

Neonatal hørescreening

En sammenligning af automatisk hjernestammeaudiometri og otoakustiske emissioner

Stud.med. Louise Pedersen, reservelæge Troels Reinholdt Møller, overlæge Randi Wetke & professor Therese Ovesen

Århus Universitetshospital, Århus Sygehus, Øre-, Næse- og Halskirurgisk Afdeling og Audiologisk Afdeling

Resume

Introduktion: I Danmark fødes omkring 65.000 børn årligt, af dem har ca. 100 dobbeltsidigt behandlingskrævende høretab, mens ca. 150 forventes at have ensidigt høretab. Man har i flere undersøgelser påvist, at optimal sprog- og taleudvikling samt social tilpasning hos barnet forudsætter, at behandling igangsættes senest et halvt år efter fødslen [1]. For at identificere de behandlingskrævende børn så tidligt som muligt er der forsøgsvis indført neonatal hørescreening i Danmark. Formålet med studiet er at sammenligne de to anvendte screeningsmetoder, Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission (TEOAE) og Automatic Auditory Brainstem Response (AABR).

Materiale og metode: I en forsøgsperiode på seks måneder fik 1.627 børn foretaget screening på Århus Universitetshospital, Skejby, med både AABR og TEOAE. Screeningen blev foretaget med Bio-logics ABAer hearing screening system. Ved hver af de to metoder blev tidsforbruget og antallet af *refers*, dvs. patologiske svar, som krævede yderligere udredning, registreret.

Resultater: Af de 1.627 børn udviste 67 (4%) *refer*-svar på et eller begge ører ved AABR og 177 (11%) ved TEOAE. Der ses en statistisk signifikant forskel på antallet af *refers* mellem de to metoder ($p = 2,43 \times 10^{-16}$). Efter andet screeningsforsøg og udredning på audiologisk afdeling udviste fem af børnene et reelt høretab. Tidsforbruget var i gennemsnit 6,6 minutter ved AABR og 3,8 minutter ved TEOAE.

Konklusion: AABR er valgt som primær screeningsmetode. Tidsforbruget og de materielle omkostninger ved AABR er større end ved TEOAE. Dette synes at være en acceptabel merudgift, når udgifter til andet screeningsforsøg, udredning på audiologisk afdeling og menneskelige omkostninger tages i betragtning.

I Danmark fødes der omkring 65.000 børn årligt, af dem skønnes ca. 100 at have et bilateralt behandlingskrævende høretab. Derudover forventes ca. 150 børn at have et unilateralt høretab. Man har i flere studier påvist, hvor vigtig tidlig diagnostik og behandling er for disse børn. For at barnet skal opnå optimal sproglig, kognitiv, emotionel og social udvikling, bør der igangsættes behandling, inden barnet er seks måneder gammelt [1]. Tidligere blev disse børn oftest diagnosticeret i halvandetårsalderen eller senere [2]. På denne baggrund indeholdt

finanslovsaftalen fra 2004 et landsdækkende forsøg af to års varighed, »Screening af nyfødte for høretab«, med tilbud om hørescreening af alle nyfødte for hørenedsættelse.

Ud fra Sundhedsstyrelsens retningslinjer varetager de enkelte amter selv de praktiske forhold vedrørende organisationen af hørescreeningen; herunder valg af en af de to anbefalede screeningsmetoder, Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission (TEOAE) eller Automatic Auditory Brainstem Response (AABR). Ringkøbing, Viborg og Århus Amter har som de eneste i Danmark valgt at anvende AABR. De øvrige amter har valgt TEOAE.

I udenlandske studier, hvori man belyser hørescreening, svinger antallet af *refers*, dvs. antallet af patologiske svar med behov for yderligere undersøgelse, betydeligt afhængig af metode og udstyr. TEOAE-*refer*-raten svinger fra 5,8% til 33,3% [3-7], og for AABR fra 1,2% til 13,2% [4, 6-10].

Formålet med dette studie er at sammenligne de to forskellige screeningsmetoder for at evaluere nogle af deres individuelle fordele og ulemper.

I en periode på seks måneder blev alle raske nyfødte, der var født på Århus Universitetshospital, Skejby, og hvis forældre tog imod høre-screeningstilbudet, screenet med begge metoder. Antallet af *refers* ved de to metoder er blevet sammenlignet. For at afgøre hvor mange af dem der havde et reelt høretab, er børnene efterfølgende blevet fulgt på Audiologisk Afdeling, Århus Sygehus. For at vurdere cost-benefit/omkostningseffekt er tidsforbruget ved udførelsen af hørescreeningerne blevet registreret. I den samlede vurdering indgår også, at screeningsmetoderne bygger på to forskellige fysiologiske principper.

Metode og population

Screeningsapparat og -metode

Til neonatal hørescreening i Danmark benyttes AABR eller TEOAE. Med metoderne måler man ikke direkte barnets hørelse, men estimerer på baggrund af internationale standardværdier objektivt sandsynligheden for, at barnets høretærskel er ≥ 35 dB HL [11]. Ved begge metoder fremkommer resultatet af undersøgelsen som enten *pass*, (barnet har med stor sandsynlighed en adækvat hørelse) eller *refer* (barnet har måske ikke en normal hørelse, og har derfor behov for yderligere undersøgelse).

Ved AABR får barnet påsat tre små overfladeelektroder: en i panden og en bag hvert øre. En probe, en lille blød øreprop, sættes ind i øret, hvorigennem der sendes korte kliklyde

VIDENSKAB OG PRAKSIS | ORIGINALARTIKEL

(Figur 1). Kliklydene stimulerer hårcellerne i cochlea, som frigiver en neurotransmitter. Transmitteren overfører signalet til de sensoriske nervefibre, der leder aktionspotentialer til hjernestammen [12]. Ved hjælp af overfladeelektroderne, der er placeret på barnet, kan disse elektriske spændingsforskelle i hjernestammen registreres som hjernestammeaktivitet. Latenzstiden, fra udsendelse af kliklyden til hjernestammeaktiviteten kan registreres, er ca. 5-8 millisekunder. På statistisk baggrund beregner apparatet automatisk, om der er hjernestammeaktivitet til stede og viser, om barnet er *pass* eller *refer* [11].

Ved screening med TEOAE benyttes ligeledes en probe i øret, hvorigennem der sendes korte kliklyde ind i barnets øregang. Når de ydre hårceller i cochlea stimuleres med lyd, genererer deres mekaniske bevægelser en lydbølge, en emission. Disse emissioner kan registreres som et svagt akustisk signal i øregangen få millisekunder efter udsendelsen af kliklyden [11]. Ved TEOAE fungerer proben derfor både som lydkilde og mikrofon. Ved TEOAE skal barnets ydre øregang, trommehinde, mellemøre og de ydre hårceller fungere normalt, for at apparatet kan registrere emissionerne og dermed registrere undersøgelsen som *pass*. Til sammenligning skal der ved AABR ud over funktion af ydre øregang, trommehinde og mellemøre være normal funktion af de indre hårceller og første neuron af n. cochlearis. I modsætning til med TEOAE kan man med AABR derfor registrere et retrokoleært høretab.

Screeningerne i dette studie er foretaget med Bio-logics ABAer hearing screening system, et håndholdt transportabelt apparatur, som man kan foretage både AABR- og TEOAE-screeninger med. ABAer hearing screening system udsendte kliklyde med en rate på 37,1 pr. sekund [13] og en intensitet på 35 dBnHL.

Studiepopulation

I perioden fra den 30. januar til den 30. juli 2006 blev alle forældre til nyfødte, som kom til hørescreening på Århus Universitetshospital, Skejby, mundtligt informeret om studiet, og i alt gav forældrene til 1.656 børn deres samtykke. For at belyse en evt. indlæringskurve ved udførelsen af undersøgelserne er studiet opdelt i to perioder: de første tre måneder og de sidste tre måneder. I den første periode indgår 824 nyfødte, to forældrepar fravalgte studiet. I den anden periode indgår 832 børn, ingen fravalgte studiet. Kriteriet for inklusion var, at begge screeninger var foretaget på begge ører. I alt gennemførte 1.627 børn undersøgelsen; 812 børn i den første periode og 815 børn i den anden periode. To børn i den første periode havde været indlagt mere end 48 timer på neonatalafdelingen, resten var raske nyfødte uden kendte risikofaktorer for høretab. Screeningen blev foretaget, mens børnene var mellem to døgn og en måned gamle.

Screeningsprotokol

Screeningerne blev foretaget af sygeplejersker, sundhedsplejersker og en stud.med. på Patienthotellet, Århus Universitets-



Figur 1. Barn til hørescreening med påsatte elektroder i panden og bag hvert øre samt probe i det ene øre.

hospital, Skejby. I alt medvirkede ti forskellige testere i studiet, heraf var to tilknyttet screeningen mere end de resterende.

Af praktiske årsager blev screeningerne foretaget på et øre ad gangen, først AABR derefter TEOAE. Det øre, som var lettest tilgængeligt på barnet, blev screenet først.

Hvis begge undersøgelser på begge ører var *pass*, blev forløbet afsluttet. Hvis en eller flere af undersøgelserne viste *refer*, fik raske nyfødte en ny tid, hvor undersøgelsen blev gentaget. Hvis andet screeningsforsøg var *pass*, blev forløbet afsluttet, mens *refer*s blev henvist til Audiologisk Afdeling, Århus Sygehus. Børn, der var indlagt på Neonatalafdelingen i over 48 timer og udviste *refer*, blev henvist direkte til Audiologisk Afdeling. På Audiologisk Afdeling blev alle undersøgelserne gentaget, hvis alderen muliggjorde det. Hvis ikke, blev der lavet otoakustiske emissioner, og hvis disse igen var *refer*, blev der lavet kokleografi og traditionel hjernestammeaudiometri i generel anæstesi inkl. computertomografi af os temporale.

Statistisk analyse

Sammenligning mellem AABR og TEOAE blev foretaget vha. McNemars test. Sammenligning af antal *refer*s i de to perioder er foretaget vha. Fischers eksakte test.

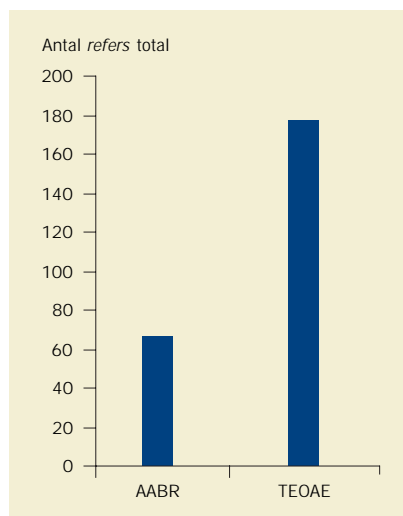
Resultater

Refer

Af de i alt 1.627 børn, som blev inkluderet i studiet, udviste 67 børn *refer*-svar ved første screening med AABR (4%, (95% konfidensinterval (KI): 3,2%; 5,1%)) og 177 børn udviste *refer*-svar

VIDENSKAB OG PRAKSIS | ORIGINALARTIKEL

Figur 2. Det samlede antal *refer*s for Automatic Auditory Brainstem Response (AABR) og Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission (TEOAE).



ved første screening med TEOAE (11% (95% KI: 9,5%; 12,5%)). Beregnes *refer*-raterne ved første screening ud fra antal ører, var 82 ører (3% (95% KI: 2,0%; 3,1%)) *refer* ved AABR og 223 ører (7% (95% KI: 5,8%; 8,2%)) *refer* ved TEOAE (**Figur 2**). Hvidenten *refer*-raten beregnes på antal børn eller antal ører, ses der en statistisk signifikant forskel mellem de to screeningsmetoders *refer*-rater (antal børn, $p = 2,43 \times 10^{-16}$) (antal ører, $p = 4,62 \times 10^{-21}$).

Der er ingen statistisk signifikant forskel mellem *refer*-raterne for AABR i de to perioder (antal børn: $p = 0,45$) (antal ører: $p = 0,37$). Det samme gælder for TEOAE (antal børn:

$p = 0,07$) (antal ører: $p = 0,11$). Resultaterne opdelt i de to perioder er vist i **Tabel 1** og **Tabel 2**.

Ved AABR ses der en forskelsvariation mellem antallet af *refer*s på højre og venstre side. I den første periode skyldes det en periodisk fejl i et af probekablerne. Der er ikke konstateret en sådan fejl, som kan forklare forskellen i den anden periode.

De to børn, som havde været indlagt på neonatalafdeling, var ikke *refer*. De, som var *refer*, blev tilbudt rescreening på Skejby Sygehus, men ikke alle tog imod tilbuddet (**Tabel 1** og **Tabel 2**).

*Refer*s efter anden screening på Skejby Sygehus blev henvist til Audiologisk Afdeling, Århus Sygehus; det drejede sig om ti børn ved AABR og 48 ved TEOAE. På Audiologisk Afdeling fandt man tre bilaterale høretab og to unilaterale høretab. Ved begge metoder fandt man de fem børn med høretab, og begge metoder estimeres derfor at have en relativ detektionsrate på 100%. Ud fra den antagelse, at der kun fandtes de fem børn med hørenedsættelser, som man fandt med begge test, var der derimod en forskel på de to screeningsmetoders anvendelighed til at klassificere børn med normal hørelse som *pass* med. Med AABR klassificerede man 96% korrekt, mens man med TEOAE klassificerede 89% af børnene med antaget normal hørelse korrekt.

Tidsforbrug

Første undersøgelse var af praktiske grunde altid AABR. Tiden fra undersøgeren begyndte at montere måleudstyret på barnet til den første undersøgelse blev påbegyndt, blev note-

Tabel 1. Resultat af hørescreeningen foretaget med Automatic Auditory Brainstem Response, ved første og andet forsøg samt resultatet fra audiologisk afdeling. Resultaterne er opdelt i studiets to perioder.

	n/N (%)	
	1. periode	2. periode
<i>Første forsøg</i>		
Bilateralt <i>pass</i>	775/812 (95)	785/815 (96)
Bilateralt <i>refer</i>	8/812 (1)	7/815 (1)
Unilateralt <i>refer</i>	28/812 (3)	23/815 (3)
højre øre	20/812 (3)	17/815 (2)
venstre øre	9/812 (1)	6/815 (1)
Samtidig <i>refer</i> på TEOAE, højre øre	10/28 (36)	15/24 (63)
Samtidig <i>refer</i> på TEOAE, venstre øre	7/17 (41)	6/13 (46)
<i>Refer</i> -rate for børn	37/812 (5)	30/815 (4)
<i>Refer</i> -rate for ører	45/1.624 (3)	37/1.630 (3)
<i>Andet forsøg</i>		
<i>Pass</i> /afsluttet	25/31 (84)	15/22 (68)
Bilateralt <i>refer</i>	1/31 (3)	2/22 (9)
Unilateralt <i>refer</i>	4/31 (13)	3/22 (14)
Henvist til audiologisk afdeling	5/31 (16)	–
<i>Audiologisk afdeling</i>		
Intet høretab	2/5 (40)	2/4 (50)
Bilateralt høretab	1/5 (20)	2/4 (50)
Unilateralt høretab	2/5 (40)	0/4 (0)

TEOAE = Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission.

Tabel 2. Resultat af hørescreeningen foretaget med Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission, ved første og andet forsøg samt resultatet fra audiologisk afdeling. Resultaterne er opdelt i studiets to perioder.

	n/N (%)	
	1. periode	2. periode
<i>Første forsøg</i>		
Bilateralt <i>pass</i>	712/812 (88)	738/815 (91)
Bilateralt <i>refer</i>	23/812 (3)	23/815 (3)
Unilateralt <i>refer</i>	77/812 (10)	54/815 (7)
højre øre	39/812 (5)	25/815 (3)
venstre øre	38/812 (5)	29/815 (4)
Samtidig <i>refer</i> på AABR, højre øre	10/62 (16)	15/48 (31)
Samtidig <i>refer</i> på AABR, venstre øre	7/61 (11)	6/52 (12)
<i>Refer</i> -rate for børn	100/812 (12)	77/815 (9)
<i>Refer</i> -rate for ører	123/1.624 (8)	100/1.630 (6)
<i>Andet forsøg</i>		
<i>Pass</i> /afsluttet	46/75 (61)	33/52 (64)
Bilateralt <i>refer</i>	10/75 (13)	5/52 (10)
Unilateralt <i>refer</i>	19/75 (25)	14/52 (26)
Henvist til audiologisk afdeling	29/75 (39)	19/52 (37)
<i>Audiologisk afdeling</i>		
Intet høretab	21/24 (88)	13/15 (87)
Bilateralt høretab	1/24 (4)	2/15 (13)
Unilateralt høretab	2/24 (8)	0/15 (0)

AABR = Automatic Auditory Brainstem Response.

VIDENSKAB OG PRAKSIS | ORIGINALARTIKEL

ret som monterings- og afmonterings-tid for AABR. En tilsvarende monterings-tid for TEOAE findes ikke. Det tog henholdsvis 6,6 minutter at udføre AABR og 3,8 minutter at udføre TEOAE. Tidsforbruget, opdelt i de to perioder, er vist i **Figur 3**.

Diskussion

Formålet med dette studie var at sammenligne neonatal hørescreening udført med henholdsvis AABR og TEOAE med hensyn til *refer*-rater og tidsforbrug. *Refer*-raterne var signifikant højere ved brug af TEOAE, uanset om beregningerne baseres på antallet af ører eller antallet af børn.

To forhold kunne umiddelbart tænkes at bidrage til den højere *refer*-rate ved TEOAE: 1) uro i screeningslokalet. Dette er en potentiel fejlkilde, da der var op til tre børn med forældre i lokalet samtidigt. Det antages, at TEOAE er mere følsom over for baggrundstøj end AABR, da en mikrofon skal opfangne emissionerne, og 2) personalets manglende rutine med denne screeningsmetode. Sygeplejerskerne havde i et år op til studiet foretaget AABR på alle raske nyfødte. De havde derimod kun foretaget TEOAE som et tillæg til AABR og udelukkende på børn, som var indlagt i mere end 48 timer på en neonatalafdeling.

I et udenlandsk studie af *Delb et al* [5] faldt antallet af *refers* over en seks månedersperiode, hvilket blev tilskrevet dygtiggørelse og øget rutine hos screeningspersonalet. I nærværende studie sås ligeledes et fald fra første til anden periode. Dette er dog ikke statistisk signifikant, og der ses ligeledes ikke en klar tendens i dette mønster, hvorfor det er usikkert, hvilken indflydelse personalets manglende rutine har haft på udfaldet af screeningerne. *Refer*-raten for TEOAE vil derfor muligvis være lavere end beregnet.

En meget sandsynlig fejlkilde i antallet af *refers* for AABR er det tidligere omtalte defekte probekabel, som over en syv-dagesperiode resulterede i en øget forekomst af *refers* på højre side. Til trods for at vi ikke med sikkerhed ved, om disse undersøgelser havde været *refer* med et intakt kabel, er disse medregnet i *refer*-raten. *Refer*-raten for AABR er derfor med stor sandsynlighed lavere end beregnet, hvilket bidrager til, at forskellen mellem AABR og TEOAE måske er større, end der blev påvist i studiet.

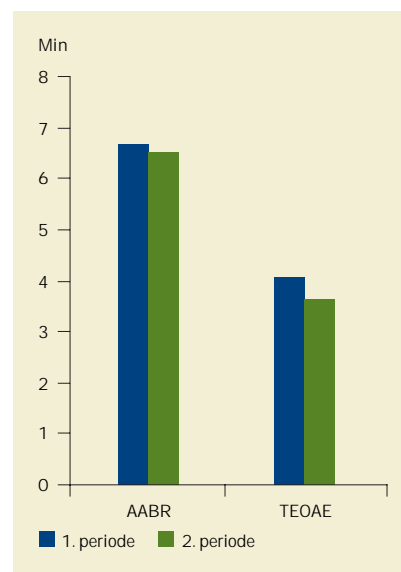
Screeningsrækkefølgen var af praktiske årsager AABR efterfulgt af TEOAE. Det er ikke nærmere undersøgt, om rækkefølgen har haft indflydelse på resultatet.

De beregnede *refer*-rater for AABR og TEOAE er forenelige med sammenlignelige udenlandske studier [3-10].

To børn er registreret at have været indlagt mere end 48 timer på Neonatalafdelingen, dette er urealistisk lavt. En potentiel fejlkilde er, at screeningspersonalet ikke har noteret alle indlagte børn. En anden mulighed er, at alle ikke er blevet screenet. Denne problemstilling vil blive belyst i et senere studie.

Med hensyn til screeningsmetodernes validitet, blev alle fem børn med et reelt høretab fundet med begge metoder, og

Figur 3. Tidsforbruget ved udførelsen af Automatic Auditory Brainstem Response (AABR) og Transient-Evoked Oto-Acoustic Emission (TEOAE).



derfor er den relative detektionsrate 100% for begge metoder. Grundlaget for beregningen er ret beskedent, og vi ved reelt ikke, om alle *pass* er korrekte.

Mere interessant er det at sammenligne metodernes anvendelighed til at klassificere normalt hørende børn som *pass*, som beregnes til henholdsvis 96% for AABR og 89% for TEOAE, med den antagelse at der kun var de fem fundne børn med høretab. En potentiel fejlkilde i disse beregninger er det store antal forældre, som ikke kom igen med deres barn, til trods for at screeningen første gang viste *refer*. Dette er især et problem ved TEOAE.

Ud over validitet og *refer*-rater, er cost-benefit/omkostningseffekt-forholdet en vigtig faktor ved valg af screeningsmetode. Hvis man ser bort fra tidsforbruget ved montering af udstyr, tager det gennemsnitligt 6,6 minutter for AABR og 3,8 minutter for TEOAE at udføre screeningen på begge ører. Tidsforbruget ved TEOAE faldt en smule i de sidste tre måneder, hvilket kan skyldes personalets øgede rutine. Ved brug af TEOAE skulle man rescreene 177 børn mod kun 67 med AABR. På trods af dette ville det samlede tidsforbrug for første og anden screening stadig være mindre ved TEOAE end ved AABR. Dette gælder, uanset om anden screeningsmetode er AABR eller TEOAE. Set ud fra tidsforbruget er TEOAE således at foretrække. Derudover er der ved AABR en merudgift på ca. 6 kr. pr. barn til køb af 3 stk. engangselektroder. På grund af det større tidsforbrug og udgifterne til elektroderne er AABR umiddelbart dyrest.

Den økonomiske ulempe ved AABR reduceres betydeligt af det faktum, at der er væsentlige udgifter forbundet med udredning af børn, der blev henvist til Audiologisk Afdeling, da antallet af henviste børn vil være mindre ved brug af AABR end ved brug af TEOAE som primær screeningsmetode. Dette

VIDENSKAB OG PRAKSIS | ORIGINALARTIKEL

er ikke nærmere belyst i studiet, men bør indgå i en komplet cost-benefit/omkostningseffekt-analyse.

To argumenter taler for at bruge AABR som primær screeningsmetode: For det første er antallet af *refers* signifikant lavere ved AABR end ved TEOAE. Dette resulterer i færre forældre, som bliver unødvendigt bekymrede og skal møde op med deres barn til endnu en screening, og for det andet finder man med TEOAE ikke de retrokoleære høretab. I et oversigtsstudie af *Rance* sandsynliggøres det f.eks., at 7% af børnene med permanent bilateralt høretab har auditiv neuropati, et retrokoleært høretab, som påvirker tidskodningen i hørenerven [14]. Hvis dette også gælder for danske børn, svarer det til ca. syv børn om året. Det er børn med bilateralt høretab, og konsekvensen for dem er derfor stor. Børn med denne lidelse og børn med andre retrokoleære høretab vil derfor ikke blive fundet ved screening med TEOAE.

Selv om screening med AABR er dyrere, bør dens forhøjede sensitivitet og specificitet tages med i betragtning, hvilket også konkluderes i det Cochrane-*review*, som findes om emnet [15].

Konklusion

I nærværende studie og sammenlignelige udenlandske undersøgelser er det påvist, at AABR er valgt som primær screeningsmetode. Såvel tidsforbrug som materielle omkostninger er dog større ved AABR end ved TEOAE. Dette synes ikke desto mindre at være en acceptabel merudgift, når udgifter til andet screeningsforsøg, eventuel udredning på en audiolgisk afdeling og menneskelige omkostninger tages i betragtning.

Korrespondance: Louise Pedersen, Nordre Ringgade 100, 1. tv., DK-8200 Århus N. E-mail: lupe@studmed.au.dk

Antaget: 6. august 2007
Interessekonflikter: Ingen

Taksigelser: Tak til hotelchef *Hanne Nikolajsen* og sygeplejersker på Patienthotellet, Århus Universitetshospital, Skejby, for indsamling af data og et godt samarbejde. Tak til medikoingeniør *Frank Kjeldsen Jensen* for assistance med screeningsudstyr og udredning på Audiolgisk Afdeling. Tak til screeningskoordinator *Mette Jørgensen* for udredning og indsamling af data på Audiolgisk Afdeling.

Litteratur

1. Sundhedsstyrelsens retningslinier af 12. august 2004 for neonatal hørescreening. www.sst.dk/publ/Publ2004/Retningslinier_neonatal_hoerescreening.pdf jun 2006.
2. Parving A, Hauch A, Christensen B. Høretab hos børn – epidemiologi, identification og årsag gennem 30 år. *Ugeskr Læger* 2003;165:574-9.
3. Lin H, Shu M, Lee K et al. Comparison of hearing screening programs between one step with Transient Evoked Otoacoustic Emissions (TEOAE) and two steps with TEOAE and Automated Auditory Brainstem Response. *Laryngoscope* 2005;115:1957-62.
4. Vohr B, Oh W, Stewart E et al. Comparison of costs and referral rates of 3 universal newborn hearing screening protocols. *J Pediatr* 2001;139:238-44.
5. Delb W, Merkel D, Pilorget K et al. Effectiveness of a TEOAE-based screening program. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2004;261:191-6.
6. Norton S, Gorga M, Widen J et al. Identification of neonatal hearing impairment: summary and recommendations. *Ear Hearing* 2000;21:529-35.
7. Clarke P, Iqbal M, Mitchell S. A comparison of transient-evoked otoacoustic emissions and auditory brainstem responses for pre-discharge neonatal hearing screening. *Int J Audiol* 2003;42:443-7.
8. Iwasaki S, Hayashi Y, Seki A et al. A model of two-stage newborn hearing screening with automated auditory brainstem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2003;67:109-1104.
9. Meier S, Narabayashi O, Probst R et al. Comparison of currently available devices designed for newborn hearing screening using automated auditory brainstem and/or otoacoustic emission measurements. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2004;68:927-34.
10. Doyle K, Fujikawa S, Rogers P et al. Comparison of newborn hearing screening by transient otoacoustic emissions and auditory brainstem response using ALGO-2. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1998;43:207-11.
11. Elberling C. Neonatal hørescreening. Videncenter for døvblevne, døve og hørehæmmede. 2005. www.vcdh.dk/publikationer/#neonatal_hoerescreening/jun_2006.
12. Brodal P. Sentral-nervesystemet. 3. udgave. Oslo: Universitetsforlaget AS, 2001: 285.
13. www.blsc.com/ jun 2006.
14. Rance G. Auditory neuropathy/dys-synchrony and its perceptual consequences. *Trends In Amplification* 2005;9:1-43.
15. Dort J, Tobolski C, Brown D. Screening strategies for neonatal hearing loss: which test is best? *J Otolaryngol* 2000;29:206-10.