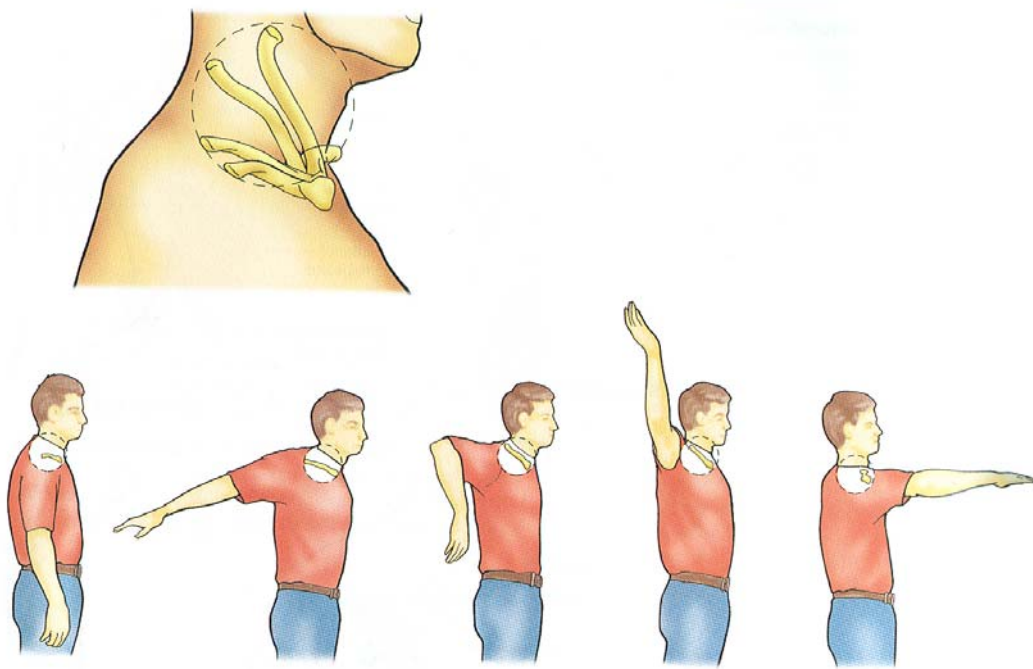
ส่วนการเคลื่อนไหวของข้อต่อ Atlanto – axial joint ที่อยู่ระหว่างกระดูกสันหลังชั้นที่ 1 กับชั้นที่ 2 (Axis) ช่วยในการหมุนคอ ข้อต่อ Temporo – mandibular joint เป็นข้อต่อที่ช่วยในการเคลื่อนไหวฟันของกรามบนและกรามล่าง เป็นการเคลื่อนไหวแบบผสมระหว่าง Ginding forward และ Rotate ที่เหมือนบานพับ

2. การเคลื่อนไหวส่วนลำตัว (Axial skeleton)

เป็นการเคลื่อนไหวที่บริเวณกระดูกสันหลัง (Vertebral columun) ซึ่งมีการ

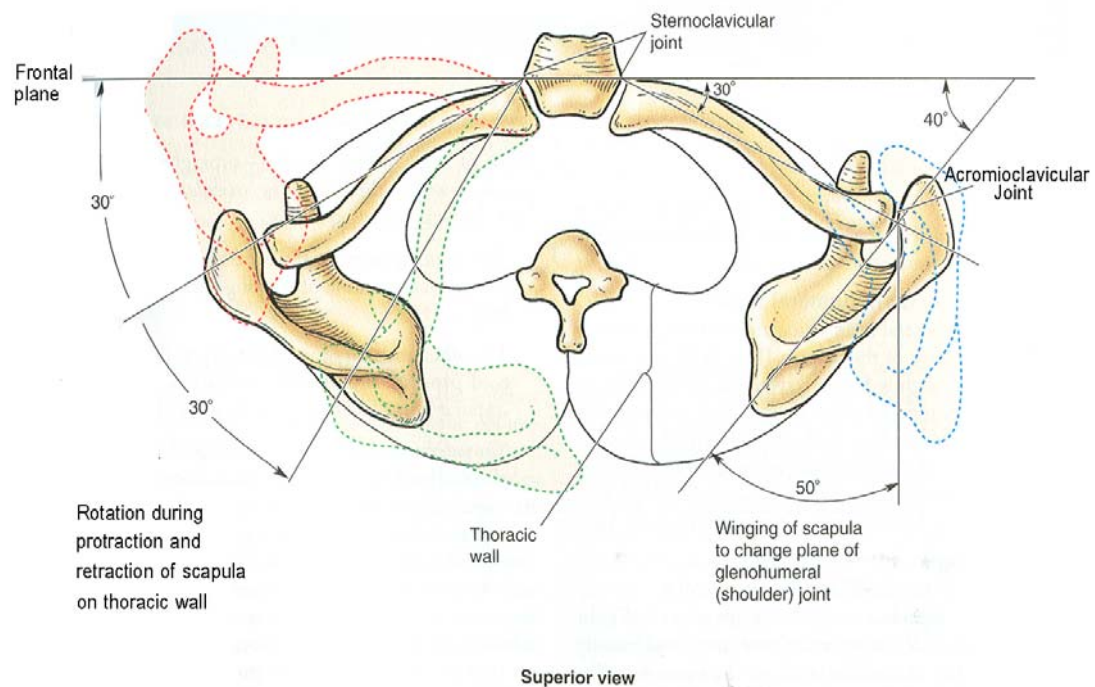
เคลื่อนไหวได้หลายแบบ คือ มีการงอ การงอที่เกินตำแหน่งปกติ การเหยียด การเหยียดเกิน ตำแหน่งปกติ การเอียงลำตัวไปด้านข้างและการบิดลำตัวไปทางซ้าย หรือทางขวา

3. การเคลื่อนไหวของหัวไหล่ (Shoulder girdle) มีการเคลื่อนไหวได้รอบ ๆ แกนการเคลื่อนไหวทั้ง 3 แกน เช่น การงอ การเหยียด การกางหรือบิดเข้าด้านใน การบิดออกด้านนอก การยกไหล่ขึ้น - ลง การหมุนควง การหมุนและเอียงไหล่ขึ้น



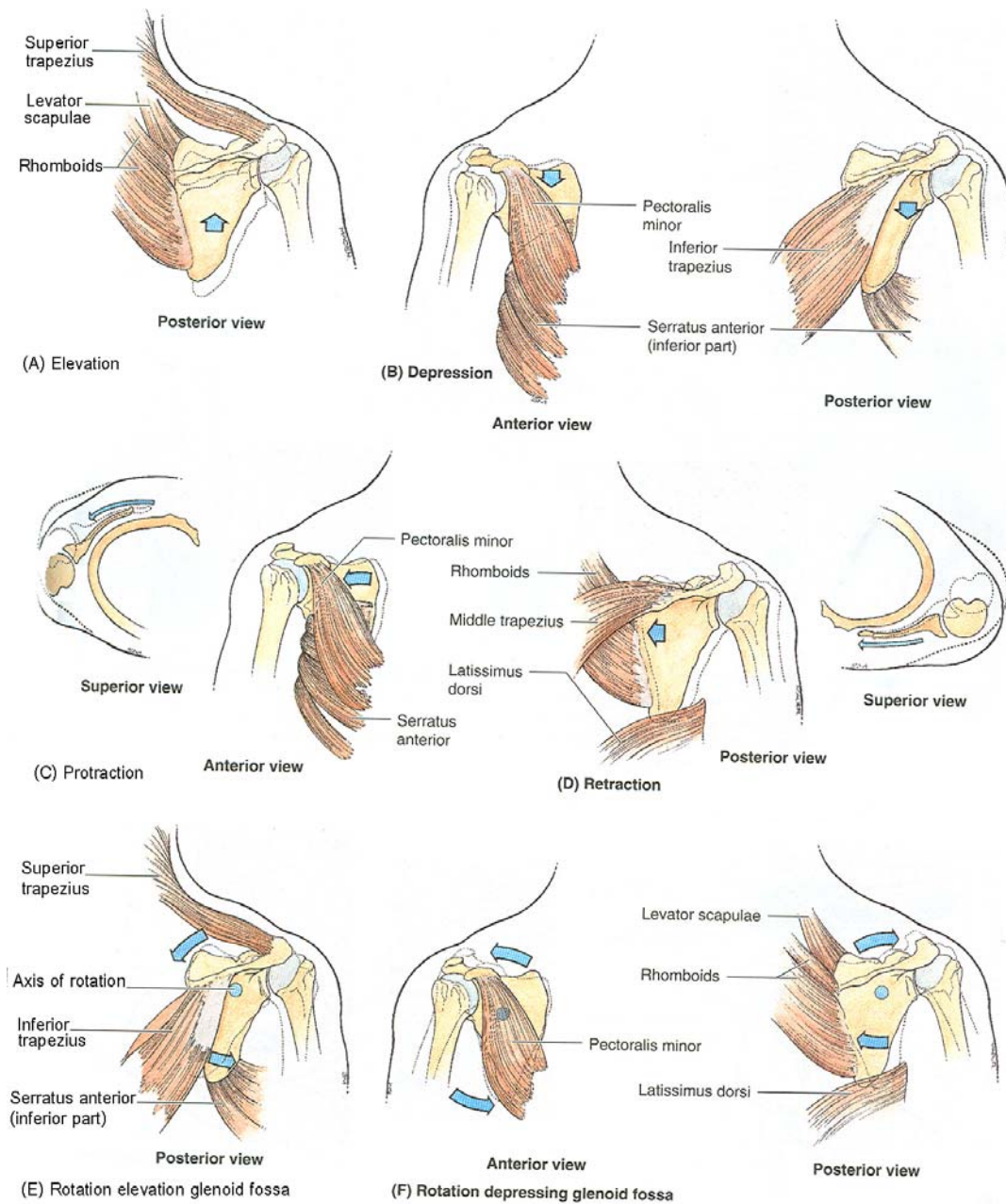
ภาพที่ 5.9 การเคลื่อนไหวของหัวไหล่

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 786



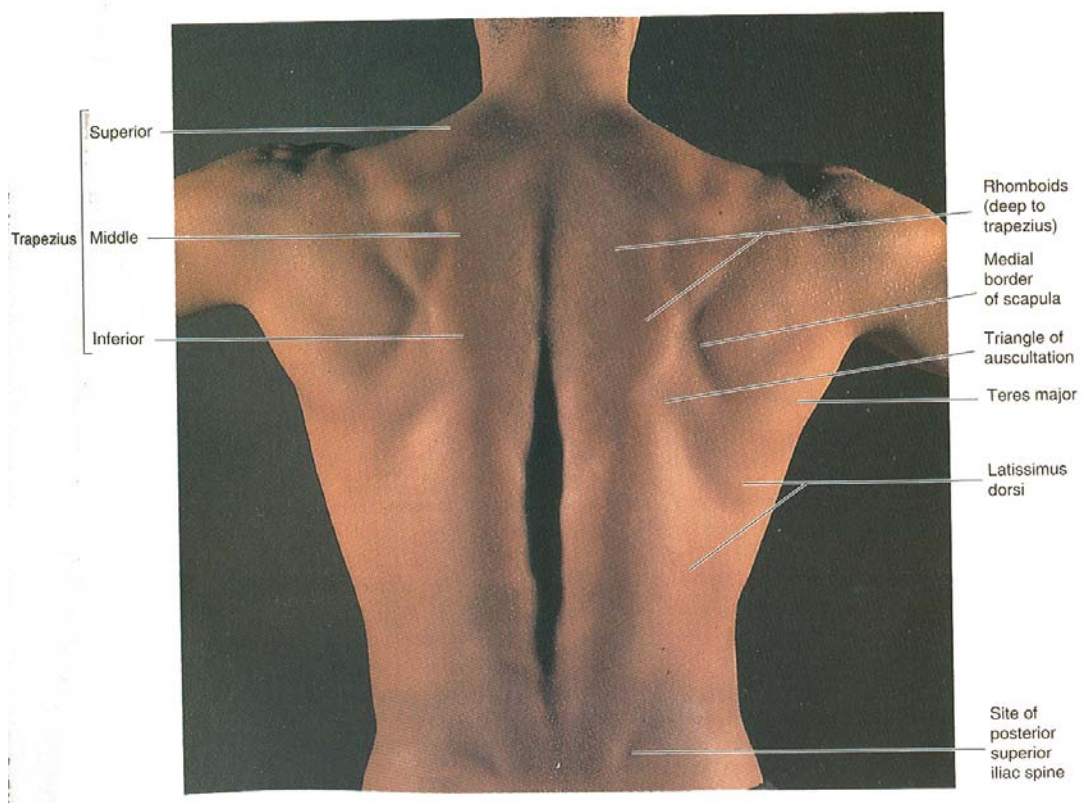
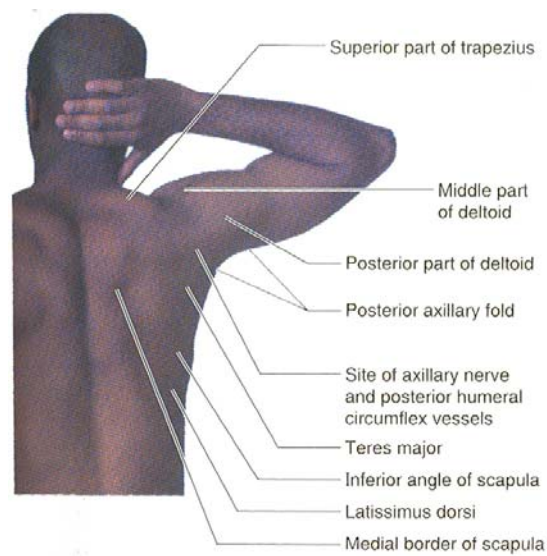
ภาพที่ 5.10 การเคลื่อนไหวของข้อบริเวณไหล่

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 787

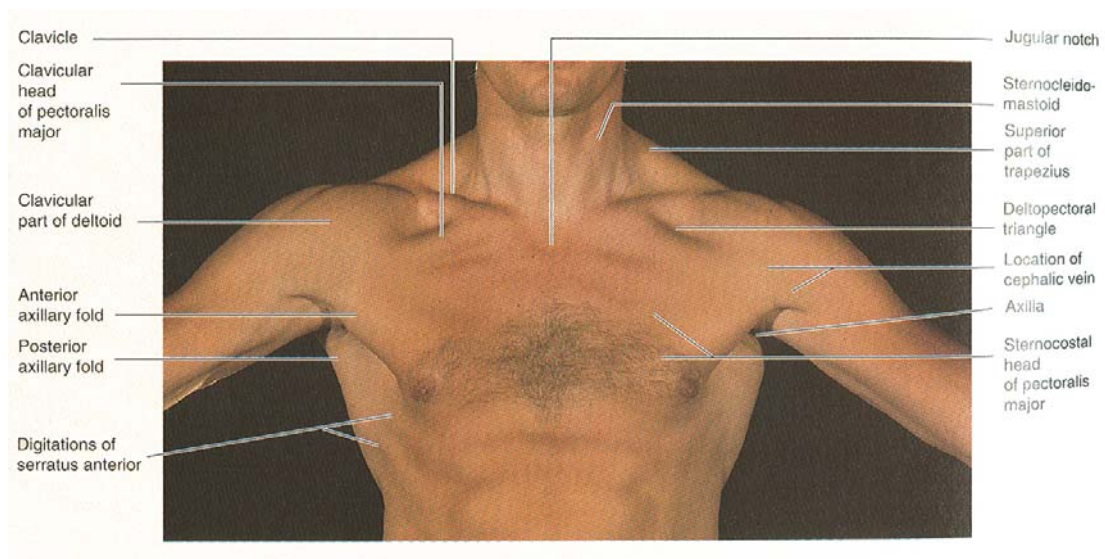


ภาพที่ 5.11 การเคลื่อนไหวบริเวณไหล่

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 785



ภาพที่ 5.12 ภาพด้านหลังขณะยกแขน - 'ไหล่'
ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 719



ภาพที่ 5.13 ภาพด้านหน้าขณะยกแขน

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 718

4. การเคลื่อนไหวของข้อศอก (Elbow joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่มีลักษณะของการงอและการเหยียดเท่านั้น

5. การเคลื่อนไหวของส่วนปลายแขน (Radioulnar joint) เป็นการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นกับข้อต่อแบบ Pivot joint คือ สามารถเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบ Pronation คือ หมุนแขนท่อนล่างเข้าด้านในโดยการคว่ำฝ่ามือลงกับแบบ Supination คือ เป็นการเคลื่อนไหวในทางตรงข้าม คือ หมุนออกด้านนอกโดยหงายฝ่ามือขึ้น

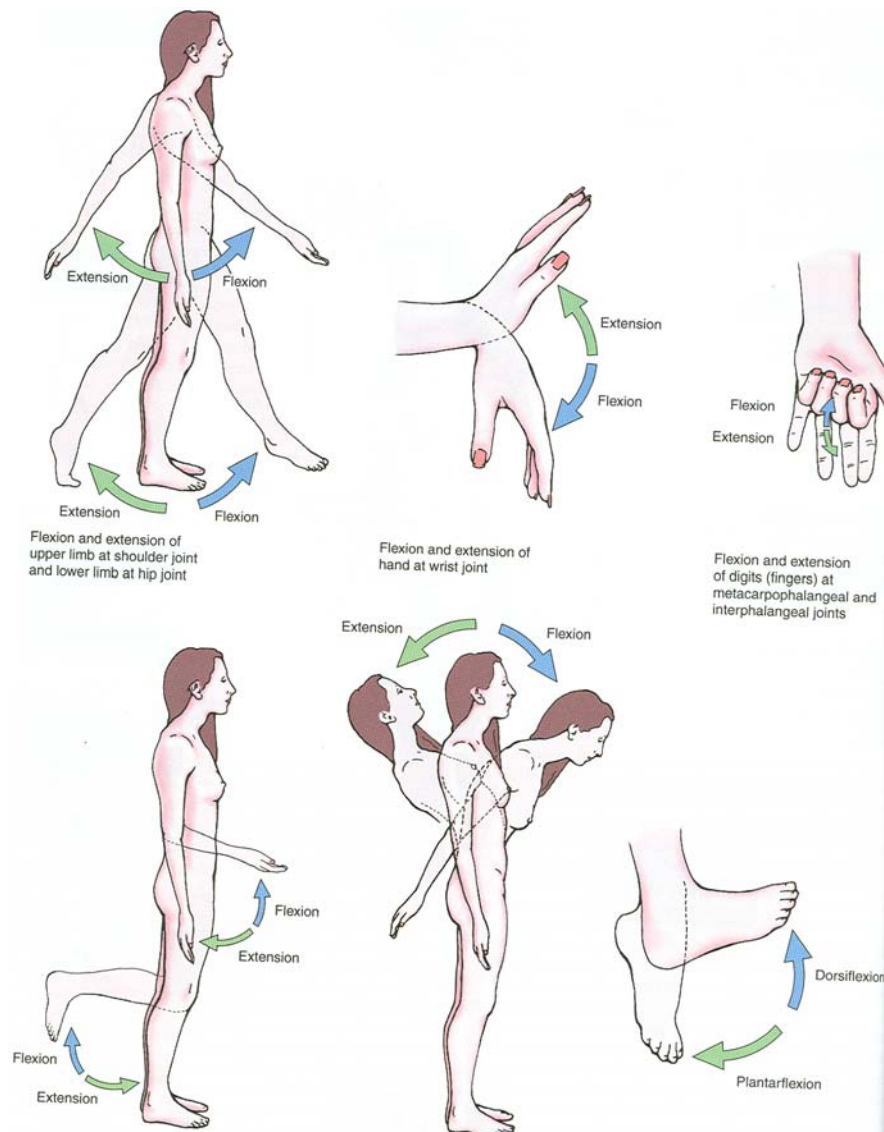
6. การเคลื่อนไหวของมือและข้อมือ (Wrist joint and Carpometacarpal joint) การเคลื่อนไหวของข้อมือ มีการงอ การเหยียด การกางออก และการหุบเข้า และที่นิ้วหัวแม่มือมีการเคลื่อนไหวได้ทั้งแบบการกางออก การหุบเข้า การงอ การเหยียด และการหุบเข้าเกินกว่าปกติ การงอเกินกว่าปกติ และการงอตรงกันข้าม

7. การเคลื่อนไหวของสะโพก (Hip joint) คล้ายกับการเคลื่อนไหวของหัวไหล่ คือ มีความอิสระคล้ายกัน สามารถเคลื่อนไหวได้หลายแบบ คือ มีทั้ง การงอ การเหยียด การกางออก การหุบเข้า การหมุนหรือบิดเข้าด้านใน การเหยียดเกินกว่าปกติ หรือการหมุนควง

8. การเคลื่อนไหวของหัวเข่า (Knee joint) เหมือนกับการเคลื่อนไหวของข้อศอก คือ มี

การงอและการเหยียดเท่านั้น

9. การเคลื่อนไหวของเท้า (Foot movement) ประกอบด้วย การเคลื่อนไหวของข้อเท้า (Ankle joint) ซึ่งมีการเคลื่อนไหวแบบการงอหรือการกดฝ่าเท้าลง การยกหลังเท้าขึ้น และการเคลื่อนไหวระหว่างฝ่าเท้ากับนิ้วเท้า (Metatarsophalangeal joint) ซึ่งมีการงอและการเหยียด รวมทั้งการเคลื่อนไหวของ Intertarsal joint คือ มีการยกฝ่าเท้าออกด้านนอก (Eversion) หรือการตะแคงฝ่าเท้าออกด้านนอก



ภาพที่ 5.14 การเคลื่อนไหวและการงอเหยียด

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 8

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ปัจจัยของการเคลื่อนไหว คือ ขนาดและทิศทางของการเคลื่อนไหวของร่างกาย ณ จุดข้อต่อที่เคลื่อนที่ผ่านระนาบใดระนาบหนึ่ง โดยทั่วไปปัจจัยการเคลื่อนไหวของร่างกายมีความอิสระและเคลื่อนไหวได้หลายทิศทาง ซึ่งค่าพิสัยของการเคลื่อนไหวนี้ จะระบุหน่วยเป็นองศา (Degree) ดังนั้นค่าพิสัย จึงอยู่ระหว่าง 0 - 360 องศา ในแนวแกนใดแกนหนึ่งจากทั้งหมด 3 แกน ของการเคลื่อนไหวของร่างกาย แต่ทั้งนี้ยังมีปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการเคลื่อนไหวของแต่ละบุคคลหลายปัจจัย ดังนี้ (สุทธิ ศรีบุรพา, 2540 ; รัชชานนท์ ลิปปภากุล, 2548)

1. เชื้อชาติ (Race) เชื้อชาติแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ตามลักษณะโครงสร้างของร่างกาย และ สีผิว คือ พวกคอเคซอยด์ ซึ่งเป็นกลุ่มชนผิวขาว หรือกลุ่มชาวยุโรป หรือชาวตะวันตก พวกมองโกลอยด์ คือ กลุ่มชนที่มีผิวเหลือง ได้แก่ ชาวเอเชียและกลุ่มนิกรอยด์ เป็นพวกชนผิวดำ ได้แก่ ชาวแอฟริกัน ซึ่งทั้ง 3 กลุ่มจะมีความแตกต่างกันด้านรูปร่าง ขนาด สัดส่วนของร่างกาย สีผิว และวัฒนธรรม ดังนั้นการเคลื่อนไหวร่างกายของแต่ละเชื้อชาติหรือแต่ละบุคคลจึงแตกต่างกันไปด้วย

2. อายุ (Age) ในวัยผู้ใหญ่พิสัยการเคลื่อนไหวร่างกายจะมีค่ามาก และจะลดน้อยลงเรื่อย ๆ เมื่อมีอายุมากขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากมีอายุมากขึ้น ข้อต่อจะเริ่มมีการตึงตัว (stiff) และเซลล์กล้ามเนื้อ (fiber) จะถูกแทนที่ด้วยเส้นใยกล้ามเนื้อชนิดที่ไม่ได้ทำหน้าที่หดตัว ความแข็งแรงยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อจึงลดลง ฉะนั้นผู้สูงอายุจึงเคลื่อนไหวร่างกายได้น้อยกว่าคนวัยผู้ใหญ่หรือวัยหนุ่มสาว

3. เพศ (Gender) เพศชายสามารถเคลื่อนไหวร่างกายได้คล่องตัวมากกว่าเพศหญิง เนื่องจากลักษณะของโครงสร้างร่างกายทั้งกระดูกและกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่และแข็งแรงกว่าเพศหญิง

4. ขนาดรูปร่าง (Body build) ขนาดรูปร่างของคนแบ่งออกได้ 3 ลักษณะคือ คนอ้วน (Endomorph) คนสันพืด (Mesomorph) และคนผอมบาง (Ectomorph) ขนาดและรูปร่างแต่ละแบบทำให้การเคลื่อนไหวร่างกาย มีค่าพิสัยแตกต่างกันไป คือ คนอ้วนลำจะเคลื่อนไหวได้ช้า รุ่มง่าม คนสัดตันจะเคลื่อนไหวได้คล่องตัวมีความแข็งแรง คนผอมจะมีค่าพิสัยการเคลื่อนไหวมาก แต่จะไม่มีแข็งแรง มีความเก้งก้างและคล่องตัวน้อยกว่า

5. ขนาดและความยืดหยุ่นของมัดกล้ามเนื้อ (Muscle bound and flexibility) คนที่อ้วนลงพุงมีหน้าท้องที่มีไขมันมากกว่ากล้ามเนื้อ จะสามารถก้มตัวได้น้อยกว่าคนผอม หรือกรณีกล้ามเนื้อส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายไม่มีความยืดหยุ่นเพียงพอ ก็อาจทำให้กล้ามเนื้อส่วนนั้น ๆ เมื่อยล้าในขณะที่ย่อออกแรงหรือทำงานหนักมากเกินไปทำให้ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานได้

6. โรค (Disease) คนที่เป็นโรคต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเกี่ยวกับกระดูก ข้อและกล้ามเนื้อ จะมีผลให้พิสัยการเคลื่อนไหวของร่างกายลดลง

7. การออกกำลังกาย (Exercise) คนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอจะมีพิสัยการเคลื่อนไหวร่างกายมากกว่าคนที่ไม่ได้ออกกำลังกาย

8. ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อาชีพการงาน ความถนัดซ้าย - ถนัดขวา ตำแหน่งหรือท่าทางของร่างกายขณะเคลื่อนไหวแรงโน้มถ่วงของโลก เสื้อผ้าอุปกรณ์ของใช้ประจำตัว และแรงจูงใจ เป็นต้น

สมรรถนะในการเคลื่อนไหวส่วนศีรษะ

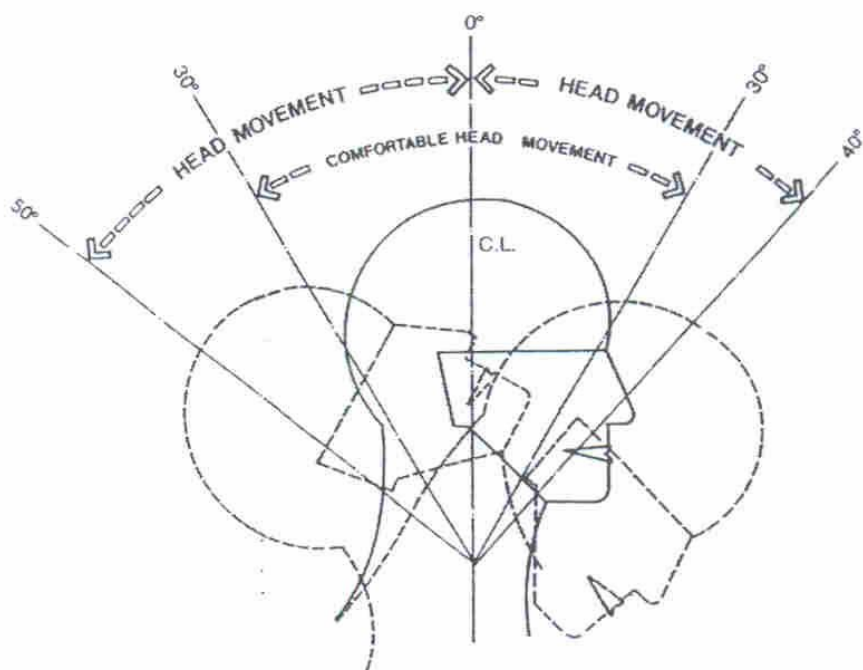
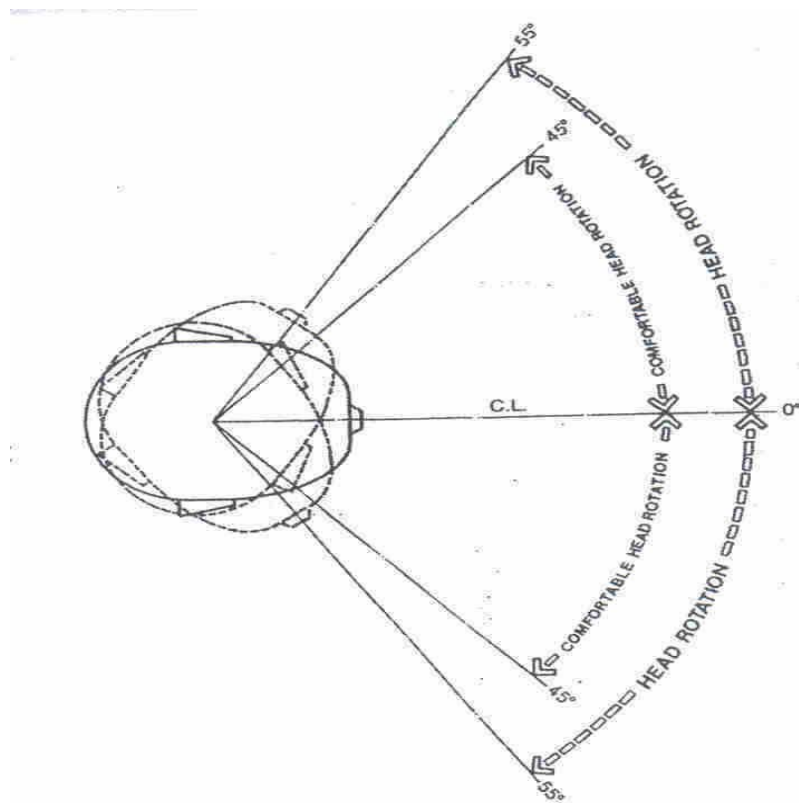
สมรรถนะการเคลื่อนไหวศีรษะของมนุษย์เกี่ยวข้องกับสมรรถนะในการทำงานของร่างกาย การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะ ได้แก่

1. การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะในแนวนอน

การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะในแนวนอนโดยหันไปทางซ้ายและทางขวานั้น สามารถเคลื่อนไหวได้สูงสุด 55 องศา แต่ระยะที่เคลื่อนไหวได้สบายคือระยะประมาณ 45 องศา

2. การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะในแนวตั้ง

การเคลื่อนไหวส่วนศีรษะในแนวตั้ง หรือการก้มและการเงยนั้นร่างกายคนจะสามารถเคลื่อนไหวสูงสุดได้ 40 องศา แต่ระยะที่เคลื่อนไหวได้สบายคือ ระยะประมาณ 30 องศา



ภาพที่ 5.15 สมรรถนะการเคลื่อนไหวส่วนศีรษะแนวนอนและแนวตั้ง
ที่มา : รัชชานนท์ สิปป์ภากุล , 2548 : 157

สัดส่วนของร่างกายมนุษย์

การกำหนดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ อาจกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ (ราล์ฟ ไมเยอร์ และ มะลิ นัตร เอื้ออนันท์, 2540 ; ธวัชชานนท์ สิปปภากุล, 2548 ; เลิศ บุตรขาว , 2531)

สัดส่วน (Proportion) หมายถึงความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ของส่วนต่าง ๆ ที่มีต่อกัน และกัน และมีต่อสัดส่วนโดยรวม สัดส่วนร่างกายมนุษย์เป็นความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์และเรขาคณิตของส่วนต่าง ๆ บนร่างกายมนุษย์ และอัตราส่วนของแต่ละส่วนหรือแต่ละหน่วยที่มีต่อส่วนอื่น ๆ หรือส่วนรวมทั้งหมดของรูปทรงหรือมวล สัดส่วนมีความสำคัญอย่างยิ่งในงานศิลปะ เช่น การเขียนภาพให้สมบุรณ์ รวมทั้งงานออกแบบวิศวกรรม การออกแบบผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

การกำหนดสัดส่วนมนุษย์ สามารถทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การแบ่งสัดส่วนตามแนวโครงสร้างของกระดูก การหาเส้นแกนของร่างกายโดยใช้เส้นตรงเป็นเกณฑ์ในการกำหนด สัดส่วนถือเอากระดูกสันหลังจะจรดปลายเท้าเป็นเส้นตรงแทนส่วนสูงของร่างกายทั้งหมด โครงสร้างกระดูกสันหลังมนุษย์มีลักษณะแตกต่างกันไปตามลักษณะชาติพันธุ์ แต่โดยมาตรฐานทั่วไปกระดูกสันหลังจะมีสัดส่วน = $\frac{1}{8}$ ส่วน เทียบกับส่วนสูงของร่างกาย แต่ชาวเอเชียส่วนใหญ่มีความสูงน้อยกว่าชาวตะวันตก มาตรฐานทั่วไปจึงกำหนดสัดส่วนกระดูกสันหลังเป็น $\frac{1}{7}$ ส่วน หรือ $7 \frac{1}{2}$ เทียบกับส่วนสูง

การกำหนดสัดส่วนร่างกายมนุษย์โดยทั่วไปจะแบ่งตามแนวขวางโดยถือเอาส่วนศีรษะจากกระดูกถึงปลายหางเป็นเกณฑ์แบ่งเท่ากับ 1 ส่วน สัดส่วนร่างกายคนทั่วไปซึ่งถือเป็นมาตรฐานเท่ากับ $7 \frac{1}{2}$ ส่วน โดยวัดจากศีรษะจรดปลายเท้า นอกจากนั้นการสัดส่วนอาจวัดระยะห่างจากเท้าถึงเข่าจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนขาทั้งหมดและส่วนขาทั้งหมดจะมีสัดส่วนเท่ากับครึ่งหนึ่งของส่วนสูงทั้งหมดของร่างกาย และนอกจากนั้นสัดส่วนมนุษย์นั้นเปลี่ยนแปลงไปตามการเจริญเติบโตของกระดูกตั้งแต่ระยะแรกเกิดจนเป็นผู้ใหญ่

การวัดสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Anthropometry) มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า Anthoropo (human) และคำว่า Metrics (measurement) ซึ่งเป็นการวัดขนาด รูปร่าง และสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ในแง่มุมต่าง ๆ เช่น ทรวดทรง ความกว้าง ความสูง ส่วนวงรอบ พิสัยของการเคลื่อนไหวร่างกาย เป็นต้น การวัดสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ ประกอบด้วยขั้นตอนตั้งแต่การวัดขนาดของสัดส่วนต่างของร่างกาย การเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูล การวิเคราะห์และ

การวัดสัดส่วนมนุษย์ มีวิธีการวัดที่นิยมคือการวัดสัดส่วนในขณะที่อยู่ในสภาวะหยุดนิ่ง อยู่กับที่โดยเป็นวิธีการวัดมิติร่างกายมนุษย์ที่อยู่ในท่าหนึ่งไม่มีอาการเคลื่อนไหวมาเกี่ยวข้อง โดยมี การวัดขนาดลำตัวศรียะ แขน ขา ทั้งทำยืน และทำนั่งนิ่ง ที่มีการกำหนดจุดหรือตำแหน่งไว้แน่นอนแบบมาตรฐาน ซึ่งหลายหน่วยงานได้กำหนดค่ามาตรฐานแบบสากล เช่น มาตรฐานของ องค์การมาตรฐานสากลระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization : ISO) มีจำนวนการวัดทั้งทำยืนและทำนั่ง 39 รายการ มาตรฐานทางทหารของกองทัพสหรัฐอเมริกา (MIL – STD – 1472D) มีจำนวนการวัด 91 รายการ และมาตรฐานเยอรมัน (DIN ; 1978) มีจำนวนการวัดรวม 56 รายการ เป็นต้น

ในประเทศไทยได้มีการวิจัยสำรวจโครงสร้างร่างกาย และสัดส่วนของคนไทยเป็นระยะ โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมวิจัยสำรวจครั้งล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2543 - 2544 (รายละเอียดในภาคผนวก)

สัดส่วนของคนทั่วไป

สัดส่วนโดยปกติของคนทั่วไป ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ใกล้เคียงกันทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยมีช่วงความสูงตามอายุ ดังนี้ (ธวัชชานนท์ สิปปภากุล , 2548)

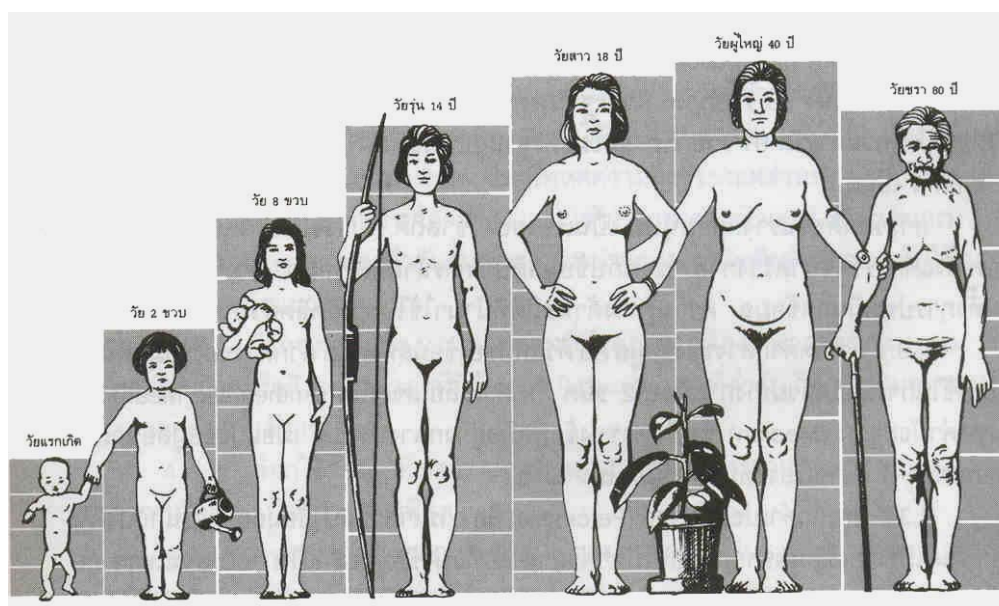
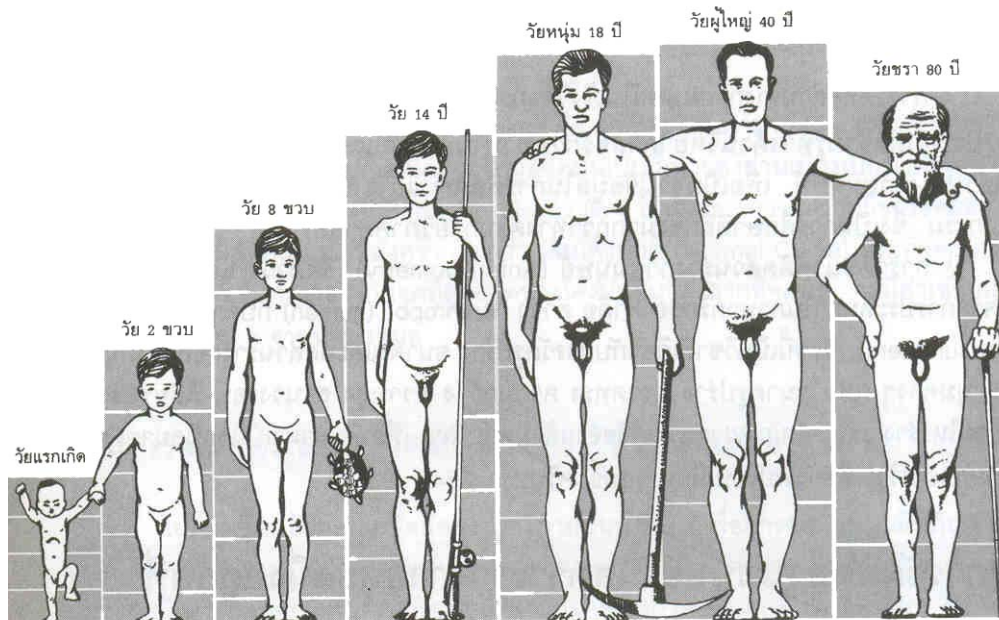
ระยะแรกเกิด มนุษย์จะมีสัดส่วนความสูงประมาณ 4 ส่วน คือ มีความสูงเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ของผู้ใหญ่ โดยมีกระดูกสันหลังใหญ่ แขน ขาสั้น และส่วนกึ่งกลางของร่างกาย อยู่ประมาณได้ สะดือเล็กน้อย

ระยะวัย 2 ขวบ มีสัดส่วนความสูงอยู่ประมาณ $4 \frac{1}{2}$ ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายจะอยู่ต่ำกว่าสะดือเล็กน้อย

ระยะวัย 8 ขวบ จะมีสัดส่วนความสูงอยู่ประมาณ $6 \frac{1}{2}$ ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณอวัยวะเพศ

ระยะวัย 14 ปี เป็นระยะย่างเข้าวัยรุ่น มีสัดส่วนขยายขึ้นใกล้เคียงผู้ใหญ่มากขึ้น จะมีสัดส่วนความสูงประมาณ 7 ส่วน จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณกระดูกหัวหน่าว (Pubis) ในระยะนี้เด็กผู้หญิงจะมีความเปลี่ยนแปลงทำหน้าที่สุภาพไปประมาณ 2 ปี

ระยะวัยหนุ่ม 18 ปี จะมีสัดส่วนความสูงประมาณ $7 \frac{1}{2}$ ส่วนซึ่งเป็นวัยกำลังเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่จะมีจุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณข้อมือ หรือกระดูกหัวหน้า



ภาพที่ 5.16 เปรียบเทียบสัดส่วนร่างกายของเพศหญิงใน 7 ช่วงชีวิต
ที่มา: เรื่อง ศรีขาว และกมลเวีย สุวรรณ, 2528: 17

ระยะวัยผู้ใหญ่ประมาณ 40 ปี มีสัดส่วนเป็น $7 \frac{1}{2}$ เช่นเดียวกัน เพียงแต่ลักษณะท่าทาง
ค่อนข้างมีไขมันเพิ่มขึ้น จุดกึ่งกลางของร่างกายอยู่ประมาณข้อมือ หรือกระดูกหัวหน้า
เช่นเดียวกัน

ระยะวัยชรา อายุประมาณ 80 ปี จะมีสัดส่วนลดลงเหลือเพียง 7 ส่วน เท่านั้น
เนื่องจากการหดและงอตัวของกระดูกสันหลัง ทำให้ร่างกายสั้นและหลังค่อม