บทที่ 4
การรับสัมผัสและการรับรู้
(Sensation and Perception)

ดร. รังสิมา หอมเศรษฐี

โครงร่างเนื้อหา

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการรับสัมผัสและการรับรู้
   - 1.1 ความสำคัญของการรับสัมผัสและการรับรู้
   - 1.2 กระบวนการทำงานของการรับสัมผัสและการรับรู้
   - 1.3 เทรชโฮลด์ของการรับสัมผัส
2. โครงสร้างของระบบรับสัมผัส
   - 2.1 การมองเห็น
   - 2.2 การได้ยิน
   - 2.3 การได้กลิ่น
   - 2.4 การรับรส
   - 2.5 การรับสัมผัสทางผิวหนัง
3. การรับรู้
   - 3.1 การจัดหมวดหมู่ของการรับรู้
   - 3.2 การรับรู้คงที่
   - 3.3 การรับรู้ระยะทางและความลึก
   - 3.4 การรับรู้การเคลื่อนที่
   - 3.5 การรับรู้ภาพลวงตา
   - 3.6 การรับรู้กับการเรียนรู้
4. การประยุกต์ความรู้กับชีวิตประจำวัน

สาระสำคัญ

1. การรับสัมผัสหมายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นกับร่างกายเมื่อสิ่งเร้าต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมมากระตุ้นทำให้ร่างกายรู้สึกได้ในลักษณะที่แตกต่างกัน โดยผ่านอวัยวะรับสัมผัสทั้งห้า

2. มนุษย์ต้องอาศัยการรับสัมผัสในการดำเนินชีวิต แต่การรับสัมผัสเพียงอย่างเดียวทำให้มนุษย์ขาดความเข้าใจต่อการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์จึงจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ของสิ่งที่รับสัมผัสเพื่อการแปลความหมายที่เรียกว่า การรับรู้ ซึ่งหมายถึงกระบวนการแปลความหมายโดยอาศัยการทำงานของสมองที่ได้รวบรวมแบบแผนทางประสบการณ์เพื่อจัดการหรือตีความข้อมูลดิบที่มาจากสิ่งแวดล้อมภายนอกมากระทบอวัยวะรับสัมผัส ซึ่งการแปลความหมายนั้นมีบทบาทสำคัญต่อการมีปฏิกิริยาโต้ตอบของมนุษย์

3. กระบวนการรับรู้เริ่มต้นจากพลังงานที่อาจมาจากภายในร่างกายหรือภายนอกร่างกายมากระตุ้นประสาทรับสัมผัส ได้แก่ การเห็น (ตา) การได้ยิน (หู) การได้กลิ่น (จมูก) การรับรส (ลิ้น) และการสัมผัส (ผิวหนัง) แล้วส่งต่อความรู้สึกต่าง ๆ ไปยังสมองเพื่อทำหน้าที่แปลความหมายโดยอาศัยประสบการณ์เดิม

4. วิธีการจัดการการรับรู้ของมนุษย์มีหลายวิธี ได้แก่ การจัดหมวดหมู่การรับรู้ การรับรู้ปรากฏการณ์คงที่ การรับรู้ความลึกและระยะทาง การรับรู้การเคลื่อนที่ การรับรู้สัมผัสพิเศษ การรับรู้ภาพลวงตา และการรับรู้กับการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาบทนี้จบแล้ว นักศึกษาสามารถ

1. อธิบายความสำคัญความหมายของกระบวนการรับสัมผัสและกระบวนการรับรู้ที่มีผลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ได้

2. อธิบายระบบของประสาทรับสัมผัสได้อย่างถูกต้อง

3. สามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในการดำเนินชีวิต

ถ้าอยากรู้ว่ากำลังจะเกิดพายุฝนหรือไม่ จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่ช่วยในการพิจารณาว่าพายุน่าจะเกิดขึ้นจริง เช่น ถ้าอยู่บริเวณทุ่งหญ้าอาจสังเกตสิ่งแวดล้อมในบริเวณนั้น หากเป็นเวลากลางคืนจำเป็นต้องอาศัยการได้ยิน แต่คนบางคนมักเชื่อว่าพายุกำลังจะเกิดจากการได้กลิ่นไอชื้นจากดินหรือจากการสัมผัสที่เย็นช่าของผิวหนัง ความรู้สึกสัมผัสอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอสำหรับการแสดงออกต่อสภาพแวดล้อมภายนอกในโลกได้อย่างถูกต้อง จำเป็นต้องแปลความหมายการรับสัมผัสจากประสบการณ์ดังกล่าวว่าสิ่งรับสัมผัสคืออะไร ซึ่งส่วนนี้คือการรับรู้ เช่น ขณะที่กำลังขับรถอยู่บนถนนจะต้องอาศัยการมองเห็นที่ชัดเจนและแปลความหมายที่ถูกต้องเกี่ยวกับสัญญาณจราจร เมื่อเห็นไฟแดงควรหยุดรถ ไฟเขียวสามารถขับรถต่อไปได้ หรือสามารถแยกแยะความแตกต่างของป้ายจราจรทำให้มั่นใจว่าสามารถขับรถไปยังจุดหมายปลายทางที่ต้องการได้ หากมองเห็นว่ามีมอเตอร์ไซด์พยายามจะแซงขึ้นไปข้างหน้ารถ อาจตัดสินใจที่ชะลอรถหรือขับเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ชนกัน ตัวอย่างเหล่านี้เป็นกรณีที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวกับการรับสัมผัสและการรับรู้ อาจกล่าวได้ว่าข้อมูลที่ได้รับจากการรับสัมผัสต้องอาศัยประสบการณ์แปลความสิ่งที่รับสัมผัสจึงจะทำให้มีการกระทำที่เหมาะสมกับสถานการณ์นั้น ๆ ได้

กระบวนการรับสัมผัสมีอวัยวะรับสัมผัสที่เกี่ยวข้องได้แก่ ตาใช้ในการมองเห็น หูใช้เพื่อการได้ยิน ลิ้นในการรับรสและจมูกในการรับกลิ่นและการรับสัมผัสผ่านทางผิวกาย โดยการสัมผัสสิ่งเร้าภายนอกจะมีการแปลความหมายอาศัยประสบการณ์ทำให้การรับสัมผัสมีความหมาย ทั้งนี้ การรับรู้ของมนุษย์มีหลายอย่าง เช่น การรับรู้ระยะทาง การรับรู้การเคลื่อนไหว การรับรู้ปรากฏการณ์คงที่ และการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

1. ความเข้าใจเกี่ยวกับการรับสัมผัสและการรับรู้

1.1 ความสำคัญของการรับสัมผัสและการรับรู้

จากการทดลองของ วิลเฮล์ม วุ้นท์ (Wilhelm Wundt) เกี่ยวกับการรับสัมผัสความรู้สึกและมโนภาพ การทดลองครั้งนี้เพื่อทำความเข้าใจเรื่องการรับสัมผัสและการรับรู้ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์ มนุษย์ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมทุกชนิดผ่านทางประสาทรับสัมผัสและหากวันใดที่มนุษย์ต้องสูญเสียอวัยวะรับสัมผัสไป เช่น ตาบอดหรือหูหนวก มนุษย์คงมีชีวิตอยู่อย่างไม่ปกติ มีความยากลำบาก ส่งผลให้ไม่มีความสุขที่จะดำเนินชีวิตอยู่ในโลก แต่แม้มนุษย์มีอวัยวะสัมผัสที่สมบูรณ์อาจไม่เพียงพอที่จะดำเนินชีวิตได้อย่างราบรื่นได้ ทั้งนี้เพราะการรับสัมผัสจะไม่มีความหมายเลยหากไม่เข้าใจในสิ่งที่สัมผัส เช่น เมื่อเดินไปในป่าเห็นสิ่งที่มีสีสันอยู่บนพื้นเมื่อเก็บขึ้นมาจึงรับรู้ว่าเป็นเห็ดเพราะอาศัยจาก

ประสบการณ์เดิมสามารถเก็บมาประกอบอาหารได้ ดังนั้น ความเข้าใจเกิดได้ต่อเมื่อมีความรู้หรือมีประสบการณ์เกี่ยวกับเห็ดและทราบว่าเห็ดชนิดนี้รับประทานได้หรือไม่ จากตัวอย่างที่ยกมาจะทำให้ตระหนักถึงความสำคัญของประสบการณ์หรือความรู้เดิมต่อการรับรู้ที่ทำให้การสัมผัสนั้นมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

1.2 กระบวนการทำงานของการรับสัมผัสและการรับรู้

โดยปกติมนุษย์รับรู้สิ่งใดก็ตามจะต้องผ่านเข้ามาทางอวัยวะรับสัมผัสก่อนเสมอ อวัยวะรับสัมผัสเปรียบเหมือนเป็นประตูที่ส่งผ่านสิ่งเร้ามากระทบกับประสาทสัมผัสเป็นอันดับแรกและทำให้เกิดการรับรู้ตามมา การรับรู้มุ่งไปที่ความเข้าใจและแปลความหมายของสิ่งที่มากระทบกับอวัยวะรับสัมผัส ซึ่งกระบวนการรับรู้ช่วยตอบคำถามที่ว่าวัตถุนั้นคืออะไรมากกว่าจะสนใจว่าวัตถุนั้นเป็นอย่างไร ทั้งนี้เนื่องจากการรับรู้มีความซับซ้อนมากกว่าการรับสัมผัส และการรับรู้เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงจูงใจ ความคาดหวัง การเรียนรู้ บุคลิกภาพ เป็นต้น

การรับรู้เป็นผลมาจากการกระตุ้นทั้งจากภายในร่างกายและจากสิ่งแวดล้อมภายนอกส่งผ่านอวัยวะรับสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง อวัยวะรับสัมผัสเหล่านี้มีการตอบสนองต่อสิ่งเร้าโดยขึ้นอยู่กับปริมาณสิ่งเร้าที่ส่งผ่านมีมากพอ หากมีไม่มากพออวัยวะรับสัมผัสอาจจะไม่มีปฏิกิริยาตอบสนองสิ่งเร้าที่มากระทบได้ สิ่งเร้าที่ถูกส่งผ่านไปมีผลต่อการกระตุ้นระบบประสาทไม่เท่ากัน โดยขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของตัวกระตุ้น เช่น แสงที่สว่างมาก ๆ กระตุ้นระบบประสาทได้อย่างรวดเร็ว ในขณะที่แสงไฟสลัวต้องใช้เวลามากกว่าในการกระตุ้น แสงสีแดงของไฟจราจรกระตุ้นประสาทตาได้ดีกว่าแสงสีเหลืองอ่อนหรือสลัว เสียงดังก็กก้องมีความแตกต่างในการกระตุ้นมากกว่าเสียงที่มีความแหลมแสบแก้วหู เป็นต้น

ความหลากหลายของสัญญาณทำให้สมองสร้างประสบการณ์จากการรับสัมผัสต่าง ๆ ขึ้นมา และทุก ๆ ประสบการณ์ที่ได้จากการรับสัมผัสกลายเป็นภาพในจินตนาการที่สมองสร้างขึ้น ประสาทตานั้นมีความสำคัญต่อการมองเห็นและสมองจะแปลความหมายออกมาในรูปของความเข้าใจต่อสิ่งที่เห็น เช่นเดียวกันกับการบันทึกเสียงที่ไพเราะถูกกระตุ้นไปยังหูและส่งกระแสประสาทการได้ยินไปยังสมองซึ่งเป็นสาเหตุของการได้ยินที่ตามมา นักจิตวิทยาสรุปกระบวนการรับรู้ของมนุษย์ ดังแผนภาพต่อไปนี้

2. โครงสร้างของระบบรับสัมผัส

โครงสร้างของระบบรับสัมผัส ประกอบด้วย

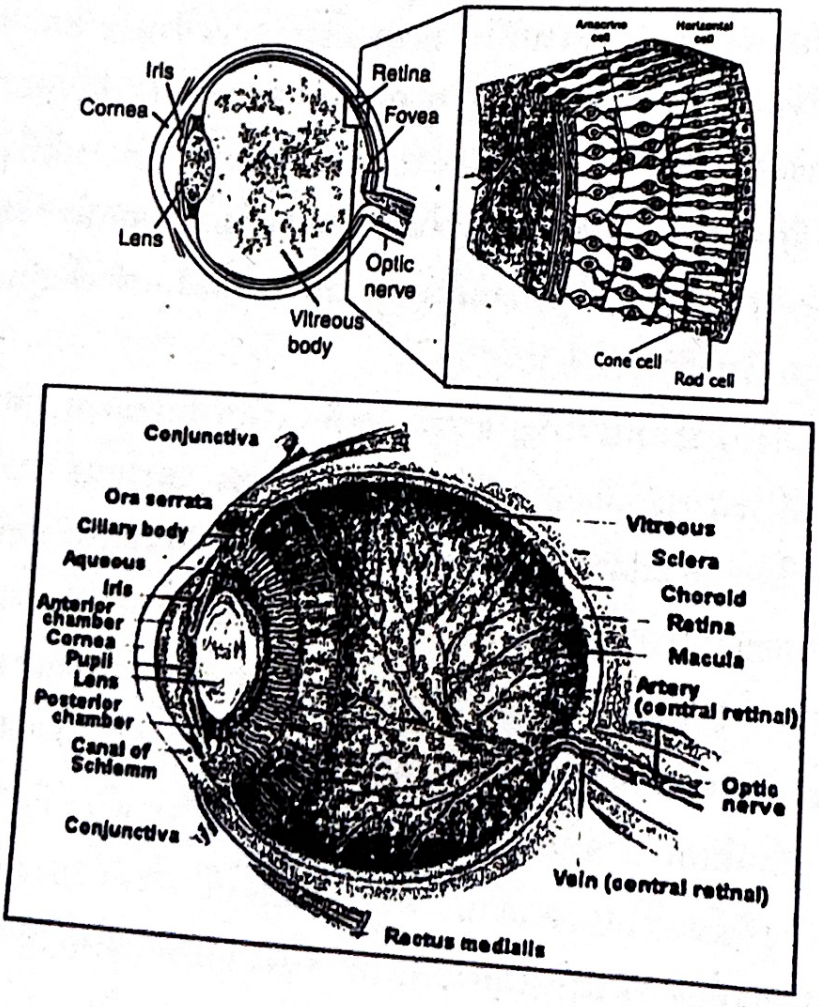
2.1 การมองเห็น (Vision)

สัตว์โลกมีการดำเนินชีวิตโดยขึ้นอยู่กับความแตกต่างในการรับสัมผัส เช่น สุนัขดำเนินชีวิตโดยอาศัยการรับสัมผัสสิ่งต่างๆด้วยกลิ่น ค้างคาวอาศัยการได้ยิน ปลาบางชนิดอาศัยการชิมรส แต่สำหรับมนุษย์การมองเห็นเป็นการรับสัมผัสที่มีความสำคัญที่สุด ดังนั้นนักจิตวิทยาจึงให้ความสนใจมากกว่าอวัยวะรับสัมผัสอื่นๆ

ตา เมื่อแสงสว่างผ่านเข้ามาในตา แสงจะถูกส่งผ่านไปที่กระจกตาหรือคอร์เนีย (cornea) ที่มีลักษณะโปร่งใสบางๆปกคลุมส่วนหน้าของลูกตา หลังจากนั้นถูกส่งไปยังรูม่านตาหรือพิวพิล (Pupil) โดยรูม่านตานั้นอยู่ตรงกลางของม่านตาหรือไอริส (Iris) ม่านตานี้มีสีสันที่แตกต่างกันไปตามชาติพันธุ์ ดังนั้น เมื่อมีแสงสว่างมาก กล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่ของม่านตาหดเล็กลงกว่าปกติเพื่อป้องกันดวงตาจากอันตรายที่จะเกิดขึ้น ในทางกลับกัน ถ้าแสงไฟสลัวเช่นในเวลากลางคืนทำให้กล้ามเนื้อที่ยึดติดอยู่กับม่านตาขยายออก เปิดรูม่านตาให้กว้างมากขึ้นเพิ่มให้แสงเข้าไปได้มากขึ้น เมื่อแสงผ่านไปในรูม่านตา แสงจะถูกส่งผ่านไปที่เลนส์ตา (Lens) และส่งต่อไปยังจอรับภาพ หรือ เรตินา (Retina) ซึ่งอยู่ด้านหลังของลูกตาที่ไวต่อการรับแสง ทั้งนี้เลนส์ตาหรือแก้วตามีหน้าที่ปรับโฟกัสและความใกล้ไกลของภาพ ในกรณีที่วัตถุมีระยะที่ใกล้มากๆ กล้ามเนื้อเล็กๆ รอบเลนส์มีลักษณะหดตัวและมีความนูนกลมในทางตรงข้ามถ้าวัตถุมีระยะไกลกล้ามเนื้อเล็กๆ จะขยายทำให้เลนส์มีลักษณะแบน สำหรับเรตินาอยู่หลังเลนส์โดยจุดที่เห็นภาพชัดเจนที่สุด เรียกว่า จุดโฟเวีย

เรตินาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการมองเห็น เรตินามีประสาทรับความรู้สึกต่อแถบแสงสีต่างๆ มีเซลล์ประสาทสำคัญ 2 ชนิด คือ รอดส์ (Rods) และโคนส์ (Cones) ซื่อถูกเรียกตามรูปร่าง รอดส์มีลักษณะคล้ายกับหลอดดูด ส่วนโคนส์มีลักษณะคล้ายกับกรวยไอศกรีม เรตินาบรรจุไปด้วยเซลล์ประสาทรอดส์ประมาณ 120 ล้านเซลล์และเซลล์ประสาทโคนส์ประมาณ 8 ล้านเซลล์ โดยรอดส์ตอบสนองได้ดีต่อการมองเห็นในเวลากลางคืน สำหรับโคนส์นั้นมีความรู้สึกไวต่อแสงในเวลากลางวันและแสงสีต่างๆ การมองเห็นในเวลากลางวัน โคนส์มีความรู้สึกไวต่อแสงน้อยกว่ารอดส์ เพราะโคนส์มีฟิล์มสีที่ทำงานได้ดีที่สุดในที่ที่มีแสงส่วางขณะที่รอดส์เป็นทั้งฟิล์มขาวและดำสามารถตอบสนองได้ในระดับของแสงสว่างในระดับต่ำ รอดส์และโคนส์มีหน้าที่แตกต่างกันโดยจะพบโคนส์ได้มากบริเวณโฟเวีย ซึ่งไม่มีรอดส์อยู่เลย โคนส์ที่อยู่ในโฟเวียเป็นบริเวณที่สามารถเห็นภาพได้มีความคมชัดมากที่สุด ส่วนรอดส์จะอยู่บริเวณรอบนอกของโฟเวียทั้งนี้บริเวณขอบๆ ของเรตินามีทั้งรอดส์และโคนส์อยู่อย่างเบาบาง

มากหรือแทบไม่มีอยู่เลย แม้ว่ารอดส์และโคนส์มีความแตกต่างกันในการรับสัญญาณและนำไปสู่สมอง แต่รอดส์และโคนส์ส่งกระแสประสาทต่อไปที่เส้นประสาทสมองคู่ที่ 2 ทำหน้าที่นำข้อมูลการมองเห็นที่ตาไปแปลเป็นการมองเห็นภาพที่สมอง จากที่ได้อธิบายข้างต้น ความรู้เกี่ยวกับรอดส์และโคนส์ช่วยทำให้เข้าใจในการมองเห็นด้วยสายตาของมนุษย์มากขึ้น เช่น ในเวลากลางคืนจะเห็นวัตถุมืดแบบสลัวๆ เมื่อเวลามองด้านข้างของวัตถุมากกว่ามองตรง ซึ่งเป็นการย้ำถึงตำแหน่งของเซลล์ประสาทรอดส์และโคนส์ ทั้งนี้เพราะเมื่อมองวัตถุแบบตรงๆ ภาพจะตกลงบนจุดโฟเวียซึ่งเป็นตำแหน่งของโคนส์เท่านั้น บางครั้งตัวกระตุ้นมีความเข้มข้นน้อย ทำให้โคนส์ทำหน้าที่ตอบสนองต่อแสงได้น้อย แต่เมื่อใดก็ตามที่เพิ่มแสงไปยังวัตถุให้มากขึ้นโดยย้ายตำแหน่งของแสงให้ตรงหรือแสงเข้ามาใกล้ทำให้เห็นได้ดีขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นผลมาจากการได้รับแสงสว่างที่มีมากขึ้น ความสามารถในการมองเห็นจึงเพิ่มมากขึ้นตามไป ด้วยเพราะความเข้มข้นของระดับของแสงที่เพิ่มขึ้นโดยเฉพาะแสงสว่างมีความจำเป็นอย่างยิ่งกับกิจกรรมต่างๆ เช่น การอ่าน เขียน เย็บปักถักร้อย เป็นต้น



รูปที่ 4-2 โครงสร้างของตาของมนุษย์

ที่มา. จาก http://www.syringtaew.exteen.com

การปรับตัวต่อความมืด (Dark Adaptation) การปรับตัวต่อความมืดและความสว่างเกิดจากการความไวต่อการรับสัมผัสของรอดส์และโคนที่เปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับแสงสว่างที่มีอยู่ในสภาพแวดล้อม การปรับตัวแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การปรับตัวต่อความมืดและการปรับตัวต่อความสว่าง

1. การปรับตัวต่อความมืด การที่บุคคลเดินจากที่มีแสงสว่างไปยังที่ที่มีความมืดสลัว เช่น ในโรงภาพยนตร์และเมื่อเดินเข้าไปยังบริเวณที่มืด เซลล์ประสาทโคนจะเริ่มไม่ไวต่อแสง ทำให้รู้สึกว่ามองเห็นอะไรได้น้อยลงหรือไม่เห็นเลย ระยะแรกนั้นโคนยังคงทำงานอยู่อย่างต่อเนื่อง แต่พอเข้าไปอยู่ในความมืด รอดส์จะเริ่มทำงานต่อไปเพื่อทำให้สามารถปรับตัวต่อความมืดได้ดีขึ้น เมื่อเวลาผ่านไปประมาณห้าหรือสิบวินาทีแรกในความมืด บุคคลเริ่มมองเห็นสิ่งที่อยู่ตรงหน้าได้ สำหรับรอดส์ใช้ระยะเวลาหนึ่งในการปรับตัวที่เดินเข้าไปในที่มืด ดังนั้นการปรับตัวต่อความมืดเป็นกระบวนการทำงานของรอดส์เมื่ออยู่ในสถานที่ที่มีแสงสว่างน้อย การปรับตัวกับความมืดทำให้เห็นได้เพียงโลกของสีขาวดำหรือสีเทา จึงเป็นที่มาของปัญหาการปรับตัวกับความมืดที่พบเสมอ คือ อุบัติเหตุบนถนนทางหลวงในเวลากลางคืน เพราะการขับรถในเวลากลางคืนทำให้การมองเห็นด้อยลงไป โดยเฉพาะความสามารถในการมองตำแหน่งของวัตถุ เช่น ทางม้าลาย บุคคลจะสามารถเห็นทางม้าลายที่อยู่ตรงกลางของถนนเท่านั้น ไม่สามารถประเมินระยะของทางม้าลาย ทั้งนี้เพราะความชัดเจนในการมองเห็นไม่เพียงพอทำให้การประเมินผิดพลาดแต่ผู้ขับรถส่วนมากไม่ได้ระหนักต่อความชัดเจนของการมองเห็น จึงขับรถด้วยความรู้สึกทำให้เกิดอุบัติเหตุบ่อยๆ ในยามค่ำคืน

2. การปรับตัวต่อความสว่าง เช่น เมื่อบุคคลเดินออกจากโรงภาพยนตร์ไปยังที่ที่มีความสว่างภายนอก แสงสว่างทำให้เซลล์ประสาทรอดส์เริ่มไม่ไวต่อแสง รู้สึกว่ามองเห็นอะไรได้น้อยหรือเกิดอาการดาพร่า ในระยะแรกนั้นรอดส์ยังคงทำงานอยู่อย่างต่อเนื่องแต่พอเข้าไปอยู่ในความสว่างแล้ว โคนจะเริ่มทำงานต่อไปเพื่อทำให้สามารถปรับตัวต่อความสว่างได้ดีขึ้น ในขณะที่เดินออกจากโรงภาพยนตร์ หากมองออกมานอกโรงภาพยนตร์ที่สว่างจ้า อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อตาของมนุษย์ได้ ทำให้ต้องหรี่ตาหรือม่านตาหดตัวเพื่อลดแสงที่จะผ่านเข้าไปในรูม่านตา แต่เมื่อบุคคลสามารถปรับตัวกับความสว่างได้แล้วการหรี่ตาหรือการหดตัวของม่านตาก็ไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป

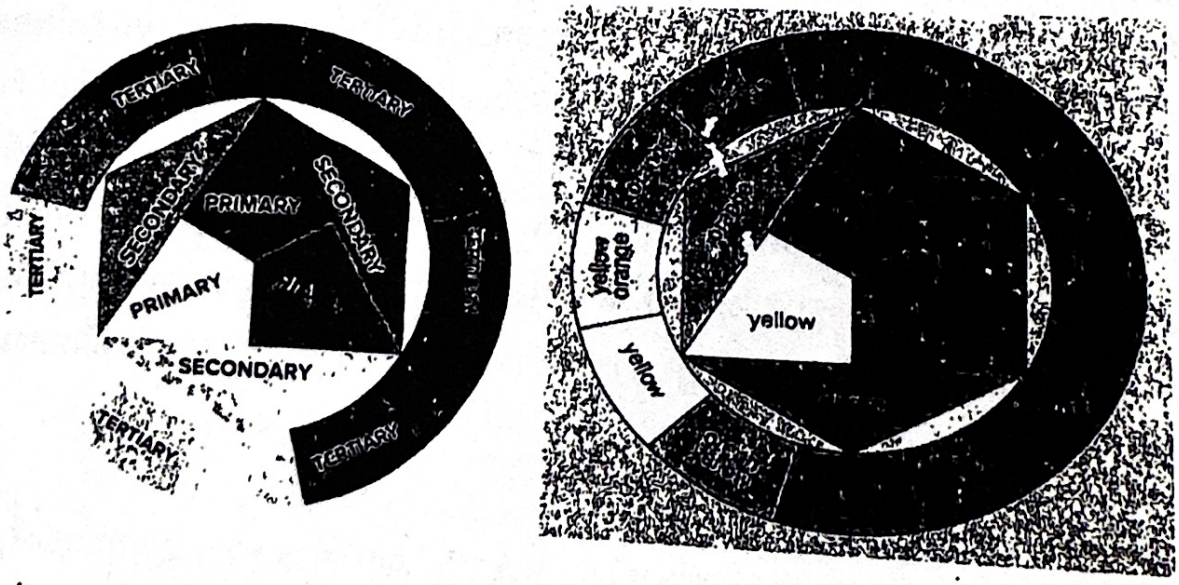
การมองเห็นสี มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ ตัวสี ความบริสุทธิ์ของสี และความสว่างของสี ดังนี้

1. ตัวสี (Hue) บุคคลส่วนมากสามารถเห็นสีแตกต่างกันเช่น สีเขียว สีเหลือง หรือสีแดง เป็นต้น ขึ้นอยู่กับความยาวของคลื่นแสงที่ต่างกันมากระทบตา สีต่าง ๆ ประกอบเป็นรูปปริซึม (Prism) ทั้งหมดของตัวสีโดยตัวสีที่มีความลึกมากที่สุดอยู่ทางขอบด้านซ้ายและสีจะซีดและอ่อนลงเมื่อไปอยู่ในด้านขวาทั้งนี้ความซีดจางของสีเกิดขึ้นเมื่อความยาวของคลื่นแสงเบาบางลงจากความบริสุทธิ์ของตัวสี

2. ความบริสุทธิ์ของสี (Saturation) หมายถึง สีที่มีคลื่นแสงเดียว ไม่มีคลื่นแสงอื่นมาปะปน ทำให้เห็นเป็นสีนั้นๆ อย่างชัดเจน ถ้ามีความบริสุทธิ์ของสีน้อย มีคลื่นแสงอื่นมาปะปนจะทำให้การมองเห็นสีนั้นไม่ชัดเจน เช่น คลื่นแสงสีแดง เมื่อมีคลื่นแสงสีขาวมาปะปน ทำให้เห็นเป็นสีแดงที่เจือจางลงหรือเป็นสีชมพู

3. ความสว่างของสี (Brightness) ความสว่างของสีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงที่ผ่านเข้ามาในตา ถ้าแสงมีความเข้มข้นมาก ทำให้มองเห็นความสว่างของสีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ในทางตรงกันข้าม ถ้าแสงมีความเข้มข้นน้อย บุคคลจะมองเห็นความสว่างของสีแตกต่างกันได้น้อย เช่น สีม่วงอ่อนกับสีม่วงเข้ม เมื่ออยู่ในแสงที่มีความเข้มข้นมาก จะเห็นความแตกต่างของสองสีอย่างชัดเจน ในขณะที่เมื่ออยู่ในแสงที่มีความเข้มข้นน้อย ทำให้มองเห็นเป็นสีเกือบดำใกล้เคียงกัน

สรุปได้ว่า ตัวสี ความบริสุทธิ์ของสี และความสว่างของสี ทำให้เกิดความแตกต่างของสีได้มากกว่าสามแสนสี ดังในรูปที่ 4-3 แต่มนุษย์สามารถมองเห็นสีได้เพียง 150 สีเท่านั้น (Myer, 2010)



รูปที่ 4-3 ภาพปริซึมสี

ที่มา. จาก Myers (2010, p. 236)

ทฤษฎีการมองเห็นสี (Theories of Color Vision) มี 2 ทฤษฎีสำคัญ ได้แก่ (1) ทฤษฎีไตรโครมาติก และ (2) ทฤษฎีกระบวนการปฏิปักษ์

ทฤษฎีไตรโครมาติก อธิบายว่าเซลล์ประสาทโคนส์ในเรดินาทำให้มองเห็นสี และเซลล์โคนส์ในเรดินาจะส่งข้อมูลไปยังสมองเพื่อตอบสนองในแต่ละสีที่ทำให้สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้ ยังมีคำถามที่โต้เถียงกันอยู่คือ โฟเวียนั้นมีโคนส์อยู่เพียง 100,000 แต่สามารถแยกความแตกต่างของชนิดสีได้ถึง 300,000 ซึ่งเห็นได้ชัดว่าโคนส์ทุกสีไม่ได้อยู่ในโฟเวีย โคนส์สองสามชนิดเชื่อมโยงกับระยะของสีทำให้มีความชัดเจนและความคมชัดของภาพ ภาพที่ชัดเจนนี้ปรากฏเมื่อมองตรงไปที่สีวัตถุนั้นนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันแฮร์มันน์ วอน เฮล์ม โฮลทซ์ และโทมัส ยัง (Harmann Von Helmholtz & Thomas Young) ได้นำตัวสีทั้งหมดเป็นแสง 3 ชนิด คือแดง เขียว น้ำเงิน เฮล์มโฮลทซ์ พบว่า ตาของคนเรานั้นจะมีเซลล์ประสาทโคนส์ที่รับแสงและไวต่อแสงสีต่างๆ ไม่เท่ากันบางครั้งไวต่อแสงสีแดง บางครั้งไวต่อแสงสีเขียวหรือบางครั้งไวต่อแสงสีน้ำเงิน การผสมสีทั้งสามนี้ทำให้สร้างสีสันต่างๆ เช่น แสงสีเหลืองจะเกิดขึ้นจากการรับสัญญาณแสงสีแดงและสีเขียวอย่างละเท่าๆ กันในความเข้มข้นปรากฏการณ์ผสมสีทำให้เกิดสีที่สามตามแนวคิดของเฮล์มโฮลทซ์ ซึ่งเรียกว่าทฤษฎีไตรโครมาติก (Trichromatic Theory)

ทฤษฎีไตรโครมาติกสามารถอธิบายสีประเภทของตาบอดสีได้ โดยลักษณะที่ไม่สามารถเห็นสีบางส่วนหรือไม่สามารถเห็นสีได้ทั้งหมดจากผลงานวิจัยพบว่าผู้ชาย 10% และผู้หญิงเพียง 1% เป็นตาบอดสีเป็นโรคที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรม โดยคนปกติทั่วไปสามารถมองเห็นสีปฐมภูมิได้เป็น 3 สีหรือ ไตรโครแมท แต่คนที่เป็นตาบอดสีชนิดร้ายแรงที่สุดเรียกว่าโมโนโครแมท (Monochromats) ตาบอดสีประเภทนี้พบไม่บ่อยลักษณะคนประเภทนี้ไม่สามารถเห็นสีทั้งหมดแต่รับรู้ได้เพียงแค่เงาของแสงและความมืดเท่านั้น ตาบอดสีที่พบได้มากกว่าโมโนโครแมทคือแบบ ไดโครแมท (Dichromats) บุคคลประเภทนี้จะตาบอดคู่ของสี คือ คู่แดง-เขียวหรือ คู่น้ำเงิน-เหลือง เช่น ตาบอดสีคู่แดง-เขียวเกิดจากตัวรับสัญญาณสีแดงและเขียวไม่ทำงานทำให้บุคคลเหล่านั้น สับสนในการรับรู้สีแดงและเขียว ซึ่งสีที่เห็นอาจเป็นสีเหลืองทั้งหมดก็ได้

ทฤษฎีกระบวนการปฏิปักษ์ ในปี ค.ศ. 1878 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ อีวอลด์ เฮอริง (Ewald Hering) ได้เสนอแนวคิดเรื่องนี้ว่ามนุษย์ไม่เคยเห็นแสงสีเหลืองอมน้ำเงินหรือแสงสีแดงอมเขียวการผสมของสีแดงและสีเขียวจะทำให้เกิดสีแดงเรื่อ ๆ หรือสีเขียวเรื่อ ๆ ในตัวสีแต่ถ้าความเข้มข้นของตัวสีนั้นไม่เท่ากันจะเกิดเป็นสีเทากลางๆ เฮอริง เสนอว่าสามสีที่

เป็นคู่ๆตัวรับสัญญาณคือสีเหลืองคู่กับน้ำเงิน สีแดงคู่กับสีเขียว และสีดำคู่กับสีขาว แต่ละคู่สีทำงานเป็นปรปักษ์กัน เช่น ไม่สามารถเห็นสีเหลืองและน้ำเงินในเวลาเดียวกันเช่นเดียวกันที่ไม่สามารถเห็นสีแดงและสีเขียวในเวลาเดียวกัน ทั้งนี้คู่ของสีเหลืองกับสีน้ำเงินคู่ของสีแดงกับสีเขียวถูกกำหนดด้วยตัวสีที่เราเห็นขณะที่คู่สีดำและสีขาวถูกกำหนดด้วยความสว่าง ดังนั้นทฤษฎีของเฮอริง จึงถูกเรียกกันว่าทฤษฎีกระบวนการปฏิปักษ์ (Opponent-process Theory).

ทฤษฎีกระบวนการปฏิปักษ์อธิบายปรากฏการณ์ได้ดีกว่าทฤษฎีไตรโครมาติก เช่น ถ้ามองไปที่ธงประมาณ 30 วินาทีและมองต่อมาที่กระดาษสีขาวจะเห็นว่าเกิดภาพติดตาชั่วขณะหรือถ้าหากภาพเป็นสีเหลืองอมส้มจะเห็นภาพติดตาเป็นแสงสีน้ำเงินเพราะภาพที่ติดตาจะอยู่ ในลักษณะของสีตรงข้ามกัน เฮอริงได้อธิบายว่าการเกิดภาพติดตาเนื่องจากตัวรับสัญญาณการมองเห็นสีปรับตัวต่อการถูกกระตุ้นขณะที่มองไปที่พื้นที่สีเขียวในธงตัวรับสัญญาณสีแดง-เขียวจะส่งข้อมูลแสงสีเขียว แต่ประสาทการมองเห็นปรับตัวโดยรับสัญญาณทำให้ไวต่อการรับสัมผัสแสงสีเขียวน้อยลงและเมื่อมองต่อมาที่กระดาษสีขาวตัวรับสัญญาณสีแดง-เขียวจะตอบสนองต่อความยาวของคลื่นแสงในบางส่วนสีแดงของสเปกตรัมซึ่งทำให้เห็นแถบสีแดงเกิดขึ้น

2.2 การได้ยิน (Hearing)

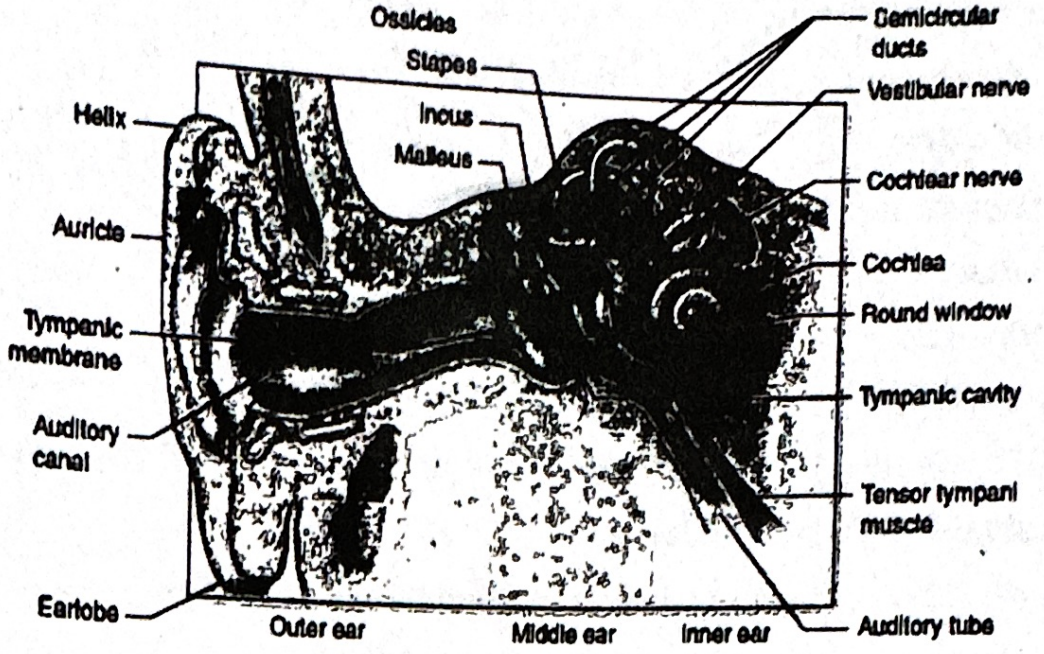
เสียง (Sound) การได้ยินเสียงที่มีระดับของเสียงที่แตกต่างกันเกิดจากคลื่นเสียงที่ผ่านโมเลกุลของอากาศที่บีบอัดตัวหรือขยายตัวต่างกัน แล้วมากระทบอวัยวะรับสัมผัสคือหู ความยาวหรือความถี่ของคลื่นเสียงในหนึ่งรอบวัดต่อวินาทีซึ่งหน่วยวัดเรียกว่า เฮิรทซ์ (Hertz) ใช้ตัวย่อว่า Hz เพื่อเป็นการยกย่องนักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ไฮน์รีช เฮิรทซ์ (Heinrich Hertz) การรับรู้และตอบสนองของมนุษย์อยู่ที่ความถี่ระหว่าง 20 Hz ถึง 20,000 Hz ส่วนความสูงของคลื่นเสียงในหนึ่งรอบต่อวินาทีนั้น เรียกว่า แอมพลิจูด (Amplitude) ซึ่งเป็นตัวกำหนดความดังของเสียงและมีหน่วยวัดเรียกว่า เดซิเบล (Decibels) ใช้ชื่อย่อว่า db เพื่อเป็นการยกย่อง อเล็กซานเดอร์ กราแฮมเบลล์ (Alexander Graham Bell) เมื่อเรามีอายุมากขึ้นจะสูญเสียความสามารถในการได้ยินเสียง เช่น ผู้สูงวัยต้องใช้เสียงที่ดังเมื่อคุยกับคนอื่นและทำให้จำเป็นต้องพูดด้วยเสียงอันดังมากกว่าเดิมในการตอบกลับไป แต่ผู้สูงวัยไม่ต้องการให้ตะโกนคุย

ระดับความดังของเสียง

160 เดซิเบล	เสียงเครื่องบินเจ็ท
130 เดซิเบล	เสียงที่ทำให้ปวดหู
120 เดซิเบล	เสียงฟ้าร้อง
110 เดซิเบล	เสียงเครื่องบิน
100 เดซิเบล	เสียงรถไฟใต้ดิน
90 เดซิเบล	เสียงรถโดยสาร
70 เดซิเบล	เสียงรถยนต์
60 เดซิเบล	เสียงสนทนา
40 เดซิเบล	เสียงในที่ทำงานทีเงียบสงบ

รูปที่ 4-4 ระดับเสียงต่างๆในหน่วยของเดซิเบล
ที่มา. จาก Myers (2010, p. 248)

หู การได้ยินเกิดขึ้นเมื่อคลื่นเสียงมากระทบกับเยื่อแก้วหูก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหูเป็นสาเหตุให้กระดูกเล็กๆสามชิ้นในหูชั้นกลางที่เรียกว่า ค้อน ทั่งและโกลนเกิดการสั่นสะเทือนตามมาได้อย่างต่อเนื่องและส่งผ่านการสั่นสะเทือนไปยังหูชั้นใน กระดูกโกลนอยู่ติดกับเนื้อเยื่อที่เรียกว่าหน้าต่างรูปไข่ (Oval Window) ความกดดันในหูชั้นในเกิดจากกระดูกโกลนกระทบกับหน้าต่างรูปไข่ และสั่นเมื่อกระทบกับโกลนซึ่งเป็นความดันที่เกิดขึ้นต่อเนื่องบริเวณหูชั้นใน การสั่นสะเทือนถูกส่งผ่านไปยังของเหลวในหูชั้นในลักษณะรูปร่างเหมือนหอยที่เรียกว่า คอคเคลีย (Cochlea) คอคเคลียถูกแบ่งตามยาวโดยเบซิล่า เมมเบรน (Basilar Membrane) ซึ่งอยู่ใกล้กับโอวัลที่มีความยืดหยุ่นเคลื่อนทีละน้อยเมื่อของเหลวในคอคเคลียเริ่มเคลื่อนที่ เบซิล่า เมมเบรนดันขึ้นลงเพื่อตอบสนองการเคลื่อนที่ของเหลวในคอคเคลีย ทั้งนี้การสั่นสะเทือนเคลื่อนไปยังเซลล์ประสาทรับเสียงที่อยู่ในหูชั้นใน (Organ of Corti) ซึ่งจะทำหน้าที่รับข้อมูลที่เป็นคลื่นเสียงในขั้นสุดท้ายสำหรับการได้ยินเสียงในเซลล์ประสาทรับเสียงประกอบด้วยขนเล็กๆมากมายเกิดเป็นเส้นใยที่ดันและดึงการสั่นสะเทือนส่งสัญญาณผ่านไปยังเส้นประสาทการได้ยินเสียงที่อยู่ในสมอง ศูนย์รวมข้อมูลในสมองจากเซลล์ต่าง ๆ จะสร้างเป็นเสียง ดังแสดงในภาพเกี่ยวกับโครงสร้างของหู



รูปที่ 4-5 โครงสร้างของหูมนุษย์
ที่มา. จาก http://www.siamhealth.net

ทฤษฎีการได้ยิน ขนเล็กๆที่อยู่ในอวัยวะของคอร์ติทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความถี่ของเสียง ความกดอากาศ และการแทรกของคลื่นเสียง อย่างไรก็ตาม เสียงและความดังขึ้นอยู่กับเส้นประสาทในระบบประสาทที่มีปฏิกิริยาตอบสนอง การลงรหัสของข้อมูลที่มีความซับซ้อนและความดังขึ้นอยู่กับความเข้มของคลื่นเสียง ระดับเสียงสูงต่ำขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง แต่ความเข้มของคลื่นเสียงทำให้รู้สึกเป็นเสียงสูงเสียงต่ำได้อย่างไร รวมทั้งเรื่องการผสมคลื่นเสียงคืออะไรนั้น นักจิตวิทยาได้สร้างทฤษฎีการได้ยินขึ้นเพื่อพัฒนาความรู้เรื่องนี้ ทฤษฎีการได้ยินมี 2 ทฤษฎี ได้แก่

1. *ทฤษฎีสถานที่ (Place Theory)* ของจอร์จ ฟอน เบเคซี (George Von Bekesy, 1961) ผู้ที่ได้รับรางวัลโนเบลสาขาการแพทย์และสรีรวิทยาได้เสนอทฤษฎีสถานที่ อธิบายการได้ยินเป็นเสียงสูงเสียงต่ำเกิดจากการสั่นสะเทือนของเบซิล่าเมมเบรนซึ่งอยู่ในคอคเคลีย ในเบซิลาร์เมมเบรนนั้นมีอวัยวะรับรู้เสียงมีลักษณะเหมือนหอยโข่งอยู่ด้านบน เมื่อคลื่นเสียงมากระทบที่เยื่อแก้วหูทำให้เยื่อแก้วหูสั่น แรงสั่นถูกส่งผ่านไปยังกระดูก 3 ชิ้นในหูชั้นกลางและโกลนเป็นกระดูกที่อยู่ติดกับคอคเคลีย การสั่นของโกลนทำให้ของเหลวภายในคอคเคลียกระเพื่อมส่งผลให้แบซิล่าเมมเบรนสั่นกระเพื่อมไปด้วย การสั่นดังกล่าวมีลักษณะคลื่นที่เคลื่อนที่ความกว้างของคลื่น มีลักษณะเหมือนแกว่งเชือกที่จับปลายเพียงข้างเดียวปล่อยปลาย

เชือกอีกข้างหนึ่งโดยอิสระหรือการหวดแส้ก็ได้ ทั้งนี้การกระเพื่อมของเบซิล่าเมมเบรน กระเพื่อมมากตรงโคนหรือตอนปลายทำให้เกิดคลื่นเสียงสูงสุดอยู่ใกล้ หรือไกลคลื่นเสียงที่มีความถี่ต่ำอยู่ตอนปลายของเบซิล่าเมมเบรน (ส่วนหางของคอคเคลีย) คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงขึ้นทำให้เกิดคลื่นสูงสุดในเบซิล่าเมมเบรนส่วนต้น (ส่วนหัวของคอคเคลีย) กระแสประสาทจากเซลล์เส้นขนนี้ถูกส่งต่อไปยังสมองทำให้ได้ยินเป็นเสียงต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้าส่วนต้นเกิดคลื่นสูงสุดเซลล์เส้นขนที่อยู่ส่วนนี้ถูกส่งต่อไปยังสมองทำให้ ได้ยินเป็นเสียงสูงได้

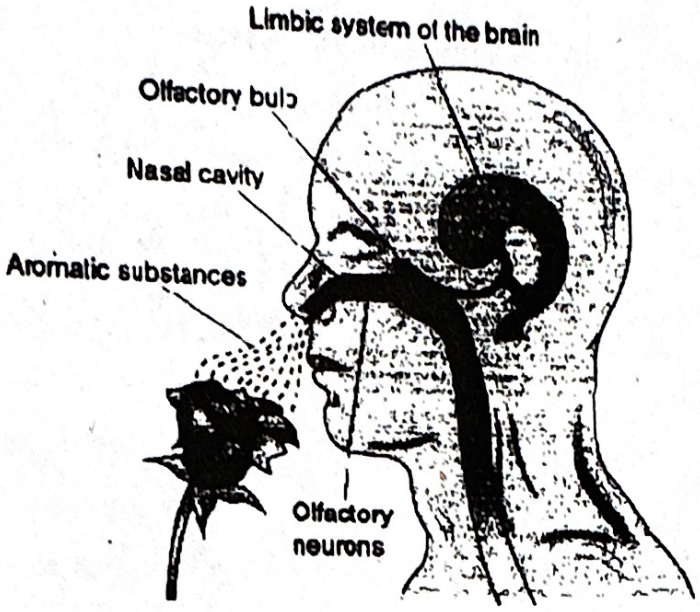
2. *ทฤษฎีความถี่ (Frequency Theory)* การทำงานของคอคเคลียทำหน้าที่ส่งความถี่ของคลื่นเสียงต่อไปยังสมองทำให้เป็นเสียงสูงหรือต่ำ หากคลื่นเสียงมีความถี่สูงจะมีจำนวนกระแสประสาทที่ส่งไปยังสมองในอัตราความถี่สูงทำให้ได้ยินเป็นเสียงสูง และถ้าคลื่นเสียงมีความถี่ต่ำ กระแสประสาทที่ส่งไปยังสมองก็จะมีอัตราความถี่ในการส่งต่ำทำให้เป็นเสียงต่ำ การบันทึกกระแสประสาทที่เส้นประสาทคอคเคลีย พบว่า อัตราความถี่ของกระแสประสาทที่ออกจากคอคเคลียเท่ากับความถี่ของคลื่นเสียงโดยเฉพาะในช่วงที่ต่ำกว่า 2,000Hz อย่างไรก็ตาม อัตราความถี่ส่งกระแสประสาทของเซลล์ประสาทที่ไวที่สุดนั้นยังต่ำกว่า1,000ครั้ง/วินาที เซลล์ประสาททำงานเป็นกลุ่มในแต่ละกลุ่มจะช่วยกันส่งกระแสประสาทต่อไปเรื่อย ๆ โดยตัวที่1 ส่งผ่านไปยังตัวที่ 2 และตัวที่ 3 ตามลำดับ โดยหลักการทำงานเช่นนี้เรียกว่า หลักวอลเลย์ (Volley Principle)

2.3 การได้กลิ่น (Smell)

มนุษย์มีความแตกต่างจากสัตว์ทั่วไปที่ใช้การดมกลิ่นเพื่อป้องกันตนเองหรือเพื่อการล่าเหยื่อ มนุษย์ไม่ได้ใช้การรับกลิ่นเพื่อการดำรงชีวิตสำหรับการอยู่รอดเช่นเดียวกับสัตว์ต่าง ๆ การรับกลิ่นสำหรับมนุษย์มีระบบการทำงานที่เหลือเชื่อโดยโมเลกุลของสารมักเจือจางไปได้โดยง่าย โดยเฉพาะในอากาศที่มีความชื้นสูง และเมื่อมนุษย์มีอายุมากขึ้นการรับกลิ่นก็จะมีความสามารถลดลงตามลำดับ การรับกลิ่นช่วยการอยู่รอด โดยใช้เพื่อรับรู้คุณสมบัติของอาหารที่รับประทานหรือแม้แต่เป็นสัญญาณเตือนภัยให้มนุษย์หรือสัตว์ได้รู้ล่วงหน้าว่าภัยใกล้ถึงตัวแล้ว เมื่อมนุษย์ได้รับโมเลกุลของสารบางอย่างมาถึงอวัยวะรับกลิ่นซึ่งเป็นจุดกำเนิดที่ทำให้เราได้กลิ่นเกิดขึ้น ทั้งนี้การรับกลิ่นเป็นการทำงานที่มีความซับซ้อนอย่างมากเมื่อเทียบกับอวัยวะรับสัมผัสอื่นการรับกลิ่นเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างจมูกและสมองส่วนหน้าบริเวณที่เรียกว่าออลแฟกทอรีบัลบ์ (Olfactory Bulb) สมองส่วนของการรับกลิ่นนั้นคือระบบลิมบิค (Limbic System) โดยส่งต่อสัญญาณไปยังสมองส่วนซีรีบรัมมาแปลข้อมูลว่าเป็นกลิ่นอะไรและลักษณะอย่างไร

จมูก อวัยวะรับกลิ่นของมนุษย์คือจมูก ซึ่งจมูกสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ส่วนแรกเรียกว่าเวสติบูลลาร์ (Vestibular Region) ประกอบด้วย รูจมูกส่วนนอก ที่เต็มไปด้วยขนจมูกและต่อมน้ำมัน ส่วนที่สองคือส่วนหายใจ (Respiratory Region) ประกอบด้วย ต่อมที่เป็นเมือกและมีเส้นเลือดฝอยมากมาย และส่วนที่สามคือส่วนดมกลิ่น (Olfactory Region) ประกอบด้วยออลแฟคทอรี อีพิทีเลียม (Olfactory Epithelium) ออลแฟคทอรีบัลบ์ (Olfactory Bulb) และออลแฟคทอรี แทร็กท์ (Olfactory Tract) ซึ่งเป็นประสาทในสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการดมกลิ่น

การรับกลิ่นของมนุษย์เกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของสารผ่านกระทบที่จมูกในส่วนที่หนึ่งไปยังส่วนที่สอง และมาถึงในส่วนที่สามจนมาสัมผัสกับส่วนที่เรียกว่าออลแฟคทอรี ซีเรีย (Olfactory Cilia) ที่มีลักษณะเป็นขนและไปกระตุ้นให้ตัวรับกลิ่น (Olfactory Receptor Cell) ทำหน้าที่รับกลิ่นส่งเป็นกระแสประสาทไปยังออลแฟคทอรีบัลบ์ จุดรวมประสาทการรับกลิ่นทั้งหมดจนมาถึงออลแฟคทอรี แทร็กท์ เมื่อเข้าสู่สมองแล้วจะแยกส่งเป็น 2 ทางคือไปสู่ออลแฟกทอรี่ในส่วนตรงกลางและด้านใน (Intermediate and Medial Olfactory Area) อยู่ในสมองส่วนหน้าทำหน้าที่เกี่ยวกับกลิ่นกับการเกิดอารมณ์ต่างๆ ออลแฟกทอรี่ในส่วนนี้สำคัญมากสำหรับการดำเนินชีวิตของมนุษย์และสัตว์เพราะควบคุมการตอบสนองเบื้องต้นของการรับกลิ่น เช่น น้ำลายไหล การเลียริมฝีปาก ในส่วนที่สองออลแฟกทอรี่ในบริเวณด้านข้าง (Lateral Olfactory Area) ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบความจำและประสบการณ์ในเรื่องของกลิ่นต่างๆ ส่งผลต่อความรู้สึกที่ชอบหรือไม่ชอบของอาหารดามมา เมื่อมนุษย์ได้รับกลิ่นแล้วจะได้วิเคราะห์กลิ่นทันทีแต่สำหรับมนุษย์ส่วนนี้มีขนาดเล็กมากไม่เกิน 5 เซนติเมตรเท่านั้นแตกต่างจากสุนัขที่มีพื้นที่ส่วนนี้ค่อนข้างใหญ่มีขนาดประมาณ 25 เซนติเมตรเหมาะกับการดำเนินชีวิตของสุนัขที่ต้องอาศัยการรับกลิ่นอยู่ตลอดเวลา โมเลกุลของกลิ่นที่กระตุ้นประสาทรับกลิ่นได้ดีในมนุษย์และสัตว์เป็นสารที่ระเหยได้ดีในอากาศสามารถสูดดมผ่านจมูกได้โดยง่ายหรือต้องสามารถละลายน้ำได้ดี เมื่อผ่านเยื่อบุจมูกไปสู่เซลล์รับกลิ่นรวมทั้งสามารถละลายในไขมันได้ดีเพราะสารไขมันช่วยทำให้มนุษย์แยกความแตกต่างระหว่างกลิ่นต่างๆที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมรอบตัวได้

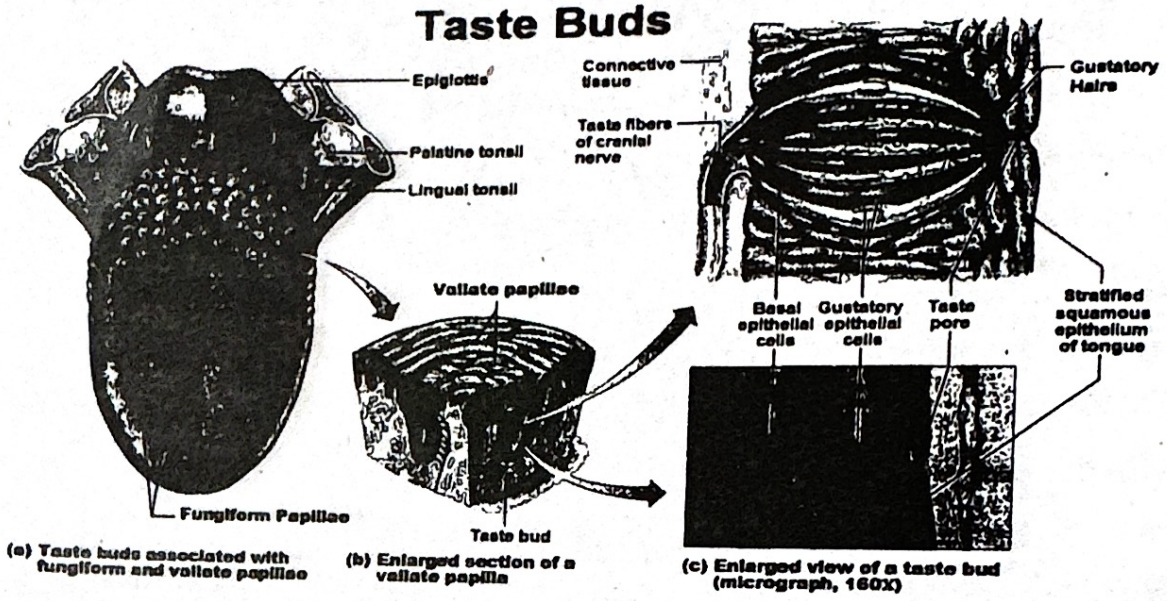


รูปที่ 4-6 โครงสร้างจมูก (การรับกลิ่น)
ที่มา. จาก http://www.reanchewaonline.wordprress.com

2.4 การรับรส (Taste)

การรับรสคล้ายกับการรับกลิ่นเพราะมีความรู้สึกต่อสิ่งเร้าที่เป็นสารเคมีที่ละลายในน้ำ น้ำมัน หรือน้ำลายมากระตุ้นตุ่มรับรส (Taste Bud) ซึ่งมีลักษณะนูนเหนือผิวลิ้นคล้ายกับดอกไม้ตูมหรือหัวหอม ตุ่มเหล่านี้เรียกว่า พาพิวลา (Papillae) ส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณหลังลิ้น และอยู่บริเวณเพดานและลำคอในบางส่วน ตุ่มรับรส ประกอบด้วย เซลล์รับรสเป็นเซลล์ที่อยู่รอบ ๆ โดยจะมีรูเปิดให้สารละลายเข้าสู่เซลล์และมีเส้นประสาทนำกระแสประสาทไปยังสมองส่วนกลาง ซึ่งมี 3 ช่วงคือสัณญาณจากตุ่มรับรสเข้าสู่เมดูล่า ออบลองกาต้า (Medulla Oblongata) แล้วเข้าสู่ทาลามัส (Thalamus) ไปสิ้นสุดที่ซีรีบลัม คอเท็ก (Cerebrum Cortex) การรู้รสอาหารว่าอร่อยหรือไม่นั้นได้รับรสผ่านลิ้น ซึ่งตุ่มรับรสตายไปแล้วมีเกิดใหม่ขึ้นมาทดแทนแต่เมื่ออายุมากขึ้นการเกิดขึ้นทดแทนจะน้อยลง ทำให้การรับรสชาติอาหารก็ลดน้อยลงไปด้วย ในอดีตนักวิทยาศาสตร์ได้อธิบายว่ามนุษย์มีตุ่มรับรสอยู่ 4 ชนิดกระจุกตัวอยู่บริเวณต่างๆ ของลิ้น ได้แก่ รสเค็ม เปรี้ยว หวาน และขม มนุษย์ใช้ลิ้นแต่ละส่วนรับรสชาติ แต่ความจริงแล้วระบบการรับรสชาตินั้นไม่ได้เป็นอย่างนั้น เพราะตุ่มรับรสหนึ่งตุ่มสามารถรับรู้รสชาติได้เกือบทุกรสและไม่ได้แบ่งการรับรสตามตำแหน่งของลิ้น เช่น ตุ่มนี้รับรสหวานไม่รับรสเปรี้ยวหรือตุ่มนั้นรับรสเค็มไม่ได้รับรสขม เป็นต้น ความเข้าใจไม่ถูกต้องนี้เป็นผลมาจากการทดลองในค.ศ.1901 โดยนักจิตวิทยาชาวเยอรมัน ดี พี แฮนิก (D.P. Hanig) ทำการทดลองวัดความไวใน

การรับรู้รสชาติต่อรสพื้นฐาน 4 รส ได้แก่ รสเค็ม เปรี้ยว หวาน และขม ที่บริเวณต่างๆ ของลิ้น ผลการทดลองได้ข้อสรุปว่าลิ้นแต่ละส่วนไวต่อรสชาติทั้ง 4 ได้ไม่เท่ากัน เช่น ปลายลิ้นรับรสหวานได้ดีกว่าส่วนอื่น ๆ ของลิ้น ซึ่งจากการทดลองนี้ทำให้แผนที่ลิ้นเป็นที่เข้าใจตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา อย่างไรก็ตาม ในภายหลังได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของลิ้นกับการรับรส ผลการศึกษาได้ค้านข้อมูลที่ว่าบริเวณของลิ้นไวต่อรสชาติไม่เท่ากัน ดังนั้นแผนที่ลิ้นก็ไม่น่ามีจริง เพราะแต่ละบริเวณของลิ้นในตำแหน่งต่างๆสามารถรับรสได้เท่ากัน



รูปที่ 4-7 โครงสร้างของลิ้น (การรับรส)
ที่มา. จาก http://www.nsm.or.th

กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2

ให้นักศึกษาตอบคำถามต่อไปนี้

1. เรตินาเป็นองค์ประกอบสำคัญในการมองเห็น โดยมีเซลล์ประสาท 2 ชนิดคืออะไร แต่ละชนิดทำหน้าที่อย่างไร

2. อีวอลด์ เฮอริง ได้คิดทฤษฎีเกี่ยวกับสีที่เรียกว่าอะไร อธิบายการมองเห็นสีว่าอย่างไร

3. การตอบสนองการได้ยินของมนุษย์อยู่ที่ความถี่เท่าใด

4. ทฤษฎีสถานที่อธิบายการได้ยินของมนุษย์ว่าอย่างไร

5. ตุ่มรับรสทำงานอย่างไร