

Statusartikel

Implanterbare høreapparater

Mai Vagle¹, Michael Bille¹, Niels West¹, Martin Reznitsky¹, Sune Bloch^{1, 2}, Søren Foghsgaard¹, Per Caye-Thomasen^{1, 2} & Ramon Gordon Jensen^{1, 2}

1) Afdeling for Øre-Næse-Halskirurgi og Audiologi, Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, 2) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet

Ugeskr Læger 2025;187:V05250392. doi: 10.61409/V05250392

HOVEDBUDSKABER

- Implanterbare høreløsninger (cochleaimplantater og benforankrede systemer) er veletablerede og tilbydes til patienter med komplekse høretab.
- Med introduktionen af nye transkutane benforankrede systemer ses bedre komfort og færre komplikationer.
- Teknologien muliggør streaming fra smartphone, bedre støjreduktion og på sigt integration af AI-baseret lydbehandling.
- Tværfaglig udredning er vigtig – henvisning bør ske til specialiserede høreteams ved mistanke om avanceret høretab.

Høretab udgør en betydelig sygdomsbyrde, og det vurderes, at 18% af 18-64-årige har høretab svarende til ca. 632.000 danskere [1]. Prævalensen af selvrapporterede høreproblemer er stigende med alderen til anslået 33-66% blandt 80+-årige [2]. Befolkningsundersøgelser i Norden har vist tilsvarende prævalens [3]. Høretab kan føre til reduceret livskvalitet, social isolation og øget risiko for depression. Der er en sammenhæng mellem høretab og kognitiv tilbagegang, men ikke sikker evidens for kausalitet. Ubehandlet høretab er desuden forbundet med dårligere uddannelses- og erhvervsmæssige muligheder samt en øget økonomisk byrde for sundhedssystemet [4]. Det er afgørende at forstå og anvende de mest hensigtsmæssige hørehjælpemidler for at reducere denne byrde.

Høretab kan behandles med forskellige typer af hørehjælpemidler. Mens konventionelle høreapparater (HA) er den primære løsning for langt de fleste patienter, kan implanterbare HA være en fordelagtig løsning for specifikke patientgrupper. Som alment praktiserende læge er det vigtigt at have et overordnet kendskab til disse behandlinger, så man kan vejlede og henvise til yderligere udredning hos øre-næse-hals-læger.

Denne statusartikel giver en oversigt over de forskellige teknologier, deres indikationer og de seneste fremskridt inden for implanterbare systemer.

Benforankrede høreapparater

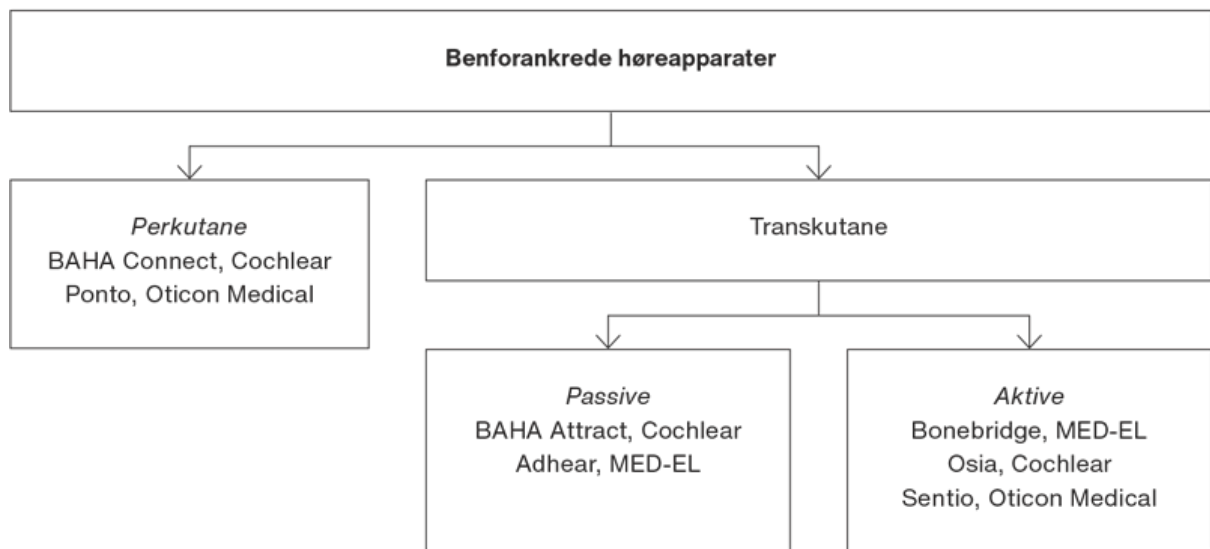
Almindelige HA er førstevalget ved et sensorineuralt høretab, som f.eks. det aldersrelaterede høretab. De kan være en god løsning ved normal øregang, trommehinde og mellemøre. Men ved konduktive høretab, kroniske øreinfektioner, hudproblemer i øregangen eller medfødte misdannelser som atresi kan benforankrede høreapparater (BAHS) være en løsning. BAHS anvendes både til børn og voksne. BAHS er kendetegnet ved, at lyd via en mikrofon omdannes til en vibration, som overføres direkte til kraniet og omgår derved øregang og mellemøret [5, 6]. Ved større konduktive tab giver de en klarere lyd end HA.

I Danmark tilbydes BAHS til patienter med konduktivt høretab samt ved blandet perceptivt-konduktivt høretab eller ved ensidig døvhed. Inden kirurgisk implantation har patienten en prøveperiode med et BAHS på et pandebånd, hvor lyd kvalitet og forventet effekt vurderes.

Inddeling af benforankrede høreapparater

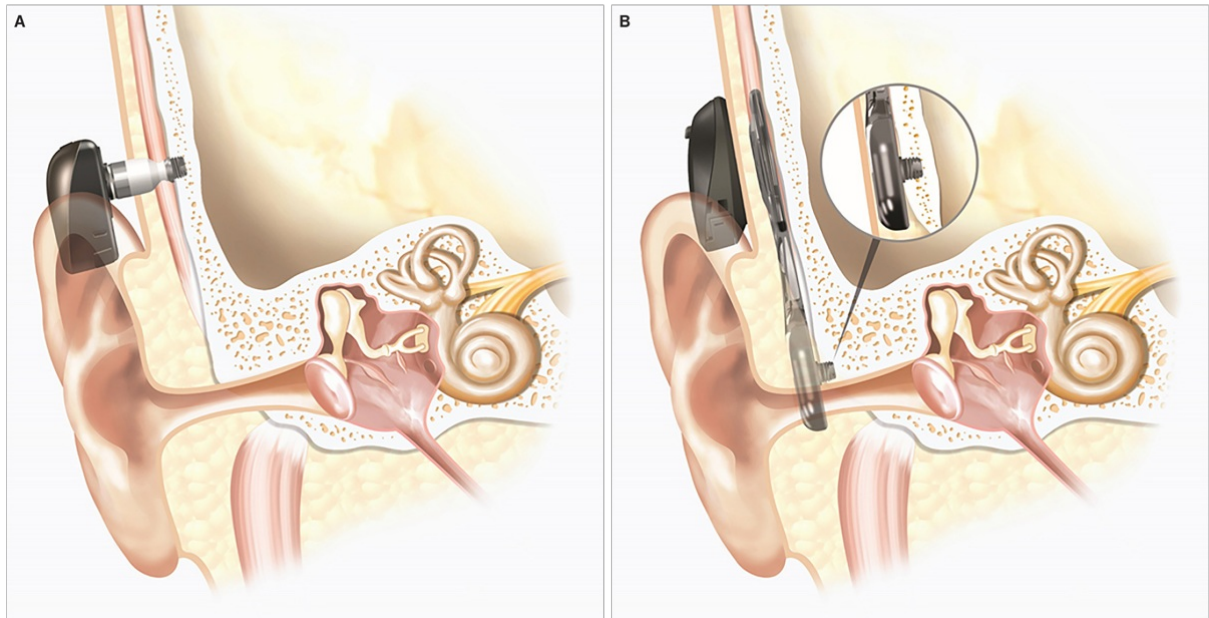
BAHS inddeles i tre hovedtyper: perkutane, passive transkutane og aktive transkutane systemer (**Figur 1**) [7, 8].

FIGUR 1 Inddeling af benforankrede høreapparater.



I 1977 indopererede *Anders Tjellström* det første perkutane implantat [9]. Australiske Cochlear markedsførte det første digitale perkutane system i 2005 og danske Oticon Medical i 2009. Perkutane systemer består af et titaniumimplantat (skrue) (**Figur 2**). Implantatet fastgøres i mastoidknoglen og går ud igennem huden, hvilket gør det muligt for lyden at blive overført mekanisk fra en ekstern processor. Hos voksne udføres operationen typisk i lokalbedøvelse, mens børn opereres i fuld bedøvelse. Systemerne sikrer effektiv lydtransmission, men kan være forbundet med hudkomplikationer og kræver daglig pleje [10]. Der er en risiko for implantattab, som varierer fra 0% til 40%, og den stiger jo yngre patienten er [11]. I Danmark anbefales først implantation efter femårsalderen.

FIGUR 2 Sammenligning af benforankrede høreapparater. **A.** Perkutant system med en hudgennemgående skrue til fiksation af processoren/høreapparatet. **B.** Aktivt transkutant system, hvor lyd fra processoren overføres trådløst gennem intakt hud til den indre, vibrerende del. Illustration bringes med tilladelse fra producenten.



Passive transkutane BAHS anvender magnetisk kobling mellem en intern (subkutan) og en ekstern magnet. Den eksterne lydprocessor overfører lydsignaler som en vibration gennem huden. Fordelen er intakt hud, men lydtransmissionen dæmpes af subcutis, især ved højfrekvente toner [12]. Passive transkutane systemer anvendes derfor ikke rutinemæssigt i Danmark.

Aktive transkutane systemer adskiller sig ved at overføre lyd trådløst til en implanteret transducer (vibrator), som er i direkte kontakt med knoglen, og undgår derved både hudpenetration og subkutan dæmpning. Flere af disse systemer er relativt nye og anvendes nu internationalt i tiltagende grad. Der kan være flere motivationer – herunder ønsket om en intakt hud med færre hudproblemer til følge.

I Danmark anvendes følgende – se **Figur 3**.

FIGUR 3 Oversigt over de tre tilgængelige aktive transkutane benforankrede høresystemer. **A.** I Bonebridgen genereres vibrationer elektromagnetisk, idet en »floating mass transducer« aktiveres i hoveddelen af implantatet. Bonebridge (MED-EL) blev introduceret i 2013. Erfaringer fra et systematisk review af 29 studier peger på god høreforbedrende effekt, høj patienttilfredshed og få komplikationer. Systemet kræver en vis knogletykkelse, idet der skal udbores en forsækning til lejrning af implantatet [12]. Et dansk studie viser tilsvarende god patienttilfredshed og høreforbedrende udbytte ved Bonebridge [13]. **B.** Osia vibrerer ved hjælp af en intern piezoelektrisk transducer, som fastgøres til en skrue i mastoidknoglen. Osia (Cochlear) blev introduceret i 2022. En dansk caseserie viste høreforbedrende udbytte og generelt positive patientrapporterede resultater. Nogle patienter med arvæv fra tidligere ørekirurgi oplevede postoperative smerter, hvilket kan skyldes, at implantatet medfører en ikke ubetydelig volumenøgning og dermed vævspænding i området [14, 15]. **C.** Sentio fungerer elektromagnetisk. Sentio (Oticon Medical) blev introduceret i 2024. Sentio er et mindre og mere kompakt design end de andre systemer [16]. Systemet kræver som Bonebridge en vis knogletykkelse grundet udboring af forsækning til implantatet. Danske erfaringer er endnu begrænsede. Illustration bringes med tilladelse fra producenten.



Cochleaimplantat

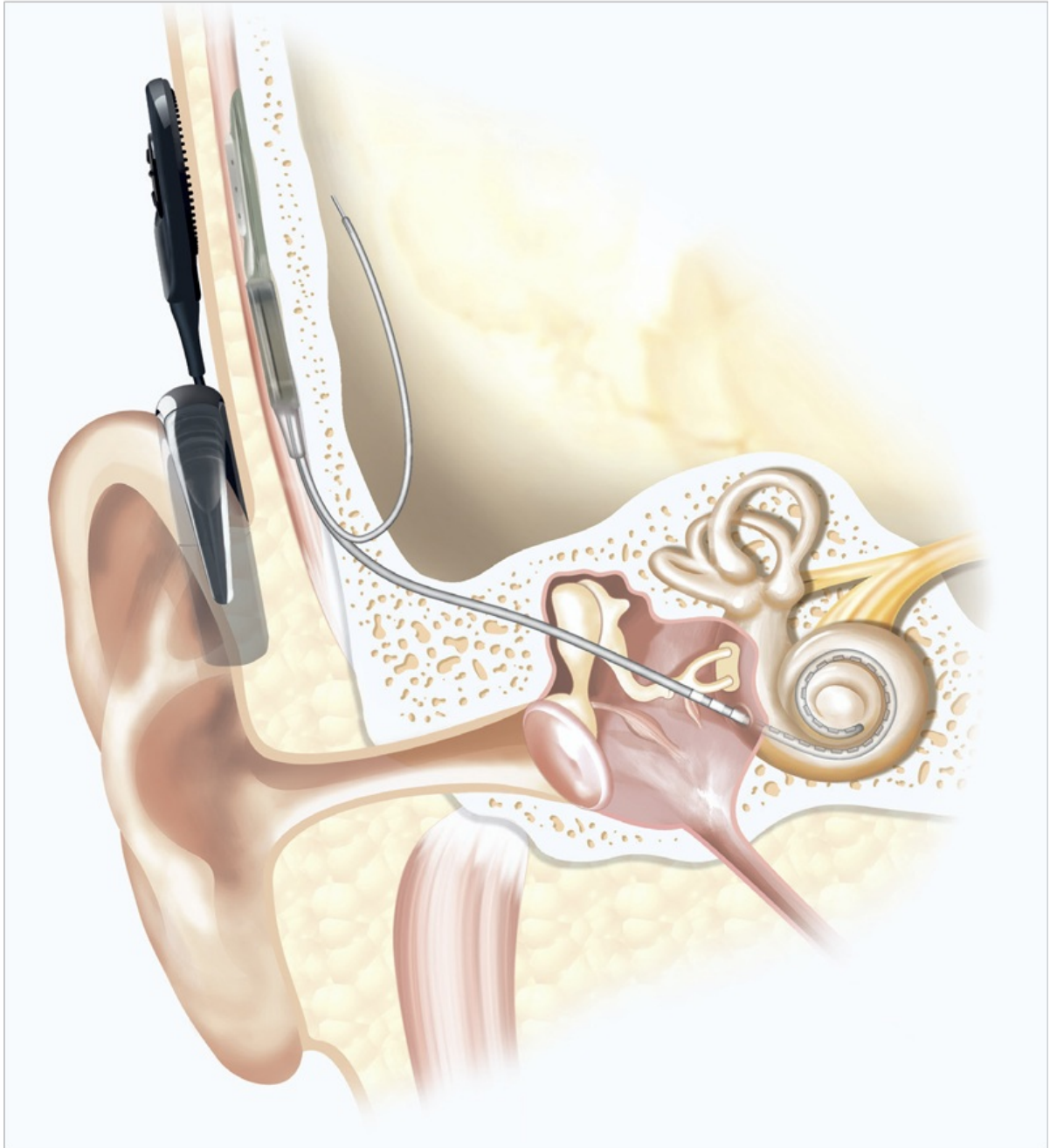
Ved svær eller meget svær hørenedsættelse og forringet taleforståelse trods bedst mulig høreapparatbehandling kan behandling med cochleaimplantat (CI) være indiceret. CI betragtes som en af historiens største medicinske teknologiske landvindinger, hvor det er lykkedes at gøre døve hørende. Det blev udviklet i 1960'erne og er nu et standardtilbud ved medfødt eller erhvervet svær hørenedsættelse, og sammenlignet med brug af HA vil et implantat forbedre hørelse, auditiv-verbal kommunikation og livskvalitet [17-19]. Lyden i et CI er i et vist omfang forskellig fra den naturlige lyd, hvorfor der i modsætning til HA og BAHS, skal betydelig genoptræning til.

Høretab er det hyppigst forekommende medfødte handicap. I Danmark fødes omkring 250 børn om året med et behandlingskrævende høretab. Af disse har 20-30 bilateral svær eller meget svær hørenedsættelse/døvhed. Det er væsentligt at vide, at ca. 95% af døve børn har normalthørende forældre, hvilket har afgørende betydning for rehabiliteringsindsatsen [17, 18]. I Danmark implanteres ca. 250 voksne årligt [19]. CI på voksne foretages på Københavns Universitetshospital – Rigshospitalet, Aarhus Universitetshospital og Odense Universitetshospital, på børn kun på de to førstnævnte hospitaler.

Et CI består af en implantatdel og en ekstern lydprocessor (Figur 4). Den udvendige del omkoder lyd til et elektrisk signal og er trådløst forbundet med selve implantatet. Implantatet består af en modtager, elektronikboks og elektrode. Elektronikboksen forsænkes i mastoidknoglen, og elektroden føres via mellemøret ind i cochlea. Elektroden stimulerer spiralganglieneuronerne centralt i cochlea og dermed hørenerven. Der

findes aktuelt tre producenter på det danske marked: Cochlear, Advanced Bionics og MED-EL.

FIGUR 4 Cochleaimplantat. Illustration bringes med tilladelse fra producenten.



Børn og cochleaimplantat

Siden 2005 har der været neonatal hørescreening i Danmark, hvorfra der henvises til udredning på audiologiske afdelinger. Barnet skal stimuleres med lyd så tidligt som muligt, og HA tilpasses gerne inden tremånedersalderen. Der udføres adfærdsaudiometri og objektive elektrofysiologiske målinger, og hvis hørenedsættelsens sværhedsgrad peger mod utilstrækkelig effekt af HA, tilbydes CI. I dag implanteres børn med kongenit meget svær hørenedsættelse/døvhed i 6-12-månedersalderen.

En række faktorer har betydning for udbyttet, herunder patientkarakteristika, postoperativ rehabilitering og alder ved implantation. Bilateral CI er standardtilbud for at høste fordelene ved binaural høreelse, herunder retningshøreelse og bedre taleforståelse i støj. Ved unilateralt høretab kan CI også tilbydes til børn, og her er tidlig implantation afgørende for at undgå udvikling af aural preference-syndrom.

Den postoperative audiologopædiske rehabilitering indbefatter auditory verbal therapy (AVT), som er et forældrebetalt rehabiliteringstiltag, som er af central betydning for optimal auditiv og verbal udvikling med CI. Sundhedsstyrelsens retningslinjer anbefaler vedligeholdende høremæssig træning gennem hele barndommen [20].

Ved tidlig implantation og evidensbaseret rehabiliteringsindsats opnår ca. 85% af børn alderssvarende sprogudvikling inden skolealderen [18, 21, 22]. Da de typisk kan indgå i almindelige skoletilbud, er der et aftagende behov for specialinstitutioner for døve børn.

Voksne og cochleaimplantat

CI er kun til voksne patienter, som allerede har udviklet et talesprog på baggrund af tidligere høreevne [19]. Ved hørenedsættelse/døvhed, som har forhindret udvikling af talesprog, vil det grundet utilstrækkelig neuroplasticitet ikke være muligt at udvikle talesprog med CI, på trods af at lydopfattelsen kan etableres.

Taleforståelsen forbedres postoperativt i løbet af de første 6-12 måneder. Et godt udbytte faciliteres af audiologopædisk vejledning og træning. Oftest opnås en væsentlig forbedring i forhold til optimal behandling med HA med en gennemsnitlig skelneevne for enstavelsesord på omkring 70% med CI [23, 24]. Der er holdepunkt for en positiv korrelation mellem præoperativ og postoperativ taleforståelse [25].

På trods af den dokumenterede effekt af CI hos voksne synes anvendelsen i Danmark at være lav i forhold til det estimerede antal kandidater. En europæisk opgørelse har vist, at Danmark – i modsætning til flere andre lande – ikke har haft en stigning i antallet af implantationer hos voksne i perioden 2010-2016 [26]. Dette peger på et behov for øget opmærksomhed omkring indikation og henvisning til vurdering.

Hjernestammeimplantation

Hjernestammeimplantation (ABI) er en mulighed hos patienter, der ikke har en fungerende hørenerve, som kan føre det elektriske signal fra et CI videre [24]. ABI er klassisk anvendt til patienter med neurofibromatose type 2 (bilateral tumor på høre- og balancenerven), men anvendes også til børn med medfødt hypoplasi eller aplasi af begge hørenerver, og hvor forsøgsvis CI har vist sig uden effekt.

Et ABI minder om et CI (se ovenfor), hvor stimulationsledningen ender i en elektrodeplade, som placeres på hjernestammen og stimulerer de centrale hørebaner direkte. Udbyttet af ABI er generelt ringere og varierer mere end ved CI – nogle opnår kun basal lydopfattelse, mens de bedste patienter har god sprogforståelse uden mundaflæsning [27].

Konklusion og fremtidsperspektiver

For alle de implanterbare høreøsninger gælder, at de i forskellig grad kan integreres med smartphones og apps. Mange kan streame musik og opkald direkte, og der er sket forbedringer med retningsbestemt mikrofonteknologi og støjreduktion. Som på andre områder er der en forventning om, at AI og individualiserede løsninger vil kunne øge brugervenligheden. BAHS gennemgår i disse år en rivende udvikling i form af nye implantattyper. Yderligere forskning i de nye implantater, herunder sammenlignende studier og langtidsopfølgning, er nødvendig for at optimere behandlingsvalg og sikre de bedste resultater for patienterne.

CI er en veletableret og udbredt teknologi, hvor man i forskningen fokuserer på at opnå naturlig lyd, bevare resthørelse ved udvikling af nye elektroder og forbedret kirurgisk teknik. Da implanterbare høreløsninger bliver stadig mere komplekse, bør patienter udvælges og rådgives af et tværfaglig team bestående af en ørelæge med særlig audiologisk ekspertise, en audiologopæd og en ørekirurg.

Korrespondance *Per Caye-Thomasen*. E-mail: per.caye-thomasen.01@regionh.dk

Antaget 18. august 2025

Publiceret på ugeskriftet.dk 13. oktober 2025

Interessekonflikter NW oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i William Demant Foundation samt undervisningshonorar. MB oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Cochlear. RGJ oplyser økonomisk støtte fra eller interesse i Oticon Medical og Cochlear. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk.

Referencer findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk.

Artikelreference Ugeskr Læger 2025;187:V05250392

doi 10.61409/V05250392

Open Access under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](#)

SUMMARY

Implantable hearing solutions

Implantable hearing solutions include bone conduction hearing devices (BAHS), cochlear implants (CI), and auditory brainstem implants (ABI). BAHS are divided into percutaneous and transcutaneous types, including newer active systems like Bonebridge, Osia, and Sentio. CI is used for severe-to-profound hearing loss, and ABI for patients without a functional auditory nerve. This review outlines current indications, technologies, and clinical experience in Denmark.

REFERENCER

1. Christensen ML, Amilon A. Høreproblemer og arbejdslivet, 2023. <https://www.vive.dk/da/udgivelser/hoereproblemer-og-arbejdslivet-bxq1q9bz/> (18. aug 2025)
2. Parving A, Biering-Sørensen M, Bech B, Christensen B, Sørensen MS. Hearing in the elderly ≥80 years of age. Prevalence of problems and sensitivity. Scand Audiol. 1997;26(2):99-106. <https://doi.org/10.3109/01050399709074981>
3. Johansson MSK, Arlinger SD. Prevalence of hearing impairment in a population in Sweden: Prevalencia de las pérdidas auditivas en una población de Suecia. Int J Audiol. 2003;42(1):18-28. <https://doi.org/10.3109/14992020309056081>
4. McDaid D, Park AL, Chadha S. Estimating the global costs of hearing loss. Int J Audiol. 2021;60(3):162-170. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1883197>
5. de Souza MA, Vallejos Riart SL, de Souza SR, de Brito R, Bento RF. Complications of transcutaneous protheses—a systematic review of publications over the past 10 years. Int Arch Otorhinolaryngol. 2022;26(4):e505-e512. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1742352>
6. Goycoolea M, Ribalta G, Tocornal F, et al. Clinical performance of the Osia system, a new active osseointegrated implant system. Results from a prospective clinical investigation. Acta Otolaryngol. 2020;140(3):212-219. <https://doi.org/10.1080/00016489.2019.1691744>
7. Snik AFM, Mylanus EAM, Proops DW, et al. Consensus statements on the BAHA system: where do we stand at present? Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl. 2005;195:2-12. <https://doi.org/10.1177/000348940511451201>
8. Koro E, Wales J, Werner M. Bone conduction implants and active middle ear implants for adults. Sci Prog.

- 2025;108(1):00368504251328010. <https://doi.org/10.1177/00368504251328010>
9. Tjellström A, Lindström J, Hallén O, Albrektsson T, Brånemark PI. Osseointegrated titanium implants in the temporal bone. A clinical study on bone-anchored hearing aids. *Am J Otol.* 1981;2(4):304-310
 10. Lagerkvist H, Carvalho K, Holmberg M, Petersson U, Cremers C, Hultcrantz M. Ten years of experience with the Ponto bone-anchored hearing system—a systematic literature review. *Clin Otolaryngol.* 2020;45(5):667-680. <https://doi.org/10.1111/coa.13556>
 11. Krøyt IJ, Bakkum KHE, Caspers CJL, Hol MKS. The efficacy of bone-anchored hearing implant surgery in children: A systematic review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2020;132:109906. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.109906>
 12. Sprinzl GM, Wolf-Magele A. The Bonebridge bone conduction hearing implant: Indication criteria, surgery and a systematic review of the literature. *Clin Otolaryngol.* 2016;41(2):131-143. <https://doi.org/10.1111/coa.12484>
 13. Eberhard KE, Olsen SØ, Miyazaki H, Bille M, Cayé-Thomasen P. Objective and subjective outcome of a new transcutaneous bone conduction hearing device: Half-year follow-up of the first 12 Nordic implantations. *Otol Neurotol.* 2016;37(9):267-75. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000000969>
 14. Vagle M, Bille M, Jensen RG. Piezoelectric bone conduction hearing implant: A case series of audiological, surgical and patient-reported outcomes. *J Clin Med.* 2024;13(11):3111. <https://doi.org/10.3390/jcm13113111>
 15. Key S, Mohamed N, Da Cruz M, Kong K, Hasan Z. Systematic review and meta-analysis of a new active transcutaneous bone conduction implant. *Laryngoscope.* 2024;134(4):1531-1539. <https://doi.org/10.1002/lary.31053>
 16. Ghoncheh M, Lilli G, Lenarz T, Maier H. Outer ear canal sound pressure and bone vibration measurement in SSD and CHL patients using a transcutaneous bone conduction instrument. *Hear Res.* 2016;340:161-168. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2015.12.019>
 17. West N, Cayé-Thomasen P, Bille M. Cochlear-implantation til børn. *Ugeskr Læger.* 2018;180(13):V02180125
 18. Percy-Smith L, Jantzen L, Cayé-Thomasen P. Cochleaimplantation til børn. *Ugeskr Læger.* 2023;185(9):V07230480. [Cochlear-implantation til børn | Ugeskriftet.dk](https://doi.org/10.1111/ugl.15480)
 19. West N, Bille M, Cayé-Thomasen P. Cochleaimplantation til voksne. *Ugeskr Læger.* 2020;182:V04200214. [Cochleaimplantation til voksne | Ugeskriftet.dk](https://doi.org/10.1111/ugl.14880)
 20. Sundhedsstyrelsen. Kliniske retningslinjer for pædiatrisk cochlear implantation i Danmark, 2012. <https://www.sst.dk/-/media/Viden/Specialplaner/Specialplan-for-oto-rhino-laryngologi/Kliniske-retningslinjer-for-paediatrik-cochlear-implantation-i-Danmark.ashx> (16. maj 2025)
 21. Percy-Smith L, Wischmann S, Josvassen JL, Schiøth C, Cayé-Thomasen P. Language development for the new generation of children with hearing impairment. *J Clin Med.* 2021;10(11):2350. <https://doi.org/10.3390/jcm10112350>
 22. Wischmann S, Josvassen JL, Schiøth C, Percy-Smith L. History re-written for children with hearing impairment. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2022;152:110991. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2021.110991>
 23. West NC, Kressner AA, Baungaard LH, Sandvej MG, Bille M, Cayé-Thomasen P. Nordic results of cochlear implantation in adults: Speech perception and patient-reported outcomes. *Acta Otolaryngol.* 2020;140(11):939-947. <https://doi.org/10.1080/00016489.2020.1816656>
 24. Rasmussen KMB, West NC, Bille M, Sandvej MG, Cayé-Thomasen P. Cochlear implantation improves both speech perception and patient-reported outcomes: A prospective follow-up study of treatment benefits among adult cochlear implant recipients. *J Clin Med.* 2022;11(8):2257. <https://doi.org/10.3390/jcm11082257>
 25. Hoppe U, Hocke T, Hast A, Iro H. Maximum preimplantation monosyllabic score as predictor of cochlear implant outcome. *HNO.* 2019;67(1):62-68. <https://doi.org/10.1007/s00106-019-0648-0>
 26. De Raeve L, Archbold S, Lehnhardt-Gorjany M, Kemp T. Prevalence of cochlear implants in Europe: Trend between 2010 and 2016. *Cochlear Implants Int.* 2020;21(5):275-280. <https://doi.org/10.1080/14670100.2020.1771829>
 27. Hansen JO, West N, Bille M, Cayé-Thomasen P. Hjernestammeimplantation ved høretab. *Ugeskr Læger.* 2021;183:V08200602. [Hjernestammeimplantation ved høretab | Ugeskriftet.dk](https://doi.org/10.1111/ugl.15480)