บทที่ 6
การมองเห็นและการได้ยิน

การมองเห็น (Vision) และการได้ยิน (Hearing) เกี่ยวข้องกับระบบประสาท ระบบประสาทประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน สรุปได้ดังนี้คือ (บุญรักษ์ กาญจนะโภคิน, 2521, อรรถสิทธิ์ เวชชาชีวะ, 2546)

1. ระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral nervous system) ประกอบด้วยเส้นประสาท (Nerves) ซึ่งจะนำกระแสประสาทเข้าและออกจากระบบประสาทส่วนกลาง ถ้านำกระแสประสาทเข้าและออกจากสมอง เรียกว่า Cranial nerves มีอยู่ 12 คู่ และนำเข้าและออกจากไขสันหลัง เรียกว่า Spinal nerves มีอยู่ 31 คู่

2. ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system) ประกอบด้วยสมองและไขสันหลังสมองมนุษย์ (Brain) ทำหน้าที่ด้านประธานพิสัย – ความรู้ (Cognitive domain) เช่น การเรียนรู้เกี่ยวกับรูป รส กลิ่น เสียง สัมผัส ความจำ จินตนาการ เป็นต้น ด้านพลพิสัย – ทักษะ (Psychomotor domain) เช่น การเคลื่อนไหว และด้านจิตพิสัย (affective domain) เช่น ความรู้สึก อารมณ์ เป็นต้น ส่วนไขสันหลัง (Spinal cord) ทำหน้าที่เป็น reflex center และเป็นทางนำกระแสประสาท (Conduction pathway) เข้าและออกจากสมอง

ระบบประสาททำให้คนและสัตว์เกิดพฤติกรรมและการทำงานของร่างกายเรื่องของระบบประสาทและการมองเห็น รวมทั้งการได้ยินอาจสรุปได้ดังนี้ (ชุมพล ผลประมูล และคณะ, 2545)

ระบบประสาท (Nervous system) เป็นระบบหนึ่งที่มี ระบบควบคุม (Controlling system) ร่วมกันกับระบบต่อมไร้ท่อที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบต่าง ๆ ให้ทรงสภาพปกติในกาย (homeostasis)

หน้าที่ของระบบประสาทสามารถจำแนกได้ 3 กลุ่มใหญ่ คือ

1. การรับความรู้สึก (sensory or afferent) โดยอาศัยตัวรับความรู้สึกจากอวัยวะรับความรู้สึกต่าง ๆ เช่น หู ตา รับรู้ข้อมูลจากภายนอกร่างกาย และมีส่วนที่รับความรู้สึกจาก

ภายในร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ ข้อต่อ อวัยวะภายในเป็นพวกที่รับความรู้สึกเกี่ยวกับสภาวะต่าง ๆ ภายในร่างกาย สัญญาณประสาทรับความรู้สึกแต่ละชนิดถูกส่งเข้าเส้นประสาทและเดินทางในประสาทส่วนกลางที่จำเพาะกับชนิดของความรู้สึกต่าง ๆ

2. การวิเคราะห์ข้อมูล (integration) คือ การรับส่ง เก็บ (store) การจัดการกับข้อมูลสัญญาณประสาทในระบบประสาท (information processing) เช่น การเก็บความจำ การเรียนรู้ การใช้ความคิด การเข้าใจความหมาย เป็นต้น การรับ - ส่งข้อมูลไปมาในระบบประสาททำให้เกิดการควบคุมการทำงานซึ่งกันและกันภายในส่วนต่าง ๆ ของระบบประสาท

3. การสั่งงานและการควบคุมการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย (motor or efferent) จากประสาทส่วนกลางที่วางแผนการเคลื่อนไหวแล้วส่งสัญญาณประสาทไปควบคุมอวัยวะแสดงผล (effectors organs) ซึ่งอาจเป็นกล้ามเนื้อลาย กล้ามเนื้อเรียบ และกล้ามเนื้อหัวใจ หรือต่อมมีท่อต่าง ๆ เช่น ต่อมน้ำตา ต่อมเหงื่อ เป็นต้น

การมองเห็น

โครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์ของลูกตา

ลูกตาเป็นอวัยวะที่มีรูปร่างเป็นทรงกลม ซึ่งคงรูปร่างได้โดยมีของเหลวลักษณะเฉพาะบรรจุอยู่ภายในผนังลูกตา แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

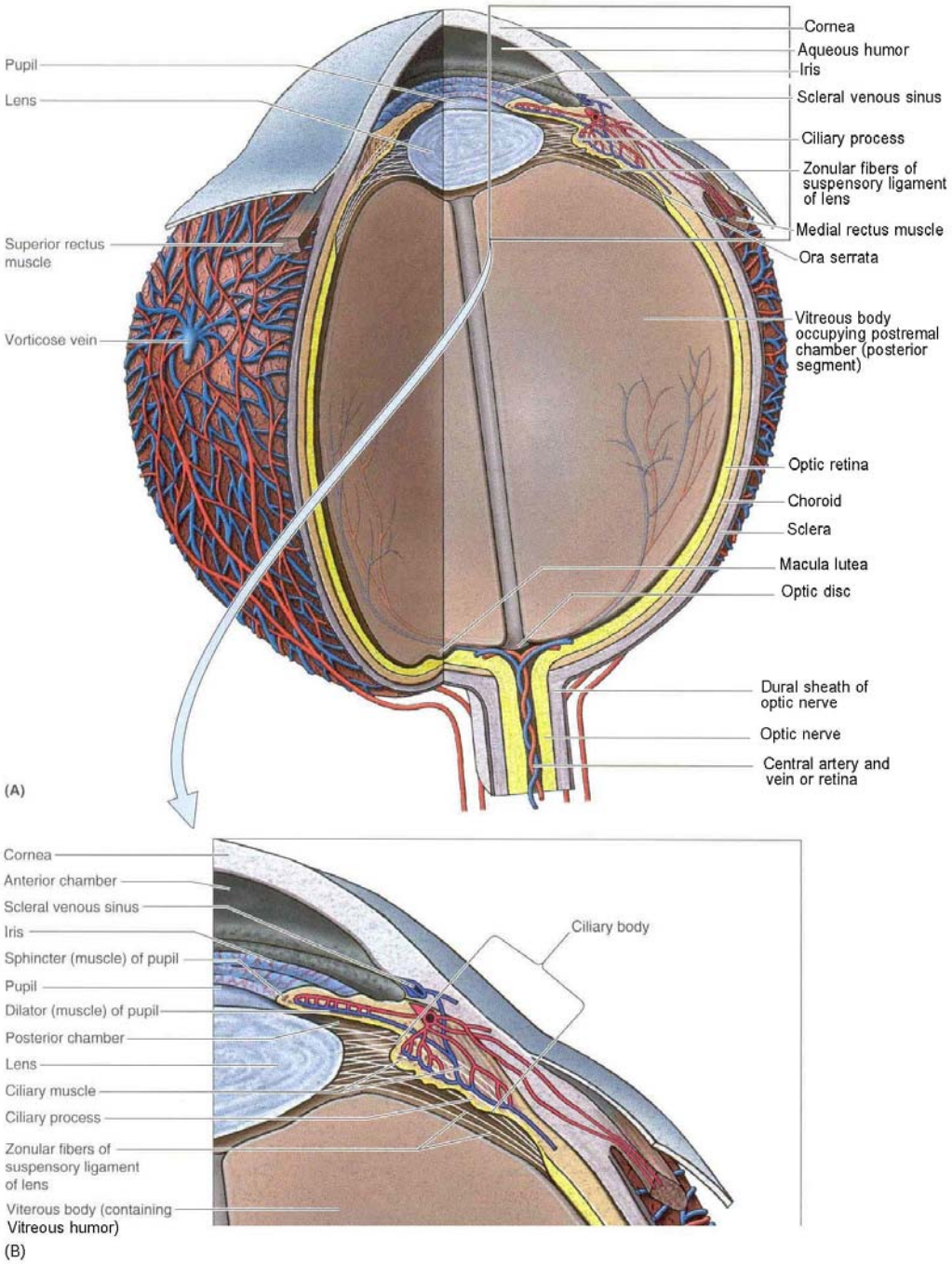
1. ชั้นนอกสุดเป็นเปลือกลูกตา เรียกว่า สเคลอรา (sclera) ผนังลูกตามีสีขาวและทึบแสง ยกเว้นทางด้านหน้ามีลักษณะโปร่งแสง เพื่อเป็นทางผ่านของแสงเข้าสู่ลูกตา เรียกว่า กระจกตา (cornea) ซึ่งนูนออกมาเล็กน้อย

2. ชั้นกลาง เรียกว่า โครอยด์ (choroid) ประกอบเส้นเลือดฝอยจำนวนมากจึงเป็นที่ส่งผ่านอาหารให้แก่ส่วนอื่น ๆ ของลูกตา นอกจากนี้ยังมีเม็ดสี (melanin) ซึ่งช่วยดูดซึมลำแสงส่วนเกินและลดการสะท้อนของแสงที่เข้ามาในลูกตา ในส่วนด้านหน้าของลูกตามีซีเลียรีบอดี (ciliary body) และม่านตา (iris)

3. ชั้นในสุด เป็นชั้นจอประสาทตา หรือเรียกว่า retina เซลล์ประสาทในชั้นเรตินาที่สำคัญคือ เซลล์รับแสง (visual receptor cells) ประกอบด้วยเซลล์รับแสงรูปแท่ง (rod cells) และเซลล์รับแสงรูปกรวย (cone cells) เซลล์รับแสงรูปแท่งจะมีความไวต่อแสงมากกว่าเซลล์รับแสงรูปกรวยเหมาะสมกับการทำหน้าที่มองเห็นในที่มืดสลัว หรือมีแสงเพียงเล็กน้อย ส่วนเซลล์รับแสงรูปกรวยมีหน้าที่สำหรับการมองเห็นภาพสี หรือในขณะที่มีแสงเข้ม

การมองเห็นภาพสี (Co lour vision)

ความสามารถของตาในการรับและแยกแสงความยาวคลื่นต่าง ๆ ได้ทำให้มนุษย์มองเห็นแถบสีต่าง ๆ ที่สามารถมองเห็นได้ (visible spectrum) เนื่องมาจากรงควัตถุในวัตถุต่าง ๆ นั้นมีความสามารถในการดูดซึมแสงในช่วงความยาวคลื่นได้ต่าง ๆ กัน แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ไม่ถูกดูดซึมโดยวัตถุนั้น ๆ ก็จะสะท้อนออกมากระตุ้นเซลล์รับแสงรูปกรวย (cone cells) ในจาก 3 ชนิด ซึ่งมีความไวต่อแสงสีน้ำเงิน เขียว และแดง การที่มนุษย์สามารถแยกแยะสีชนิดต่าง ๆ ได้นั้น เกิดจากเซลล์รับแสงรูปกรวยแต่ละชนิดถูกกระตุ้นด้วยอัตราส่วนที่ต่าง ๆ กัน ส่วนอาการตาบอดสี (Colour blindness) เกิดจากการที่คนมีความผิดปกติของการแยกสี ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีเซลล์รับแสงรูปกรวยไม่ครบ 3 ชนิด หรืออาจขาดชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือหากมีครบ 3 ชนิดเกิดจากการที่คนมีความผิดปกติของการแยกสี ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีเซลล์รับแสงรูปกรวยครบ 3 นิด แต่การทำงานของเซลล์รับแสงรูปกรวยชนิดใดชนิดหนึ่งไม่ทำงานเรียกว่าการแยกสีบกพร่อง (colour weakness)



ภาพที่ 6.1 ภาพโครงสร้างลูกตา

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 904

การมองเห็น (Vision) อาศัยการทำงานร่วมกันของตากับระบบประสาทที่เกี่ยวข้องรวมกัน เรียกรวมว่า ระบบการมองเห็น (visual system) และมีขบวนการป้องกันอันตรายแก่ลูกตา เรียกว่า การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของระบบการมองเห็นแบบรีเฟล็กซ์ (visual reflex) การทำงานของตามีส่วนประกอบโดยสรุปได้ดังนี้

1. เล็นส์แก้วตา (lens) อยู่ที่ส่วนหน้าของลูกตา ทำหน้าที่รวมแสงให้ตกลงบนตัวรับสัญญาณ (receptors) เล็นส์แก้วตามีลักษณะโปรงแสงไม่มีสี ความยืดหยุ่นสูง จึงสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ เล็นส์ตาถูกยึดกับที่ด้วยเอ็นยึดเล็นส์ ด้านหน้าเล็นส์ตามีแผ่นบาง ๆ ของกล้ามเนื้อเรียบมาปิดคลุมเล็นส์เอาไว้ เรียกว่า ม่านตา (iris) ซึ่งทึบแสงตรงกลางมีรูให้แสงผ่านเรียกว่า รูม่านตา (pupil)

2. ตัวรับ (receptors) อยู่ภายในลูกตาสำหรับสิ่งเร้าคือแสง เซลล์ประสาทในชั้น retina ที่สำคัญคือ เซลล์รับแสง

3. ระบบประสาท นำสัญญาณประสาทจากตัวรับ ส่งขึ้นสู่สมองเพื่อแปลภาพ เรตินาของลูกตาจะรับการกระตุ้นจากแสง สัญญาณจะส่งผ่าน Optic nerve จากเรตินาไปยัง lateral geniculate body ของ Thalamus และไปยังสมองส่วนที่ทำหน้าที่ในการแปลผลการมองเห็น (visual cortex) ในสมองส่วนท้ายทอย (occipital lobe)

สมรรถนะในการมองเห็น

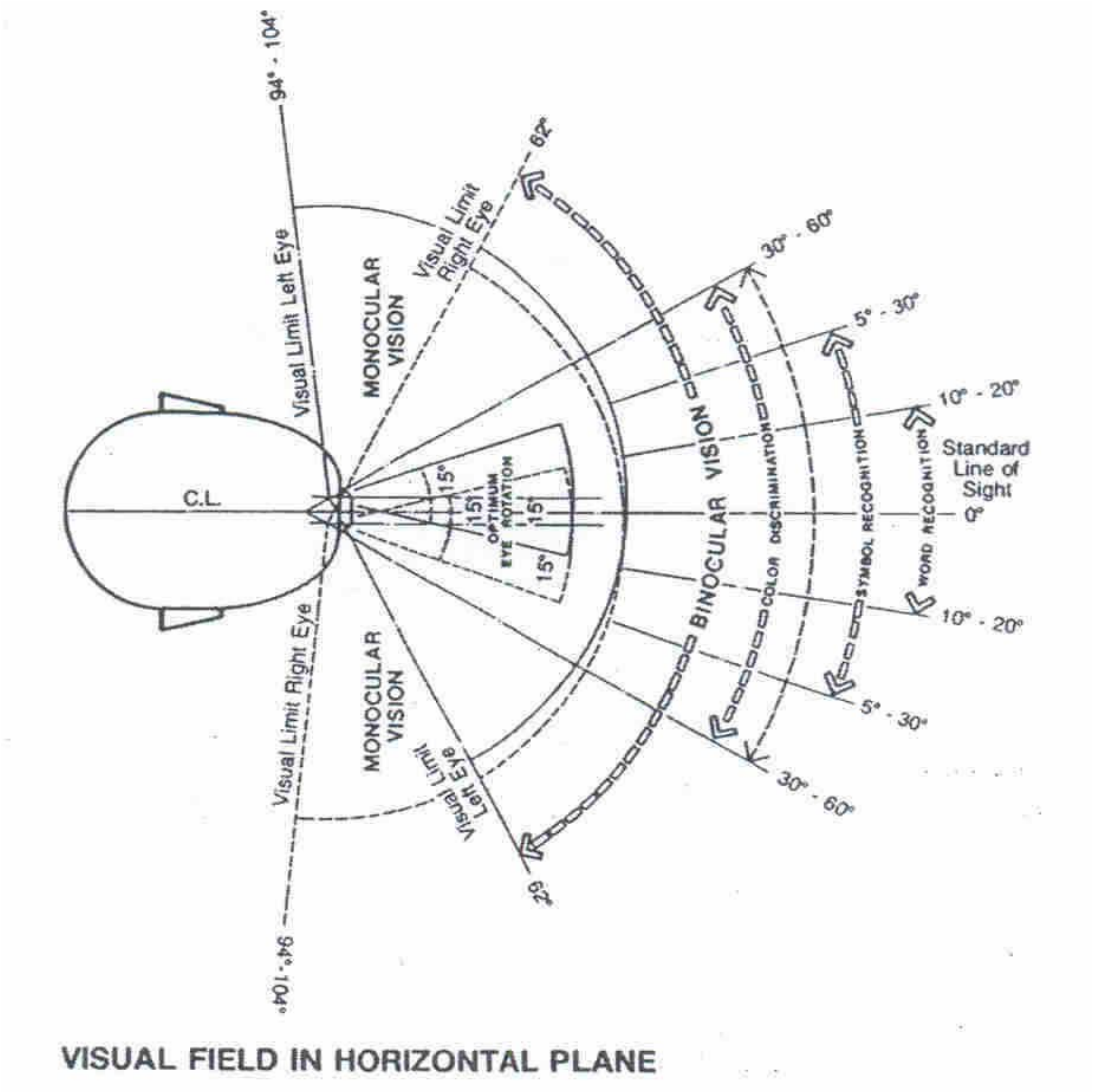
ความสามารถในการมองเห็นของมนุษย์มีความสำคัญเกี่ยวกับการทำงานของมนุษย์อย่างยิ่ง สมรรถนะในการมองเห็นของมนุษย์ (ธวัชชานนท์ สิปปภากุล , 2548) ได้แก่

1. มุมมองในแนวนอน

มุมมองการมองเห็นในแนวนอนในขณะมองตรงของมนุษย์นั้น มีระยะของมุมมองเห็นภาพประมาณ 62 องศา และมีระยะของมุมมองในการอ่านตัวอักษรประมาณ 10 - 20 องศา ส่วนระยะในการมองเห็นของตาทั้งข้างซ้ายและข้างขวาประมาณ 94 -104 องศา

2. มุมมองในแนวตั้ง

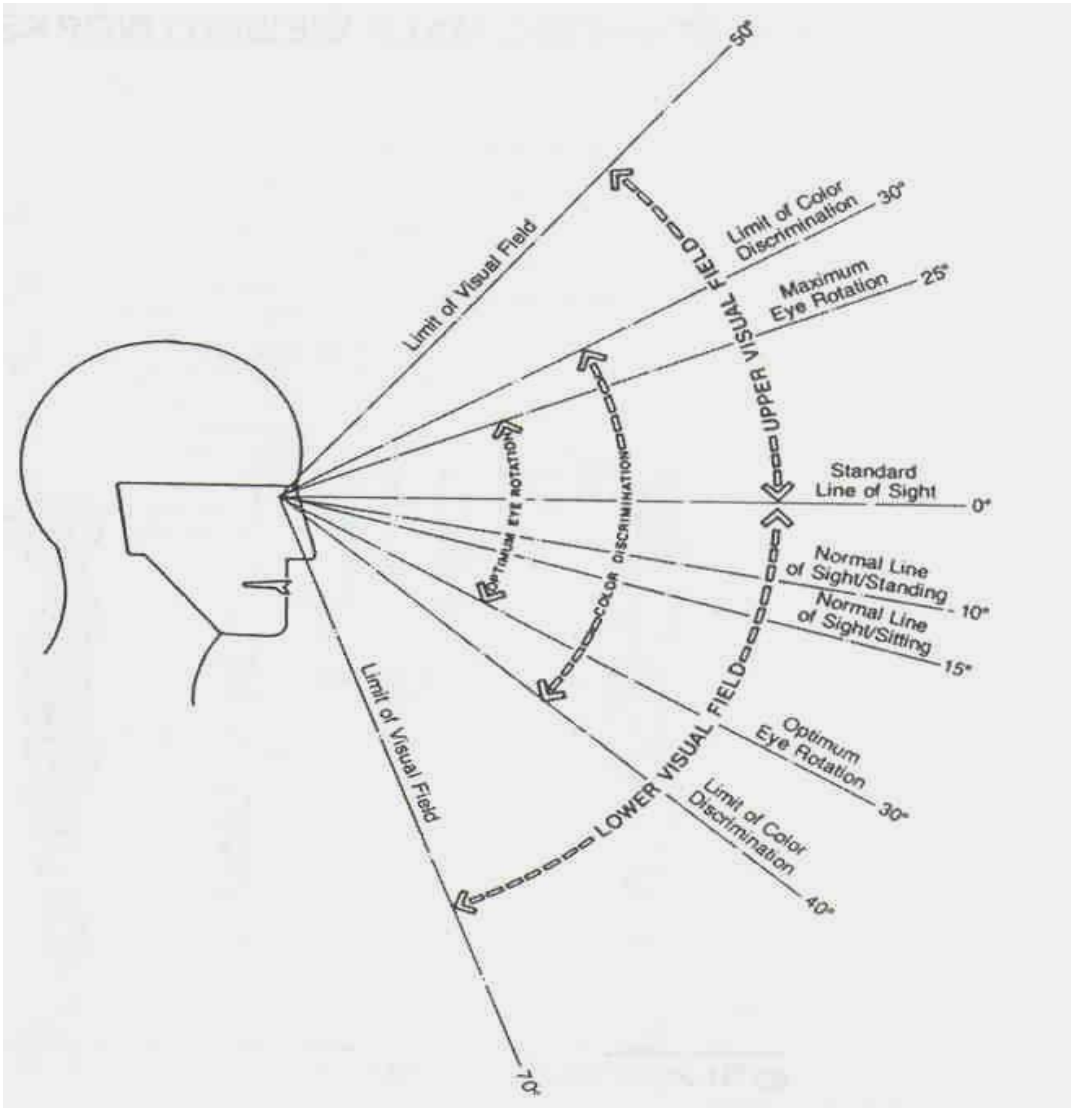
ในขณะมองตรงนั้นมุมมองการเห็นในแนวตั้งมีระยะของมุมมองในการมองเห็นภาพด้านบนประมาณ 50 องศา ด้านล่างประมาณ 70 องศา ขณะเดียวกันจะมีแนวสายตาในระดับยืนประมาณ 10 องศา และในระดับนั่งประมาณ 15 องศา



มุมมองในแนวนอน

ภาพที่ 6.2 มุมมองแนวนอน

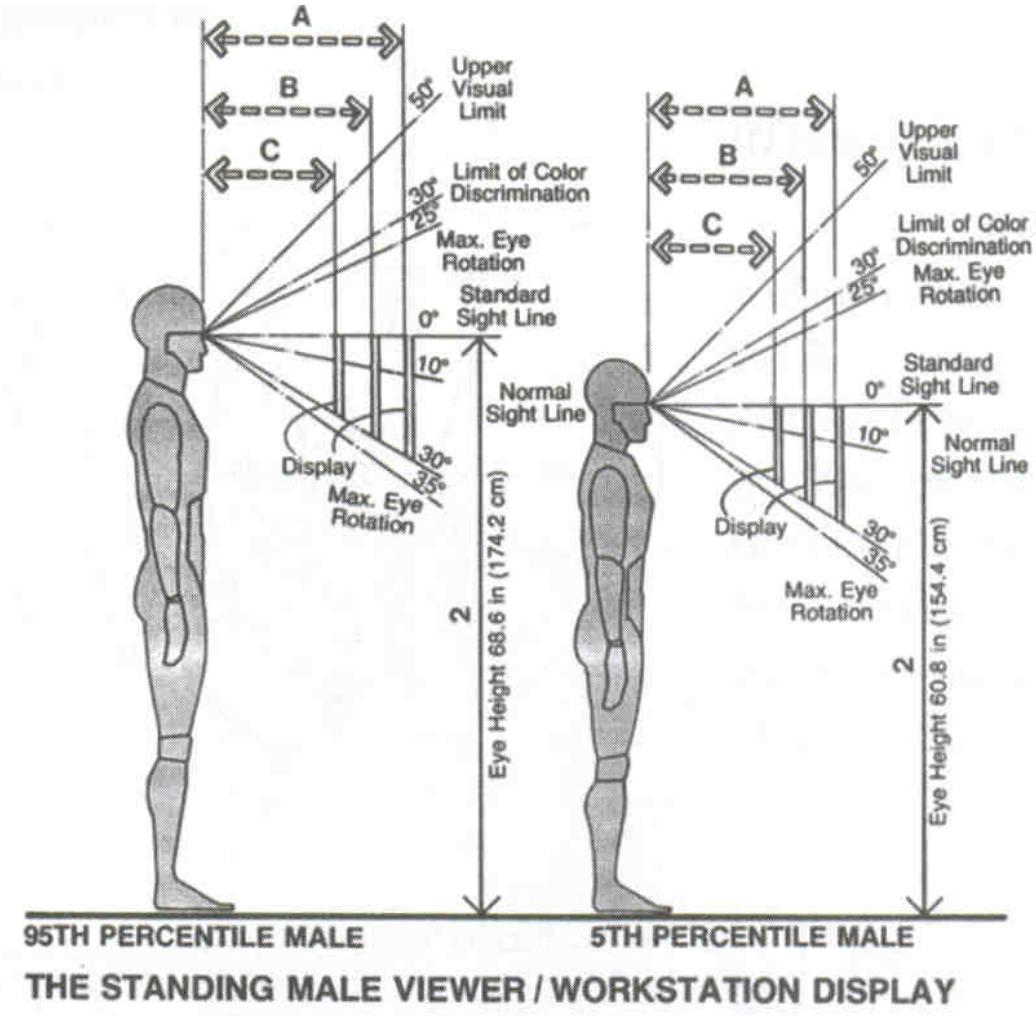
ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 287



มุมมองในแนวตั้ง

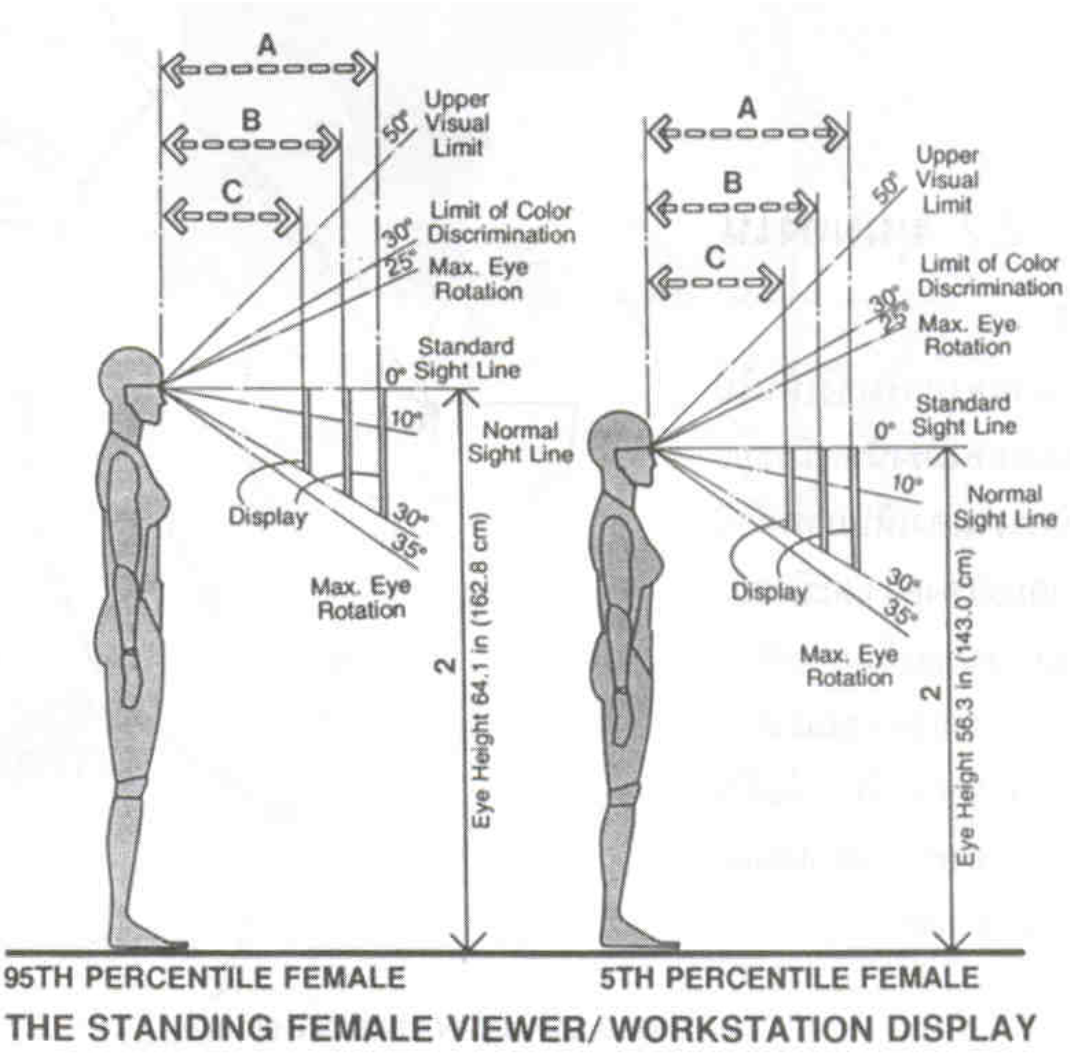
ภาพที่ 6.3 มุมมอง แนวตั้ง

ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 287



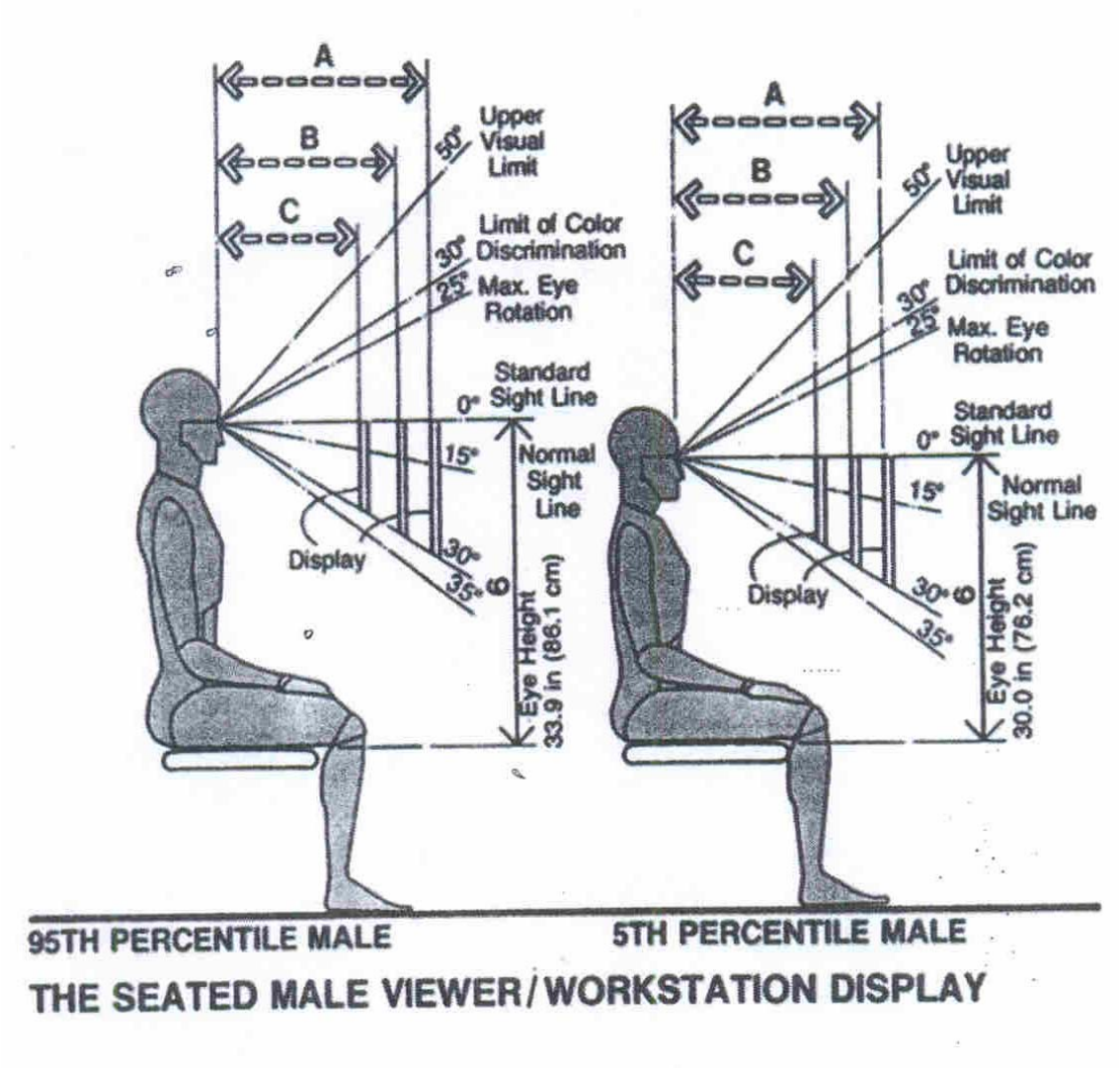
ภาพที่ 6.4 ระดับการมองและการจัดพื้นที่ทำงาน

ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 290



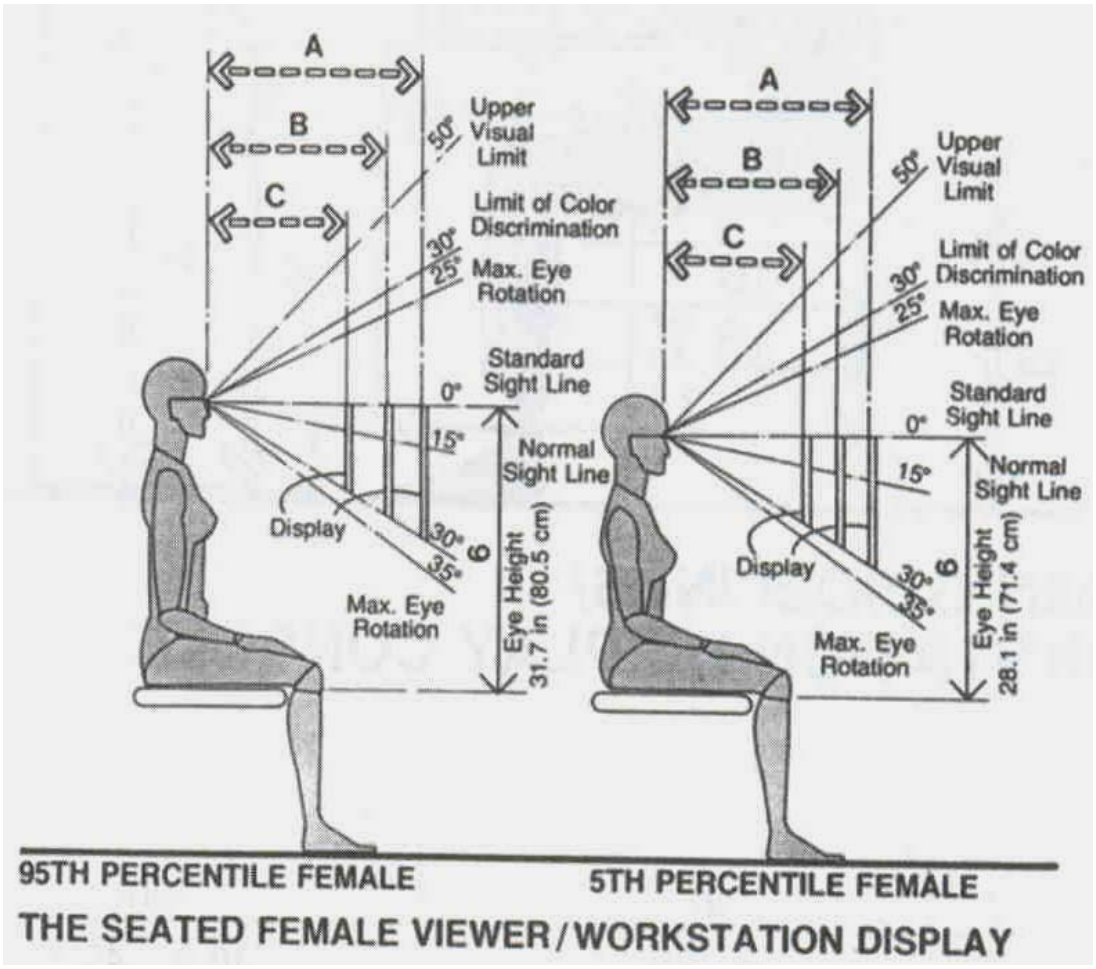
ภาพที่ 6.5 ระดับการมองและการจัดพื้นที่ทำงาน

ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 290



ภาพที่ 6.6 ระดับการมองและการจัดพื้นที่ทำงาน

ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 291



ภาพที่ 6.7 ระดับการมองและการจัดพื้นที่ทำงาน

ที่มา : Panero and Zelnik , 1979 : 291

การได้ยิน

ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของหู

หูของมนุษย์แบ่งได้ 3 ส่วน ทำหน้าที่ดังนี้ คือ

1. หูชั้นนอก (External ear) เริ่มจากใบหู ช่องหู จนถึงเยื่อแก้วหู หูชั้นนอกมีหน้าที่ 2 อย่างคือ รับเสียง (Auditory function) รับและรวบรวมคลื่นเสียงให้ผ่านเข้าช่องหูส่วนนอก (External Auditory canal) ไปกระทบเยื่อแก้วหู (Tympanic membrane) ซึ่งมีความยืดหยุ่นได้บ้าง การนำเสียงในช่องหูส่วนนอกอาศัยการสั่นสะเทือนของอากาศ (Air conduction)

2. หูส่วนกลาง (Middle ear) เป็นโพรงอากาศในกระดูกขมับ (Temperal bone) ติดต่อกับโพรงจมูกและลำคอ (nasopharynx) ได้ทางท่อยูสเตเชี่ยน (eustachain tube) ในขณะที่เคี้ยวกลืนอาหารท่อนี้จะเปิดเพื่อปรับความดัน 2 ด้าน ของเยื่อแก้วหูให้เท่ากัน ในหูส่วนกลางมีกระดูกเรียกว่า Auditory ossicles 3 ชิ้น คือ กระดูกฆ้อน (Malleus) กระดูกทั่ง (Incus) และกระดูกโกลน (Stapes) ยึดกันอย่างสมดุล ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงที่มากระทบเยื่อแก้วหูทำให้เกิดเป็นคลื่นของเหลว (fluid – borne sound) เพื่อส่งต่อไปยังหูส่วนใน

3. หูส่วนใน (Inner ear) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นกระดูก (Bony labyrinth) และส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อ (Membranous labyrinth) ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงภายในบรรจุของเหลวใส หูส่วนในประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่ต่างกัน 2 ชุด คือ

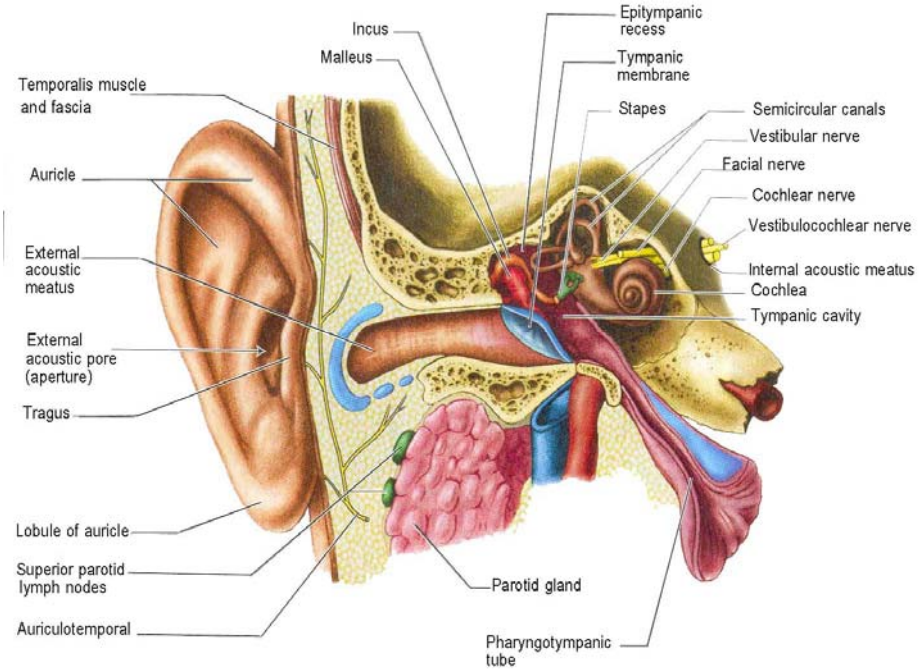
3.1 ชุดที่ใช้ฟังเสียง (Auditory apparatus) ได้แก่ คอเคลีย (Cochlear) ซึ่งเลี้ยงด้วย cochlear nerve ทำหน้าที่เกี่ยวกับการได้ยินโดยตอบสนองต่อคลื่นเสียงความถี่ต่าง ๆ

3.2 ชุดที่ใช้ในการทรงตัว (Vestibular apparatus) ได้แก่ ท่อครึ่งวงกลม (Semicircular canals) 3 ท่อทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัวและสมดุลของร่างกาย (Body equilibrium) เลี้ยงโดย Vestibular nerve

การได้ยินเสียง

การได้ยิน (hearing) เริ่มจากเมื่อคลื่นเสียงมากระทบเยื่อแก้วหูส่วนนอกจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหู ซึ่งเคลื่อนที่ได้ในลักษณะโป่งยุบ แรงความสั่นสะเทือนนี้จะถูกถ่ายทอดไปยังหูส่วนกลางที่กระดูกฆ้อน กระดูกทั่ง และกระดูกโกลน ตามลำดับ ไปกระแทกกับ Oval window ความดันที่เกิดจากการกระแทก Oval window จะถูกขยายเพิ่มขึ้นสูงกว่า ความดัน

emicircular canal เป็นอวัยวะสำหรับการทรงตัว ซึ่งเป็นท่อครึ่งวงกลมจำนวน 3 ท่อ วางตัวในแนวตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยมีของเหลวบรรจุภายในท่อเรียกว่า Perrilymph ส่วนปลายของแต่ละท่อขยายออกเป็นกระเปาะเรียกว่า Ampulae ภายในมีกลุ่มเซลล์พิเศษเรียกว่า Crista ซึ่งมีเซลล์ขน (Hair cells) เรียงตัวกันเป็นกลุ่มจะไหวเอนไปมาเพื่อรักษาความสมดุลของร่างกายให้อยู่ได้ เมื่อมีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่



ภาพที่ 6.8 โครงสร้างหู

ที่มา : Keith L. Moore and Arthur F. Dalley II , 1999 : 963