

---

# Avaluació de la resposta auditiva en infants de 0-3 anys

Desembre, 2020

---

**Participants de la comunitat de pràctica:**

- Belen Badia. Audioprotetista del CREDA Pere Barnils
- Mónica Carrión. Audioprotetista del CREDA Comarques II
- Núria Castellanos. Audioprotetista del CREDA Maresme - Vallès Oriental
- Gemma Déu. Audioprotetista del CREDA Lleida
- Josep Miró. Audioprotetista del CREDA Baix Llobregat
- Emma Ruiz. Audioprotetista del CREDA Tarragona
- Ramon Verdaguer. Audioprotetista del CREDA Catalunya Central

**Coordinació de la comunitat de pràctica:**

- Montse Llovera. Audioprotetista del CREDA Narcís Massó
- Sílvia Marro. Audioprotetista del CREDA Jordi Perelló

**Supervisió i assessorament:**

- Maria Antonia Claveria Puig. Metgessa ORL. Cap de Secció Hipoacúsia i directora del Centre d'Implants Coclears. Hospital Sant Joan de Déu (Esplugues de Llobregat)

## Índex

|  |    |
|--|----|
| 0. Pròleg .....  | 4  |
| 1. Introducció .....   | 5  |
| 2. Funcionament del sistema auditiu .....                          | 7  |
| 3. Equipament .....  | 12 |
| 4. Tipus d'audiometria .....                                       | 18 |
| 5. Valoració audiològica de 0 a 3 anys .....                       | 25 |
| 6. Audiometria per observació de la conducta no condicionada ..... | 35 |
| 7. Audiometria per observació de la conducta condicionada .....    | 43 |
| 8. Audiometria per reforç visual (ARV/ROC) .....                   | 45 |
| 9. Audiometria lúdica o de condicionament .....                    | 47 |
| 10. Avaluació de la resposta auditiva amb estímul de veu .....     | 50 |
| 11. Referències bibliogràfiques .....                              | 53 |
| Annex I .....  | 55 |
| Annex II .....   | 56 |
| Annex III .....  | 57 |

## 0. Pròleg

La introducció a Catalunya del cribratge auditiu neonatal universal, primer com a instrucció l'any 2010 i, posteriorment el 2015 com a decret llei, significa un **abordatge integral de la hipoacúsia infantil**, és a dir, una detecció, un diagnòstic i un tractament precoç multidisciplinari, així com un seguiment coordinat entre tots els professionals que hi intervenen.

La intervenció terapèutica de la hipoacúsia infantil des del diagnòstic mèdic comporta un seguit d'actuacions entre els **professionals de sanitat i educació** públics, concretament amb els CREDA. Aquest fet genera un nou repte de treball, no només multidisciplinari sinó també interdisciplinari, i com a conseqüència sorgeix la necessitat d'establir un **protocol d'actuació uniforme i comú**.

L'evidència d'un protocol comú d'actuació a tot Catalunya ha afavorit el naixement d'una comunitat de pràctica, és a dir, un grup de treball coordinat amb eines de fàcil comunicació entre els professionals que fan l'avaluació i el seguiment audioprotètic dels infants amb pèrdua auditiva, a fi de consensuar una intervenció de la màxima qualitat. El cribratge auditiu neonatal permet detectar gairebé totes les hipoacúsies infantils, bàsicament les que poden tenir repercussions negatives en el desenvolupament de l'infant sense tractar. Així mateix, exigeix disposar d'un guió protocol·litzat molt precís d'intervenció, per donar la millor resposta als nostres infants. Aquest repte ha estat el motor i el bon treball d'aquesta comunitat de pràctica.

Per part meva, des de l'àmbit sanitari, participar en tot aquest excel·lent treball i tenir el luxe de fer les aportacions mèdiques ha estat un autèntic regal professional, sobretot quan una otorrinolaringòloga com jo està totalment convençuda que l'abordatge de la hipoacúsia infantil, perquè sigui reeixit per a l'infant i la família, ha de ser integral i amb una actuació conjunta interdisciplinària entre sanitat i educació.

A tot el grup de treball, d'una manera especial a les seves coordinadores, i als departaments de Sanitat i d'Educació, vull manifestar un agraïment per la idea de l'elaboració del protocol i la feina realitzada que a continuació es pot comprovar, que ben segur serà una pauta a seguir molt útil per a molts professionals. I també repercutirà en una millora de la qualitat d'atenció dels infants amb pèrdua auditiva i de les seves famílies.

Bona feina i moltes gràcies en nom dels infants que sense ni saber com ni perquè en la seva vida els acompanya una pèrdua auditiva.

### **Maria Antonia Claveria Puig**

Metgessa ORL. Cap de Secció Hipoacúsia i directora del Centre d'Implants Coclears.  
Hospital Sant Joan de Déu

## 1. Introducció

Aquest document descriu la valoració audiològica infantil, tant les proves com els protocols d'avaluació i les respostes observables dels infants amb sordesa de 0 a 3 anys, que fan els audioprotetistes que treballen als centres de recursos educatius per a deficients auditius (CREDA).

Els CREDA són serveis educatius específics i públics del Departament d'Educació, formats per un equip interdisciplinari de professionals (psicopedagogs, logopedes i audioprotetistes), que treballen per oferir suport als centres educatius en l'adequació a les necessitats especials de l'alumnat amb greus dificultats d'audició, llenguatge i/o comunicació, que interfereixen en el seu desenvolupament personal, social i curricular.

Es tracta d'un recull realitzat a partir de l'intercanvi dels professionals dels diferents CREDA mitjançant una plataforma en línia de comunitat de pràctica, que ha permès aprofundir en la rutina d'exploració audiològica pediàtrica.

La incidència de la sordesa congènita és que 3 de cada 1.000 nounats tenen sordesa moderada, i 1 de cada 1.000 nounats presenta sordesa severa i/o profunda, segons l'OMS (1997).

Actualment, la majoria de sordeses es detecten en néixer mitjançant la prova de cribratge auditiu neonatal universal, seguint la Instrucció 01/2010 de la implantació del cribratge auditiu neonatal universal. Posteriorment, ho regula el Decret 4/2015, de 13 de gener, per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal.

El Departament de Salut ha elaborat un document que inclou el Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal. És una publicació de consens interdisciplinari elaborada per un grup d'experts en hipoacúsia infantil, que descriu l'abordatge integral de la hipoacúsia neonatal e infantil: detecció, diagnòstic, tractament i seguiment, per tal d'obtenir unes pautes comunes per a tots els professionals implicats en l'atenció de la sordesa, tant des de l'àmbit mèdic com educatiu ([http://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/promocio\\_salut/Infancia-i-adolescencia/Nadons/deteccio-precoc-hipoacusia-neonatal/](http://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/promocio_salut/Infancia-i-adolescencia/Nadons/deteccio-precoc-hipoacusia-neonatal/)).

La detecció precoç de la hipoacúsia no només ha de permetre fer-ne un diagnòstic primerenc, sinó també ha d'ajudar a millorar els aspectes comunicatius i lingüístics de l'infant, tot evitant que tingui repercussions en aspectes personals, socials, de relació, motrius, d'aprenentatge i, en definitiva, en el seu desenvolupament global.

El diagnòstic mèdic de sordesa es fa a la unitat de referència de la hipoacúsia infantil, i actualment s'ha designat com a URH el servei ORL de l'Hospital Sant Joan de Déu, d'Esplugues de Llobregat.

El metge otorrinolaringòleg (ORL) diagnostica la pèrdua auditiva i fa la derivació al CREDA de referència, on s'inicia l'acollida de l'infant amb sordesa i de la seva família, la valoració

audiològica complementària i la valoració de les necessitats d'habilitació auditiva, comunicativa i lingüística.

Actualment a Catalunya l'abordatge de la pèrdua auditiva es fa des d'una vessant interdisciplinària i pública entre els serveis de Sanitat i Educació, la qual cosa permet proporcionar una resposta de forma global i completa a les necessitats de cada infant, i adequar-ne el tractament òptim. Les reunions periòdiques entre ambdós serveis possibilita un seguiment longitudinal tant de l'evolució de les capacitats auditives, comunicatives i lingüístiques de l'infant, com del rendiment protètic tonal i verbal de les seves pròtesis.

L'any 2006, els audioprotetistes dels CREDA van elaborar el Marc d'actuació dels CREDA: aprofundiment en les funcions dels audioprotetistes. Aquest document descriu totes les funcions i actuacions que porten a terme aquests professionals en un servei educatiu específic ([http://www.xtec.cat/serveis/creda/e3925251/creda\\_marc.pdf](http://www.xtec.cat/serveis/creda/e3925251/creda_marc.pdf)).

En el present document només s'aprofundeix en una de les funcions dels audioprotetistes dels CREDA: la valoració audiològica subjectiva d'infants de curta edat.

Volem agrair a la doctora Claveria l'assessorament en l'elaboració d'aquest document i la seva implicació en el diagnòstic i l'atenció dels infants amb sordesa i de les seves famílies, i també en l'elaboració del protocol d'actuació conjunta Sanitat-Educació i el seguiment coordinat interdisciplinari que porta a terme amb els CREDA.

## 2. Funcionament del sistema auditiu

L'oïda és el sentit pel qual hom percep els sons. Aquesta percepció constitueix l'audició i té lloc mitjançant l'òrgan corresponent, que és l'orella. El so és una vibració mecànica que és captada pel pavelló auricular i el conducte auditiu extern, transportada pel mecanisme de l'orella mitjana i transformada per l'orella interna en estímul elèctric que impressiona el còrtex, on provoca una sensació sonora. Podem dividir l'òrgan de l'audició en tres parts:

- **L'orella externa:** composta pel pavelló auricular i el conducte auditiu extern.
- **L'orella mitjana:** formada pel timpà, la cadena ossicular. La trompa d'Eustaquí és un conducte que uneix l'orella i el nas i la seva funció és ventilar l'orella mitjana, però no en forma part.
- **L'orella interna:** formada per la còclea, el vestíbul amb els canals semicirculars i la part perifèrica del nervi vestibulococlear.

Totes aquestes parts constitueixen el sistema auditiu perifèric. Un cop el nervi vestibulococlear o parell cranial VIII impressiona el còrtex cerebral, entrem ja en el sistema auditiu central.

Les vies auditives són les encarregades de fer arribar la informació auditiva a l'escorça cerebral. Comencen en el nervi auditiu o coclear, que és part del parell cranial VIII (Angulo *et al.*, *Audiologia: teoria y práctica*, 2017).

La còclea es comunica amb l'orella mitjana per dos orificis tancats per membranes: la finestra oval i la finestra rodona, que serveix com a sistema de descompressió. Té la capacitat excepcional per a l'anàlisi del so, tant en freqüència com en intensitat.

L'ésser humà pot sentir sons de 20 Hz a 20.000 Hz i pressions acústiques de so de 0 dB SPL a 120 dB.

Actualment, la teoria tonotòpica ens explica el funcionament coclear i ens diu que quan la pressió del so es transmet als fluids de l'orella interna mitjançant l'estrep, l'ona de pressió deforma la membrana basilar en una zona concreta en funció de la freqüència del so que es percep. Les freqüències altes o agudes actuen sobre la base de la còclea i les freqüències baixes o greus, sobre l'àpex.

El desenvolupament auditiu s'inicia a l'úter, ja que el bebè abans de néixer pot percebre sons del món exterior. Reacciona al so des de la setmana 24 d'embaràs. Malgrat això, les vies auditives no maduren completament fins després del naixement, i fins i tot els processos de maduració es conclouen gràcies a l'estimulació acústica al cap d'uns anys.

La còclea humana completa el seu desenvolupament en néixer, i les vies i els centres auditius es desenvoluparan més lentament i de forma progressiva, des del tronc cerebral fins al còrtex, que és el cervell auditiu. Aquest desenvolupament pot concloure entre el quart i vuitè any de vida.

De fet, el cervell auditiu necessita una còclea totalment desenvolupada i funcional per completar la seva maduració (Pablo E. Gil-Loyzaga).

Escotar i percebre senyals acústics és necessari i imprescindible per al desenvolupament de la parla d'un infant. Al llarg de les primeres fases del balboteig i d'adquisició de la parla, tots els nens presenten els mateixos patrons fonètics. Aquests primers moments són importants per al desenvolupament de la parla. Els infants estan alerta de les seves pròpies veus i van experimentant amb els sons de la parla. Si un infant no comença a emetre sons i variar les seves produccions quan és el moment de fer-ho per edat, s'hauria de remetre a valoració audiològica per descartar una possible pèrdua auditiva.

La plasticitat cerebral ens indica que al llarg dels primers anys de vida les connexions sinàptiques es van modificant. Per tant, l'estimulació al llarg d'aquest temps és fonamental. Per desenvolupar-se amb normalitat, el cervell auditiu necessita una còclea i una via auditiva funcional. Qualsevol anomalia en el funcionament coclear o de les vies auditives en aquest període es traduirà en uns dèficits en els centres auditius, sobretot a nivell cortical. Després d'aquest període, amb una correcció de l'anomalia coclear mitjançant una pròtesi és possible que millori l'activitat coclear.

L'estimulació auditiva contribueix a estructurar el sistema nerviós central al llarg dels primers anys de vida, que permet restituir la funció auditiva tan aviat com sigui possible amb les pròtesis auditives. Per tant, és fonamental efectuar de manera primerenca un treball d'habilitació auditiva, comunicativa i lingüística.

Hi ha determinats moments crítics en la maduració del sistema auditiu fetal humà:

| Sistema auditiu |                | Processos cerebrals   |                |
|-----------------|----------------|-----------------------|----------------|
| Receptors       | 3r-5è mes      | Migració neuroblasts  | 4t-6è mes      |
| Nervi auditiu   | 4t-5è mes      | Agregació neuroblasts | 5è-7è mes      |
| Via subcortical | 5è-7è mes      | Maduració neurones    | 6è i postnatal |
| Còrtex auditiu  | 8è i postnatal | Mielinització axonal  | 8è i postnatal |

Figura 1. Adaptat de César Barrio, *Desenvolupament de la percepció auditiva fetal*, 2000.

Actualment, es fa una prova de cribratge auditiu neonatal universal en néixer, que permet detectar una pèrdua auditiva a les poques hores de vida. Es recomana, en aquests casos, fer un retest abans del primer mes de vida, efectuar la confirmació diagnòstica abans dels tres mesos i iniciar el tractament protètic i logopèdic abans del sis mesos. La figura 2 recull les diferents etapes del cribratge auditiu neonatal universal a Catalunya.



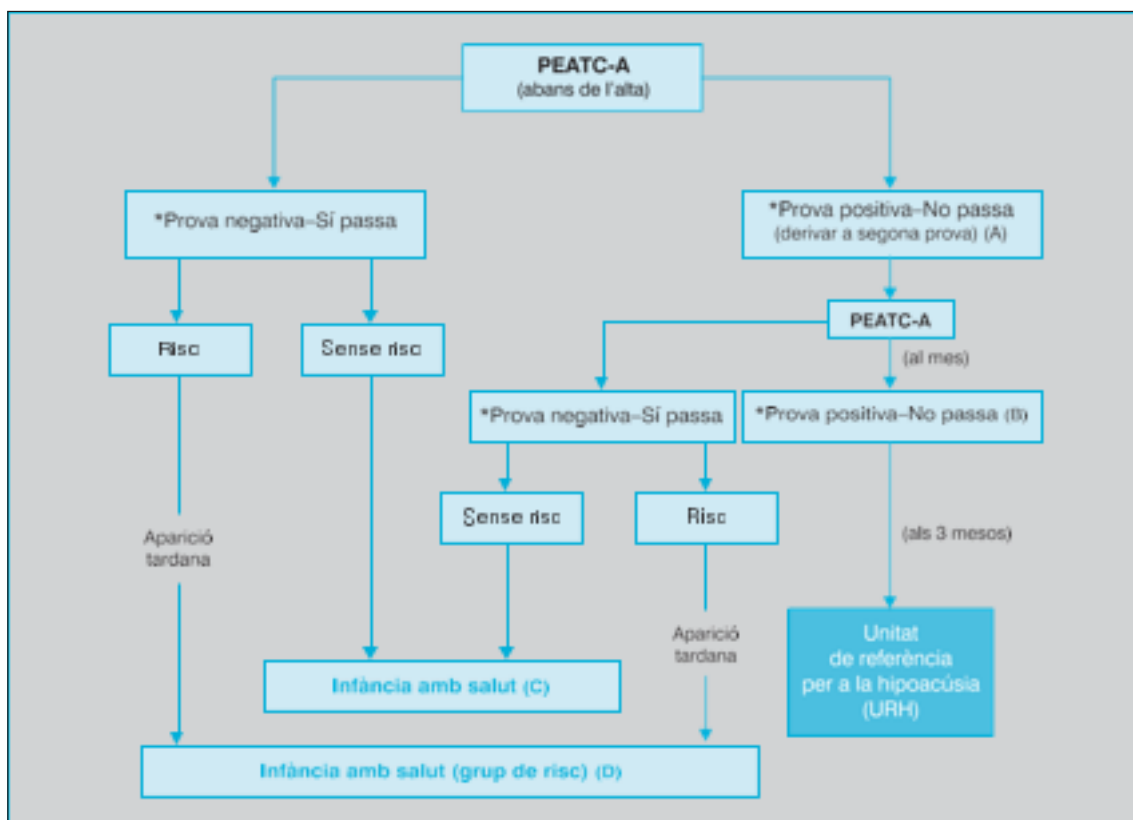


Figura 2. Esquema de cribatge de la hipoacúsia. Extret del Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal a Catalunya.

Als infants que passen el cribatge, és a dir, que tenen una audició dins els paràmetres de la normalitat, es recomana de fer-los controls periòdics dins del programa del nen sa (Departament de Salut, revisions pediàtriques rutinàries) per valorar una possible pèrdua auditiva d'instauració tardana. A més de la prova d'Ewing (vegeu l'apartat), que es fa entre els 7-9 mesos, hi ha protocols de preguntes sistemàtiques adreçades a la família en relació amb l'audició, la reacció davant estímuls sonors, l'adquisició del llenguatge i la valoració de l'estat de l'orella mitjana. És molt important tenir en consideració les sospites de pèrdua auditiva per part de la família i/o professionals de l'educació.

El protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal elaborat per un grup de professionals de l'àmbit sanitari i educatiu, permet un abordatge global i interdisciplinari de la sordesa.

Les pèrdues auditives d'instauració tardana són les que poden aparèixer més enllà del naixement i dels primers mesos de vida, per tant els infants passen la prova de cribatge satisfactòriament i la pèrdua auditiva es manifesta posteriorment. Per això cal fer controls periòdics de l'audició i s'han de tenir en compte els criteris de risc de patir pèrdua auditiva, (vegeu l'annex 3).

La importància de la detecció primerenca fa imprescindible actuar amb celeritat en el diagnòstic i la intervenció. La Comissió per a la Detecció Precoç de la Hipoacúsia (CODEPEH),




conjuntament amb l'organisme Joint Comitée on Infant Hearing (JCIH), marquen com a fites la detecció al mes de vida, el diagnòstic als 3 mesos i la intervenció als 6 mesos, sempre que sigui possible.



| Detecció | Diagnòstic | Intervenció         |
|----------|------------|---------------------|
| 1 mes    | 3 mesos    | Abans o als 6 mesos |

Figura 3. Detecció, diagnòstic i intervenció de la pèrdua auditiva.

A més de les fases de detecció i diagnòstic que apareixen en el protocol d'intervenció en infants amb pèrdua auditiva, és imprescindible i fonamental tenir en compte la coordinació i el seguiment, tal com es recull en el Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal a Catalunya.

A continuació es detallen els principals trets de l'àmbit de la percepció auditiva, llenguatge i comunicació i motricitat des del naixement fins als 18 mesos.

| Principals trets de l'àmbit de la percepció auditiva, llenguatge i comunicació i motricitat des del naixement fins als 18 mesos |                                 |   |
|---|---------------------------------|---|
| <b>0-3 mesos</b><br>                         | <b>Percepció auditiva</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es tranquil·litza amb la veu de la mare.</li> <li>• Els sorolls forts el desperten.</li> <li>• Somriu quan els pares li parlen.</li> </ul>                         |
|   | <b>Llenguatge i comunicació</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Respon amb sorolls guturals a la veu de la mare.</li> </ul>  |
|   | <b>Motricitat</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comença a aguantar el cap.</li> </ul>  |
| <b>4-6 mesos</b><br>                         | <b>Percepció auditiva</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comença a girar el cap envers la font sonora.</li> <li>• Provoca sorolls amb les joguines (sonall).</li> </ul>   |
|   | <b>Llenguatge i comunicació</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contesta amb sons, de forma intencionada, quan la mare li parla.</li> <li>• Inicia el balboteig.</li> </ul>  |
|   | <b>Motricitat</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agafa coses amb les mans.</li> </ul>   |
| <b>7-9 mesos</b><br>                         | <b>Percepció auditiva</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deixa caure objectes per sentir el so.</li> <li>• Fa cops amb dues joguines per sentir el so que fan.</li> <li>• Comença a reconèixer el seu nom.</li> </ul>       |
|   | <b>Llenguatge i comunicació</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissió de sons com: "ma", "pa", "ga", "ta", "da", etc., i els va repetint.</li> <li>• Fa jocs amb la seva veu.</li> <li>• Intenta reproduir sons nous.</li> </ul> |
|   | <b>Motricitat</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pot estar assegut sense ajuda.</li> <li>• Comença a gatejar.</li> <li>• Comença a picar de mans.</li> </ul>  |

| <b>Principals trets de l'àmbit de la percepció auditiva, llenguatge i comunicació i motricitat des del naixement fins als 18 mesos</b> |                                 |   |
|--|---------------------------------|---|
| <p><b>10-12 mesos</b></p>                             | <b>Percepció auditiva</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconeix els noms de “papa i mama” i els busca.</li> <li>• Entén petites ordres com: “dona'm”, “no”, etc.</li> <li>• Entén paraules concretes i frases senzilles.</li> </ul> |
|  | <b>Llenguatge i comunicació</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inici de les primeres paraules: “papa”, “mama”.</li> </ul>   |
|  | <b>Motricitat</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gateja.</li> </ul>   |
| <p><b>14-18 mesos</b></p>                             | <b>Percepció auditiva</b>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Li agrada que li llegeixin contes i assenyala els dibuixos.</li> <li>• És capaç de comprendre la majoria de missatges orals.</li> </ul>                                      |
|  | <b>Llenguatge i comunicació</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pot assenyalar i nombrar alguns objectes.</li> <li>• Pot arribar a produir unes 50 paraules.</li> </ul>  |
|  | <b>Motricitat</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Camina amb certa facilitat.</li> <li>• És capaç de jugar llançant una pilota.</li> <li>• Pot fer un gargot en un paper.</li> </ul>   |

*Figura 4.* Alertes en el desenvolupament de la percepció auditiva, llenguatge, comunicació i motricitat en l'infant de 0 a 18 mesos. Adaptat i resumit de la Taula de desenvolupament Haizea-Llevant.

### 3. Equipament

L'avaluació de l'audició depèn, bàsicament, de la resposta del bebè o l'infant explorat, però també cal tenir en compte altres variables com el tècnic o tècnica audioprotetista (entrenament, mètode, temps), l'audiòmetre, els transductors emprats, el tipus d'estímul, el calibratge periòdic i, finalment, l'ambient sonor de la sala insonoritzada on es fan les proves.

Per efectuar les exploracions audiològiques d'infants de 0 a 3 anys es requereix una cabina insonoritzada que tingui un espai ample i confortable. Les dimensions recomanables per a una cabina pediàtrica són, com a mínim, de 6 x 4 m. Les joguines que s'utilitzen per a diferents proves es col·loquen fora del seu camp visual, per no distreure l'atenció de l'infant.

En aquesta cabina se situa l'infant amb la mare o pare, l'audioprotetista i una segona persona examinadora especialitzada, que en els CREDA es tracta generalment del psicopedagog/a i/o del o la logopeda de l'àmbit d'atenció primerenca. En l'àmbit sanitari s'anomena audiòleg/loaga auxiliar.

En cas de disposar de precabina, l'audioprotetista se situa en aquest mateix espai i la segona persona examinadora pot estar dins de la cabina amb l'infant i pare o mare.

Les normes internacionals donen indicacions molt precises dels nivells de pressió acústica acceptable per fer una valoració audiològica, ja que s'han de valorar freqüències greus (125 Hz) i de conducció òssia.

A la pràctica, no s'hauria de tolerar un nivell de pressió sonora superior a 30 dB (A) en cabines audiomètriques. Aquestes condicions no són fàcils d'obtenir, però són imprescindibles per valorar els llindars auditius d'infants en condicions òptimes (ISO 8253-2).

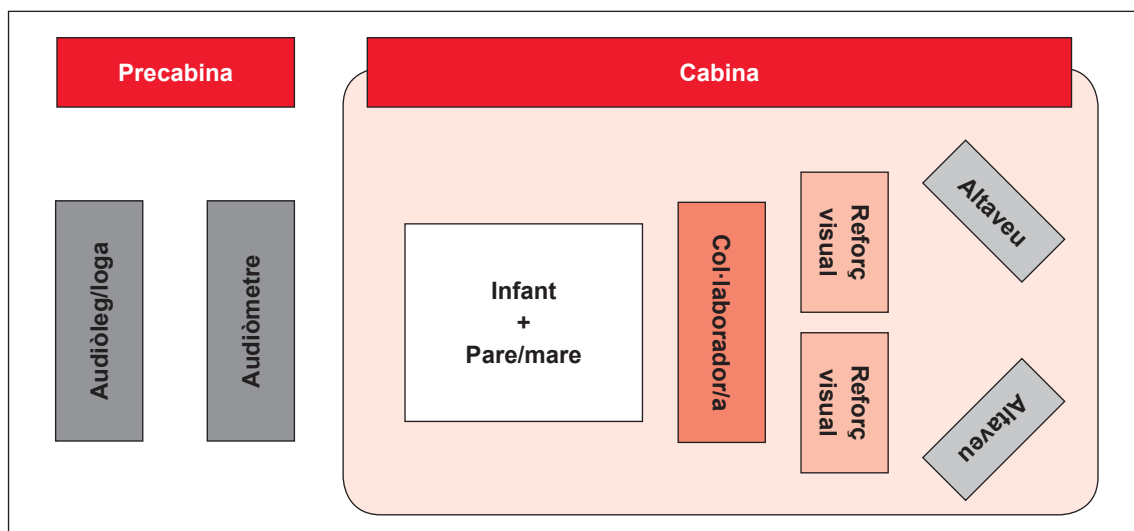


Figura 5. Distribució de l'espai de la cabina i la precabina insonoritzades.

## Requeriments bàsics d'equipament

**Videotescopi o otoscopi amb càmera visual:** instrument mèdic que permet visualitzar l'estat de l'orella externa fins al timpà i ens permet enregistrar la imatge en temps real i de forma detallada.



**Otoscopi Iluminós:** instrument mèdic que permet avaluar l'estat de l'orella externa mitjançant un feix de llum que serveix per visualitzar i examinar el conducte auditiu extern i el timpà.



**Impedanciòmetre:** instrument que permet avaluar el funcionament de l'orella mitjana davant l'estímul sonor (reflex estapedial), així com la mobilitat i la integritat de la membrana timpànica i la continuïtat de la cadena ossicular (timpanometria).

Aquesta prova audiològica, **timpanometria i reflex estapedial**, és indolora i objectiva, i serveix per valorar el funcionament de l'orella mitjana. No es necessita la participació activa de l'infant. En lactants menors de 6 mesos es recomana utilitzar un impedanciòmetre d'alta freqüència.

Característiques:

- **To sonda:** 226 Hz (opcional 1.000 Hz). Reflex ipsilateral i contralateral
- **Pressió:** de -400 a 200 daPa
- **Volum:** de 0,1 a 8,0 ml
- **Compliancia:** de 0,1 a 8,0 ml per a 226 Hz, de 0,1 a 15,0 mmho per a 1.000 Hz
- **Temps de test:** 3-5 segons
- **Intensitat:** de 70 a 105 dBHL (fins a 120 dBHL contralateral)



**Audiòmetre clínic de dos canals:** aparell que serveix per fer proves de valoració audiològica per a tons purs, estímuls verbals i/o en camp lliure. Ha de disposar d'emmascament. Es pot fer servir per explorar la via aèria amb auriculars TDH-39, altaveus coaxials i/o auriculars d'inserció i per valorar la via òssia amb un vibrador ossi B71. En l'audiometria tonal

ha d'arribar a un llindar sonor de 120 dB HL i el rang de freqüències explorades ha de ser de 125 Hz a 8.000 Hz. En l'audiometria verbal, ha d'arribar a un llindar sonor de 100 dB HL per via aèria. Els estímuls de test han d'incloure tons purs, intermitents, modulats, de parla i d'emascarament.

Característiques:

- **Entrada:** to pur, to *warble*, to NB (banda estreta), CD1, CD2, micro 1, micro 2 i arxius d'ona.
- **Estímul d'emascarament:** soroll de banda estreta, soroll blanc o soroll de parla.
- **Sortides:** CA esq. + CA dret., CO esq. + CO dret, auriculars d'inserció esquerre i dret, auriculars d'inserció per a emascarament, FF1 i FF2 (*Free Field*, 'camp lliure'). (Línia/potència 2 x 10 W / 4  $\Omega$ ).
- **Transductors:** auriculars audiomètrics TDH39, vibrador ossi B71.
- **Presentació de to:** manual o inversa. Pols únic o múltiple.



**Sonòmetre:** aparell electrònic que mesura la pressió del so, habitualment en el rang audible per l'orella humana, que s'expressa en la unitat de mesura de decibels (dB) de ponderació A. Ha de complir les especificacions de la norma estandarditzada UNE-EN 61672. Electroacústica. Sonòmetres.



**Etapa de potència i altaveus coaxials:** aquest dos aparells permeten efectuar les exploracions audiològiques en camp lliure (FF).

**Etapa de potència:** aparell que té com a funció augmentar el volum del senyal emès.

**Altaveus coaxials:** altaveus en els quals les unitats emeten sons des del mateix punt o eix.



**Audiòmetre pediàtric o baby-test:** és un aparell per fer les valoracions audiològiques en camp lliure. Permet l'exploració de cinc freqüències (500, 1.000, 2.000, 3.000 i 4.000 Hz) fins a una intensitat de 80 dB HTL. El tipus d'estímul és to *warble*, soroll blanc de banda estreta. Disposa d'estimulació amb llum intermitent.



**Equip de reforç visual:** consta d'una caixa que conté un nino amagat en un panel frontal de plexiglàs tintat.



**Joguines sonores calibrades:** s'utilitzen diferents joguines sonores calibrades amb un sonòmetre i es determina el rang freqüencial de cadascuna. S'ha de fer servir com a llindar orientatiu i sempre s'han de fer proves objectives i subjectives de valoració audiològica.

## Requeriments de manteniment i calibratge

Els aparells de valoració audiològica els ha de calibrar una empresa externa altament qualificada segons les seves especificacions tècniques i segons la norma ISO 389-7:1998. El calibratge s'ha de fer anualment.

Els audiòmetres que s'utilitzen per fer exploracions audiològiques tonals en camp lliure han de complir la norma IEC 225 i IEC 645-1, així com la ISO 8253-2:1998. (**UNE-EN ISO 8253-2:2010**)

L'audiòmetre ha de seguir les **normes europees de seguretat IEC 60601-1**, classe I, tipus B, UL 2601-1, CAN/CSA-C22.2 n. 601.1-M90, IEC 60601-1-1 i EMC: IEC 60601-1-2.

I les següents normes europees d'audiòmetres:

- Tons purs: IEC 60645-1/ANSI S3.6 tipus 1.
- Logoaudiometria: IEC 60645-2/ANSI S3.6 tipus A o A-E; calibratge CA: ISO 389-1, ISO 389-2; CO: ISO 389-3.

L'avaluació audiològica subjectiva requereix accessoris complementaris per explorar el llindar de les capacitats auditives. A continuació es detallen tant el tipus de transductors com el tipus d'estímuls que es fan servir.

## Tipus de transductors

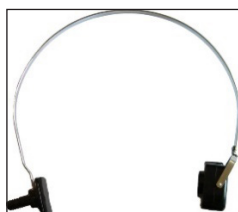
**Altaveus coaxials (FF, camp lliure):** descrits anteriorment, es tracta de pantalles acústiques que emeten sons des d'un mateix punt o eix. L'exploració es fa en camp lliure o obert, és a dir, l'infant no té cap auricular adaptat al seu pavelló auditiu.



**Auriculars TDH-39:** auriculars que s'utilitzen per a la valoració de la via aèria per a cadascuna de les orelles. L'estimulació amb aquests auriculars té una mínima distorsió sonora harmònica.



**Vibrador ossi B-71:** diadema amb un vibrador que es col·loca a les mastoides i serveix per explorar la via òssia.



**Auriculars d'inserció EAR-3A:** auriculars petits que estan connectats per un tub de plàstic a una punta o un tipus d'esponja que tanca completament el conducte auditiu extern (CAE).





## Tipus d'estímuls

**To *warble* o to modulad en freqüència:** to format per una successió melódica de la modificació d'alguna de les característiques de l'ona freqüencial explorada. No presenta una freqüència tonal absoluta. Aquest tipus de to s'utilitza per a l'avaluació audiològica tonal en les exploracions realitzades en camp lliure.

**To pur:** to unifreqüencial sense harmònics. S'utilitza per efectuar l'audiometria tonal per via aèria i per via òssia.

**Veu/parla:** tipus d'estímul que s'utilitza per fer proves d'audiometria verbal. Es poden fer servir diferents unitats d'estímul, fonemes, paraules i frases que permeten valorar la intel·ligibilitat de la parla. L'estímul de veu s'utilitza com a prova de detecció en exploracions audiològiques en camp lliure o a viva veu.

## 4. Tipus d'audiometria

### Audiometria tonal

Tècnica de valoració audiològica subjectiva que requereix la participació activa del bebè o de l'infant.

Serveix per:

- Determinar el llindar auditiu per via òssia (VO) i via aèria (VA).
- Establir els llindars binaurals en camp lliure (CLL) o de cada orella per separat amb transductors TDH-39 o auriculars d'inserció.
- Presenta estímuls màxims fins a 115/120 dB HL.

En la realització de l'audiometria tonal és important valorar ambdues vies:

- La mesura del llindar auditiu de via òssia (VO) s'efectua mitjançant el vibrador B-71, que estimula directament l'orella interna. No té en compte l'estat de l'orella mitjana i no pot interferir en els resultats. Valora la integritat del sistema nerviós auditiu, com a mínim d'una orella o d'ambdues.
- La mesura del llindar auditiu per via aèria (VA), de forma bilateral o binaural mitjançant el camp lliure (CLL) o bé de forma separada amb els transductors TDH-39 o auriculars d'inserció EAR 3-A.

### Especificacions de la realització de l'audiometria tonal en infants de curta edat

És recomanable que l'infant estigui acompanyat d'un pare o mare o dels dos. És important participar en la valoració audiològica per entendre, veure, escoltar i comprendre més fàcilment el diagnòstic audiològic.

La persona examinadora ha de demanar la col·laboració dels pares en la valoració audiològica en relació amb el silenci, la passivitat, la neutralitat en relació amb les respostes i la seva possible participació.

Per obtenir una òptima resposta en la valoració, s'ha de vetllar per minimitzar els elements distractors del camp visual de l'infant, així com gestionar de forma correcta tant l'estimulació com la gestió del seu ritme de resposta.

La distribució de tots els participants en la cabina audiomètrica ha de permetre a la persona examinadora:

- Comprovar constantment les reaccions i el nivell d'atenció de l'infant.
- Estimular en el moment adequat.
- Determinar el llindar auditiu.
- Sincronitzar el reforç en relació amb les reaccions de l'infant.

Les respostes dels infants varien en funció del seu desenvolupament, entre els 3 mesos i els 28-30 mesos podem determinar tres grans procediments audiomètrics, tot i que les fronteres entre els tres són àmpliament flexibles.

La valoració o l'estimació del seu llindar auditiu comença des del primer contacte amb el bebè o l'infant, a través de l'observació del seu comportament auditiu i de les interaccions amb els pares. Els procediments audiomètrics són diferents segons l'edat i el grau de desenvolupament i de col·laboració. Es trien en funció de l'edat corregida (en cas de prematuritat), el desenvolupament psicomotriu i la resposta de l'infant. Es poden anar reajustant al llarg de la valoració audiològica.

Els resultats obtinguts en l'audiometria tonal es recullen en l'audiograma. En aquesta gràfica poden aparèixer les dues orelles explorades per separat o de forma conjunta.

La figura 6 recull els resultats d'una audiometria tonal per via aèria i per via òssia en ambdues orelles.

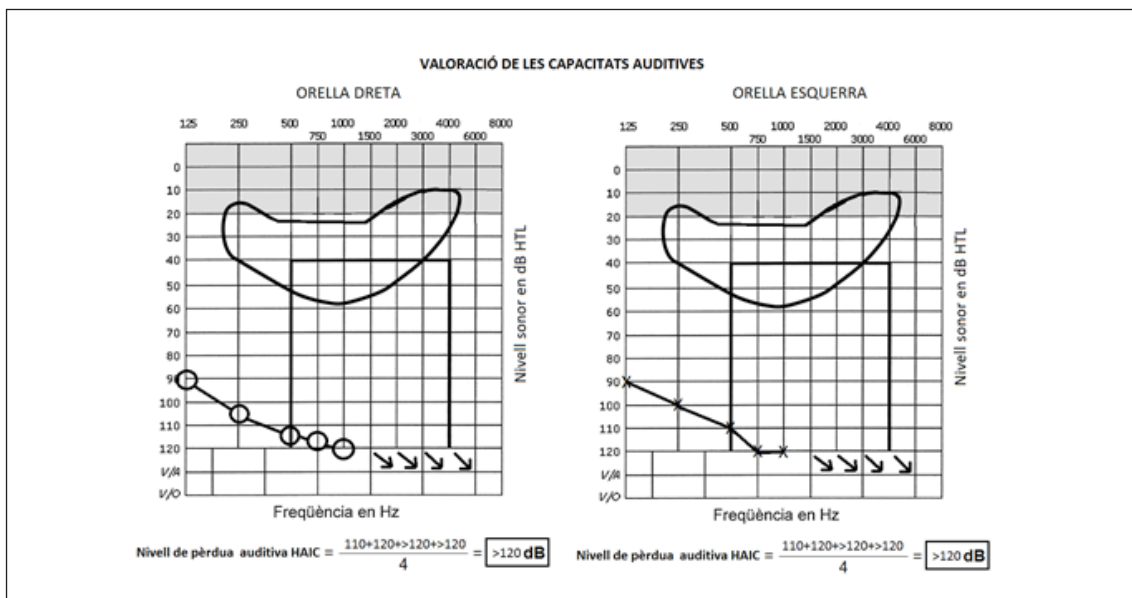


Figura 6. Resultats de la valoració de les capacitats auditives mitjançant l'audiometria tonal per via aèria amb auriculars TDH-39.

La figura 7 correspon als resultats d'una audiometria tonal realitzada en camp lliure amb pròtesi auditiva.

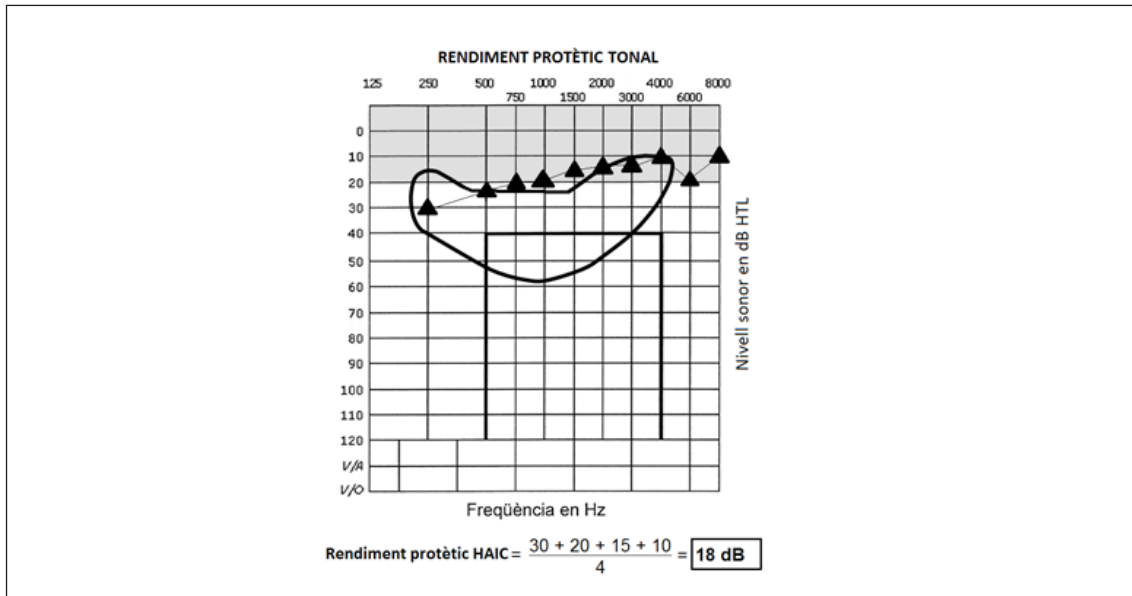


Figura 7. Resultats del rendiment protètic tonal amb implant coclear.

La simbologia per interpretar l'audiograma es recull en l'annex 2 del document.

## Audiometria verbal

Tècnica de valoració audiològica subjectiva que requereix la participació activa de l'infant. S'efectua quan l'infant disposa d'un cert nivell lingüístic i de la capacitat per reproduir els estímuls de parla presentats.

L'audiometria verbal és una mesura global de la funcionalitat auditiva que correspon a l'avaluació de la intel·ligibilitat de la parla. Es complementa amb l'audiometria tonal per determinar tant el llindar de percepció com el percentatge d'intel·ligibilitat.

S'ha de fer al més aviat possible i adaptant-se a les capacitats i al nivell de vocabulari de l'infant.

La presentació dels estímuls verbals es pot fer de tres maneres:

- **A viva veu**, és a dir, en camp lliure i mesurant el nivell d'emissió vocal amb un sonòmetre.
- Amb un **micròfon**, mitjançant un amplificador en camp lliure o amb auriculars.
- Amb **estímul d'àudio enregirat**, en camp lliure o amb auriculars.

Segons la participació de l'infant i el grau de comprensió podem fer la prova de dues maneres:

- **Assenyalar objectes o imatges**: després de la presentació de la paraula a diferents nivells d'intensitat, l'infant assenyala la imatge o agafa l'objecte corresponent.

En infants de curta edat es pot fer a viva veu fent ús del sonòmetre per controlar la intensitat de l'explorador o mitjançant el micròfon de l'audiòmetre.

- **Repetició:** es presenta l'estímul verbal a diferents nivells d'intensitat i l'infant ha de repetir la paraula. Es pot utilitzar vocabulari bàsic i conegut per l'infant.

S'aconsella començar per una prova vocal senzilla, detectant o repetint paraules molt familiars per l'infant per tal de crear un clima relaxat que afavoreixi l'intercanvi. Es pot fins i tot fer un petit entrenament fent ús de la lectura labial, si és necessari. S'augmentarà progressivament la complexitat de la prova.

En infants més grans es pot fer servir material balancejat fonèticament format per paraules monosil·làbiques, bisil·làbiques i frases. Es pot graduar la complexitat de la prova introduint soroll de fons.

La prova es fa sense la lectura labial, en silenci o amb soroll, segons els mètodes estandarditzats.

Les llistes tancades són les que utilitzen paraules que estan representades en un plafó d'imatges o en una llista escrita. En canvi, les llistes obertes no disposen de cap indicació de les paraules que s'escoltaran.

L'anàlisi dels resultats variarà en funció de l'edat de l'infant i del nivell de llenguatge, la participació, l'articulació en la repetició i el grau de pèrdua auditiva.

En l'audiometria verbal, una correcta repetició de l'estímul enviat no implica comprensió. Per explorar la comprensió del llenguatge caldrà que el psicopedagog/a o logopeda en faci una valoració psicolingüística.

Per recollir els resultats de l'audiometria verbal s'utilitza la gràfica d'intel·ligibilitat, sempre que es faci amb material balancejat fonèticament format per llistes de 20 paraules bisil·làbiques (vegeu la figura 8). També es poden recollir en una graella que indiqui el llindar auditiu en dB i el percentatge de repeticions correctes (vegeu la figura 9).

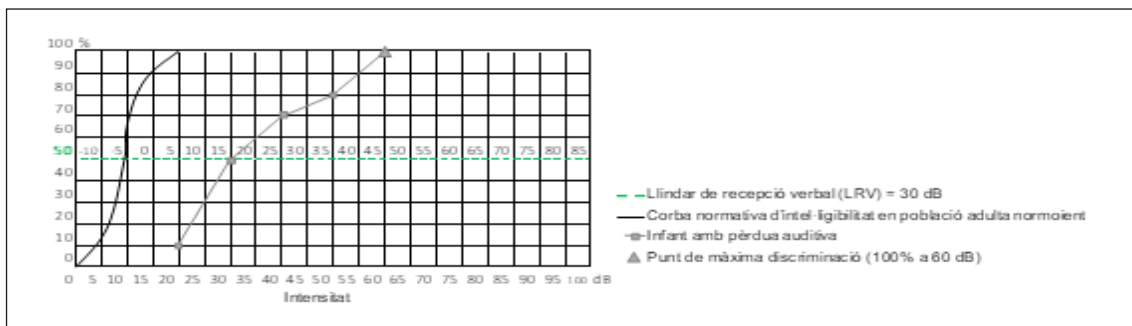


Figura 8. Gràfica dels resultats d'una audiometria verbal.

|          |               | Orella dreta | Orella esquerra | Binaural |
|----------|---------------|--------------|-----------------|----------|
|          |               | Pròtesi:     | Pròtesi:        |          |
| Paraules | 50 dB         | %            | %               | %        |
|          | 35 dB         | %            | %               | %        |
| Frases   | 50 dB         | %            | %               | %        |
|          | 35 dB         | %            | %               | %        |
|          | 50 dB + 5 S/N | %            | %               | %        |

Figura 9. Graella per recollir els resultats de les proves logoaudiomètriques (adaptada de Madell i Flexer, 2008).

En infants de 3 anys o més es poden fer proves estandarditzades en llengua catalana, en funció del temps d'ús de pròtesi i del desenvolupament auditiu, comunicatiu i/o lingüístic.

Aquestes proves són la bateria Ears de Med-El, adaptada al català per Calvo i Marro (2016), i la prova de logoaudiometries infantils en català oriental central de Fernández et al. (2016).

**La bateria Ears** permet una avaluació periòdica del progrés auditiu de l'infant amb pèrdua usuari de pròtesis auditives. Està formada per set tests i dos qüestionaris que determinen la verificació del desenvolupament auditiu de l'infant i també permet comparar els resultats amb uns patrons normatius en funció de l'edat i del temps d'adaptació protètica.

Els tests i qüestionaris que la formen són:

1. LiP (progrés auditiu)
2. MBP (monosíl·labs, bisíl·labs i polisíl·labs)
3. Llistes de paraules bisíl·labes tancades
4. Test COT (frases)
5. Llistes de paraules bisíl·labes obertes
6. Test Tyler-Holstad (frases)
7. Test GASP (frases)
8. Qüestionari per a pares i professors MAIS (escala d'integració auditiva significativa)
9. Qüestionari per a pares i professors MUSS (escala d'ús significatiu del llenguatge).

Aquests tests cobreixen l'avaluació de les diferents etapes del desenvolupament auditiu descrites per Erber (1982). Per tant, valoren des de la detecció de sons fins a la comprensió de la paraula parlada, i també els estadis de discriminació, identificació i comprensió. La bateria té proves adreçades a l'avaluació directa amb l'infant i requereix la seva participació activa, i també disposa de qüestionaris adreçats tant a famílies com a professors.

Les **logoaudiometries infantils en català** permeten valorar la intel·ligibilitat de la parla amb micròfon o amb estímul verbal enregistrat. Es tracta d'un material balancejat fonèticament, format per:

- Paraules bisil·làbiques amb suport visual d'uns plafons d'imatges
- Paraules polisil·làbiques per al llindar de recepció verbal

- Paraules bisil·làbiques
- Matriu de confusions de consonants
- Frases.

En els infants amb pèrdua auditiva cal valorar les habilitats auditives en tants entorns com sigui possible. Per aquest motiu és important fer les proves en diferents condicions d'escolta i amb soroll de fons i sense.



Figura 10. Infant fent una audiometria verbal assenyalant imatges.

## Audiometria protètica

L'audiometria protètica en infants, tot i utilitzar les mateixes metodologies, procediments i modes de condicionament que l'audiometria convencional, presenta algunes especificitats.

Com a part de la seva activitat, el professional audioprotetista utilitza tots els elements que proporciona el diagnòstic i comparteix els resultats de la valoració audiològica subjectiva.

L'avaluació dels límits de les capacitats auditives es continua sempre que sigui possible, per tant es determinen els límits freqüència a freqüència pels diferents tons purs amb pròtesi i sense pròtesi.

L'adaptació protètica s'efectua mitjançant els resultats obtinguts en les proves objectives i subjectives realitzades en l'hospital de referència on s'ha fet el diagnòstic de sordesa i amb les audiometries complementàries realitzades al CREDA. Això ens permet establir un límit auditiu com més fiable millor.

L'audiometria protètica determina el rendiment o guany funcional de les pròtesis (audiòfons i/o implants auditius). Requereix una verificació prèvia dels audiòfons i una otoscòpia.

Es fa ús del camp lliure (FF) en una cabina insonoritzada sense reverberació. El senyal s'emet mitjançant un altaveu coaxial connectat a un amplificador i a l'audiòmetre. Es fa ús d'un senyal *warble*, per evitar les ones estacionàries que es formen durant l'emissió d'un to pur.

En l'audiometria protètica és imprescindible conèixer les característiques electroacústiques dels audiòfons i el processament del senyal que fan. Es determinen els llindars auditius de confort i inconfort de totes les freqüències explorades amb pròtesis auditives i sense.

Quan es tracta d'una audiometria protètica d'un infant usuari d'implant coclear, cal saber la programació del processador de parla, l'evolució dels llindars elèctrics i acústics, les mesures específiques objectives dels llindars auditius i, sobretot, és fonamental una coordinació estreta i freqüent amb l'especialista clínic en implants auditius.

L'objectiu de l'adaptació protètica és proporcionar un senyal suficient, quantitativament audible per afavorir el desenvolupament de les habilitats auditives i del llenguatge oral. Per tant, és recomanable fer una audiometria verbal adaptada a l'edat i a les capacitats de l'infant al més aviat possible, que permeti comprovar l'ús funcional de les pròtesis auditives.

L'audiometria protètica aporta informació rellevant per al procés d'habilitació auditiva, comunicativa i lingüística de l'infant amb pèrdua auditiva. En aquest procés participen de manera interdisciplinària l'audioprotetista, el psicopedagog/a i el o la logopeda del CREDA.



## 5. Valoració audiològica de 0 a 3 anys

### Proves de valoració audiològica

La valoració audiològica pediàtrica ha de constar de proves objectives i subjectives, que es fan en l'àmbit hospitalari, en el servei mèdic ORL, i de proves subjectives complementàries realitzades en l'àmbit educatiu del CREDA (vegeu la figura 11).

Per obtenir un diagnòstic audiològic precís i complet és imprescindible que els resultats de totes les proves realitzades siguin concordants, incloent-hi el recull de l'observació de la conducta auditiva.

El Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal determina els diferents itineraris d'actuacions en funció del resultat de la prova de cribratge auditiu neonatal. En la figura 11 apareixen descrits aquests itineraris.

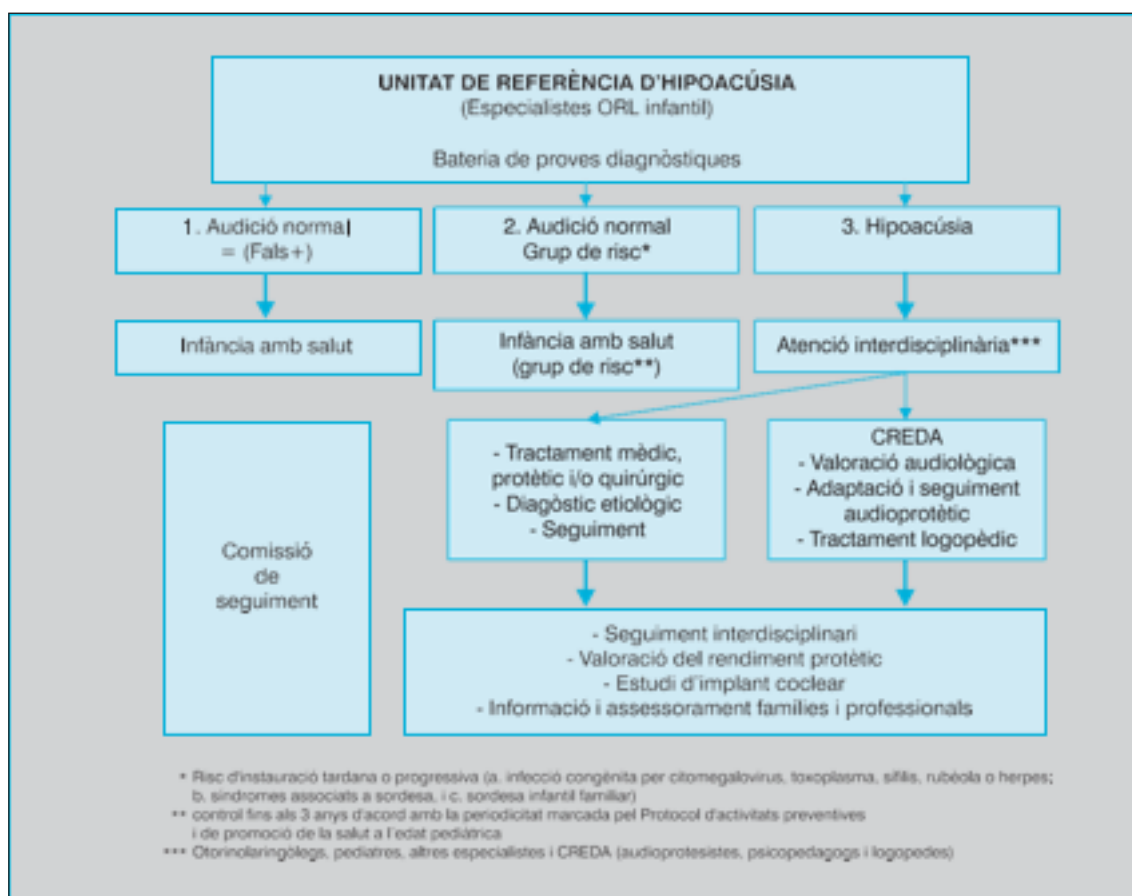


Figura 11. Protocol d'actuacions en relació amb els resultats de la prova de cribratge auditiu.

El diagnòstic mèdic s'efectua a l'hospital mitjançant proves objectives (PEATC VA i VO, PEAee i OEA) i la família aporta els informes lliurats pel centre mèdic (vegeu la figura 11). Cal saber interpretar la informació, ja que serà la base per començar a fer les nostres proves.

La valoració audiològica subjectiva realitzada al CREDA és complementària del diagnòstic mèdic de sordesa i permet precisar el llindar auditiu.

Igualment és molt important recollir la informació que ens aporta la família, com veuen els pares el nen o nena, què pensen de la seva audició, etc. Quan fem l'acollida amb la família podem fer proves qualitatives per comprovar l'audició. Per tant, la valoració audiològica té en compte tant l'exploració ORL, les proves objectives, les proves subjectives i la informació que aporten els pares com la resposta als estímuls de la parla.

Per a un òptim diagnòstic audiològic hem de tenir en compte els resultats de les proves objectives, però és imprescindible disposar de la informació de les proves audiològiques subjectives, que les complementen.

## Proves objectives

El registre d'aquestes proves pot estar interferit pel grau de maduració neurològica de l'infant (possibles falsos resultats en grans prematurs o malalties neurològiques associades). Aquest resultat també pot estar interferit per la patologia de les orelles mitjanes (otitis).

Durant la realització de la prova, l'infant ha d'estar adormit (són fisiològic o induït), ja que els moviments de l'infant provoquen estímuls que produeixen interferències en el senyal captat. Hi ha equips que disposen de filtres de registre d'activitat miogènica i estan molt indicats per avaluar infants. El temps de realització d'aquesta prova és llarg (al voltant d'una hora), ja que cal explorar cada orella per separat, a diferents intensitats, i comprovar els traçats.

## PEATC-A

**Potencials evocats auditius de tronc cerebral automatitzats (PEATC-A).** Els potencials és una tècnica objectiva que registra l'activitat elèctrica del nervi auditiu i de la via auditiva fins al tronc cerebral. Habitualment s'utilitza una estimulació acústica, el "clic". També es poden fer servir altres estímuls com el *chirp*. El traçat elèctric que es produeix es recull per mitjà d'uns elèctrodes de superfície col·locats a la pell. El so s'emet mitjançant uns auriculars a una intensitat de 35-40 dB.



Els sistemes de registre automatitzats, utilitzats en els aparells de cribratge, determinen, per mitjà d'un algoritme matemàtic, si els registres es corresponen amb una resposta auditiva normal (prova positiva) o no adequada (prova negativa), obtinguda en una franja d'edat entre les 35 setmanes de gestació i els 6 mesos. La prova finalitza automàticament quan ha detectat resposta o després d'un nombre determinat de senyals, si no ha pogut detectar-la.

Es tracta d'una prova no invasiva i no requereix sedació i/o anestèsia.

La resposta que s'obté és una resposta electroencefalogràfica que s'estableix com a patró de la normalitat en els nadons o infants de curta edat.

### OEA-E

**Otoemissions acústiques transitòries (OEA-E).** Són sons d'escassa intensitat generats per l'activitat fisiològica de les cèl·lules ciliades externes de la còclea, els quals es poden enregistrar en el conducte auditiu extern. Es generen com a resposta a un estímul extern transitori ("clic" o *chirp*), d'uns 80 dB de pressió acústica (*sound pressure level, SPL*) repetit cada 20 ms. Els clics arriben a l'orella mitjançant un petit adaptador que s'ajusta al conducte auditiu extern i provoca l'excitació d'una zona àmplia de la còclea, amb la contracció de les cèl·lules ciliades externes. Aquestes, després d'un petit temps de latència (5-15 ms), donen lloc a un so, el qual, per via retrògrada, torna al conducte auditiu extern. Aquí és captat per un petit micròfon situat al mateix adaptador, passa a un petit ordinador (aparell portàtil), que processa el senyal i mostra el resultat de la prova com a "passa" o "no passa". Així doncs, les OEA no mesuren llindars auditius, sinó que confirmen o neguen la presència d'un mecanisme necessari per tenir una audició dins la normalitat. Les OEA són inexistents en cas de pèrdues auditives superiors a 25-35 dB.



| Avantatges  | Limitacions  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Objectiva</li><li>• No invasiva</li><li>• Sensible</li><li>• Ràpida realització (2-3 minuts per orella)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Només explora la integritat de les cèl·lules ciliades externes. No detecta sordeses d'origen retrococlear (neuropatia auditiva)</li><li>• Fiabla a partir del 2n al 3r dia de vida</li><li>• Afectació per patologia de l'orella mitjana</li><li>• Afectació pel soroll d'ambient</li><li>• Afectació pel moviment i el plor</li></ul> |

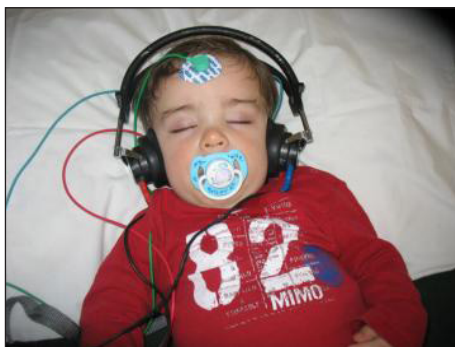
Figura 12. Avantatges i limitacions de les OEA-E.

**Otoemissions acústiques per productes de distorsió (PD).** Tècnica menys utilitzada que les OEA transitòries. La diferència bàsica amb les OEA transitòries és que es generen com a resposta a dos estímuls continus.

### PEATC

**Potencials evocats auditius del tronc cerebral (PEATC)**, de latència curta. Són el registre de les variacions de potencial que generen diferents parts de la via auditiva (de la còclea fins al tronc cerebral) en resposta a estímuls sonors (clics, *burst* o *chirp*). Quan utilitzem aquesta tècnica per a diagnòstic, els estímuls s'emeten a diferents intensitats amb l'objectiu de determinar el llindar auditiu electrofisiològic. En la resposta, captada a través dels elèctrodes de superfície (generalment col·locats a nivell d'ambdues mastoides i al front), s'analitzen els 10 ms que segueixen a l'estímul. La resposta normal consisteix en una corba de 5-7 ones (anomenades I, II, III, IV, V, VI i VII) que es generen en les diferents parts de la via auditiva, des de la còclea fins al tronc cerebral. L'ona V és la primera que apareix, i la intensitat mínima en què es detecta aquesta ona determina el llindar auditiu. La realització dels PEATC de diagnòstic requereix personal especialitzat, ja que per aconseguir el resultat cal interpretar les corbes d'amplitud i latència. Mitjançant la identificació de les ones, la valoració de la seva morfologia i de les seves latències de presentació, es pot arribar a diagnosticar, a més del llindar auditiu, el tipus d'hipoacúsia (transmissiva, coclear o retrococlear).

Cal recordar que els PEATC només informen sobre les freqüències agudes (2-4 KHz).



### PEAee

**Potencials evocats auditius d'estat estable (PEAee):** són respostes, provocades per tons continus modulats en amplitud, que s'obtenen a diferents freqüències d'estimulació. Per mitjà de càlculs matemàtics complexos, s'aconsegueix representar-les en un audiograma. Les respostes es generen en la part de la via auditiva compresa entre els nuclis coclears i el tronc cerebral (les mateixes estructures que generen les ones III-V en els PEATC). És possible enregistrar simultàniament resposta de les dues orelles i a diverses freqüències. La concordança amb els llindars obtinguts per audiometria tonal és alta, sempre que es facin de manera acurada (infant adormit, no patologia de les orelles mitjanes, bones condicions tècniques). Cal recordar que aquests potencials informen de la resposta a 500 Hz, i a 1, 2 i 4 KHz.

## IMPEDANCIOMETRIA: TIMPANOMETRIA I REFLEXOS DE L'ESTREP

**Impedanciometria:** és una tècnica no invasiva objectiva que serveix per estudiar la funcionalitat de l'orella mitjana (integritat i funcionalitat de l'òrgan perifèric). Les proves impedanciomètriques mesuren l'estudi de:

- La impedància acústica o compliància estàtica.
- La impedància dinàmica o timpanometria: moviment de la cadena ossicular mitjançant el timpà, l'estat funcional de la cadena d'ossets i l'estat de la caixa timpànica.

La timpanometria consisteix a aplicar diferents pressions al CAE mitjançant una bomba, cloent-lo totalment amb una sonda, i té la finalitat de valorar les variacions de la compliança. S'obté una gràfica anomenada *timpanograma*.

En els lactants més petits de 7 mesos (edat corregida en cas de prematuritat), el to de sonda ha de ser més agut (entre 660 Hz i 1.000 Hz), respecte a l'habitual (220 Hz). Per tant, es requereix un equip d'exploració que permeti la modificació del to.

El reflex estapedial és la mesura del reflex automàtic de protecció de l'orella per contracció del múscul de l'estrep. Es mesura de forma ipsilateral i contralateral i consisteix en la determinació del nivell sonor del llindar. En lactants menors de 7 mesos aquest reflex s'ha de fer amb un to de sonda de 1.000 Hz, i amb la freqüència d'estímul de 1.000 Hz.

| Proves objectives  | Consideracions   |
|--|--|
| PEATC-A  | • Prova positiva/negativa  |
| PEATC  | • Sense/amb anestèsia<br>• Informació en 2.000 i 4.000 Hz<br>• Llindar auditiu +/- 20 dB VO i 30 dB VA |
| PEAee  | • Amb anestèsia<br>• (500, 1.000, 2.000 i 4.000 Hz)  |
| OEA  | • Pèrdua > 30 dB   |
| OEA PD   | • Estudi freqüencial   |
| <b>Impedanciometria: timpanometria i reflex estapedial</b> | • Corba tipus A i tipus B  |

Figura 13. Quadre resum dels resultats obtinguts en les proves audiològiques objectives.

## Proves subjectives

Són un conjunt de proves complementàries a la valoració objectiva. Es tracta d'una bateria de proves audiomètriques que permeten un millor estudi i coneixement de la pèrdua auditiva, tipus i grau, així com de la morfologia de la corba audiomètrica. Requereix la col·laboració del subjecte valorat. En funció de l'edat i el grau de col·laboració, s'utilitzen diferents procediments i eines per fer l'exploració.

Podem classificar-les segons la metodologia en:

### AUDIOMETRIA OBSERVACIONAL DE LA CONDUCTA (AOC)

Es presenten tons modulats *warble* en camp lliure (FF) de diferents freqüències i intensitats. S'observen les respostes del nadó, com ara: canvis en el ritme respiratori, excitació nerviosa, reflex de moviment d'extremitats, reflex cocleopalpebral, reflex de succió, etc. La franja d'edat en què es fa aquesta prova és de 0 a 6 mesos d'edat.

### AUDIOMETRIA DE RESPOSTA D'ORIENTACIÓ CONDICIONADA (VRA I/O ROC)

És una prova per valorar les capacitats auditives mitjançant l'observació del comportament amb un condicionament o reforç visual. S'envien tons modulats (*warble*) en camp lliure a diferents freqüències i intensitats i s'entrena l'infant a un condicionament fins aconseguir una resposta condicionada.

La franja d'edat en què es fa aquesta prova és de 6 mesos a 2 anys d'edat.

### AUDIOMETRIA DE PARTICIPACIÓ O LÚDICA

L'infant fa una tasca lúdica davant un estímul acústic amb l'objectiu de cercar-ne el llinar auditiu a les diferents freqüències explorades.

La franja d'edat en què es fa aquesta prova és a partir de 2 anys, en funció del grau de maduració i col·laboració de l'infant. Es pot fer en camp lliure, amb vibrador ossi, auriculars d'inserció i/o amb auriculars TDH-39, quan l'infant tolera el transductor col·locat al cap.

| Proves objectives  | Proves subjectives                                   | Observació de la conducta auditiva                                |
|--|--|---|
| PEATC-A  | Audiometria tonal observacional de la conducta (AOC) | Informació aportada per la família                                |
| PEATC  | Audiometria tonal de resposta condicionada (AVR)     | Proves comunicativoauditives realitzades en l'entrevista familiar |
| PEAee  | Audiometria tonal per condicionament o lúdica        | Qüestionari Little Ears   |
| OEA  |  | Qüestionari MUSS  |
| OEA PD   | Audiometria verbal                                   | Qüestionari MAIS  |
| <b>Impedanciometria: timpanometria i reflex estapedial</b> | Audiometria protètica                                |   |

Figura 14. Quadre resum de les proves audiològiques objectives, subjectives i d'observació de la conducta auditiva.

**Taula 3. Quadre resum de les proves audiològiques segons edat d'aplicació.**

|                    |   | Naixement | >2/3 dies | 3-6 m | 6-12 m | 12-24 m | 24-36 m |
|--------------------|---|-----------|-----------|-------|--------|---------|---------|
| Cribratge          | PEATC-A                                   | ■         |           |       |        |         |         |
|                    | OEAt                                      | ■         |           |       |        |         |         |
| Proves objectives  | OEAt                                      | ■         |           |       |        |         |         |
|                    | PD  | ■         |           |       |        |         |         |
|                    | PEATC                                     | ■         |           |       |        |         |         |
|                    | PEAee                                     | ■         |           |       |        |         |         |
|                    | Timpanometria                             | ■         |           |       |        |         |         |
| Proves subjectives | Audiometria observacional                 |           |           | ■     |        |         |         |
|                    | Audiometria orientació condicionada (VRA) |           |           | ■     |        |         |         |
|                    | Audiometria lúdica                        |           |           |       |        | ■       |         |

PEATC-A: potencials evocats auditius de tronc cerebral automatitzats; OEAt: otoemissions acústiques transitories; PD: productes de distorsió; PEATC: potencials evocats auditius de tronc cerebral; PEAee: potencials evocats auditius d'estat estable.

Figura 15. Quadre resum de les proves audiològiques segons l'edat d'aplicació, adaptat del Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal a Catalunya.

El diagnòstic etiològic de la pèrdua auditiva també s'efectua a la unitat de referència de la hipoacúsia infantil (URH), on es fan proves de neuroimatge i proves de laboratori i de genètica completes, si s'escau.

La valoració audiològica d'un infant de curta edat és una tasca complexa però no impossible. Requereix un alt grau d'especialització i expertesa dels professionals que fan la prova. També és important que els professionals que fan l'exploració coneguin les principals fites del desenvolupament evolutiu de l'infant sa.

Per obtenir un perfil audiomètric fiable es pot requerir diverses valoracions en funció de l'edat i el grau de col·laboració de l'infant. Cal disposar de temps suficient per efectuar les proves.

Durant les primeres valoracions audiològiques es recomana anotar les respostes auditives i comunicatives observades fora de la cabina:

- Observar com els pares es dirigeixen a l'infant, si fan ús del gest o criden la seva atenció tocant-lo.
- Quan l'infant estigui distret i d'esquena li cridarem l'atenció amb un so com: "ix, ix", que ens permetrà fer una primera detecció qualitativa de la resposta a freqüències agudes. Posteriorment, s'haurà de confirmar i complementar amb l'audiometria tonal.
- Una altra forma d'observar la resposta és oferir-li una joguina, per veure si reacciona, alhora que diem: "mira!, mira què tinc!"
- Si modifiquem la intensitat de la nostra veu, podrem comprovar la resposta de l'infant a diferents intensitats.
- Així mateix, també podem comprovar la comprensió d'ordres senzilles: "agafa la pilota", "dona-li a la mama", etc.

Al llarg de l'anamnesi es recullen les dades personals i mèdiques, a més dels resultats de les proves objectives i subjectives realitzades a l'hospital on han fet el diagnòstic de sordesa.

Tant el JCIH (Joint Committee on Infant Hearing) com la CODEPEH (Comissió per a la Detecció Precoç de la Hipoacúsia) destaquen que s'han de tenir en compte els aspectes següents:

- Resultats de les proves diagnòstiques realitzades a la unitat de referència de la hipoacúsia infantil (UHR).
- Saber si hi ha antecedents familiars de sordesa.
- En podem conèixer l'etiologia?
- Preguntar a la família sobre si es desperta quan està a punt de dormir.
- Quines coses entén? Què pensen els pares en relació amb l'audició del seu fill o filla?
- Mira o busca els llavis? Quines coses sent? Reacciona davant de sorolls forts?
- Si està d'esquena i el criden, es gira? Sempre? A vegades?

En l'exploració audiològica subjectiva es recomana que l'infant estigui acompanyat d'un o dels dos pares. És important que assisteixin a la prova, ja que poder veure i sentir les respostes del seu fill davant un estímul sonor pot ajudar a comprendre el diagnòstic de la pèrdua auditiva.

Han de respectar les indicacions de l'audioprotetista, és a dir, han de mostrar passivitat i neutralitat davant dels estímuls sonors per tal de no interferir en les respostes de l'infant.

La percepció i les reaccions depenen de l'estat de vigília del bebè i de l'atenció de l'infant en el moment que s'envia l'estimulació. Per tant, és important:

- Limitar l'estada a la sala d'espera perquè l'infant no es cansi.
- Iniciar l'exploració després d'una entrevista força ràpida amb els pares.
- Minimitzar els elements de distracció: simplificar la sala i alleugerir d'estímuls el camp visual de l'infant.
- Gestionar els estímuls correctament, en funció del ritme de l'infant.

Per efectuar el condicionament de les respostes de l'infant, cal fer-ho amb una maniobra lúdica anomenada "reforç". Resulta d'una gran utilitat estar connectats per mitjà d'un auricular i micròfon o d'un sistema de freqüència modulada (FM). La disposició de les persones que estan dins la cabina audiomètrica ha de permetre a la persona examinadora:

- Comprovar constantment l'estat de vigilància o d'atenció de l'infant
- Estimular en el moment adequat
- Desxifrar e interpretar les seves reaccions
- Sincronitzar el reforç a les reaccions de l'infant.



L'audiometria subjectiva de bebès i infants de curta edat ha de seguir una sèrie de paràmetres que, combinant-los, determinen les diferents estratègies audiomètriques que s'han de fer servir en cada exploració.

| Edat                                    | D'1 a 5/6 mesos   |  | De 6 a 28/30 mesos   | > 28/30 mesos  |
|---|---|--|--|--|
| <b>Condicions</b>                       | Bebè endormiscat  | Bebè despert   | Infant despert   | Infant en situació d'escolta activa  |
| <b>Requisits</b>                        | Estat d'alerta o despert  | Atenció automàtica o exògena   | Atenció automàtica o exògena   | Atenció deliberadament controlada o endògena   |
| <b>Emplaçament</b>                      | Als braços<br>En una hamaca<br>Etc.   |  | Assegut a la falda del pare o mare<br>Distret amb una petita joguina                           | Assegut davant d'un reforç visual o d'un joc per efectuar un condicionament estímulo/resposta                                |
| <b>Principi</b>                         | L'estimulació inesperada desencadena reaccions reflexes de diferents tipus. | L'estimulació inesperada capta l'atenció exògena i desencadena reaccions reflexes                                    | L'estímul inesperat produeix un ROC (resposta d'orientació condicionada)                       | La percepció de l'estímul provoca una resposta motora: assenyalar, posar o llençar una peça d'un joc, etc.<br>Condicionament |
| <b>Examinador/a (envia un estímulo)</b> | Observa i anota les reaccions.  | Anota les reaccions positives. Reforça els reflexos mitjançant un estímulo relacional.<br>→ Inici del condicionament | Anota les reaccions positives.<br>ROC (resposta d'orientació condicionada)<br>→ Condicionament | Anota les respostes positives.<br>Estimula l'atenció, felicita i anima l'infant.<br>→ Condicionament voluntari               |
| <b>Audiometria comportamental</b>       |   |  | <b>Audiometria lúdica</b>  |  |

Figura 16. Quadre resum dels tipus d'audiometria comportamental i lúdica en funció de l'edat i d'altres paràmetres.

## Valoració d'infants amb altres discapacitats del desenvolupament

En infants amb pèrdua auditiva i altres discapacitats del desenvolupament o problemes mèdics complexos, les tècniques i els mètodes d'exploració s'han d'adaptar a l'edat madurativa de l'infant i al grau de col·laboració en l'exploració.

Primerament, s'han de fer proves audiològiques objectives i després complementar aquestes valoracions amb proves subjectives.

Sovint resulta difícil determinar amb precisió el llindar auditiu d'aquests infants ja que, generalment, no poden parlar, ni moure's, ni seguir indicacions o mantenir la concentració al

llarg d'una prova d'audició. Per tant, s'han de fer tantes valoracions com es consideri necessari per obtenir un perfil audiomètric fiable. Si cal, es poden fer diverses proves i repetir-les en un curt interval de temps, no s'ha de córrer però tampoc s'ha de posposar en excés el perfil del grau de pèrdua auditiva.

Serà necessari:

- Adaptar-se al desenvolupament psicomotriu de l'infant.
- Ajustar el ritme d'estimulació i respectar el temps de resposta (p. ex., amb nens amb la síndrome de Down, o amb paràlisi cerebral o patologies associades a la hipoacúsia).

És **fonamental** saber descodificar i interpretar les reaccions que l'infant manifesta enfront d'una estimulació sonora. Això permetrà determinar el llindar auditiu amb precisió.

De vegades la resposta és mínima o subtil, per exemple els infants poden fer:

- un esbós de somriure
- un canvi de respiració
- una modificació de la mirada
- canvi de ritme de succió del xumet
- estirar una extremitat inferior (peu) per assenyalar.

És molt difícil saber si la reacció està relacionada amb l'estimulació o ha estat aleatòria. Per això cal comprovar-ho, encara que s'hagi de repetir moltes vegades l'exploració.

És imprescindible la coordinació amb tots els professionals que intervenen en el procés rehabilitador de l'infant amb sordesa i altres discapacitats.

## 6. Audiometria per observació de la conducta no condicionada


### Audiometria de reflexos

El nounat té **reflexos innats**. Es desencadenen per una estimulació acústica. Els més importants són:

| Reflex              | Tipus   |
|---------------------|---|
| Reflex del moviment | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflex cocleomuscular</li> <li>• Reflex de Moro</li> <li>• Reflex cocleopalpebral</li> <li>• Reflex cocleocefàlic</li> <li>• Reflex cocleocular</li> </ul> |
| Reflex respiratori  |   |
| Reflex de succió    |   |
| Reflex de plor      |   |

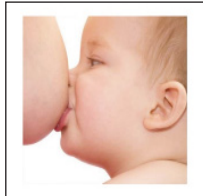
A continuació es descriuen cadascun d'aquests reflexos.

**Reflex del moviment.** Acte involuntari provocat per una excitació, a partir d'un estímul acústic. Les reaccions depenen de la maduració del sistema nerviós i de la capacitat d'atenció i limitacions del bebè. Aquest reflex engloba una sèrie de reflexos més específics:

| Reflex  | Característiques  | Efectes  |
|---|---|--|
| Reflex <b>cocleomuscular</b>  | Contracció i extensió brusca dels braços i les cames. Requereix una intensitat elevada perquè aparegui (90 dB). |  |
| Reflex de Moro<br> | Variant del reflex cocleomuscular.  | a) Reflex de sobresalt<br>b) Moviment dels braços en abducció (separació)<br>c) Moviment dels braços en adducció (retracció)<br>d) Plor<br>Es produeix a una intensitat elevada (90-100 dB). |
| Reflex <b>cocleopalpebral</b>   | Contracció del múscul orbicular de les parpelles. Es produeix a intensitats elevades (90-100 dB).               |  |
| Reflex <b>cocleocefàlic</b>   | Consisteix en el gir del cap o dels ulls cap a la font sonora. Es produeix a una intensitat de 80 dB.           |  |
| Reflex <b>cocleocular</b>   | Gir dels ulls cap a la font sonora. Es produeix a una intensitat de 80 dB.                                      |  |

**Reflex respiratori.** Detenció del ritme respiratori davant d'un estímul acústic. Es produeix a intensitats elevades (100 dB).

**Reflex de succió.** Augment del ritme de succió davant d'un estímul acústic. Es produeix a intensitats elevades (100 dB).



**Reflex de plor.** Consisteix a induir al plor davant d'un estímul acústic intens. És l'únic reflex que està implicat en l'emoció. Es produeix a intensitats molt elevades (100-105 dB).



| Tipus de reflexos-respostes         | Edat |     |     |        |         |
|-------------------------------------|------|-----|-----|--------|---------|
|                                     | 4 m  | 6 m | 8 m | 9-12 m | 12-18 m |
| Reflex oculopalpebral               |      |     |     |        |         |
| Reflex moviment extremitats         |      |     |     |        |         |
| Reflex sorpresa o sobresalt         |      |     |     |        |         |
| Reflex de succió                    |      |     |     |        |         |
| Somriure                            |      |     |     |        |         |
| Augment de respiració               |      |     |     |        |         |
| Cessament o augment d'activitat     |      |     |     |        |         |
| Cessament o inici de vocalitzacions |      |     |     |        |         |
| Cessament o inici del plor          |      |     |     |        |         |
| Gir, cerca i/o localització         |      |     |     |        |         |

Figura 17. Tipus de reflexos-respostes en funció de l'edat del bebè i/o infant (Marro, 2010).

Quan s'explora l'audició de bebès o infants de curta edat s'ha de tenir en compte l'**efecte d'habitució**. L'habitució és una característica intrínseca dels nounats i els bebès. Es produeix perquè el bebè té un nombre de respostes limitat, com a conseqüència del factor sorpresa.

El nombre màxim d'estímuls que podem presentar al bebè és de 2 o 3 com a màxim per freqüència, per tant l'exploració s'ha de fer ascendent (mai descendent) per obtenir un llinar auditiu fiable. L'exploració descendent es podria reduir a 2 o 3 respostes del bebè i no permetria aconseguir el llinar auditiu real.



### **Audiòmetre pediàtric o *baby-test***

Aquest instrument de valoració audiològica s'utilitza per efectuar les proves audiològiques subjectives d'audiometria per observació de la conducta i/o d'audiometria per reforç visual.

En l'exploració de la resposta auditiva d'infants de curta edat és imprescindible tenir en compte:

- L'estat general de l'infant
- El nombre d'estímuls i el temps entre aquests
- Finalment, la distància de l'instrument a l'orella del nen o nena.

Aquesta pràctica requereix entrenament per part de la persona examinadora. Es poden anotar les respostes en una gràfica audiomètrica. És important generar un registre longitudinal de les respostes auditives de cada infant.

Fent ús d'un so *warble* podem assegurar les millors respostes en nounats i bebès fins a 7 mesos.

- **El test de reflex cocleopalpebral** es produeix davant un estímul fort sobtat i provoca un moviment de la parpella (estímul aproximat: 80-100 dB). Altres respostes poden ser: dormir, plorar, cessar l'activitat, etc.
- **El test AOC (audiometria d'orientació condicionada)** està basat en la tècnica descrita per Suzuki i Ogiba (1961). Aquest fenomen, anomenat "reflex d'orientació", no és una resposta apresada sinó un reflex natural del moviment provocat per una estimulació visual i/o auditiva.
- **El mètode ROC (resposta d'orientació condicionada)** requereix la col·laboració de l'infant. Si l'estimulació visual produeix un reflex condicionat per un so, el nen o nena mirarà cap a l'estimulació visual (p. ex., llum intermitent), tan aviat com s'escolta el so. Si el condicionament és efectiu, el nen mirarà cap a la font de so fins i tot abans de presentar l'estimulació visual.

- **La prova ARV (audiometria de reforç visual)**, de Liden i Kankunen (1969), és una ampliació del ROC. És important observar no només el reflex d'orientació envers la font sonora, sinó també altres reaccions, com ara el reflex del cos i de la cara, la reacció de cerca, la reacció d'orientació i altres reaccions espontànies.

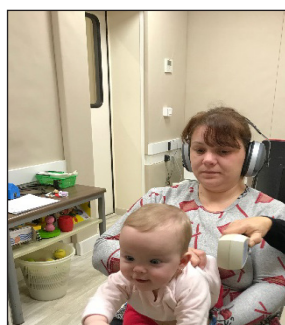
A continuació es detalla la gràfica corresponent al test d'observació de la conducta en funció de l'edat del bebè o infant, del tipus de freqüència, del temps entre estímuls i de la condició d'exploració, entre d'altres.

### Test d'observació de la conducta auditiva

|                                  | Despertar | Respiració | APR   | AOC    | VRA    |
|----------------------------------|-----------|------------|-------|--------|--------|
| <b>Edat (mesos)</b>              | 0-3       | 0-4        | 0-12  | 4-15   | 6-30   |
| <b>Freqüència (Hz)</b>           |           |            |       |        |        |
| • 500 Hz                         |           |            |       | X      | X      |
| • 1.000 Hz                       |           |            |       | X      | X      |
| • 2.000 Hz                       |           | X          | X     | X      | X      |
| • 3.000 Hz                       | X         | X          | X     | X      | X      |
| • 4.000 Hz                       | X         | X          | X     | X      | X      |
| <b>Durada del so (s)</b>         | 1,5-2     | 1-2        | 0,5-1 | 0,5-1  | 0,5-1  |
| <b>Temps entre estímuls</b>      | 30        | 20         | 10-20 | 10-20  | 10     |
| <b>MRL dB HL</b>                 | 40-80     | 40-80      | 40-80 | 30-60  | 20-40  |
| <b>Distància a l'orella (cm)</b> | 10-50     | 10-50      | 10-50 | 50-100 | 50-100 |
| <b>Condicions de l'infant:</b>   |           |            |       |        |        |
| • Dormint                        | X         | X          | X     |        |        |
| • Mig despert                    |           |            |       |        |        |
| • Despert                        |           | X          | X     | X      |        |
| • Jugant                         |           |            | (X)   | (X)    |        |

Figura 18. Adaptat del manual d'instruccions de funcionament de l'audiòmetre pediàtric PA5.

APR: Reflex cocleopalpebral  
 COR: Audiometria de reflex condicionada  
 VRA: Audiometria de reforç visual  
 MRL: *Minimum Response Level* (Matkin, 1977)



## ÍNDIX DEL COMPORTAMENT AUDITIU PER A INFANTS

| Edat          | Reacció al soroll (dB SPL) | Reacció al to warble (dB HL) | Reacció a la parla | Resposta esperada  |
|---------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|--|
| 0-6 setmanes  | 50-70 dB                   | 78 dB (+ 6)                  | 40-60 dB           | Obrir els ulls, parpelleig o despertar-se, sorpresa  |
| 6-16 setmanes | 50-60 dB                   | 70 dB (+ 10)                 | 40 dB (+ 2)        | Obrir els ulls, parpelleig, callar o aturar-se, inici rudimentari del cap a partir del quart mes |
| 4-7 mesos     | 40-50 dB                   | 51 dB (+ 9)                  | 21 dB (+ 8)        | Gir del cap en pla lateral cap a la font sonora: actitud d'escolta                               |
| 7-9 mesos     | 30-40 dB                   | 45 dB (+ 15)                 | 15 dB (+ 7)        | Localització directa dels sons que provenen d'un costat o de l'altre en un pla inferior          |
| 9-13 mesos    | 25-30 dB                   | 38 dB (+ 8)                  | 8 dB (+ 7)         | Localització directa dels sons dels costats, i indirectament per sobre del nivell de l'orella    |
| 13-16 mesos   | 25-30 dB                   | 32 dB (+ 10)                 | 5 dB (+ 5)         | Localització directa dels sons   |
| 16-21 mesos   | 25 dB                      | 25 dB (+ 10)                 | 5 dB (+ 1)         | Localització directa dels sons   |
| 21-24 mesos   | 25 dB                      | 26 dB (+ 10)                 | 5 dB (+ 2)         | Localització directa dels sons   |

Figura 19. Adaptat de Northern i Downs, *Hearing in Children* (1974). Manual d'instruccions de funcionament de l'audiòmetre pediàtric PA5.

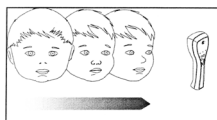
## MOVIMENTS DEL CAP PER LOCALITZAR LA FONT SONORA EN FUNCIÓ DE L'EDAT DEL BEBÈ I LA INTENSITAT DE L'ESTÍMUL (NORTHEN, J. L. I DOWNS, M. P., 1991)

### Nounat - 2 mesos:



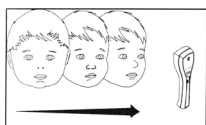
Es desperta quan presentem un so a una intensitat de 50-70 dB en un ambient tranquil o bé de 90 dB en un ambient sorollós.

### 3-4 mesos:



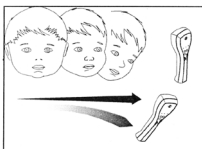
Localització de la font sonora amb un gir rudimentari del cap en el pla horitzontal, a una intensitat de 50-60 dB.

### 4-7 mesos:



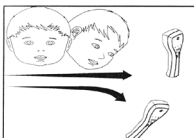
Localització de la font sonora en un costat quan està en el mateix pla de visió, a una intensitat de 40-50 dB.

**7-9 mesos:**



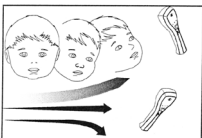
Localització de la font sonora a un costat i a l'altre i amb certa dificultat quan està per sota del pla visual, a una intensitat de 30-40 dB.

**9-13 mesos:**



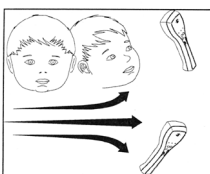
Localització de la font sonora a un costat i a l'altre quan està per sota del pla visual, a una intensitat de 25-35 dB.

**13-16 mesos:**



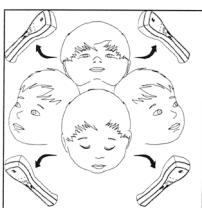
Localització de la font sonora a un costat i a l'altre, també quan està per sota del pla visual i amb una certa dificultat quan està per sobre d'aquest, a una intensitat de 25-35 dB.

**16-21 mesos:**



Localització de la font sonora a un costat i a l'altre, quan està per sota i per sobre del pla visual, a una intensitat de 25-35 dB.

**21-24 mesos:**



Localització de la font sonora en qualsevol angle, a una intensitat de 25-30 dB.

## Prova de joguines calibrades

Aquesta prova inicialment sembla molt simple, però s'ha de dur a terme de manera molt metòdica i rigorosa.

L'infant ha d'estar lleugerament distret, sol i amb petites joguines que no facin soroll i en un context de silenci absolut. Les joguines tenen com a objectiu aconseguir que l'infant tingui una certa estabilitat i que mantingui els ulls en una direcció determinada, que afavoreixi la coordinació.



Per tant, la recepció i la percepció d'un estímul inesperat sorprendrà l'infant i provocarà reaccions corresponents a la seva edat de desenvolupament.

Per evitar que l'infant busqui la persona examinadora i, per tant, que miri enrere, s'ha de col·locar al costat i l'ha de distreure tot fent veure que hi juga amb una mà i l'estimula amb l'altra. La seva posició hauria de permetre observar discretament la cara i les mans de l'infant per detectar qualsevol reacció explícita.

Sempre s'ha de començar amb les estimulacions de les joguines sonores a un nivell mínim, a una distància corresponent a la llargada del braç. S'han de fer estimulacions breus i rítmiques perquè poden provocar més reaccions. Si no es produeix cap tipus de resposta per part de l'infant s'ha de reduir la distància.

S'ha d'utilitzar un sonòmetre per determinar el nivell de recepció sonora (dB).

Tanmateix s'ha d'estimular tant l'orella dreta com l'esquerra per detectar qualsevol diferència en el llindar d'audició entre les dues orelles.

L'avaluació de l'audició mitjançant joguines calibrades és orientativa, i requereix completar la valoració amb proves subjectives i objectives. La precisió i la interpretació requereixen un alt grau d'experiència i expertesa per part de la persona examinadora. Les primeres reaccions són les més fiables. Quan es detecti que l'infant està saturat, és millor no repetir estímuls, ja que no respondrà.



Figura 20. Diferents instruments musicals per avaluar la detecció sonora.

## Prova d'Ewing

Aquesta prova s'efectua entre els 7 i 9 mesos dintre del programa de revisions pediàtriques de l'infant sa. Per fer la prova calen dues persones. Una d'elles manté l'atenció de l'infant i avalua les respostes, mentre que l'altra emet els sons.

És una prova simple i ràpida, però és molt aconsellable que les persones que la facin siguin sempre les mateixes, per conèixer i interpretar correctament les reaccions de l'infant al so. Material necessari per fer aquesta prova:

- Una joguina musical (ha d'emetre un so a una intensitat de 35 dB)
- Una campaneta (freqüència aproximada de 2.000 Hz)

- Un mocador de paper
- La nostra veu
- Una joguina per captar i mantenir l'atenció de l'infant (senzilla, manejable i adequada a l'edat).

Realització de la prova:

L'infant ha d'estar assegut a la falda de la mare o pare sense que recolzi l'esquena. Un dels examinadors es posa davant de l'infant i intenta captar-ne l'atenció ensenyant-li la joguina de distracció. L'altre examinador es posa darrera de l'infant, perquè no el pugui veure, li posa la joguina musical a uns 20 cm de l'orella i fa que soni. L'infant reacciona amb un reflex de gir cap a la font sonora. L'examinador del davant torna a captar l'atenció de la mirada de l'infant i l'altre examinador torna a fer sonar la joguina a l'altre costat. Aquest procediment es repeteix amb la resta de material.

És important deixar un temps prudencial entre l'emissió dels sons. S'ha d'intentar que la intensitat dels sons emesos no excedeixi dels 35 dB.

Es considera que l'infant passa la prova si té una reacció clara a tres o més dels cinc diferents sons emesos en cada orella.

En cas que no respongui als estímuls presentats, s'ha de derivar al servei ORL de referència per fer-ne una valoració audiològica completa.



Figura 21. Infant fent una audiometria per observació de la conducta.

## 7. Audiometria per observació de la conducta condicionada

L'audiometria per observació de la conducta té com a finalitat l'observació de les respostes davant un estímul sonor.

**L'audiometria observacional incondicionada** es fa sobretot al llarg dels primers mesos de vida i requereix una gran experiència en la pràctica de proves i d'interpretació de les respostes.

L'infant ha d'estar tranquil, als braços del pare o la mare, en una gandula o a la cadireta.

Generalment, l'infant respon a un nivell més alt d'intensitat per sobre del llindar de percepció.

En l'**audiometria observacional condicionada**, cal assenyalar que quan l'infant pot col·laborar les reaccions són més fiables. Aquestes reaccions requereixen un cert nivell d'alerta i s'han d'obtenir de diverses ocasions per confirmar que ha fet una bona detecció de l'estímul sonor. És quan podem parlar d'audiometria observacional condicionada.

A partir dels 5-6 mesos podem començar a parlar d'estimulació activa, ja que apareixen les reaccions de sorpresa i/o un reflex d'orientació cap a la font sonora.

Es poden utilitzar joguines silencioses per distreure l'atenció de l'infant i canalitzar la mirada en un punt determinat.

S'envia un estímul sonor per sorprendre l'infant i es condiciona el reflex d'orientació.



Figura 22. Infant fent una audiometria per observació de la conducta.

## AUDIOMETRIA PER OBSERVACIÓ DE LA CONDUCTA (AOC)

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Objectiu</b>            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Observació de les <b>respostes incondicionades</b> a sons intensos</li></ul>  |
| <b>Aspectes previs</b>     | <ul style="list-style-type: none"><li>• S'han de fer <b>diverses</b> sessions de <b>valoració</b> per obtenir un audiograma complet.</li><li>• Es requereixen <b>dues persones examinadores</b>.</li><li>• És altament important l'experiència.</li><li>• Hem de tenir en compte l'estat de l'infant i els seus interessos.</li></ul>   |
| <b>Equipament</b>          | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cabina insonoritzada</li><li>• Sala de dimensions adequades</li><li>• 2 persones examinadores</li><li>• 2 altaveus coaxials</li><li>• Audiòmetre</li><li>• Etapa de potència</li><li>• <i>Baby-test</i></li></ul>   |
| <b>Estímul</b>             | <ul style="list-style-type: none"><li>• To <i>warble</i> o to modulad (TW o TM)</li><li>• Veu</li></ul>   |
| <b>Presentació estímul</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Altaveus FF (camp lliure)</li><li>• <i>Baby-test</i></li></ul>  |
| <b>Metodologia</b>         | <ul style="list-style-type: none"><li>• S'envia un so de forta intensitat per provocar una resposta en l'infant explorat.</li><li>• L'infant està assegut a la falda del pare o la mare.</li><li>• Si no fa cap resposta tornem a repetir de nou l'estímul anterior o augmentem el nivell d'intensitat.</li><li>• No resposta no significa que no ho senti.</li><li>• S'han de donar instruccions als pares perquè no donin pistes a la resposta dels fills.</li></ul>  |
| <b>Consideracions</b>      | <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Només</b> explora l'audició en la millor de les dues orelles.</li><li>• <b>No</b> indica el llindar o nivell mínim de resposta (NMR).</li><li>• Algunes respostes reflexes es poden inhibir quan es presenten repetidament els estímuls.</li><li>• Els llindars auditius en bebès de &lt; 6 m estan subjectes a maduració de la via auditiva.</li><li>• Prova de major utilitat per a pèrdues auditives severes i pregones (DAS, DAP).</li><li>• És imprescindible complementar els resultats de les proves <b>objectives</b>.</li></ul> |

## 8. Audiometria per reforç visual (ARV/ROC)

La finalitat de l'audiometria per reforç visual (ARV) o reflex d'orientació condicionada (ROC) és l'observació de respostes condicionades davant un estímul sonor.

Les modalitats de reforç que es poden utilitzar són diverses.

Suzuki i Ogiba van dissenyar el condicionament (ROC), que consisteix a proposar a l'infant una recompensa visual. El nom americà d'aquest sistema és audiometria per reforç visual (AVR).

El reforç visual pot ser un objecte lluminós brillant, un nino que es belluga darrera d'una pantalla fosca, etc.

Es tracta d'un condicionament clàssic d'estímul-resposta-recompensa visual. S'ha de fer un entrenament amb estímuls auditius intensos perquè l'infant entengui el condicionament. Després d'uns quants estímuls d'entrenament, ja es pot buscar el llindar auditiu.



Figura 23. Infant fent una audiometria per reforç visual ARV o ROC.

| AUDIOMETRIA PER REFORÇ VISUAL (ARV O ROC) |   |
|---|---|
| <b>Objectiu</b>                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Observació de les respostes condicionades a sons intensos</li></ul>   |
| <b>Aspectes previs</b>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• S'han de fer <b>diverses</b> sessions de <b>valoració</b> per obtenir un audiograma complet.</li><li>• Es requereixen <b>2 persones examinadores</b>.</li><li>• És altament important l'<b>experiència</b>.</li><li>• Hem de tenir en compte l'estat de l'infant i els seus interessos.</li></ul>   |
| <b>Equipament</b>                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cabina insonoritzada</li><li>• Sala de dimensions adequades</li><li>• 2 persones examinadores</li><li>• 2 altaveus coaxials</li><li>• Audiòmetre</li><li>• Etapa de potència</li></ul>  |
| <b>Estímul</b>                            | <ul style="list-style-type: none"><li>• To <i>warble</i> o to modulad (TW o TM)</li><li>• Soroll de banda estreta (WBN)</li><li>• Veu</li></ul>   |
| <b>Presentació estímul</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Altaveus FF (camp lliure)</li><li>• Vibrador ossi</li><li>• Auriculars TDH-39</li><li>• Auriculars d'inserció EAR-3A</li></ul>  |
| <b>Metodologia</b>                        | <ul style="list-style-type: none"><li>• S'envia un so de forta intensitat per provocar una resposta en l'infant explorat i es reforça amb la presentació d'un estímul visual.</li><li>• Si no es produeix resposta, tornem a repetir de nou l'estímul anterior o augmentem el nivell d'intensitat i el reforcem amb l'estímul visual.</li><li>• Després de dos o tres estímuls d'entrenament, el so es presenta sol i observem la resposta de buscar cap a l'estímul visual.</li><li>• Es donen instruccions al pare o mare perquè no doni pistes a la resposta del fill o filla.</li></ul>         |
| <b>Consideracions</b>                     | <p>Possibles errors:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Equipament i calibratge d'equipament inadequats.</li><li>• Pobra o nul·la comunicació entre exploradors.</li><li>• Condicionament a intensitat supraliminar pobra abans de començar a buscar el NMR.</li><li>• Indicis donats per la persona examinadora 2 que facilitin a l'infant la identificació de la presentació de l'estímul.</li><li>• Juguines o conductes de la persona examinadora 2 o pare/mare que distreguin l'atenció de l'infant i n'inhibeixin la resposta.</li><li>• No disposar de <b>prou temps</b>.</li></ul> |

## 9. Audiometria lúdica o de condicionament

A partir dels 28 o 30 mesos, l'infant comença a ser capaç de controlar deliberadament la seva atenció i per tant pot esperar activament l'estímul sonor i donar una resposta voluntària. Pot participar de forma més activa en el condicionament.

Aquest condicionament es pot fer:

- Prement un botó per activar un espectacle, com el principi del tren peep-show.
- Jocs repetitius: posar anelles sobre una canya, llençar pilotes en una cistella, fer encaixos, etc.

L'escolta activa requereix una atenció que comporta un cert grau de maduresa neurològica. Alguns infants poden fer-ho a partir dels 2 anys, però d'altres fins després dels 3 anys no ho poden fer.

El que és important no és l'edat, sinó l'etapa de desenvolupament i el comportament i grau de col·laboració de l'infant. Per tant, és imprescindible valorar les capacitats individuals de cada infant, respectar-les i, en cas de dubte, començar amb un mètode corresponent a una edat de desenvolupament menys avançat.

L'infant està assegut en una cadira, i se li demana que escolti amb un objecte a l'orella, ja que aquest element fomenta l'escolta.

A més, valorarem altres reaccions que ens aportaran informació important: moviment dels ulls o somriure anterior a la resposta, entre d'altres.



Figura 24. Audiometria tonal lúdica o de condicionament.

| AUDIOMETRIA DE REFORÇ LÚDICA O DE CONDICIONAMENT |  |
|--|--|
| <b>Objectiu</b>                                  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Determinar el llindar audiomètric via aèria i via òssia per les diferents freqüències explorades mitjançant una activitat lúdica</li></ul>   |
| <b>Aspectes previs</b>                           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Habitualment n'hi ha prou amb una sessió de <b>valoració</b> per obtenir un audiograma complet.</li><li>• És altament important l'<b>experiència</b>.</li><li>• Hem de tenir en compte l'estat de l'infant i els seus interessos per escollir el joc de condicionament.</li></ul>  |
| <b>Equipament</b>                                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Cabina insonoritzada</li><li>• Sala de dimensions adequades</li><li>• 2 altaveus coaxials</li><li>• Audiòmetre</li><li>• Etapa de potència</li></ul>   |
| <b>Estímul</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>• To <i>warble</i> o to modulad (TW o TM)</li><li>• To pur</li><li>• Veu</li></ul>   |
| <b>Presentació estímul</b>                       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Altaveus FF (camp lliure)</li><li>• Vibrador ossi</li><li>• Auriculars TDH-39</li><li>• Auriculars d'inserció EAR-3A</li></ul>   |
| <b>Metodologia</b>                               | <ul style="list-style-type: none"><li>• S'envia un so d'intensitat forta per condicionar una resposta activa en l'infant explorat.</li><li>• Si no es produeix resposta, tornem a repetir de nou l'estímul anterior o augmentem el nivell d'intensitat i el reforcem amb l'estímul visual.</li><li>• Després de dos o tres estímuls d'entrenament, el so es presenta sol i ens esperem per observar la resposta a l'activitat lúdica proposada.</li></ul>  |
| <b>Consideracions</b>                            | <p>Possibles errors:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Equipament i calibratge d'equipament inadequats.</li><li>• Pobra o nul·la comunicació entre exploradors.</li><li>• Condicionament a intensitat supraliminar pobra abans de començar a buscar l'NMR.</li><li>• Indicis donats per la persona examinadora 2 que facilitin a l'infant la identificació de la presentació de l'estímul.</li><li>• Joguines o conductes de la persona examinadora 2 o pare/mare que distreguin l'atenció del nen i n'inhibeixin la resposta.</li><li>• No disposar de <b>prou temps</b>.</li></ul> |



## GRAELLA PER REGISTRAR LA INFORMACIÓ DE LA VALORACIÓ AUDIOLÒGICA SUBJECTIVA

|  |   |
|--|---|
| <b>NIVELL MÍNIM DE RESPOSTA en dB:</b><br><input type="checkbox"/> Via aèria <input type="checkbox"/> Via òssia <input type="checkbox"/> Camp lliure   |   |
| <b>PROCEDIMENT</b><br><input type="checkbox"/> AOC <input type="checkbox"/> AVR <input type="checkbox"/> Lúdica o condicionament   |   |
| <b>ESTÍMUL</b><br><input type="checkbox"/> AOC<br><input type="checkbox"/> Warble<br><input type="checkbox"/> Viva veu<br><input type="checkbox"/> Música<br><input type="checkbox"/> Altres | <b>TRANSDUCTORS</b><br><input type="checkbox"/> Altaveus CLL<br><input type="checkbox"/> Vibrador ossi<br><input type="checkbox"/> Auriculars TDH-39<br><input type="checkbox"/> Auriculars d'inserció EAR-3A |
| <b>FIABILITAT</b><br><input type="checkbox"/> Molt bona<br><input type="checkbox"/> Bona<br><input type="checkbox"/> Irregular<br><input type="checkbox"/> Baixa                             |   |

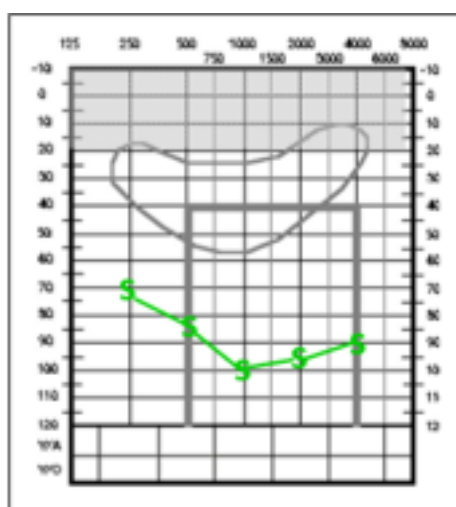


Figura 25. Graella per enregistrar els resultats de la valoració audiològica subjectiva.

## 10. Avaluació de la resposta auditiva amb estímul de veu

L'estímul de la veu serveix també per efectuar valoracions audiològiques subjectives i qualitatives, sempre que es tingui un cert control de la seva intensitat, per tant és imprescindible fer ús d'un sonòmetre.

Es considera una veu xiuxiuejada al volant de 40 dB SPL; veu parlada fluixa, a 50 dB SPL; veu moderada, a 65 dB SPL, i veu forta a 75 dB SPL. Aquesta intensitat també pot variar en funció de la distància entre la font sonora i el receptor.

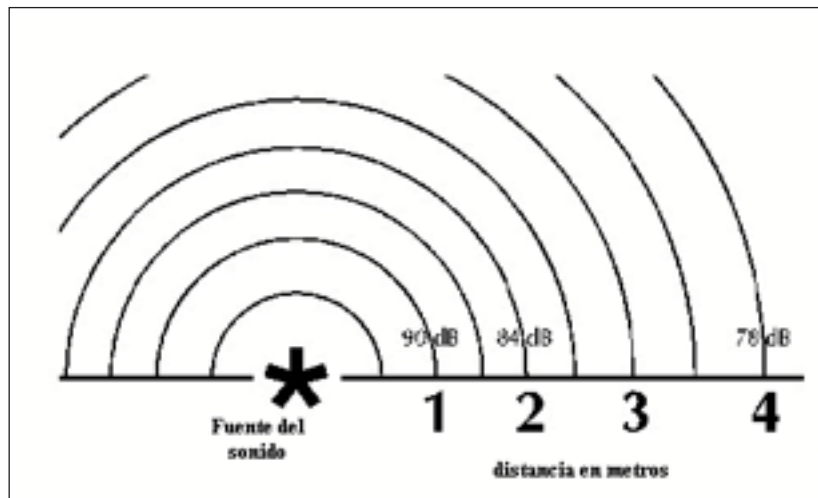


Figura 26. Gràfica que il·lustra els decibels que percep el subjecte receptor en funció de la distància que hi ha amb la font sonora.

L'estímul de veu tant parlada com cantada també és molt útil en les exploracions en camp lliure.

Les estimulacions enviades mitjançant l'equip de potència del camp lliure poden ser, per exemple, xiular (= 2.000 / 2.500 Hz) o fer l'onomatopeia d'"ix, ix" (= 3.000 / 6.000 Hz), i també dir "cucut" (= 250 / 750 Hz).

Es valora el llindar de detecció de l'estímul de parla, així com les diferents habilitats auditives en funció del format de presentació de l'estímul (discriminació, reconeixement i/o comprensió).

Aquesta prova es pot fer amb pròtesi auditiva (audiòfons i/o implant/s coclear/s) o sense.

## PROVA DE LING

Es tracta d'una prova senzilla i ràpida que serveix per comprovar la resposta auditiva de l'infant a estímuls de parla amb pròtesi auditiva i/o sense.

El procediment per fer la prova és el següent:

- Situar-se a l'alçada de l'infant.
- Col·locar el palmell de la mà en sentit horitzontal al voltant de 10 centímetres de la boca de qui parla perquè l'infant no el pugui veure, és a dir, perquè no faci lectura labial.
- Pronunciar els sis sons de Ling en un to de veu normal.

Els sis sons que formen la prova són:

- /a/* com el so de la paraula */casa/*
- /u/* com el so de la paraula */ungla/*
- /i/* com el so de la paraula */indi/*
- /s/* com el so de la paraula */sol/*
- /ix/* com el so de la paraula */xoc/*
- /m/* com el so de la paraula */mel/*

Es podran valorar les habilitats auditives de detecció, discriminació i/o identificació, en funció del desenvolupament auditiu i lingüístic, el tipus d'accés al so i el temps d'ús de pròtesi (edat auditiva) de l'infant.

Aquesta prova és d'utilitat per detectar canvis als llindars auditius provocats per patologia d'orella mitjana (otitis), canvis en l'audició i/o comprovar el funcionament de les pròtesis auditives.

En infants de curta edat, generalment la resposta que cal esperar que mostra la detecció del so és un gir del cos i/o del cap. A mesura que l'infant creix, pot col·laborar fent una tasca de condicionament al so, similar a la que es fa en una audiometria (llençar una peça a un cubell, aixecar la mà, etc.), per informar que ha detectat el so.

Els infants amb experiència auditiva poden repetir els sis sons de Ling, que ens indica que són capaços de diferenciar els sons presentats.

Quan l'infant ja està entrenat es pot variar la distància i/o la intensitat de la presentació de l'estímul, fins a obtenir la seva distància òptima d'escolta.

En la gràfica de la figura 27 es representen els sis sons de la prova de Ling en un audiograma. Aquests sons cobreixen l'espectre freqüencial corresponent a la zona de la parla (<https://www.jtc.org/es/escuchando-con-los-seis-de-ling/>).

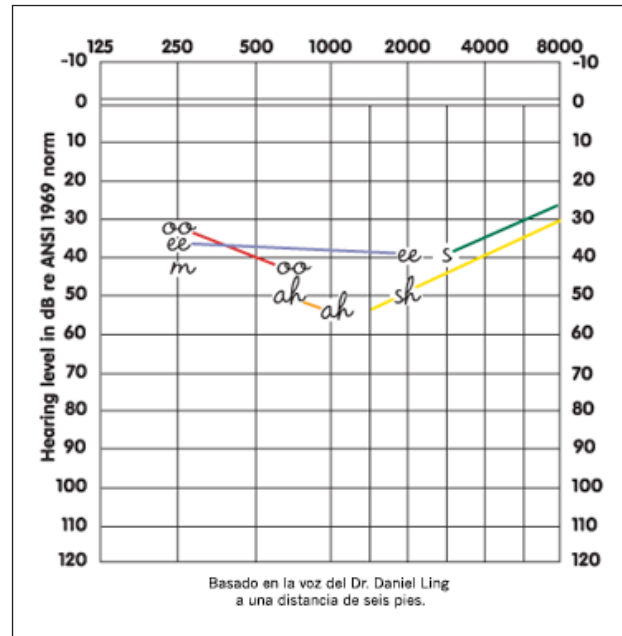


Figura 27. Gràfica que il·lustra els sis sons de Ling en un audiograma.

## 11. Referències bibliogràfiques

- ANGULO, A. [et al.]. *Audiología: Teoría y práctica*. Madrid: Ediciones Egea, 2017.
- BARRIO, C. “Desarrollo de la percepción auditiva fetal: la estimulación prenatal”. *Paediatrica*, vol. 3, núm. 2 (2000), p. 11-15.
- CALVO, J. C.; MAGGIO, M. “Marco referencial de la audioprótesis”. Programa Infantil Phonak, 2003.
- CARDENAS, R. de; MARRERO, V. *Cuaderno de logaudiometría*. Madrid: UNED, 1994.
- CLAVERIA, M. A.; CALVO, P.; MARRO, S. “El meu fill té una pèrdua auditiva. Informació per a les famílies”. Esplugues: Hospital Sant Joan de Déu, 2014.
- COMISIÓN PARA LA DETECCIÓN PRECOZ DE LA HIPOACUSIA (CODEPEH) . “Control de calidad de un programa de Detección, Diagnóstico e Intervención precoz de la hipoacusia en recién nacidos”, Fiapas (novembre 2003).
- COMITÉ ESPAÑOL DE AUDIOFONOLOGÍA: *Guía para la valoración integral del niño con discapacidad auditiva*. Madrid: Ministeri de Treball i Afers Socials, 2007.
- DIX, M. de; HALLPIKE, C. “The Peep-show: a new technique for pure-tone audiometry in Young children”. *Br Med J.*, núm. 24 (1947), p. 719-722.
- FERNÁNDEZ, I.; ÁLVAREZ, E. “Estudi Llevant. El desarrollo psicomotor de 1.702 niños de 0 a 24 meses”. Universitat de Barcelona, 1989. [Tesi doctoral]
- FERNÁNDEZ, A. M. [et al.]. *Logaudiometries infantils en català oriental central*. Barcelona: Horsori, 2016.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT. “Marc d'actuació dels CREDA: Aprofundiment en les funcions dels audioprotesistes”, 2006.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT D'ENSENYAMENT. “Marc d'actuació dels CREDA: criteris i objectius d'intervenció”, 2001.
- GENERALITAT DE CATALUNYA. DEPARTAMENT DE SANITAT. AGÈNCIA DE SALUT PÚBLICA DE CATALUNYA. “Protocol per a la detecció precoç, el diagnòstic, el tractament i el seguiment de la hipoacúsia neonatal”. Barcelona: Agència de Salut Pública de Catalunya, 2019.
- GIL-LOYZAGA, P. “**Estructura y función de la corteza auditiva. Bases de la vía auditiva ascendente**”, en *Tratado de Audiología* (2a edició), 2013. Editorial Elsevier. p. 18-33.
- GOVERN DE LA RIOJA. CONSELLERIA DE SALUT, CONSUM I BENESTAR SOCIAL. “Tabla de desarrollo Haizea-Llevant (0-5 años)”, 1991. Disponible a: <[http://www.agapap.org/druagapap/system/files/17\\_Valoraciondesarrollopsicomotor.pdf](http://www.agapap.org/druagapap/system/files/17_Valoraciondesarrollopsicomotor.pdf)>

GOTZENS, A. M.; MARRO, S. "Valoración audiológica en niños de 0 a 3 años: adaptaciones metodológicas y análisis de las respuestas". *Boletín de AELFA*, núm. 2, (2000), p. 18-25.

HUARTE, A. [et al.]. "Protocolo para la valoración de la audición y el lenguaje en lengua española en un programa de Implantes Cocleares". *Act. Otorrinolaringologica Espanyola*, vol. 47 (1996), supl. 1.

JOINT COMMITTEE ON INFANT HEARING. "2007 Position Statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs". American Academy of Pediatrics. *Pediatrics*, vol. 120, núm. 4 (2007), p. 898-921.

JUÁREZ, A.; MONFORT, M. *Algo que decir*. Madrid: Enthaediciones, 2001.

KATZ, J. *Handbook of clinical audiology*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.

LAFON, J. C. *Los niños con deficiencias auditivas*. Barcelona: Masson, 1987.

LÖWE, A. *Audiometría en el niño. Implicaciones pedagógicas*. Buenos Aires: Panamericana, 1981.

LÖWE, A. *Detección, diagnóstico y tratamiento temprano en niños con problemas de audición*. 2a ed. Buenos Aires: Panamericana, 1982.

MANRIQUE, M.; HUARTE, A. *Implantes cocleares*. Barcelona: Masson, 2002.

MARRO, S. "Atención y seguimiento audioprotésico de los alumnos sordos desde un servicio educativo". A: ZENKER, T.; ANGULO, A. (ed.). Actas de las VI Jornadas de la Asociación Española de Audiología (AEDA), p. 97-105, 2010.

NORTHEN, J.; DOWNS, M. P. *La audición en los niños*. Barcelona: Salvat, 1981.

*Operation manual Pediatric Audiometer PA5*. Dinamarca: Interacoustics, 2008.

PERELLÓ, E.; SALES, E.; FUMAROLA, F. *Tratado de Audiología*. Barcelona: Masson, 2005.

PERELLÓ, J. *Evaluación de la voz, lenguaje y audición*. Barcelona: Lebon, 1996.

SEBASTIÁN, G. de. *Audiología práctica*. 4a ed. Buenos Aires: Panamericana, 1987.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'AUDIOLOGIE. *Guide des Bonnes Pratiques en Audiométrie de l'enfant*. París: Société Française d'Audiologie, 2010.

TORRES, S. *Deficiencia Auditiva. Guía para profesionales y padres*. Málaga: Aljibe, 1999.

ZENKER CASTRO, F. "La caracterización de la sensibilidad auditiva mediante el refuerzo visual de la conducta en niños de 0 a 3 años". *Boletín de AELFA*, núm. 2 (2008), p. 12-15.

## Annex I

### Classificació audiomètrica de les deficiències auditives

Recomanacions del BIAP (Bureau Internationale d'Audiophonologie), 1997, Lisboa, Portugal.

La pèrdua auditiva tonal mitjana HAIC (Hearing Aid Industry Conference) es calcula a partir de la pèrdua auditiva en decibels (dB) per a les freqüències de 500, 1.000, 2.000 i 4.000 Hz. Les freqüències que no es detectin s'anoten com a 120 dB de pèrdua.

En cas de sordesa asimètrica, el llindar mitjà de pèrdua auditiva en dB es multiplica per 7 pel resultat obtingut en l'exploració de la millor orella i per 3 per la pitjor. La suma es divideix per 10.

#### 1. Audició normal

La pèrdua auditiva tonal no supera els 20 dB.

#### 2. Deficiència auditiva lleugera (DAL)

La pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 21 dB i 40 dB.

La parla es percep a veu normal, però no a veu fluixa o llunyana. Es perceben els sorolls més familiars.

#### 3. Deficiència auditiva moderada (DAM)

**Grau I:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 41 dB i 55 dB.

**Grau II:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 56 dB i 70 dB.

La parla es percep a volum elevat. El subjecte comprèn millor quan mira l'interlocutor.

Pot percebre alguns sorolls familiars.

#### 4. Deficiència auditiva severa

**Grau I:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 71 dB i 80 dB.

**Grau II:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 81 dB i 90 dB.

La parla només es pot percebre a veu molt forta a cau d'orella. Només es poden percebre els sorolls molt forts.

#### 5. Deficiència auditiva pregona

**Grau I:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 91 dB i 100 dB.

**Grau II:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 101 dB i 110 dB.

**Grau III:** la pèrdua auditiva tonal mitjana està entre 111 dB i 119 dB.

Cap percepció de la parla. Només es poden percebre sorolls molt forts.

#### 6. Deficiència auditiva total (cofosi)

La pèrdua auditiva tonal mitjana és de 120 dB.

No es percep res.

## Annex II

### Simbologia per interpretar l'audiograma

Valoració de les capacitats auditives:

|                             | Orella dreta | Orella esquerra |
|-----------------------------|--------------|-----------------|
| Via aèria                   | O            | X               |
| Via òssia                   | <            | >               |
| Via òssia amb emmascarament | r            | p               |
| Via aèria amb emmascarament | [            | ]               |

Audiometria en camp lliure:

|                                   | Sense pròtesi | Amb pròtesi |
|-----------------------------------|---------------|-------------|
| Via aèria en camp lliure binaural | S             | ▲           |
| Via aèria en camp lliure OD       |               | ▲           |
| Via aèria en camp lliure OE       |               | ▲           |

Audiometria verbal:

|  | Orella dreta | Orella esquerra |
|--|--------------|-----------------|
| Audiometria verbal amb auriculars          | O            | X               |
| Audiometria verbal en camp lliure          | O            | X               |
| Audiometria verbal en camp lliure binaural | ▲            |                 |



## Annex III

### Criteris de risc de pèrdua auditiva

El Joint Committee on Infant Hearing (JCIH 2007) determina els factors de risc següents:

1. Sospita d'hipoacúsia i/o retard en l'adquisició del llenguatge.
2. Història familiar de sordesa permanent a la infantesa.
3. Estància a la UCI durant més de 5 dies o ventilació assistida o oxigenació amb membrana extracorpòria o medicació ototòxica o hiperbilirubinèmia amb criteris d'exsanguinotransfusió.
4. Infecció congènita per citomegalovirus, herpes, rubèola, sífilis o toxoplasmosi.
5. Anomalies craniofacials.
6. Estigmes associats a una síndrome que inclogui sordesa.
7. Síndromes associades a hipoacúsia progressiva o d'instauració tardana: neurofibromatosi, osteopetrosi, síndrome d'Usher, etc.
8. Alteracions neurodegeneratives (síndrome de Hunter, etc.) o neuropaties sensomotores (atàxia de Friedreich, síndrome de Charcot-Marie-Tooth, etc.).
9. Infeccions postnatsals amb cultiu positiu, associades a hipoacúsia (meningitis, herpes virus, varicel·la).
10. Traumatisme cranioencefàlic que requereixi hospitalització.
11. Quimioteràpia.