

Statusartikel

Ugeskr Læger 2020;182:V04200214

Cochleaimplantation til voksne

Niels West^{1, 2}, Michael Bille^{1, 2} & Per Cayé-Thomasen^{1, 2}

1) Øre-næse-halskirurgisk og Audiologisk Klinik, Rigshospitalet, 2) Institut for Klinisk Medicin, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet

Ugeskr Læger 2020;182:V04200214

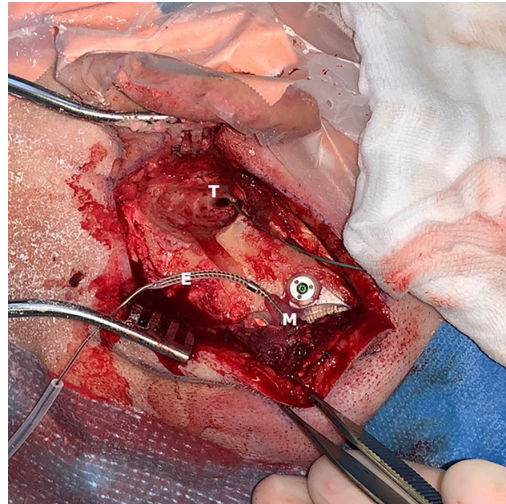
HOVEDBUDSKABER

- Antallet af voksne, der får et cochleaimplantat, er lavt i forhold til behovet.
- Resthørelse og ensidig døvhed er ikke en forhindring for at få et cochleaimplantat.
- Jævnfør de udvidede indikationer opfordres der til, at patienter med utilfredsstillende gavn af konventionelle høreapparater henvises til en ørelæge.

World Health Organization (WHO) har i 2016 kortlagt aldersrelateret og anden hørenedsættelse som den tredjehyppigste årsag på verdensplan til år levet med sygdom kun overgået af lændesmerter og migræne [1]. Langt de fleste med hørenedsættelse vil have god gavn af høreapparater, og i Danmark antages dette at gøre sig gældende for ca. 500.000 personer, men ved svær eller meget svær hørenedsættelse/døvhed kan høreapparatbehandling vise sig at være utilstrækkelig [2]. Hos de fleste af de patienter er der mulighed for at indoperere en elektrode i cochlea – cochleaimplantation. Dette betragtes som en af de største medicinske teknologiske landvindinger, idet det hermed er lykkedes at genskabe en af de menneskelige sanser – hørelsen. Med cochleaimplantation kan man i dag tilbyde en behandling til personer med forskellige former for erhvervet svær eller meget svær hørenedsættelse/døvhed, og sammenlignet med brug af konventionelt høreapparat vil den forbedre hørelse, auditiv-verbal kommunikation og livskvalitet [3].

COCHLEAIMPLANTATET

Et cochleaimplantat (CI) består af en implantatdel og et udvendigt apparatur. Den udvendige del omkoder den akustiske stimulus (f.eks. tale) til et elektrisk signal og står i trådløs forbindelse med implantatet. Selve implantatet består af en modtager med en magnet og en elektronikboks, som placeres direkte på kranieknoglen under huden bag ved og over det ydre øre. Herfra udgår der en elektrode, der via en mastoidektomi og posterior tympanotomi føres til mellemøret og igennem det runde vindues membran til scala tympani [4]. Elektroden har et antal elektrodepunkter, som stimulerer spiralganglieneuronerne og dermed hørenerven. I kraft af den tonotopiske opbygning af cochlea kan det akustiske frekvensspektrum repræsenteres i den oplevede lyd. Hvis der stimuleres elektrisk basalt i cochlea, vil der opleves en højfrekvent lyd, og stimuleres der apikalt, vil der opleves en lavfrekvent lyd.



Cochleaimplantatoperation på venstre øre. Intern enhed med modtager (M) in situ lige før elektroden (E) føres via den posteriore tympanotomi (T) i dybet af mastoidektomien ind i det runde vindue (ikke synlig på billedet). En alternativ tilgang er en cochleostomi hvor der bores direkte gennem cochleas ossøse lateralvæg.

EPIDEMIOLOGI I DANMARK

Data for svær hørenedsættelse/døvhed i Danmark er sparsomme. Et groft estimat baseret på epidemiologiske data fra WHO indikerer, at ca. 13.000 danskere, der har fået hørenedsættelse i voksenalderen, er kandidater til CI-behandling [5]. Dette hviler på den antagelse, at næsten alle med meget svær hørenedsættelse efter WHO's klassifikation (høretærskel > 80 dB som gennemsnit af frekvenserne 0,5, 1, 2 og 4 kHz for bedst hørende øre), og at 20-25% med svær hørenedsættelse (høretærskel 61-80 dB) vil kunne profitere af behandling med CI. Dertil vil et ukendt antal patienter med unilateral døvhed eller bevaret hørelse i basområdet efter nyere indikationskriterier kunne komme i betragtning. Dette skal sammenholdes med, at antallet af voksne CI-brugere i Danmark anslås til godt 2.000. Selvom nogle patienter pga. manglende motivation eller svær komorbiditet ikke er kandidater til CI-behandling, er der tale om en betydelig underbehandling. Data vidner om et tilsvarende betydeligt, udækket behandlingsbehov i andre vestlige lande [6]. Som en af barriererne for behandling peges på manglende viden og opmærksomhed på indikationerne for CI-behandling blandt sundhedsprofessionelle.

ÆTIOLOGI

Den type af bilateral hørenedsættelse, der hyppigst fører til CI-kandidatur, er progredierende sensorineural hørenedsættelse. Ætiologisk er der betydelig heterogenitet, hvor genetiske faktorer vægter mest. Patienter med otosklerose kan i fremskredne tilfælde have en betydelig cochleakomponent og trods stapedotomi have utilstrækkelig effekt af høreapparater, således at cochleaimplantation kan være indiceret. Bakteriel meningitis hos voksne fører til høretab i ca. 40% af tilfældene [7], og svært høretab efter pneumokokmeningitis har vist sig at ramme 7% unilateralt og 7% bilateralt [8]. Alvorlige hovedtraumer med fraktur i basis cranii involverende det indre øre kan bevirke svær hørenedsættelse eller døvhed. Under forudsætning af, at den auditive signalvej fra cochlea til hjernen er intakt, kan CI være et behandlingstilbud. Ved svær bilateral hørenedsættelse efter meningitis og kranietraume er hurtig udredning påkrævet, ligesom simultan bilateral implantation i udgangspunktet tilrådes, pga. risiko for fibrosering og ossifikation af cochlea, hvilket kan umuliggøre cochleaimplantation.

PRÆOPERATIV UDREDNING

I CI's tidlige æra var det kun patienter uden brugbar resthørelse, der kom i betragtning til implantation. Siden er kriterierne for kandidatur udvidet i takt med den teknologiske og kirurgiske udvikling med bedre implantater, bedre lydprocessorer og mere skånsom kirurgi. Det afgørende er, om et CI forventes at give signifikant bedre taleforståelse end et konventionelt høreapparat, hvorfor skelnetest for ord i ro og støj med bedst muligt tilpassede høreapparater vægtes højere end rentoneaudiogram. Den præoperative udredning i et af de tre danske CI-centre varetages tværfagligt af særligt øre-næse-hals-læger inden for det audiologiske fagområde, otokirurger og audiologopæder/audiologer. Patientens alder, hørenedsættelsens varighed, eventuel indre øre-patologi, brug af høreapparat og hørenedsættelsens ætiologi er faktorer af betydning for udbyttet [9, 10]. Ud over tone- og taleaudiometri, tympanometri og stapediusrefleksmåling indgår MR-skanning og/eller CT af pars petrosa, vestibulogisk undersøgelse og elektrofysiologisk høreundersøgelse rutinemæssigt i den præoperative udredning. Der kan foretages måling af auditory brainstem response (ABR) og auditory steadystate response. Måling af ABR tjener bl.a. til identifikation af eventuel auditiv neuropati, der kan være af betydning for effekten af CI (Figur 1).

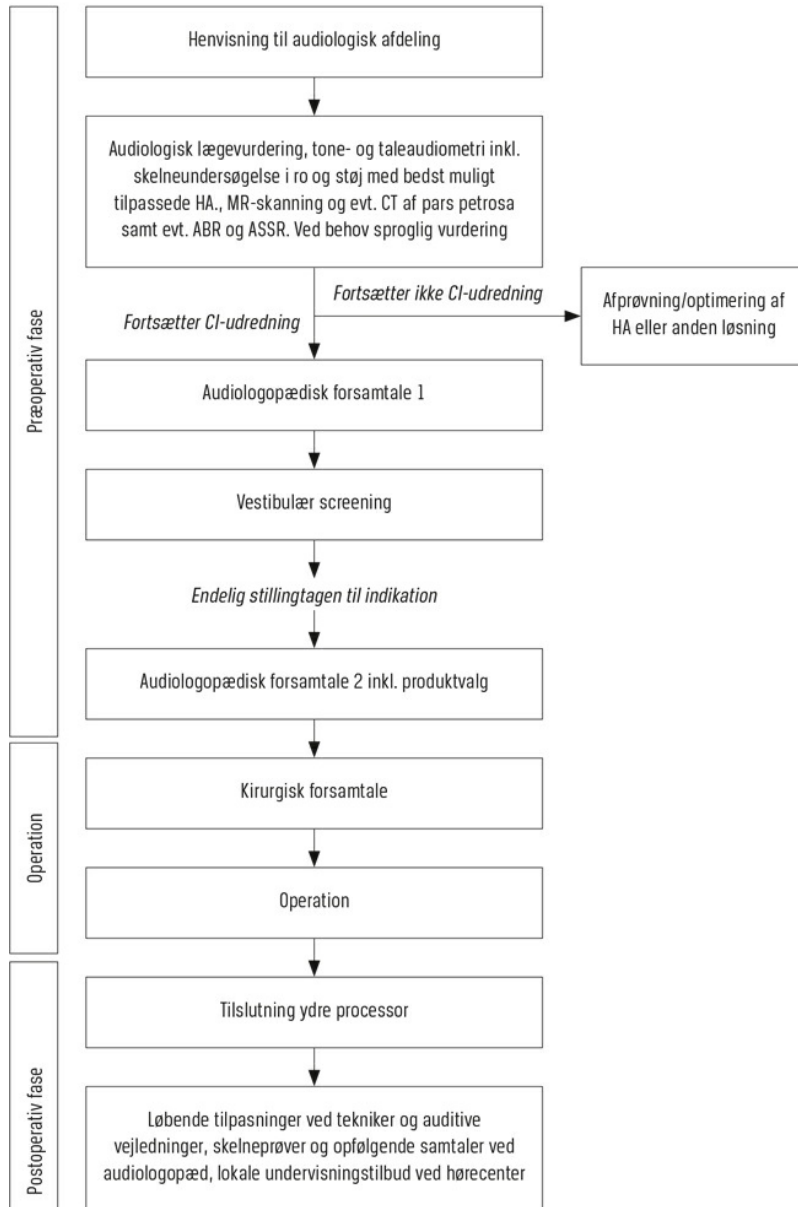
INDIKATIONER FOR BEHANDLING MED COCHLEAIMPLANTAT

I Danmark har man i en årrække lagt sig op ad de kandidatkræterier, der blev formuleret af *Dowell et al* i 2004 [11]. Dansk Selskab for Otorhinolaryngologi, Hoved- & Halskirurgi har i 2014 publiceret en klinisk retningslinje om CI til voksne. Den indeholder flg. vejledende audiologiske kræterier [12]: 1) skelneevne $\leq 65\%$ (målt med discrimination score (DS)) og i ro uden mundaflæsning med bedst muligt tilpassede høreapparater og 2) skelneevne $\leq 45\%$ i ro uden mundaflæsning med bedst muligt tilpasset høreapparat på det eller de øre(r), som påtænkes implanteret.

DS måles som standard i et quasifrit lydfelt ved 65 dB-lydtryksniveau og i støj ved signal-støj-forhold på 0 dB. Ophævet eller meget ringe skelneevne ($DS \leq 20\%$) i moderat kraftig støj med bedst muligt tilpassede høreapparater kan støtte patientens kandidatur, selvom der er bedre skelneevne end nævnt i kræterierne ovenfor. Kræterierne er under løbende evaluering med tendens til opblødning, særligt i tilfælde af asymmetrisk hørenedsættelse, hvor patienter i dag kan tilbydes CI til det dårligt hørende øre, selvom der er bedre samlet skelneevne end anført ovenfor. Man har også i praksis i vidt omfang anvendt ordscore ved DS-målingerne, selvom den kliniske retningslinje forudsætter lydscorer (fonemer), hvilket i sig selv er en opblødning. Kandidater er kun patienter, som har postlingval svær hørenedsættelse/døvhed og allerede har udviklet et talesprog på baggrund af tidligere høreevne. Ved prælingval hørenedsættelse/døvhed, som har forhindret udvikling af talesprog, vil det som følge af irreversibel cross modal plasticity i temporallappens cortex ikke være muligt at udvikle talesprog med CI i voksenalderen trods lydopfattelse. I særlige tilfælde af prælingval døvhed, f.eks. døvblindhed, kan CI overvejes som en hjælp til orientering.

Da mange aktører på høreområdet, herunder praktiserende øre-næse-hals-læger og speciallæger i almen medicin, ikke har mulighed for at foretage skelnemålinger i et frit felt, gives her en enkel vejledning for, hvornår henvisning til vurdering mhp. CI bør overvejes: 1) Hvis patienten trods bedst mulig høreapparatbehandling ikke uden vanskelighed kan opfatte, hvad der bliver sagt på tomandshånd i ro uden at se på den talende (mundaflæsning), og 2) hvis patienten trods bedst mulig høreapparatbehandling ikke uden vanskelighed kan opfatte, hvad der bliver sagt på tomandshånd i moderat kraftig baggrundsstøj, når der ses på den talende, dvs. med støtte fra mundaflæsning.

FIGUR 1 / Forløbsoversigt over cochleaimplantationsudredning, -operation og -efterforløb for en førstegangscochleaimplantatmodtager på Rigshospitalet. Der går typisk 6-8 mdr. fra henvisning til operation. Det postoperative forløb afhænger af udbyttet.



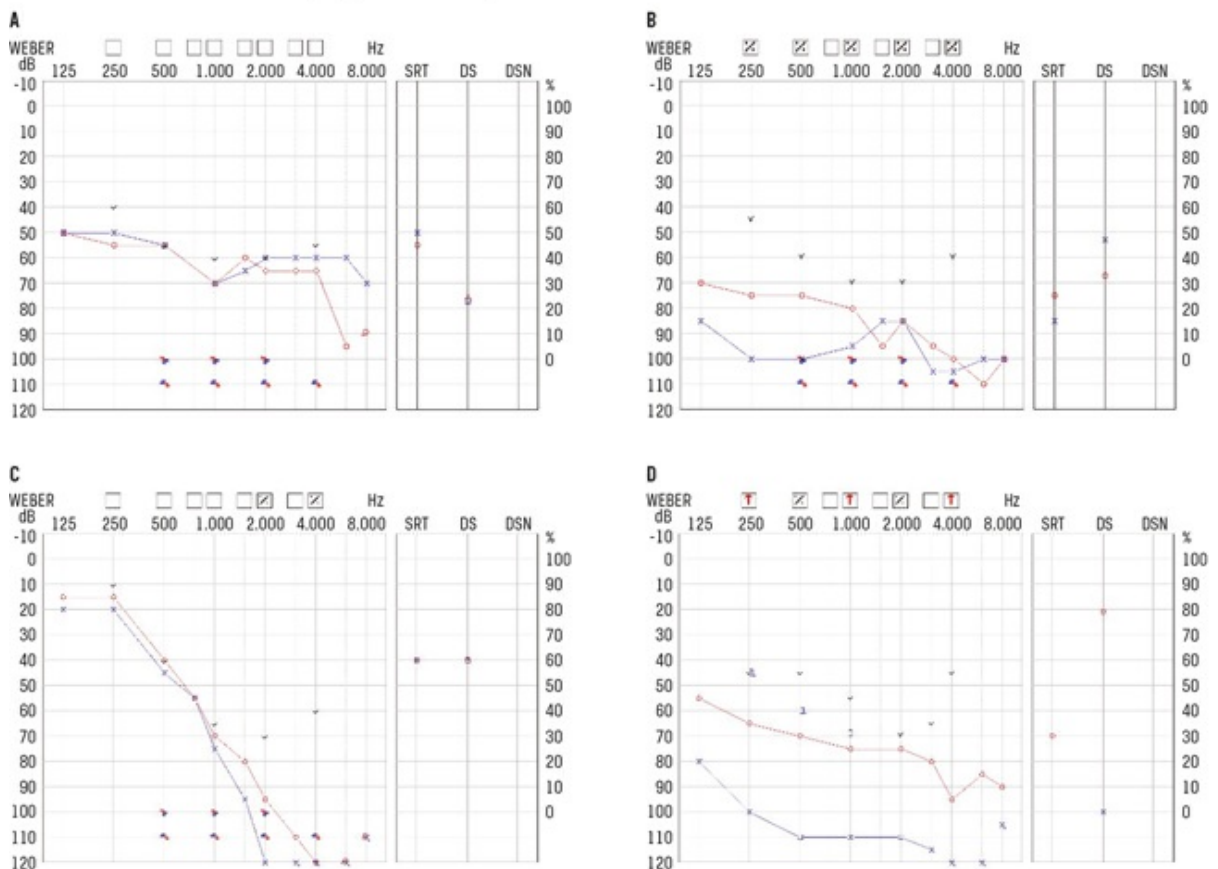
ABR = auditory brainstem responses; ASSR = auditory steady-state responses; CI = cochleaimplantat; HA = høreapparat.

Nedsættelsen af høre- og kommunikationsevnen i disse situationer opfylder de nævnte kriterier vedr. skelneevne med høreapparat [13].

Gubbels *et al* fandt, at patienter, som ved rutineaudiometri havde høretærskler ≥ 75 dB som gennemsnit af tærsklerne ved 0,250, 0,5 og 1 kHz og/eller skelneevne for enstavelsesord med hovedtelefon på $\leq 40\%$ ved mest gunstige lydstyrke, med stor sandsynlig ville opfylde de amerikanske kriterier for cochleaimplantation baseret på mere avancerede audiologiske undersøgelser [14]. Udenlandske resultater bør dog ikke uden forbehold overføres til danske taletest pga. stor variation mellem talemateriale og scoringsmetoder. **Figur 2** viser præoperative rentone- og taleaudiometrier for fire voksne CI-modtagere. Da de fleste patienter, der får CI i dag,

præoperativt har en vis effekt af konventionelle høreapparater, vælger man som oftest unilateral CI af det dårligst hørende øre kombineret med et konventionelt høreapparat på det bedst hørende øre, en såkaldt bimodal behandling. Hvis øret har været auditivt ustimuleret i flere årtier, skal implantation af det modsidige øre overvejes [15]. Ved unilateral implantation kan man afhængigt af effekten overveje sekventiel implantation af det modsidige øre. Simultan bilateral implantation er også en mulighed, om end sekventiel implantation anbefales bl.a. pga. risikoen for beskadigelse af det indre øres balancefunktion under operationen [16]. Døvfødte børn tilbydes simultan bilateral implantation som standard [4]. Binaural hørelse har positiv betydning for taleforståelsen i støj i kraft af summations- og squelcheffekt samt udnyttelse af hovedets skyggevirkning og er en forudsætning for retningshørelse [17, 18].

FIGUR 2 / Præoperativ hørenedsættelse. Fire eksempler på rentoneaudiogrammer hos patienter, som alle efterfølgende fik foretaget cochleaimplantation. **A.** Middelsvær, overvejende symmetrisk, sensorineural hørenedsættelse med meget ringe skelneevne og derfor kun beskednen effekt af akustisk forstærkning. **B.** Den klassiske indikation for cochleaimplantation i form af bilateral, meget svær sensorineural hørenedsættelse. **C.** Svær, overvejende symmetrisk, sensorineural hørenedsættelse med kun let hørenedsættelse i basområdet, men uden akustisk forstærkningsbar hørelse for frekvenser over 1.000-1.500 Hz. Mulighed for cochleaimplantation med bevarelse af den akustiske bashørelse. **D.** Højre øre med svær, blandet konduktiv-perceptiv hørenedsættelse og venstre øre med meget svær hørenedsættelse med sandsynlig konduktiv komponent.



DS = discrimination score; DSN = discrimination sensitivity, noise; SRT = speech recognition threshold.

Et relativt nyt indikationsområde for CI er erhvervet unilateral døvhed, der defineres som hørenedsættelse på det ene øre af en sværhedsgrad, så brug af et konventionelt høreapparat i kombination med normal eller nærnormal hørelse på det andet øre ikke er mulig. Primært tilbydes der behandling med et contralateral routing of signal (CROS)-høreapparat eller et knogleforankret (BAHS) høreapparat, som tjener til at eliminere hovedets skyggevirkning og i visse situationer forbedre taleopfattelsen i støj. I de tilfælde, hvor der er utilstrækkelig effekt af CROS- eller BAHS-høreapparat og særligt i tilfælde af stærkt generende tinnitus, kan CI give bedre hørelse i

baggrundsstøj, retningshørelse og reduktion af tinnitus [19-21]. Hvis der bevares en akustisk resthørelse efter en CI-operation, er der mulighed for elektroakustisk stimulation (EAS). I disse tilfælde tilpasses øret med et hybridapparat, der dels forstærker akustisk svarende til det bevarede frekvensområde, dels stimulerer elektrisk svarende til den øvrige del af frekvensspektret. EAS giver bedre taleforståelse og har positiv betydning for musikoplevelse og livskvalitet [22, 23].

UDBYTTE

Taleforståelsen bedres postoperativt i løbet af de første 6-12 måneder, hvorefter den typisk stabiliserer sig. Et godt udbytte faciliteres af audiologopædisk vejledning og træning, som også styrker motivationen til brug af apparatet. Gennemsnitligt opnås der DS for enstavelsesord hos omkring 60% med CI, men den interindividuelle variation er stor, og få procent opnår reelt intet udbytte [24-26]. Den præoperative vurdering er vigtig for at identificere de personer, som ikke forventes at opnå den tilsigtede effekt. De tidligere nævnte faktorer af betydning for udbyttet forklarer kun en del af variationen, og øget viden om prædiktive faktorer vil kunne give bedre rådgivning og selektion af kandidater til CI [27].

De hyppigste ikkeaudiologiske komplikationer er postoperativ vertigo (25%), sårinfektion (9%) og chorda tympani-syndrom (6%), hvilket typisk er forbigående tilstande. Alvorlige komplikationer (f.eks. elektrodevandring og permanent facialisparesse) hos voksne er sjældne og ses ved omkring 1% af alle indgreb [28, 29].

KORRESPONDANCE: *Niels West*. E-mail: westniels@gmail.com

ANTAGET: 3. september 2020

PUBLICERET PÅ UGESKRIFTET.DK: 2. november 2020

INTERESSEKONFLIKTER: ingen. Forfatterens ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på Ugeskriftet.dk

LITTERATUR: Findes i artiklen publiceret på Ugeskriftet.dk

SUMMARY

Cochlear implantation for adults

Niels West, Michael Bille & Per Cayé-Thomasen

Ugeskr Læger 2020;182:V04200214

A cochlear implant is an electrode, which is implanted in the inner ear to establish or re-establish hearing. Based on estimates on the prevalence of undertreated bilateral profound hearing loss, the number of adult people receiving a cochlear implant is low. In addition, many people with residual acoustic hearing or people with single-sided deafness could benefit from a cochlear implant. Due to the recent expansions in the indications for cochlear implantation and the unmet need for hearing improvement among the adult population, more focus on referring these patients to audiological cochlear implantation workup is recommended, as argued in this review.

LITTERATUR

1. Vos T, Abajobir AA, Abate KH et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet* 2017;390:1211-59.
2. Clausen T. Når hørelsen svigter. Socialforskningsinstituttet, 2003.

3. Vermeire K, Brox JPL, Wuyls FL et al. Quality-of-life benefit from cochlear implantation in the elderly. *Otol Neurotol* 2005;26:188-95.
4. West N, Cayé-Thomasen P, Bille M. Cochlear-implantation til børn. *Ugeskr Læger* 2018;180:V02180125.
5. Mathers C, Smith A, Concha M. Global burden of hearing loss in the year 2000. World Health Organization, 2003.
6. Sorkin DL, Buchman CA. Cochlear implant access in six developed countries. *Otol Neurotol* 2016;37:e161-e164.
7. Lucas MJ, Brouwer MC, van de Beek D. Neurological sequelae of bacterial meningitis. *J Infect* 2016;73:18-27.
8. Worsøe L, Cayé-Thomasen P, Brandt CT et al. Factors associated with the occurrence of hearing loss after pneumococcal meningitis. *Clin Infect Dis* 2010;51:917-24.
9. Chakravorti S, Noble JH, Gifford RH et al. Further evidence of the relationship between cochlear implant electrode positioning and hearing outcomes. *Otol Neurotol* 2019;40:617-24.
10. Holden LK, Finley CC, Firszt JB et al. Factors affecting open-set word recognition in adults with cochlear implants. *Ear Hear* 2013;34:342-60.
11. Dowell RC, Hollow R, Winton E. Outcomes for cochlear implant users with significant residual hearing: implications for selection criteria in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:575-81.
12. <http://dsohh.dk/wp-content/uploads/2015/04/DSOHH-KKR-CI-voksne1.pdf> (18. sep 2019).
13. Salomon G, Parving A, Danielsen K. Definitioner og gradueringer af høreskader og kommunikationshandicap til brug ved mediko-legale kompensationer. *Ugeskr Læger* 1985;147:685-91.
14. Gubbels SP, Gartrell BC, Ploch JL, Hanson KD. Can routine office-based audiometry predict cochlear implant evaluation results? *Laryngoscope* 2017;127:216-22.
15. Blamey P, Artieres F, Baskent D et al. Factors affecting auditory performance of postlinguistically deaf adults using cochlear implants: an update with 2.251 patients. *Audiol Neurootol* 2013;18:36-47.
16. West N, Tian L, Petersen LKV et al. Objective vestibular test battery and patient reported outcomes in cochlear implant recipients. *Otol Neurotol* (i trykken).
17. van Zon A, Smulders YE, Stegeman I et al. Stable benefits of bilateral over unilateral cochlear implantation after two years: a randomized controlled trial. *Laryngoscope* 2017;127:1161-8.
18. de Seta D, Nguyen Y, Vanier A et al. Five-year hearing outcomes in bilateral simultaneously cochlear-implanted adult patients. *Audiol Neurootol* 2016;21:261-7.
19. Rahne T, Plontke SK. Functional result after cochlear implantation in children and adults with single-sided deafness. *Otol Neurotol* 2016;37:e332-40.
20. Peter N, Liyanage N, Pfiffner F et al. The influence of cochlear implantation on tinnitus in patients with single-sided deafness: a systematic review. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2019;161:576-88.
21. Ryberg A, West N, Sass HCR, Cayé-Thomasen P. Knogleforankrede høreapparater og aktive mellemøreimplantater. *Ugeskr Læger* 2019;181:V03190176.
22. Jurawitz MC, Büchner A, Harpel T et al. Hearing preservation outcomes with different cochlear implant electrodes: nucleus hybrid I24 and nucleus freedom CI422. *Audiol Neurootol* 2014;19:293-309
23. Gifford RH, Dorman MF, Skarzynski H et al. Cochlear implantation with hearing preservation yields significant benefit for speech recognition in complex listening environments. *Ear Hear* 2013;34:413-25.
24. West N, Kressner AA, Baungaard LH et al. Nordic results of cochlear implantation in adults: speech reception and patient reported outcomes. *Acta Oto Laryngol* 22 Sep 2020 (e-pub ahead of print).
25. Dorman MF, Yost WA, Wilson BS, Gifford RH. Speech perception and sound localization by adults with cochlear implants. *Semin Hear* 2011;32:73-89.
26. Gifford RH, Shallop JK, Peterson MA. Speech recognition materials and ceiling effects: considerations for cochlear implant programs. *Audiol Neurotol* 2008;13:193-205.
27. Pisoni DB, Kronenberger WG, Harris MS, Moberly AC. Three challenges for future research on cochlear implants. *World J Otorhinolaryngol Head Neck Surg* 2018;3:240-54.
28. West N, Brand M, Foghsgaard S, Cayé-Thomasen P. Surgical results and complications of cochlear implantation in far-advanced otosclerosis. *J Int Adv Otol* 2017;13:304-7.
29. Hansen S, Anthonen K, Stangerup SE et al. Unexpected findings and surgical complications in 505 consecutive cochlear

implantations: a proposal for reporting consensus. Acta Otolaryngol 2010;130:540-9.