

การตรวจการได้ยินในเด็ก (hearing tests in children)

กุลกันยา วงศ์สันติชน เจียรกิตติมศักดิ์

บทนำ

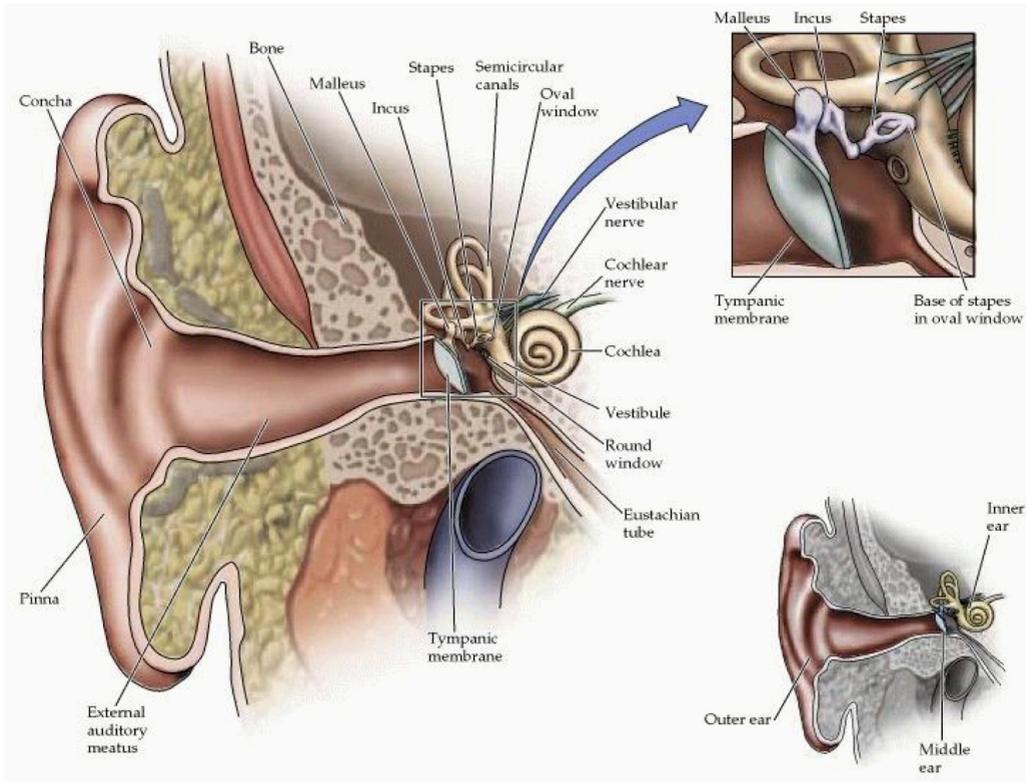
การได้ยินในเด็กเป็นสิ่งสำคัญต่อพัฒนาการการเรียนรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งพัฒนาการทางภาษาและการพูด ทำให้สามารถรับรู้เสียงรอบตัว มีการตอบสนองต่อเสียงที่ได้ยิน มีพฤติกรรมการเล่นแบบเสียง และเรียนรู้การสื่อความหมายด้วยคำพูด

หูและส่วนประกอบของหู (รูปที่ 1)

หูเป็นอวัยวะรับเสียง โดยแบ่งออกเป็น หูชั้นนอก หูชั้นกลางและหูชั้นใน

หูชั้นนอก ประกอบด้วยใบหูและช่องหู โดยใบหูทำหน้าที่รับและรวบรวมเสียง เพื่อนำไปยังเยื่อแก้วหู โดยผ่านทางช่องหู

หูชั้นกลางมีลักษณะเป็นโพรง จะถูกแบ่งออกจากหูชั้นนอกด้วยเยื่อแก้วหู ภายในหูชั้นกลางประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้น ได้แก่ ค้อน (malleus) ทั่ง (incus) และโกลน (stapes) ยึดติดต่อกันเป็นระบบคานาคานงัด เรียกว่า ossicle chain โดยกระดูกค้อนจะแนบอยู่กับเยื่อแก้วหูด้านหนึ่ง อีกด้านหนึ่งยึดต่อกับกระดูกทั่ง กระดูกทั่งยึดต่อกับกระดูกโกลน และปลายอีกด้านของกระดูกโกลนจะติดต่อกับหูชั้นในที่หน้าต่างรูปไข่ (oval window) นอกจากนี้ภายในหูชั้นกลางยังมีท่อยูสเตเชียน (eustachian tube) ที่เชื่อมต่อระหว่างหูชั้นกลางและโพรงหลังจมูก ทำหน้าที่ปรับความดันของหูชั้นกลางให้เท่ากับบรรยากาศภายนอก ท่อนี้ยังสามารถนำเชื้อโรคในระบบทางเดินหายใจเข้าสู่หูชั้นกลางได้



รูปที่ 1. แสดงส่วนประกอบของหูทั้ง 3 ชั้น

ภายในหูชั้นกลางยังมีกล้ามเนื้อที่สำคัญ ได้แก่ กล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพานิ (tensor tympani muscle) ซึ่งจับอยู่กับกระดูกค้อน เลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 และกล้ามเนื้อสแตปีเดียส (stapedius muscle) ซึ่งจับอยู่กับกระดูกโกลน เลี้ยงด้วยประสาทสมองคู่ที่ 7 กล้ามเนื้อทั้งสองทำหน้าที่เป็นปฏิกิริยาป้องกัน (protective reflex) ของร่างกายเมื่อมีเสียงดังมาก ๆ ด้วยการกระตุกและหดตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้เยื่อแก้วหูตึงตัว กระดูกหู 3 ชั้นเคลื่อนไหวได้น้อยลง ป้องกันการกระเทือนต่อหูชั้นกลางและหูชั้นใน

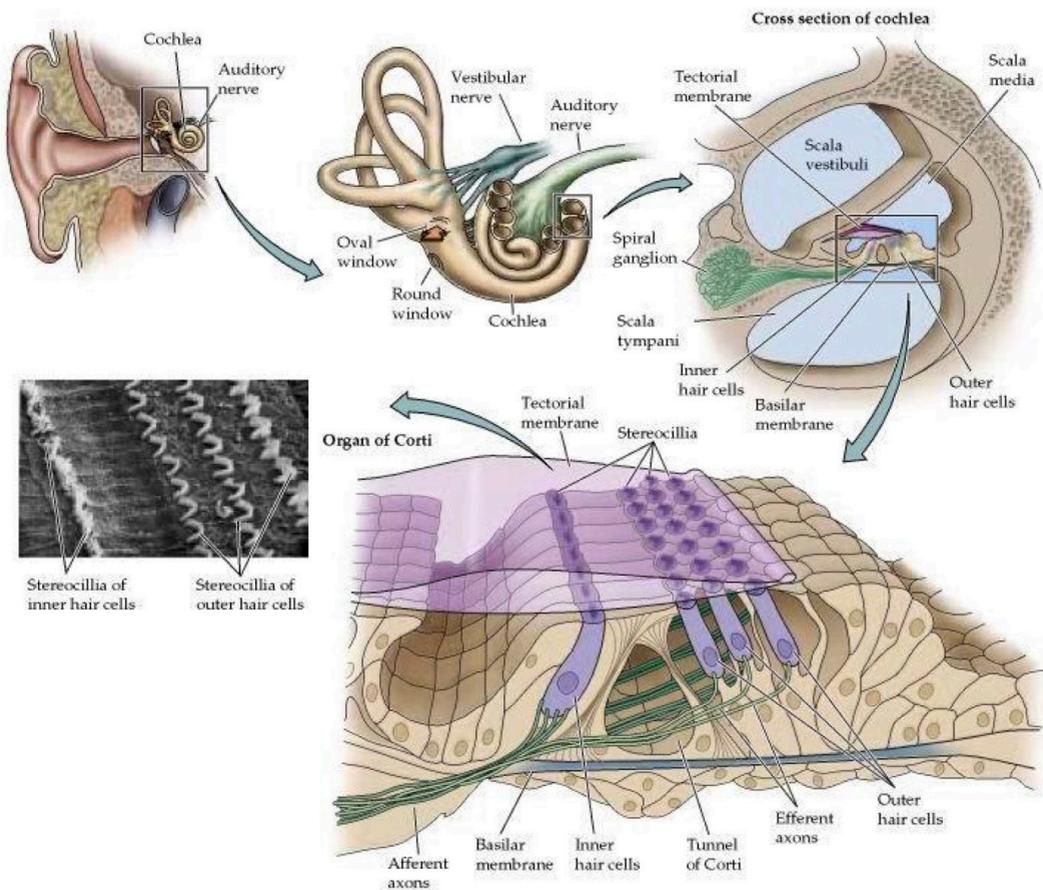
หูชั้นในเป็นส่วนของหูที่อยู่ในกระดูกเทมเพอรัล ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1. โคเคลีย (cochlea) โดยโคเคลียเป็นท่อกลวงขดเป็นรูปก้นหอย 2 รอบครึ่ง ขนาดยาวประมาณ 9 มม. และเมื่อยืดออกจะมีความยาวโดยประมาณ 30-35 มม. มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในประมาณ 2 มม. ภายในบรรจุของเหลว เซลล์ขน และเซลล์ประสาทในการรับเสียงและส่งสัญญาณไปยังประสาทการได้ยิน 2. เซมิเซอร์คิวลาร์แคนเนล (semicircular canal) มีลักษณะเป็นหลอดครึ่งวงกลม 3 อัน เชื่อมต่อกัน วางตั้งฉากซึ่งกันและกัน มีของเหลวบรรจุอยู่ภายใน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัวของร่างกาย หูชั้นในจึงทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับทั้งการได้ยินและการทรงตัว

ภายในท่อกกลางของโคเคลีย (รูปที่ 2) แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ scala media หรือท่อโคเคลีย (cochlea duct) จะอยู่ตรงกลาง ถูกล้อมด้วย scala tympani และ scala vestibuli ภายใน 2 ส่วนนี้ถูกบรรจุไว้ด้วยของเหลวเรียกว่า perilymph ซึ่งสมบูรณ์ไปด้วยโซเดียมไอออน ส่วน scala media ถูกบรรจุไว้ด้วยของเหลวเรียกว่า endolymph ซึ่งผลิตโดย stria vascularis สมบูรณ์ไปด้วยโพแทสเซียมไอออน ความแตกต่างนี้ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้า

ปลายด้านหนึ่งของโพรง scala tympani และ scala vestibule ด้านหนึ่งจะมาประกบกัน เรียกว่า helicotrema ซึ่งเป็นส่วนยอด (apex) ของโคเคลีย ในขณะที่อีกด้านหนึ่งปลายของ scala vestibuli จะบรรจุที่หน้าต่างรูปไข่ ส่วนปลายของ scala tympani จะบรรจุที่หน้าต่างรูปกลม (round window) ติดต่อกับบริเวณโพรงในหูชั้นกลาง

ภายในท่อโคเคลีย มีอวัยวะสำคัญในการรับฟังเสียงเรียกว่า organ of corti วางตัวอยู่บน basilar membrane ซึ่งเป็นผนังเนื้อเยื่อบาง ๆ ที่กั้นท่อโคเคลียจาก scala tympani ส่วนผนังที่กั้นท่อโคเคลียจาก scala vestibuli เรียกว่า Reissner's membrane

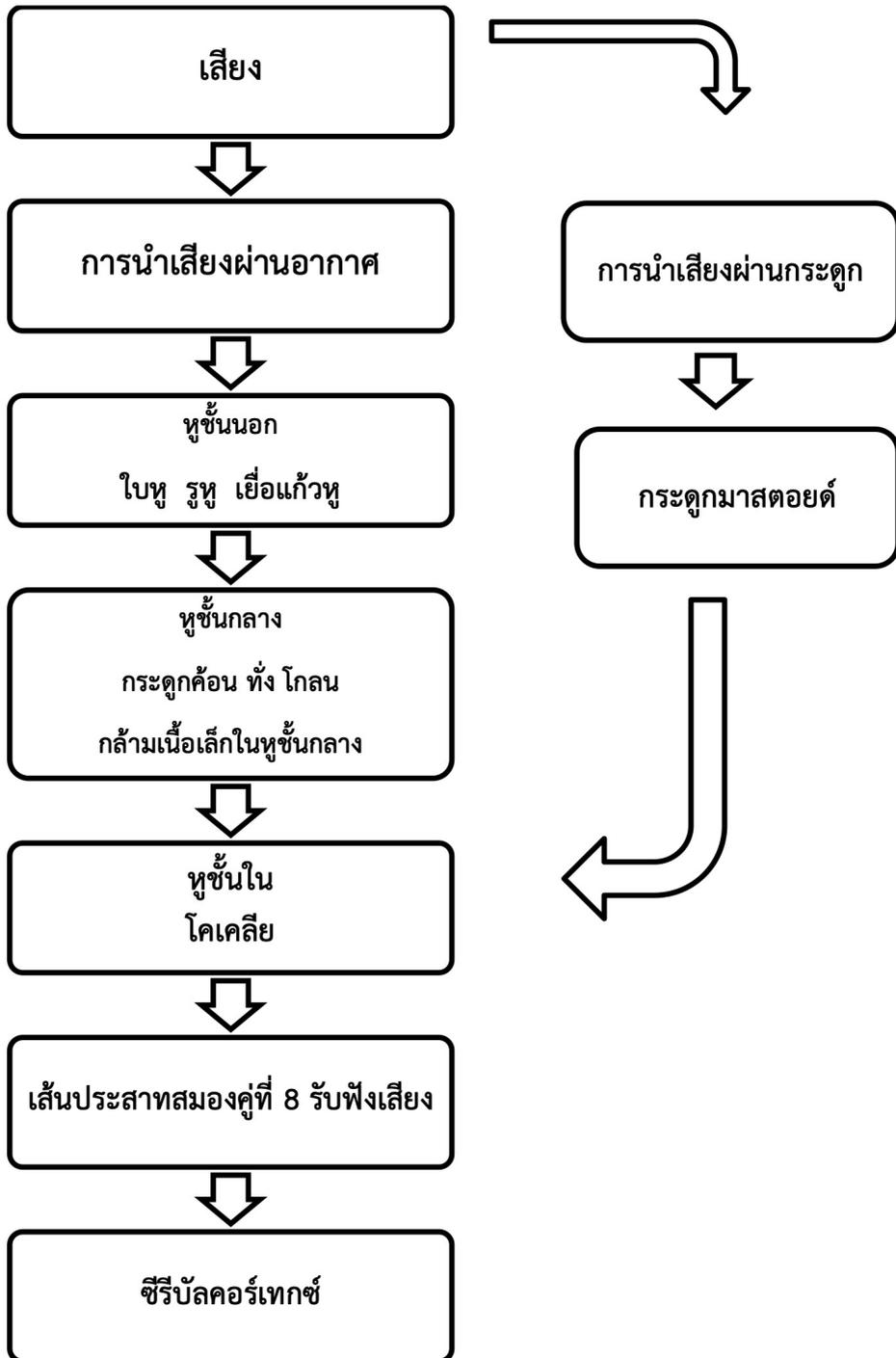
Organ of Corti ประกอบด้วยเซลล์ขน (hair cell) ซึ่งเป็นตัวรับการกระตุ้นจากเสียง มีอยู่สองแถว คือ แถวนอก (outer hair cells) รูปร่างคล้ายทรงกระบอกซึ่งมีอยู่ราว 12,000-20,000 เซลล์ ส่วนแถวใน (inner hair cells) มีอยู่ราว 3,600 เซลล์ รูปร่างคล้ายผลลูกแพร์ แผ่นเยื่อบาง ๆ (tectorial membrane) เป็นตัวกระตุ้นเซลล์ขนให้รู้สึกว่ามีเสียงมาสัมผัส และเส้นประสาทรับความรู้สึกจากเซลล์ขนรวมตัวเป็นปุ่มประสาท เรียกว่า spiral ganglions และรวมเป็นเส้นประสาทใหญ่หรือเส้นประสาทสมอง (cranial nerve, CN) คู่ที่ 8 (acoustic nerve) จากเซลล์ประสาทรับเสียง กระแสประสาทจะส่งต่อไปยังเส้นประสาทรับเสียง และส่งต่อไปยังก้านสมอง เพื่อไปแปลความหมายยังสมองต่อไป



รูปที่ 2. โคเคลีย

จากโครงสร้างของหูชั้นนอก ชั้นกลางและชั้นใน กลไกการได้ยินเสียงของมนุษย์สามารถจำแนกการรับรู้ได้สองทาง ได้แก่ การได้ยินเสียงผ่านทางอากาศ (air conduction) และการได้ยินเสียงผ่านกระดูก (bone conduction)

มนุษย์ได้ยินเสียงผ่านทางอากาศ เมื่อคลื่นเสียงเดินทางผ่านหูชั้นนอก ใบหูและช่องหูจะรวบรวมคลื่นเสียงมายังเยื่อแก้วหู ทำให้เกิดการสั่นสะเทือนของเยื่อแก้วหูเข้าสู่หูชั้นกลาง ผ่านกระดูกค้อน ทั้ง และ โกลน โกลนจะส่งต่อการสั่นสะเทือนผ่านทางหน้าต่างรูปไขไปยังหูชั้นใน สำหรับการรับรู้เสียงผ่านกระดูก จะเป็นการรับรู้ผ่านทางกระดูกมาสตอยด์ส่งไปยังหูชั้นในโดยตรงซึ่งจะข้ามขั้นตอนการส่งสัญญาณในส่วน of หูชั้นนอกและชั้นกลางไป ดังแสดงให้เห็นตามรูปที่ 3



รูปที่ 3. แสดงการนำเสียงผ่านทางกระดูกและทางอากาศ

การบกพร่องทางการได้ยิน

สามารถจำแนกออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. ความผิดปกติของการได้ยินชนิดการนำเสียงบกพร่องหรือ conductive hearing loss หรือ conductive hearing impairment เกิดจากพยาธิสภาพของหูชั้นนอกและหูชั้นกลาง ทำให้กระบวนการในการนำเสียงผ่านทางอากาศต้องใช้ระดับเสียงดังกว่าปกติ แต่การนำเสียงผ่านทางกระดูกไปยังหูชั้นในและระบบประสาทการได้ยินอยู่ในเกณฑ์ปกติ

สาเหตุของความผิดปกติของการได้ยินชนิดการนำเสียงบกพร่อง อาจเกิดได้จาก

1.1 หูชั้นนอกมีสิ่งแปลกปลอมในช่องหู หรือมีสิ่งกีดขวางอยู่ภายในช่องหู เช่น ขี้หู ก้อนเนื้อออกช่องหูติบ หรือไม่มีช่องหู

1.2 ความผิดปกติของเยื่อแก้วหู เช่น เยื่อแก้วหูทะลุ พังผืดแข็งของแก้วหู (tympanosclerosis) แก้วหูบวมเข้าไป (retracted tympanic membrane)

1.3 ความผิดปกติภายในหูชั้นกลาง เช่น มีของเหลวคั่งภายในหูชั้นกลางในกลุ่มที่เป็นหูน้ำหนวก

1.4 ความผิดปกติของกระดูกหูภายในหูชั้นกลาง เช่น โรคหินปูนเกาะกระดูกหู (otosclerosis)

1.5 ความผิดปกติของท่อยูสเตเซียน

1.6 เนื้องอกในหูชั้นกลาง

1.7 โคเลสตีอะโทมา (cholesteatoma)

2. ความผิดปกติของการได้ยินชนิดประสาทหูเสื่อมหรือ sensorineural hearing loss เป็นความผิดปกติของประสาทหูบริเวณหูชั้นใน ส่งผลให้ผู้ป่วยจะรับฟังเสียงได้ดีเมื่ออยู่ในที่เงียบ ไวต่อเสียงดัง แยกแยะเสียงคำพูดในที่จอแจได้ยาก

สาเหตุของความผิดปกติของการได้ยินชนิดประสาทหูเสื่อม แบ่งออกเป็น

2.1 ความผิดปกติของการได้ยินชนิดประสาทหูเสื่อมที่เป็นแต่กำเนิด (congenital sensorineural hearing loss) อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความผิดปกติภายในหูชั้นใน หรือประสาทหูถูกทำลายจากปัจจัยต่าง ๆ ในช่วงก่อนคลอด (prenatal) หรือระหว่างคลอด (perinatal)

2.2 ความผิดปกติของการได้ยินชนิดประสาทหูเสื่อมที่เกิดขึ้นในภายหลัง (acquired sensorineural hearing loss) อาจมีสาเหตุจากพันธุกรรมหรือไม่ก็ได้ โดยปัจจัยที่ไม่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมที่ทำให้เกิดความผิดปกติของการได้ยินชนิดประสาทหูเสื่อม ได้แก่

2.2.1 การติดเชื้อของหูชั้นในจากไวรัสหรือแบคทีเรีย

2.2.2 การบาดเจ็บของหูชั้นในหรือเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (acoustic trauma)

2.2.3 การเสื่อมของการได้ยินจากการสัมผัสเสียงดัง (noise trauma/noise-induced hearing loss)

2.2.4 รับประทานที่เป็นพิษต่อหู ได้แก่ streptomycin, neomycin, quinine, chloroquine

2.2.5 เนื้องอก ได้แก่ เนื้องอกของเส้นประสาทสมองคู่ที่ 8 (acoustic neuroma)

2.2.6 โรคระบบต่าง ๆ ของร่างกาย (systemic disorder) เช่น เบาหวาน ความดันเลือดสูง

เป็นต้น

3. ความผิดปกติของการได้ยินชนิดผสมหรือ mixed hearing loss เป็นความผิดปกติผสมทั้งในส่วนของการนำเสียงและประสาทหูเสื่อมร่วมกัน

โดยนิยามระดับการสูญเสียการได้ยินดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงนิยามระดับการสูญเสียการได้ยิน และลักษณะอาการแสดงที่ส่งผลต่อการรับฟังเสียงคำพูด

ระดับการสูญเสียการได้ยิน	ค่าเฉลี่ยระดับการได้ยิน (เดซิเบล)	ลักษณะอาการแสดง
การได้ยินปกติ	0-25	สามารถรับฟังคำพูดระดับเสียงแผ่วเบาได้
เล็กน้อย	26-40	มีความลำบากในการรับฟังเสียงคำพูดที่แผ่วเบา คำพูดในระยะไกล และคำพูดในที่มีเสียงรบกวน
ปานกลาง	สำหรับผู้ใหญ่ 41-60 สำหรับเด็ก 31-60	มีความลำบากในการรับฟังเสียงคำพูดทั่วไป แม้ในระยะไกล ส่งผลต่อพัฒนาการทางภาษา ปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และความมั่นใจในตนเอง
รุนแรง	61-80	สามารถได้ยินเฉพาะเมื่อพูดเสียงดัง ๆ หรือได้ยินเสียงสิ่งแวดล้อมที่ดัง ๆ เท่านั้น เช่น เสียงไซเรน เสียงปิดประตู โดยรวมแล้วไม่สามารถฟังเข้าใจคำพูดในระดับเสียงทั่วไปได้
หูหนวก	>81	อาจสามารถรับรู้เสียงดังเป็นลักษณะของการสั่นสะเทือน ไม่สามารถเข้าใจภาษาและคำพูด

ความบกพร่องทางการได้ยินสามารถพบได้ในหูข้างเดียวหรือทั้งสองข้าง หากเด็กมีความบกพร่องทางการได้ยินทั้งสองข้างจะส่งผลต่อความเข้าใจทางภาษา การพูด เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้ การเข้าสังคมตลอดไปจนถึงสภาวะทางจิตใจและอารมณ์

Joint Committee on Infant Hearing (JCIH) 2019 ได้กำหนดแนวทางการตรวจคัดกรองการได้ยินในทารกแรกเกิด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มีการวินิจฉัย และให้การรักษาฟื้นฟูภาวะการสูญเสียทางการได้ยินได้อย่างรวดเร็ว เพราะหากเด็กได้รับการวินิจฉัยช้าจะส่งผลต่อพัฒนาการทั้งด้านความคิด การอ่าน การสื่อสาร อารมณ์และสังคม ในปี ค.ศ. 2007 JCIH ได้กำหนดเป้าหมายการตรวจคัดกรองการได้ยินไว้เป็นตัวเลข 1-3-6 หมายถึง คัดกรองการได้ยินในเด็กทุกรายเมื่ออายุไม่เกิน 1 เดือน ถ้าผลตรวจคัดกรอง

ไม่ผ่าน ต้องได้รับการตรวจวินิจฉัยทางโสตสัมผัสวิทยา (audiology) ภายในอายุไม่เกิน 3 เดือน และหากพบว่ามีการได้ยินบกพร่อง เด็กควรได้รับการรักษาฟื้นฟูในช่วงอายุไม่เกิน 6 เดือน⁽¹⁾ ในปัจจุบันได้มีปรับแนวทางกำหนดเป้าหมายการตรวจคัดกรองทางการได้ยินให้เป็น 1-2-3 หมายถึง คัดกรองการได้ยินในเด็กทุกรายเมื่ออายุไม่เกิน 1 เดือน ถ้าผลตรวจคัดกรองการได้ยินไม่ผ่านต้องได้รับการตรวจวินิจฉัยทางโสตสัมผัสวิทยา ภายในอายุไม่เกิน 2 เดือน และหากพบว่ามีการได้ยินบกพร่อง เด็กควรได้รับการรักษาฟื้นฟูในช่วงอายุไม่เกิน 3 เดือน⁽²⁾ เนื่องจากการตรวจพบความบกพร่องทางการได้ยินแต่เนิ่น ๆ และได้รับการช่วยเหลือที่เหมาะสมจะช่วยให้พัฒนาการทางภาษาของเด็กพัฒนาได้ทันเพื่อนที่มีการได้ยินปกติในวัยใกล้เคียงกันได้ ในทางตรงกันข้าม หากเด็กไม่ได้รับการช่วยเหลือ หรือได้รับการฟื้นฟูในระยะเวลาที่ล่าช้าจะส่งผลกระทบต่อตัวเด็ก ครอบครัว สังคม และประเทศชาติอย่างมากมาย

ปัจจัยเสี่ยงต่อการสูญเสียทางการได้ยินในทารกแรกเกิดตาม JCIH 2019⁽²⁾

1. ประวัติครอบครัวมีความบกพร่องทางการได้ยินตั้งแต่กำเนิดหรือในวัยเด็ก
2. ทารกได้รับการรักษาในหน่วยอภิบาลทารกแรกเกิด (neonatal intensive care unit) มากกว่า 5 วัน
3. มีภาวะตัวเหลืองที่ได้รับการเปลี่ยนถ่ายเลือด
4. รับประทานปฏิชีวนะกลุ่ม aminoglycoside เช่น gentamicin, tobramycin, Amikacin มากกว่า 5 วัน
5. มีภาวะขาดออกซิเจนหรือสมองขาดเลือดจากภาวะขาดออกซิเจน
6. ได้รับการใช้เครื่องฟองการทำงานของหัวใจและปอด
7. มารดาติดเชื้อในขณะตั้งครรภ์ ได้แก่ เริม หัดเยอรมัน ซิฟิลิส *Toxoplasma gondii*, cytomegalovirus หรือ Zika
8. มีลักษณะความผิดปกติของโครงสร้างกะโหลกศีรษะและใบหน้าตั้งแต่กำเนิด ได้แก่ ใบหูเล็ก ใบหูผิดปกติ ไม่มีใบหูหรือรูหู ปากแหว่งเพดานโหว่ ศีรษะเล็กผิดปกติ หรือใหญ่จากมีภาวะน้ำคั่งในโพรงสมอง หรือมีความผิดปกติของกะโหลกส่วนเทมเพอรัล
9. กลุ่มอาการทางพันธุกรรมที่พบการสูญเสียได้ยินร่วมด้วย ได้แก่ CHARGE syndrome, Pendred syndrome, Alport syndrome เป็นต้น
10. การติดเชื้อเยื่อหุ้มสมองหรือสมองอักเสบที่มีผลการเพาะเชื้อเป็นบวก
11. อุบัติเหตุบริเวณศีรษะ โดยเฉพาะการแตกของกระดูกเทมเพอรัลและกระดูกฐานกะโหลก และการได้ยาเคมีบำบัด
12. ผู้เลี้ยงดูกังวลเกี่ยวกับปัญหาการได้ยิน รวมถึงพัฒนาการทางการพูดและภาษา

ความพิการบนใบหน้าและกะโหลกศีรษะส่งผลกระทบต่อการได้ยิน

โครงสร้างของหูแต่ละส่วนได้รับการพัฒนาเมื่อตัวอ่อนอยู่ในครรภ์ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 หลังการปฏิสนธิ⁽³⁾ ดังนั้นหากระหว่างการพัฒนาและเจริญเติบโตของตัวอ่อน มีปัจจัยต่าง ๆ ที่เข้ามามีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต จะส่งผลทำให้อวัยวะเหล่านั้นไม่สามารถพัฒนาไปสู่โครงสร้างที่สมบูรณ์ได้

ในเด็กที่มีปากแหว่งเพดานโหว่ หรือความพิการบนใบหน้าและกะโหลกศีรษะ อาจพบความผิดปกติทางการได้ยินร่วมด้วย เนื่องจากการเจริญของหู และกระดูกใบหน้าพัฒนามาจากจุดกำเนิดเดียวกันในช่วงเวลาเดียวกัน คือ การเจริญเติบโตของ first and second pharyngeal arch⁽⁴⁾ หากมีความผิดปกติของการเจริญเติบโตดังกล่าวจะส่งผลกระทบต่อการเจริญของใบหู ช่องหู และโครงสร้างภายในหูชั้นกลาง ได้แก่ ใบหูเล็ก ช่องหูตีบ มีการเจริญเติบโตผิดปกติของกระดูกค้อน ทั้ง โกลน มีของเหลวคั่งในหูชั้นกลางจากความผิดปกติในการทำงานของท่อปรับความดันยูสเตเชียนจากศีรษะผิดปกติซึ่งพบได้บ่อย ก่อให้เกิดปัญหาการได้ยินชนิดการนำเสียงบกพร่อง หรือหากมีความผิดปกติของการเจริญเติบโตของโคเคลีย เซมิเซอร์คิวลาร์ แคนเนล หรือระบบประสาทการได้ยิน (auditory neural pathway) ก็อาจพบได้เช่นกัน ดังนั้นความผิดปกติทางการได้ยินที่พบในเด็กกลุ่มนี้สามารถพบได้ทั้งชนิดการนำเสียงบกพร่อง ชนิดประสาทหูเสื่อมหรือชนิดผสม

วิธีการประเมินระดับการได้ยินทางโสตสัมผัสวิทยา มีจุดประสงค์เพื่อให้ได้ผลการตรวจที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ แบ่งออกเป็น 1. แบบอาศัยการตอบสนองทางพฤติกรรม 2. แบบไม่ต้องอาศัยความร่วมมือและการแปลผลจากผู้ป่วย (objective test) สำหรับการประเมินระดับการได้ยินในเด็กแรกเกิดและทารกที่อายุน้อยกว่า 6 เดือนจะอาศัยการตรวจด้วยเครื่องมือไฟฟ้าทางสรีรวิทยาเป็นหลัก เนื่องจากการสังเกตพฤติกรรมในเด็กที่อายุน้อยกว่า 6 เดือนอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ถึงแม้เด็กมีระดับการได้ยินปกติก็ตาม อย่างไรก็ตาม ในเด็กที่อายุมากกว่า 6 เดือนนั้นสามารถประเมินระดับการได้ยินได้ทั้งจากการตอบสนองด้วยพฤติกรรมหรือด้วยเครื่องมือไฟฟ้าสรีรวิทยา⁽⁵⁾

การประเมินความสามารถทางการได้ยินในเด็กชนิดที่ต้องอาศัยพฤติกรรมการตอบสนองต่อเสียงนั้น จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากเด็กอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการตรวจ อย่างไรก็ตามความร่วมมือนั้นขึ้นอยู่กับวัยและความสามารถตามช่วงอายุของเด็ก

1. แบบอาศัยการตอบสนองทางพฤติกรรม

1.1 Conditioned play audiometry (CPA)

การประเมินการได้ยินขึ้นอยู่กับอายุของผู้รับการตรวจ สำหรับเด็กที่มีพัฒนาการตามช่วงอายุ 5 ถึง 6 ปีสามารถใช้วิธีการตรวจการได้ยินแบบทั่วไป สำหรับเด็กอายุตั้งแต่ 2 ปีครึ่งถึง 5 ปีสามารถใช้การตรวจผ่านการเล่น โดยการตั้งเงื่อนไขในการเล่นเหมือนการเล่นเกม เช่น เมื่อได้ยินเสียงให้หยอดของเล่นลงกล่อง สวมห่วงลงแกน ประกอบภาพตัวต่อจิ๊กซอว์ ไขยกมี้อขึ้นเมื่อได้ยินเสียงเรียกชื่อ หรือหยิบภาพสัตว์ตามคำบอก เป็นต้น

หากเด็กมีความเข้าใจต่อเงื่อนไขในการตรวจ และสามารถร่วมมือต่อการตรวจได้ การตรวจด้วย CPA จะให้ข้อมูลระดับการได้ยินเสียง pure tone ตั้งแต่ช่วงความถี่ต่ำจนถึงความถี่สูง 250-8,000 เฮิรตซ์

ผ่านหูฟัง (headphones/insert earphones) ผ่านกระดูก (bone vibrator) ตลอดจนการประเมินความเข้าใจเสียงคำพูด (speech audiometry) ได้เช่นเดียวกับการตรวจการได้ยินในผู้ใหญ่ (audiogram) อย่างไรก็ตามก็ตีลักษณะการตรวจเช่นนี้ จำเป็นจะต้องอาศัยความร่วมมือของเด็ก และระยะความสนใจของเด็กที่ต่อเนื่อง การเปลี่ยนรูปแบบของเล่น หรือรูปแบบของการตอบสนองอาจช่วยยืดระยะเวลาความสนใจ และการตอบสนองของเด็กให้สามารถตอบสนองได้สม่ำเสมอ ดังนั้นบางครั้งแพทย์อาจจะยังไม่สามารถได้ข้อมูลที่ครบถ้วนจากการตรวจการได้ยินในครั้งแรก จำเป็นจะต้องมีการนัดตรวจติดตามจนเด็กสามารถร่วมมือต่อการตรวจได้สม่ำเสมอต่อเนื่อง

1.2 Visual reinforcement audiometry (VRA)

การตรวจการได้ยินโดยมีรางวัลทางสายตาเป็นแรงเสริมเหมาะกับเด็กในช่วงอายุ 6 เดือนถึง 2 ปี การตรวจจะทำในผู้ตรวจการได้ยิน โดยเด็กนั่งบนตักผู้ปกครอง หรือนั่งด้วยตนเองบนเก้าอี้เด็กในตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างลำโพงสองข้าง โดยระดับความสูงของลำโพงอยู่ในระนาบเดียวกับหูของเด็ก ให้คำแนะนำผู้ปกครองถึงวิธีการตรวจและความคาดหวังในการตรวจ เพื่อให้ผู้ปกครองเข้าใจและให้ความร่วมมือต่อการตรวจได้เหมาะสม ได้ผลการตรวจที่น่าเชื่อถือ เมื่อปล่อยเสียงผ่านลำโพง และเด็กหันหาเสียงถูกทิศทางในทันที จะมีรางวัลทางสายตาในตำแหน่งเดียวกับทิศทางเสียง ได้แก่ ตุ๊กตาขยับได้ (animated toy) หรือ ภาพเคลื่อนไหว เพื่อเป็นแรงเสริมในการตอบสนองต่อเสียงอย่างต่อเนื่องตลอดการตรวจ

โดยทั่วไปแล้วการตรวจ VRA จะปล่อยเสียงผ่านทางลำโพงส่งผลให้ระดับการได้ยินที่ได้ไม่ใช่ระดับการได้ยินเฉพาะเจาะจงของหูแต่ละข้าง ดังนั้นหากต้องการข้อมูลระดับการได้ยินหูแต่ละข้างอย่างเฉพาะเจาะจงในเด็กช่วงวัยนี้อาจต้องพึ่งพาการตรวจการได้ยินระดับก้านสมอง (auditory brainstem response, ABR) ขณะเด็กหลับธรรมชาติหรือได้รับยานอนหลับ

1.3 Behavioral observation audiometry (BOA)

เป็นการตรวจคัดกรองเบื้องต้นในเด็กอายุน้อยกว่า 5 เดือน การตรวจนี้มีความจำกัดเนื่องจากเด็กเล็กไม่สามารถตั้งเงื่อนไขในการตรวจได้ แต่เป็นการตอบสนองแบบรีเฟล็กซ์ต่อเสียง warble tones, narrow band noise หรือเสียงคำพูดผ่านทางลำโพงขณะที่เด็กกำลังเคลิ้มหลับ ยังหลับไม่ลึก หรือกำลังดูนมด้วยความหิว ปฏิกริยาตอบสนองที่พบได้ ได้แก่ การเปลี่ยนจังหวะการดูดนมเมื่อได้ยินเสียง การเบิกตามองเมื่อมีเสียง หรือ การสะดุ้งตกใจ เป็นต้น⁽⁶⁾ อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้วผลการตรวจไม่สามารถให้ข้อมูลระดับความไวในการได้ยินที่ชัดเจนนัก

กล่าวโดยสรุปแล้วการตรวจ VRA และ BOA โดยการปล่อยเสียงผ่านทางลำโพงจะมีข้อจำกัด คือไม่สามารถให้ข้อมูลอย่างเฉพาะเจาะจงหูแต่ละข้าง แต่เป็นระดับการได้ยินของหูข้างที่ดีกว่า (better ear) เท่านั้น

การประเมินระดับการได้ยินในเด็กที่สงสัยภาวะสูญเสียการได้ยินจะสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อเด็กสามารถให้ความร่วมมือต่อการตรวจจนได้ audiogram ที่น่าเชื่อถือ ได้ข้อมูลระดับความไวในการได้ยินเสียงสัญญาณ pure-tone ที่แต่ละความถี่ และความไวในการรับฟังเสียงคำพูดอย่างเฉพาะเจาะจงจากหูแต่ละข้าง ดังนั้นหากสงสัยภาวะปัญหาการได้ยินในเด็กเล็กจะใช้วิธีการตรวจแบบไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากเด็กเป็นหลัก

เพื่อสามารถประมาณระดับการได้ยินได้แต่เนิ่น ๆ หากพบความผิดปกติจะสามารถให้ความช่วยเหลือ รักษา และฟื้นฟูได้รวดเร็ว การตรวจการได้ยินระดับก้านสมอง และการวัดเสียงสะท้อนจากหูชั้นใน (otoacoustic emissions, OAEs) จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญสำหรับการตรวจในเด็กแรกเกิดและทารก ซึ่ง ABR เป็นที่ยอมรับว่าเป็นการตรวจที่จัดเป็น gold standard ในเด็กอายุต่ำกว่า 6 เดือน⁽²⁾

2. การตรวจแบบไม่ต้องอาศัยความร่วมมือและการแปลผลจากผู้ป่วย (objective test)

สำหรับเด็กที่ไม่สามารถให้ความร่วมมือต่อการตรวจ หรือตอบสนองไม่สม่ำเสมอ การตรวจทาง electrophysiologic tests ได้แก่ 1. การตรวจการได้ยินระดับก้านสมองจะมีประโยชน์ในการประมาณระดับการได้ยิน ประเมินการทำหน้าที่ของเส้นประสาทการได้ยินสู่ก้านสมอง 2. การวัดเสียงสะท้อนจากหูชั้นใน เป็นวัดการสะท้อนของเสียงของหูชั้นในบริเวณเซลล์ขนด้านนอก 3. tympanometry ประเมินการทำงานของกลไกภายในหูชั้นกลาง การทำหน้าที่ของท่อเยุสเตเซียน และ 4. acoustic stapedius reflex ให้ข้อมูลการทำงานของหูชั้นกลางร่วมกับหูชั้นใน ประเมินการส่งต่อพลังงานเสียงจากหูชั้นกลางผ่านเส้นประสาทการได้ยิน จาก CN8 ไป CN7 ไปยังบริเวณก้านสมอง

2.1 การตรวจการได้ยินระดับก้านสมอง (auditory brainstem response, ABR)

เป็นการประเมินการตอบสนองของก้านสมองต่อการกระตุ้นด้วยเสียง และบันทึกผลเป็นคลื่นไฟฟ้า โดยแบ่งเป็นระดับการคัดกรองและระดับเพื่อการวินิจฉัย สำหรับระดับการคัดกรองนั้น automated ABR (AABR) จะอ่านผลการตอบสนองแบบอัตโนมัติ ใช้ประโยชน์ในการคัดกรองการได้ยินในเด็กแรกเกิด เป็นเครื่องมือขนาดเล็กพกพาได้ ให้ผลการตรวจเป็น pass และ refer ทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการอ่านผล เมื่อใช้ร่วมกับ OAE จะช่วยในการวินิจฉัย auditory neuropathy spectrum disorder (ANSD) ได้ตั้งแต่แรกเกิด

Auditory neuropathy spectrum disorder หมายถึง ภาวะที่มีความผิดปกติของการนำกระแสประสาทการได้ยิน โดยที่เซลล์ขนด้านนอกทำงานปกติ ตำแหน่งที่ผิดปกติเป็นได้ตั้งแต่เซลล์ขนด้านใน รอยต่อระหว่างเซลล์ขนด้านในกับเส้นประสาท หรือตัวเส้นประสาทรับเสียงเอง (auditory nerve) โดย OAE ประเมินการทำงานของเซลล์ขนด้านนอก ในขณะที่ ABR ประเมินการทำหน้าที่ของโคเคลีย รวมถึงประสาทการได้ยินเหนือโคเคลีย ไปจนถึงระดับก้านสมอง ดังนั้น ในผู้ป่วย auditory neuropathy จะพบผลการตรวจ ABR ผิดปกติ แต่ผล OAE ผ่าน

อัตราการเกิด ANSD ในทารกปกติเท่ากับ 1 ถึง 3 รายต่อทารกแรกเกิด 10,000 ราย และจะมีโอกาสพบมากขึ้นในเด็กที่มีประวัติเข้ารับการรักษาในหน่วยอภิบาลทารกแรกเกิด

ผู้ที่มีภาวะ ANSD จะมีความลำบากในการฟังคำพูด โดยเฉพาะในบริเวณที่มีเสียงจาง หรือมีเสียงก้อง มีความลำบากในการแยกแยะทิศทางของเสียง เนื่องจากความผิดปกติในการประมวลผลสัญญาณประสาทสามารถพบระดับความบกพร่องทางการได้ยินได้ตั้งแต่เล็กน้อย (mild hearing loss) จนกระทั่งรุนแรง (severe hearing loss) หรือหนวก (deaf) โดยพบว่าผลการตรวจ audiogram จะมีระดับการได้ยินในการรับฟังเสียงคำพูด (speech) ไม่สัมพันธ์กับระดับการได้ยินเสียง pure tone หรือผล behavioural threshold pure

tone audiogram ดีกว่าระดับประมาณการได้ยินที่ได้จาก ABR และการทำงานของเซลล์ขนด้านนอก ซึ่งได้จากการตรวจ OAE และ/หรือ cochlea microphonic ปกติการตรวจทางโสตสัมผัสวิทยาที่ช่วยในการวินิจฉัย ได้แก่ OAE, ABR, cochlea microphonic และ acoustic stapedius reflex⁽⁷⁾

สำหรับ ABR ในระดับการวินิจฉัย (diagnostic ABR) มีจุดประสงค์ในการตรวจ 2 ประการ ได้แก่

1. เพื่อประมาณระดับการได้ยินของหูแต่ละข้าง ซึ่งมีประโยชน์ในการตรวจการได้ยินในเด็กที่ไม่สามารถให้ความร่วมมือต่อการตอบสนองทางพฤติกรรมได้ สามารถตรวจขณะเด็กหลับหรือมีการให้ยานอนหลับ
2. เพื่อหาพยาธิสภาพของเส้นทางการนำเสียงสู่ก้านสมอง การตรวจ ABR จัดเป็นการตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าชนิดบันทึกผลระยะไกล (far field recording) เสียงที่ใช้ ได้แก่ เสียงคลิก เสียง tone burst เมื่อปล่อยเสียงกระตุ้นจะเกิดคลื่นตอบสนอง 5-7 คลื่น บันทึกเป็นหมายเลขโรมัน I, II, III, IV, V, VI และ VII ตามลำดับคลื่นที่ I, III และ V จะเห็นได้ชัดเจนเมื่อระดับความดังของเสียงมาก และจะมีแอมพลิจูดลดลงในขณะที่ระยะเวลาในการเกิด (latency) เพิ่มขึ้นเมื่อลดระดับความดังของเสียงกระตุ้น เป้าหมายของการตรวจเพื่อหาระดับความดังน้อยที่สุดที่ยังพบคลื่นที่ V การนำระยะเวลาการเกิดคลื่นไฟฟ้าเปรียบเทียบกับระดับความดังแต่ละระดับ (latency-intensity function) จะช่วยวินิจฉัยภาวะการสูญเสียการได้ยิน ประมาณระดับความรุนแรงของการได้ยินในหูแต่ละข้าง โดยไม่จำเป็นต้องรับความร่วมมือจากผู้ป่วย ค่าประมาณการได้ยินที่ได้จากเสียงกระตุ้นคลิกจะสัมพันธ์กับการได้ยินในช่วงเสียงความถี่สูง ได้แก่ 1,000-4,000 เฮิรตซ์ หากใช้เสียงกระตุ้น tone burst หรือ tone pip จะให้ข้อมูลประมาณการได้ยินในช่วงเสียงความถี่ต่ำ สำหรับการประมาณระดับการได้ยิน ABR ผ่านทางกระดูกจะมีประโยชน์ในการจำแนกชนิดของการบกพร่องทางการได้ยิน ช่วยในการคำนวณระดับกำลังขยาย เพื่อการใส่เครื่องช่วยฟัง

ABR จึงเป็นการตรวจที่จัดเป็น gold standard สำหรับการประมาณระดับการได้ยินในทารกและเด็กที่ไม่สามารถให้ความร่วมมือต่อการตรวจได้ ให้ข้อมูลเฉพาะเจาะจงแต่ละหู สามารถเฉพาะเจาะจงความถี่ได้ขึ้นกับเสียงกระตุ้นที่ใช้ตรวจ ซึ่งให้ประโยชน์ต่อการจำแนกชนิด หรือระดับของการสูญเสียการได้ยินเพื่อประโยชน์ของการใส่เครื่องช่วยฟัง

2.2 การวัดเสียงสะท้อนจากหูชั้นใน (otoacoustic emission, OAE)

เป็นการวัดเสียงสะท้อนจากเซลล์ขนด้านนอกของโคเคลีย โดยเสียงที่เกิดจากการทำงานภายในหูชั้นในสะท้อนกลับออกมาผ่านหูชั้นกลาง เยื่อแก้วหูมายังหูชั้นนอก บันทึกด้วยไมโครโฟนที่มีความไวขนาดเล็ก เสียงสะท้อนดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นได้เอง (spontaneous emission) หรือเกิดจากการใช้เสียงกระตุ้นเพื่อให้เกิดการตอบสนอง (evoked otoacoustic emission) แต่มีข้อจำกัดในการตรวจ คือ จำเป็นต้องทำในที่เงียบไม่มีเสียงรบกวน และเนื่องด้วยเส้นทางการนำเสียงต้องผ่านหูชั้นกลาง หากผู้ป่วยมีปัญหาในหูชั้นกลาง ก็จะส่งผลให้การตอบสนองไม่ผ่านได้

ชนิดของ OAE มีหลายชนิด ได้แก่ 1. spontaneous otoacoustic emission (SOAE) เกิดขึ้นเอง โดยไม่ต้องมีเสียงกระตุ้นจากภายนอก 2. transient evoked otoacoustic emission (TEOAE) ใช้เสียงคลิกเพื่อกระตุ้นการตอบสนอง 3. distortion-product otoacoustic emission (DPOAE) กระตุ้นด้วยเสียง pure tone 2 เสียงที่มีความถี่แตกต่างกันในช่วงเวลาเดียวกัน⁽⁸⁾

Transient evoked OAE มีประโยชน์ในการประเมินความสมบูรณ์ของโคเคลีย การตรวจ TEOAEs ในเด็กแรกเกิดสามารถใช้คัดกรองการได้ยิน ทำได้ง่ายในขณะที่เด็กหลับตามธรรมชาติ ใช้ระยะเวลาในการตรวจไม่นาน การตรวจไม่ซับซ้อน โดย TEOAE จะให้ผลผ่านในระดับการได้ยินไม่เกิน 25 ถึง 30 เดซิเบล

Distortion-product otoacoustic emission มีการใช้เสียงความถี่บริสุทธิ์หรือ pure tone 2 ความถี่ เพื่อกระตุ้นการตอบสนองในช่วงขณะเดียวกัน ทำให้สามารถได้ข้อมูลจำแนกในแต่ละความถี่ มักใช้กับการเฝ้าระวังการสูญเสียการได้ยินในผู้ที่ได้รับยาที่เป็นพิษต่อหู หรือผู้ที่สัมผัสเสียงดังจากการทำงาน เนื่องจากภายใน organ of Corti บริเวณหูชั้นในประกอบด้วยเซลล์ขนชั้นนอกและเซลล์ขนชั้นใน โดยเซลล์ขนชั้นนอกมีบทบาทสำคัญในการรับเสียง หากผู้ป่วยสัมผัสเสียงดังหรือได้รับยาที่มีพิษต่อหู เซลล์ขนด้านนอกก็จะถูกทำลายก่อนจึงเชื่อว่า DPOAE จะไวในการประเมินสภาวะความสมบูรณ์ของเซลล์ขนชั้นนอก

นอกจากนี้ OAE ยังช่วยแยกพยาธิสภาพภายในโคเคลีย ออกจากพยาธิสภาพเหนือโคเคลีย หรือเรียกว่า แยก cochlea hearing loss ออกจาก retrocochlea hearing loss กล่าวคือ ในกรณีที่มีความบกพร่องทางการได้ยินเกิดจากพยาธิสภาพบริเวณเหนือโคเคลีย ขึ้นไป เช่น ความผิดปกติ ANSD ที่ได้กล่าวในเนื้อหาข้างต้นไปแล้ว จะพบการตอบสนองจากการตรวจ OAE ในขณะที่ผล ABR ผิดปกติ

2.3 Tympanometry

Tympanometry หรือ acoustic immittance ทำได้ง่าย รวดเร็ว และไม่เจ็บ แสดงผลเป็นกราฟ เรียกว่า tympanogram ช่วยบ่งบอกสภาวะของเยื่อแก้วหู กระดูกหู กล้ามเนื้อภายในหูชั้นกลางและท่อยูสเทเซียน มีประโยชน์ในการวินิจฉัย และการรักษาหูน้ำหนวกที่มีของเหลวคั่งในหูชั้นกลางซึ่งเป็นสาเหตุที่พบได้ทั่วไปที่เกิดการสูญเสียการได้ยินระดับเล็กน้อยถึงปานกลางในเด็ก

เครื่องมือ tympanometer จะประกอบด้วยปั๊มลม (air pump) ลำโพง ไมโครโฟน และอุปกรณ์สำหรับวัดความดันมาโนมิเตอร์ (manometer) ในการตรวจจะใส่ probe ขนาดพอดีสนิทช่องหู เครื่องมือจะวัดค่าการยอมให้เสียงผ่านระบบหูชั้นกลางในขณะที่มีการปล่อยเสียงต่อเนื่อง และมีการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศขณะตรวจ เครื่องจะแสดงผลเป็นค่าต่าง ๆ ได้แก่ tympanic membrane compliance, middle ear pressure และ ear canal volume

เมื่อความดันบรรยากาศภายนอกและภายในหูชั้นกลางเท่ากันจะเกิดเป็นจุดสูงสุดของกราฟ เรียกว่า peak compliance หรือ tympanic membrane compliance กล่าวคือ ความสูงของยอดกราฟตามแนวแกน y มีหน่วยเป็น daPa

ความดันภายในหูชั้นกลาง (middle ear pressure) เป็นระดับความดันบรรยากาศบนแนวแกน x ที่ลากตั้งฉากกับยอดกราฟ

ปริมาตรช่องหู (ear canal volume, ECV) เป็นปริมาตรของอากาศภายในช่องหูจาก probe จนถึงเยื่อแก้วหู ค่าปกติในเด็กเท่ากับ 0.3-0.9 มล.⁽⁹⁾

การตรวจ tympanometry ด้วยความถี่มาตรฐาน 226 เฮิรตซ์ จะพบผลการตรวจในรูปแบบกราฟลักษณะต่าง ๆ ได้แก่

1. Type A กราฟมีรูปร่างคล้ายเต้านต์ มีความดันบรรยากาศภายนอกและภายในหูชั้นกลางโดยประมาณเท่ากับ 0 daPa ถือเป็นภาวะปกติของหูชั้นกลาง

2. Type B กราฟมีลักษณะแบนราบ บ่งบอกถึงความผิดปกติในหูชั้นกลางที่ทำให้เยื่อแก้วหูขยับได้น้อยลง ได้แก่ ภาวะที่มีของเหลวคั่งอยู่ภายในหูชั้นกลางซึ่งพบได้บ่อยในเด็ก

3. Type C กราฟมีลักษณะยอดสูงสุดของกราฟอยู่ในช่วงความดันบรรยากาศบนแกน x เป็นลบ น้อยกว่า -150 daPa มักจะสัมพันธ์กับความผิดปกติของการทำงานของท่อยูสเตเชียน

ข้อสำคัญในการอ่านกราฟ tympanogram ที่มีลักษณะแบนราบ (flat tympanogram) คือ จะต้องพิจารณาควบคู่ไปกับค่าปริมาตรของช่องหูด้วย เนื่องจากกราฟที่แบนราบที่มีค่า ECV แตกต่างกันจะแปลผลแตกต่างกัน ได้แก่ กราฟแบนราบในเด็กที่มีปริมาตรช่องหูน้อยกว่า 1 มล. มักจะนึกถึงภาวะของเหลวคั่งอยู่ภายในหูชั้นกลางทำให้เยื่อแก้วหูขยับตัวไม่ได้ ในขณะที่หากพบกราฟลักษณะแบนราบที่มีค่า ECV สูงกว่า 1 มล. มักนึกถึงภาวะแก้วหูทะลุ หรือการที่เด็กได้รับการเจาะเยื่อแก้วหู และท่อระบายของเหลวที่เยื่อแก้วหู (tympanostomy tube, TT) และท่อสามารถระบายของเหลวได้ ทำให้ความดันอากาศผ่านได้ เกิดเป็นค่า ECV สูง ในทางตรงกันข้าม หากส่องหูแล้วพบท่อระบายของเหลวที่เยื่อแก้วหู แต่ tympanogram มีลักษณะแบนราบประกอบกับปริมาตรของช่องหูที่วัดได้น้อยกว่า 1 มล. อาจบ่งบอกว่าท่อ TT ตัน

การตรวจ tympanometry โดยใช้ความถี่มาตรฐาน 226 เฮิรตซ์ จะมีข้อจำกัดสำหรับการตรวจในเด็กอายุน้อยกว่า 6-9 เดือน⁽¹⁰⁻¹²⁾ เนื่องจากลักษณะทางกายวิภาคของหูเด็กทารกจะมีส่วนของกระดูกที่ยังเจริญไม่เต็มที่ ยังอยู่ในกระบวนการเจริญเติบโต ช่องหูจึงมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของความดันบรรยากาศจะทำให้ช่องหูขยับตัว ผลการตรวจจึงได้ค่าการขยับตัวของช่องหูแทนการขยับตัวของเยื่อแก้วหู ดังนั้นจึงมีการนำ high frequency probe tone มาใช้เพื่อการวินิจฉัยการทำงานของหูชั้นกลางในเด็กเล็ก คือ การใช้เสียงความถี่สูง ได้แก่ 678 เฮิรตซ์ หรือ 1,000 เฮิรตซ์ มาใช้ตรวจในทารกแทน

British society of audiology 2013 ให้แนวทางในการแปลผล 1,000 เฮิรตซ์ tympanogram โดยให้ลากเส้นสมมติจากปลายกราฟด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง จากนั้นหาจุดสูงสุดของกราฟ หากจุดสูงสุดกราฟอยู่เหนือเส้นสมมติจัดเป็น positive peak ให้แปลผลว่า การทำงานของหูชั้นกลางปกติ แต่หากอยู่ใต้เส้นสมมติให้แปลผลว่า การทำงานผิดปกติ หากกราฟมีทั้งส่วนที่อยู่เหนือเส้นและใต้เส้นให้แปลผลว่าปกติ แต่หากกราฟเป็นลักษณะแบนราบให้แปลผลว่า ผิดปกติ

2.4 Acoustic stapedius reflex

เป็นปฏิกิริยาการตอบสนองของกล้ามเนื้อหูชั้นกลางต่อเสียงกระตุ้น เมื่อหูได้รับเสียงดังจะมีการกระตุ้น และการหดตัวของกล้ามเนื้อหูชั้นกลาง ได้แก่ กล้ามเนื้อสเตปิเดียมและกล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาโน โดยกล้ามเนื้อเล็ก ๆ ทั้งสองมัดนี้จะกระตุ้นและหดตัวพร้อมกันทั้งสองข้าง กล้ามเนื้อสเตปิเดียมถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 7 (facial nerve) ในขณะที่กล้ามเนื้อเทนเซอร์ทิมพาโนถูกเลี้ยงด้วยเส้นประสาทสมองคู่ที่ 5 (trigeminal nerve) ด้วยการกระตุ้นและหดตัวของกล้ามเนื้อหูชั้นกลางนี้จะทำให้เยื่อแก้วหูตึงตัวเพื่อป้องกันเสียงดังเข้าไปกระตุ้นต่อหูชั้นกลางและหูชั้นใน เมื่อเยื่อแก้วหูตึงตัวก็จะส่งผลต่อกลไกในหูชั้นกลางด้านไม่ให้เสียงผ่าน (middle ear impedance) โดยมี superior olivary complex เป็นศูนย์กลางควบคุมรีเฟล็กซ์นี้

การตรวจวินิจฉัยใช้เครื่องมือเดียวกับการตรวจ tympanogram ด้วยการใส่เสียงดังกระตุ้นขณะที่ปล่อยแรงดันบรรยากาศต่อเนื่อง และสังเกตตุลัลักษณะเปลี่ยนแปลงของกราฟที่จะเกิดขึ้นทันทีหลังมีเสียงเสียงที่ใช้ในการตรวจ ได้แก่ เสียง tone ที่ความถี่ต่าง ๆ หรือเสียง noise ในระดับความดัง 70-115 เดซิเบล การตรวจไม่ต้องอาศัยความร่วมมือของผู้ป่วยในการตอบสนองต่อเสียง ใช้เวลาไม่นาน แต่มีข้อจำกัด คือไม่สามารถวินิจฉัยพยาธิสภาพได้ในกรณีที่มีปัญหาในหูชั้นกลาง เนื่องจากไม่สามารถวัดความเปลี่ยนแปลงของ impedance จากการกระตุกหรือหดตัวของกล้ามเนื้อได้

การตรวจวินิจฉัยนี้จะเพิ่มระดับความดังของเสียงกระตุ้นขึ้นเรื่อย ๆ เป็นลำดับ จนกระทั่งพบระดับเสียงที่เบาที่สุดที่กระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยารีเฟล็กซ์ซึ่งจะเรียกระดับความดังนั้น ๆ ว่า acoustic reflex threshold โดยปกติแล้วการตรวจ acoustic reflex threshold จะนำค่ามาเปรียบเทียบกับระดับการได้ยินจาก audiogram เพื่อหาระดับ sensation level ด้วยการหักลบค่าระดับ acoustic reflex threshold กับระดับการได้ยิน (hearing threshold)

โดยปกติ acoustic reflex จะพบเห็นระดับการได้ยินโดยประมาณ 60 เดซิเบล แต่หากมีพยาธิสภาพที่โคเคลีย ค่า acoustic reflex threshold จะเกิดได้แม้ใช้ระดับความดังเหนือระดับการได้ยินไม่ถึง 60 เดซิเบล กล่าวคือ พบปฏิกิริยารีเฟล็กซ์นี้ได้แม้ใช้ระดับเสียงเหนือระดับการได้ยินไม่มากนัก แต่หากเป็นพยาธิสภาพเหนือโคเคลีย (retrocochlea lesion) อาจไม่พบการตอบสนองเลย หรือค่า acoustic reflex threshold ที่ได้อาจมีค่าสูงกว่าที่ควร (elevated threshold) อย่างไรก็ตามหากมีการสูญเสียการได้ยินในระดับรุนแรงอาจไม่พบการตอบสนอง acoustic reflex เช่นกัน เนื่องจากระดับความดังสูงสุดของเครื่องมือไม่มากพอที่จะกระตุ้นให้เกิดรีเฟล็กซ์นี้ได้

จากที่กล่าวไปข้างต้นว่า รีเฟล็กซ์นี้จะเกิดขึ้นได้พร้อมกันในหูทั้งสองข้าง การตรวจ acoustic reflex จึงสามารถตรวจวินิจฉัยโดยใส่เสียงกระตุ้นด้านเดียวกับด้านที่ต้องการประเมิน (ipsilateral) หรือใส่เสียงกระตุ้นในด้านตรงกันข้าม (contralateral) จะช่วยในการวินิจฉัยพยาธิสภาพของเส้นทางการได้ยิน (auditory pathway) ได้

ดังนั้นการตรวจ acoustic reflex threshold จึงช่วยประเมินระดับการได้ยินของผู้ป่วยได้ ช่วยวินิจฉัยการทำหน้าที่ของหูชั้นกลาง วินิจฉัยพยาธิสภาพของเส้นทางการได้ยิน และใช้จำแนกพยาธิสภาพที่โคเคลีย และพยาธิสภาพเหนือโคเคลีย ได้

การฟื้นฟูการได้ยิน (hearing amplification)

เมื่อตรวจพบความบกพร่องทางการได้ยิน วิธีการทางโสตสัมผัสวิทยาจะช่วยให้สามารถอธิบายถึงลักษณะการสูญเสียการได้ยิน ระดับและชนิดของปัญหา เพื่อนำมาสู่การรักษาและฟื้นฟู ในกรณีที่ปัญหาการได้ยินไม่สามารถรักษาได้ด้วยยาหรือการผ่าตัด และยังมีผลกระทบต่อพัฒนาการทางภาษาและการพูด ผู้ป่วยจะได้รับคำแนะนำในการใส่เครื่องช่วยฟัง หรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมโดยนักโสตสัมผัสวิทยา เพื่อจะได้รับการปรับตั้งค่ากำลังขยายที่เหมาะสมกับระดับการได้ยินและชนิดของการบกพร่องทางการได้ยิน มีการติดตามระดับการได้ยินเป็นระยะ และปรับตั้งค่าเพื่อให้การใช้งานเหมาะสมกับระดับการได้ยินและมีประสิทธิภาพ

ในเด็กที่มีความบกพร่องทางการได้ยินโดยทั่วไปสามารถใช้เครื่องช่วยฟังแบบทัดหลังใบหู หรือใส่ในช่องหูได้ โดยพิจารณาตามความเหมาะสมของระดับการได้ยิน การใช้งานและความสามารถในการดูแลรักษา

แต่สำหรับในเด็กที่มีความผิดปกติของช่องหู ได้แก่ ช่องหูตีบหรือไม่มีใบหู ทำให้ไม่สามารถใส่เครื่องช่วยฟังชนิดทัดหลังใบหูหรือใส่ในช่องหู จำเป็นจะต้องได้รับเครื่องช่วยฟังชนิดนำเสียงผ่านทางกระดูกแทน เพื่อให้สามารถได้ยินรับรู้เสียงได้

ในกรณีที่มีการสูญเสียการได้ยินในระดับรุนแรง การใส่เครื่องช่วยฟังอาจไม่ได้ประโยชน์ การผ่าตัดเพื่อฝังประสาทหูเทียมอาจเป็นทางเลือก อย่างไรก็ตามก็ควรพิจารณาร่วมกับแพทย์ผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางเพื่อประเมินประโยชน์ ข้อจำกัด และปัจจัยต่าง ๆ ประกอบการตัดสินใจ

สำหรับผู้ป่วยที่มีความพิการบนใบหน้าและกะโหลกศีรษะนั้น เนื่องด้วยความซับซ้อนของปัญหาต่าง ๆ ที่พบมีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกายในหลายระบบ จำเป็นต้องอาศัยวิธีการช่วยเหลือที่ครอบคลุมด้วยทีมงานจากสาขาวิชาชีพอย่างครบวงจรและมีมาตรฐานเทียบเท่าสากล การให้ความช่วยเหลือเอาใจใส่ในเวลาที่เหมาะสมจะเพิ่มประสิทธิภาพในการรักษาและลดภาวะแทรกซ้อนทางร่างกายของผู้ป่วย โดยทีมงานสหสาขาวิชานั้นประกอบด้วย ศัลยแพทย์ตกแต่งประสาท ศัลยแพทย์โสตศอนาสิก จักษุแพทย์ รังสีแพทย์ กุมารแพทย์ วัสดุญญแพทย์ พยาบาลเชี่ยวชาญด้านการดูแลปากแหว่งเพดานโหว่ นักแก้ไขการพูด นักโสตสัมผัสวิทยา รวมถึงทันตแพทย์สาขาทันตกรรมจัดฟัน ทันตกรรมประดิษฐ์ ศัลยศาสตร์ช่องปากและแม็กซิลโลเฟเชียล⁽⁶⁾

กล่าวโดยสรุป องค์ประกอบที่สำคัญเพื่อช่วยให้เด็กที่มีปัญหาสูญเสียการได้ยินได้รับผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจะต้องประกอบด้วย การตรวจพบปัญหาการได้ยินอย่างรวดเร็ว การฟื้นฟูด้วยเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ โดยมีมุ่งประโยชน์ต่อการสื่อความหมายและการเรียนรู้ โดยมีครอบครัวเป็นศูนย์กลางในการดูแล

เอกสารอ้างอิง

1. Joint Committee on Infant H. Year 2007 Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
2. Year 2019 Position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Audiology Today*. 2020;32(4):60-3.
3. Author U. Genetics, embryology, and development of auditory and vestibular systems. San Diego: Plural Publishing, Inc; 2011.
4. Senggen E, Laswed T, Meuwly J-Y, Maestre LA, Jaques B, Meuli R, et al. First and second branchial arch syndromes: multimodality approach. *Pediatric Radiology*. 2011;41(5):549-61.
5. Folsom RC, Diefendorf AO. Physiologic and behavioral approaches to pediatric hearing

assessment. *Pediatr Clin North Am.* 1999;46(1):107-20.

6. Parikh SR. *Pediatric otolaryngology--head and neck surgery : clinical reference guide.* First edition. ed: Plural Publishing; 2014.
7. Romolo Daniele De S, Flora R, Guillaume G, Anaïs G, Philippe R, Naïma D. Auditory Neuropathy Spectrum Disorders: From Diagnosis to Treatment: Literature Review and Case Reports. *Journal of Clinical Medicine.* 2020;9(1074):1074-.
8. Flint PW. *Cummings otolaryngology: head and neck surgery.* Seventh edition. ed: Elsevier; 2021.
9. Schilder AGM, Rosenfeld RM, Venekamp RP. *Acute Otitis Media and Otitis Media With Effusion.* United States, North America: Elsevier; 2021.
10. Paradise JL, Smith CG, Bluestone CD. Tympanometric Detection of Middle Ear Effusion in Infants and Young Children. *Pediatrics.* 1976;58(2):198-210.
11. Hoffmann A, Deuster D, Rosslau K, Knief A, Am Zehnhoff-Dinnesen A, Schmidt CM. Feasibility of 1000Hz tympanometry in infants: Tympanometric trace classification and choice of probe tone in relation to age. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 2013;77(7):1198-203.
12. Aithal S, Kei J, Aithal V. High frequency (1000 Hz) tympanometry in six-month-old infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology.* 2022.
13. Winn HR, Youmans JR. *Youmans and Winn neurological surgery.* 8th ed: W.B. Saunders; 2023.