

Spraakverstaan in achtergrondlawaai bij kinderen

J.H. Pape

Audiologisch Instituut, Academisch Ziekenhuis Groningen

Bij sommige kinderen die problemen ondervinden met de auditieve waarneming wordt bij gewoon klinisch audiologisch onderzoek geen aanwijzing gevonden voor het bestaan van een gehoorverlies. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat deze kinderen gevoeliger zijn voor de storende invloed van omgevingsgeluiden dan anderen, waardoor zij spraak minder goed verstaan. Aangezien het toondrempel- en spraakaudiogram onvoldoende informatie geven over het spraakverstaan in natuurlijke situaties, bestaat er behoefte aan een instrument waarmee spraakverstaan zowel in stilte als in achtergrondlawaai wordt gemeten. De Plomptest die hiervoor wordt gebruikt bij volwassenen, is in de oorspronkelijke vorm niet geschikt voor onderzoek van kinderen. Vanuit de Afdeling Audiologie van het Academisch Ziekenhuis in Groningen is daarom enige jaren geleden een project gestart dat aanpassing van de Plomptest voor gebruik bij jonge kinderen tot doel had. In dit artikel wordt verslag gedaan van een tweetal experimenten en een pilotstudy die in het kader van dit project zijn uitgevoerd. Op grond van de onderzoeksresultaten is een instrument ontwikkeld voor onderzoek van de spraakverstaanvaardigheid in stilte en in achtergrondlawaai bij kinderen tussen 6;0 en 8;0 jaar. Het instrument bestaat uit 4 lijsten van 13 zinnen die zijn geselecteerd uit het oorspronkelijke Plomp-materiaal. Voor elke lijst is een eigen verhouding vastgesteld tussen de sterkte waarmee de zinnen en het achtergrondlawaai worden aangeboden; Lijst 1: geen achtergrondlawaai, Lijst 2: S/R=+4, Lijst 3: S/R=+2, Lijst 4: S/R= 0 dB. Het instrument is "geijkt" op een groep Basisschoolleerlingen tussen 6;0 en 8;0 jaar. Op basis van een vergelijking van de individuele resultaten met de gemiddelde resultaten van leeftijdsgenoten kan een indruk worden verkregen van de spraakverstaanvaardigheid van een kind.

Inleiding

De intermenselijke communicatie wordt gekenmerkt door het gebruik van taal. Gebruikmakend van zijn kennis van de taal kan een spreker bedoelingen formu-

Correspondentieadres: Drs. J.H. Pape, Academisch Ziekenhuis Groningen, Postbus 30001, 9700 RB Groningen.

leren en omzetten in spraakgeluid, en kan een luisteraar hetgeen hij hoort verstaan en begrijpen (Nootboom & Cohen, 1988). Zelfs bij aanwezigheid van omgevingsgeluiden (tot een bepaalde sterkte) blijkt een luisteraar in staat spraak te verstaan. Dit vermogen is object van onderzoek binnen verschillende wetenschappelijke disciplines. Zo wordt binnen de Audiologie onderzoek gedaan naar mogelijkheden tot compensatie van een verminderd vermogen tot spraakverstaan in situaties waarin omgevingslawaaai aanwezig is. In de klinische praktijk worden audiologen en akoepedisten regelmatig geconfronteerd met patiënten die, op grond van verschillende oorzaken, moeite hebben met verstaan van spraak in een lawaaiige omgeving. Oudere patiënten met gehoorklachten t.g.v. presbycusis of "ouderdomslechthorendheid" hebben vaak moeite met spraakverstaan in een groot gezelschap. Hoewel een hoortoestel het gehoorverlies voor een deel kan compenseren blijkt versterking van het spraaksignaal niet te leiden tot een herstel van het vermogen tot spraakverstaan in gespreksituaties met veel achtergrondlawaaai. Verder zijn volwassen patiënten bekend die specifieke problemen ondervinden met spraakverstaan in achtergrondlawaaai zonder dat daarbij sprake is van een (aantoonbaar) gehoorverlies (Middelweerd, Festen & Plomp, 1990; Saunders, Field & Haggard, 1992). Deze problematiek wordt wel aangeduid met *Obscure Auditory Dysfunction*. Over de ontwikkeling van het vermogen tot spraakverstaan in achtergrondlawaaai bij kinderen, het voorkomen van vertraging of stoornissen daarin en de gevolgen daarvan is nog weinig bekend.

Onderzoek van spraakverstaan bij kinderen en volwassenen

Wanneer er duidelijke klachten zijn of wanneer men twijfelt aan het gehoor van een kind kan naast inspectie van de gehoorgang en het trommelvlies door de K.N.O.-arts, een audiologisch onderzoek worden uitgevoerd. Bij kinderen vanaf zes jaar bestaat dit onderzoek uit het maken van een toondrempelaudiogram, een spraakaudiogram en het verrichten van een impedantiemeting. Als op grond van de onderzoeksresultaten een gehoorverlies wordt vastgesteld, zal daarna behandeling volgen. Soms levert het onderzoek echter geen duidelijk aanwijzingen op voor het bestaan van een gehoorverlies terwijl er toch problemen zijn met het verstaan. Mogelijk ondervindt dit kind bij achtergrondgeluiden vanaf een bepaalde sterkte meer moeite met het verstaan van spraak dan andere kinderen (Smilde, 1989). Wanneer de problemen met verstaan zich alleen voordoen in situaties waarin achtergrondlawaaai aanwezig is, zullen geen afwijkende resultaten worden gevonden in het toondrempel- en spraakaudiogram. Hierbij wordt immers het te detecteren signaal aangeboden zonder dat daarbij sprake is van achtergrondgeluid. Dit verklaart dat ondanks twijfels of klachten over het gehoor geen afwijkende resultaten worden gevonden bij onderzoek van deze kinderen. Andere auteurs (Wagenaar, 1981, Hopkinson, 1978) concludeerden reeds dat op basis van de resultaten van het toondrempelaudiogram en het spraakaudiogram geen uitspraak kan worden gedaan over spraakverstaan in natuurlijke situaties. Om hiervan een indruk te krijgen zou de audioloog/akoepedist moeten kunnen beschikken over een onderzoeksinstrument waarmee het verstaan zowel in stilte

als in achtergrondlawaai wordt gemeten. Voor kinderen die specifieke problemen ondervinden met het verstaan van spraak in achtergrondlawaai zal voor een subtest die de verstaanvaardigheid in stilte meet, geen afwijkend resultaat worden gevonden ten opzichte van leeftijdsgenoten, terwijl voor een subtest met achtergrondgeluid een significant slechter resultaat wordt verwacht.

Voor onderzoek van de spraakverstaanvaardigheid bij volwassenen wordt veelal gebruik gemaakt van de "Plomptest" (Plomp & Mimpfen, 1979; Plomp, 1986). Daarbij worden spraak (zinnen die bestaan uit 8-9 syllaben) en achtergrondlawaai aangeboden aan hetzelfde oor (diotisch). Het achtergrondlawaai (ruis) heeft hetzelfde lange termijn frequentiespectrum als de zinnen en wordt aangeboden met een vaste sterkte. De sterkte van de zinnen wordt gevarieerd volgens de up-and-down procedure. Zo kan de "spraakdrempel in ruis" (Speech Reception Threshold), d.w.z. de verhouding tussen de sterkte van de zinnen en de sterkte van de ruis nodig voor 50% spraakverstaan, worden berekend. Voor ruissterktes boven 30 dB(A) heeft de verhouding tussen de sterkte van de zinnen (of "signaal", symbool: S) en de sterkte van het stoorlawaai (of: "ruis", symbool: R) een constante waarde: $S/R = -6.5$ dB (Rodenburg, 1983).

Gebruik van deze "Plomptest" bij onderzoek van het spraakverstaan in achtergrondlawaai bij kinderen lijkt niet zonder meer mogelijk. Uit de literatuur (Mills, 1975; Nozza, 1991) is bekend dat kinderen al bij geringere sterkte van stoorlawaai problemen ondervinden met verstaan van woorden en spraakklanken. Onderzoek van Smilde (1989) toonde aan dat de spraakverstaanvaardigheidsdrempel vastgesteld met de Plomptest voor een groep kinderen tussen 10 en 12 jaar significant verschilt van de waarde die werd gevonden voor een groep volwassen proefpersonen. Voor afname van de Plomptest bij kinderen is dus een eigen (leeftijdgebonden) normering vereist. Het ontbreken van die normering beperkt de bruikbaarheid van de test. Daarnaast blijkt de Plomptest, in de oorspronkelijke vorm, ook om andere redenen minder geschikt voor gebruik bij kinderen jonger dan 9 jaar. Dekelver (1990) stelt dat door de lengte van de zinnen het geheugen een te grote invloed heeft op het testresultaat. Naar zijn mening is de pauze tussen twee zinnen voor jongere kinderen te kort om de zin te verwerken en te herhalen, en de inhoud van de zinnen sluit niet altijd aan bij hun belevingswereld. Om de Plomptest te kunnen gebruiken bij onderzoek van kinderen is dus zowel een aanpassing van de test als ontwikkeling van een eigen normering vereist. Navraag bij Audiologische Centra in Nederland (Pape, 1992) leerde dat de Plomptest in de oorspronkelijke vorm wordt gebruikt bij kinderen vanaf een jaar of 9. Uit de literatuur (Schaerlaekens & Gillis, 1987; Goorhuis-Brouwer, 1992) blijkt dat de meeste kinderen het moedertaalsysteem verwerven in de eerste zeven levensjaren. Hieruit werd afgeleid dat bij kinderen jonger dan 6;0 jaar het onderzoeksresultaat nog te zeer zou variëren op grond van interindividuele verschillen in het niveau van de taalontwikkeling. Aanpassing van de Plomptest was daarom in eerste instantie gericht op de leeftijdsgroep van 6;0 tot 8;0 jaar.

Methode

Selectie van zinnen

Niet alle zinnen uit de oorspronkelijke Plomplijsten zijn geschikt voor opname in een instrument dat wordt gebruikt bij onderzoek van kinderen. Daarom zijn geschikte zinnen geselecteerd, hetgeen gebeurde in drie fasen. In een voorstudie (Heintjes & Van 't Hoff, 1991) zijn de oorspronkelijke Plomplijsten in stilte aangeboden aan een grote groep (n=198) Basisschoolleerlingen tussen 6;0 en 8;0 jaar. De zinnen waarbij het nazeggen in stilte al problemen opleverde, werden verwijderd en alleen de zinnen die door 80% of meer van de kinderen correct werden nagezegd, werden geschikt geacht voor opname in het te ontwikkelen onderzoeksinstrument (totaal 61 zinnen). Bij beoordeling van de nagezegde zinnen gold als criterium voor een juiste respons dat de inhoud van de aangeboden zin adequaat moest zijn weergegeven. Daardoor kon in bepaalde gevallen een zin die niet letterlijk was nagezegd maar waarvan de betekenis niet was veranderd, toch worden goedgekeurd (Zie ook: Willeford, 1985). Om de invloed van het niveau van taalontwikkeling als interfererende variabele zoveel mogelijk uit te sluiten zijn in een tweede selectiefase alle zinnen verwijderd die verschijnselen bevatten die nog niet altijd worden beheerst in de fase van de taalontwikkeling waarin zes- tot achtjarigen zich bevinden. Tenslotte werden de zinnen uitgesloten die in de voorstudie bij veel kinderen aanleiding gaven tot verandering van woordkeus en/of woordvolgorde waardoor beoordeling werd bemoeilijkt. Uiteindelijk bleken 52 zinnen (zie: Bijlage 1) geschikt voor opname in het te ontwikkelen instrument.

Opzet

Er zijn twee experimenten en een pilotstudy uitgevoerd. In het eerste experiment werd de spraakdrempel in ruis vastgesteld voor een groep kinderen tussen 6;0 en 8;0 jaar. In de pilotstudy werd de, op grond van de resultaten van Experiment 1 ontwikkelde, opzet voor onderzoek van de spraakverstaanbaarheid bij jonge kinderen getest op geschiktheid. De opzet werd geijkt in Experiment 2 door aanbidding aan een grote groep kinderen.

Proefpersonen

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de aantallen kinderen dat heeft deelgenomen aan de experimenten en waarvan de onderzoeksresultaten zijn verwerkt. Om de invloed van interfererende variabelen op het onderzoeksresultaat zoveel mogelijk te beperken hebben aan de experimenten en de pilotstudy alleen kinderen deelgenomen die voldeden aan de volgende criteria:

- Leeftijd tussen 6;0 en 8;0 jaar;
- Nederlandstalige ouders;
- Niveau van de taalontwikkeling leeftijdsadequaat geschat door de leerkracht;
- Schoolprestaties in overeenstemming met de leeftijd volgens de leerkracht;
- "Normaal" audiogram, d.w.z. drempels op of beneden 20 dBHL voor de fre-

Tabel 1. Aantallen proefpersonen in de onderscheiden leeftijdsgroepen.

	6;0-6;6	6;6-7;0	7;0-7;6	7;6-8;0	totaal
Exp.1 kind.	10	14	12	10	46
volw.					7
Pilot		7		5	12
Exp.2 kind.		34		28	62
volw.					10

quenties 500, 1000, 2000, 3000 en 4000 Hz (gemeten met een screeningsaudiometer, Danplex AS-51, sn 11971);

- Somscore 90% of hoger bij het nazeggen van zinnen in stilte.

De experimenten zijn ook uitgevoerd bij een aantal volwassenen, zodat de resultaten van kinderen en volwassenen vergeleken kunnen worden.

Experiment 1

Materiaal

De 52 geselecteerde zinnen werden verdeeld over vier lijsten die, net als de oorspronkelijke Plomplijsten, bestonden uit 13 zinnen. De zinnen werden opgenomen op het eerste spoor van een TDK Super Alvilyn Cassette/Super High Resolution IEC/Type II, op het tweede spoor werd ruis opgenomen met ongeveer hetzelfde gemiddelde spectrum als de zinnen. Het resultaat van een lange termijn analyse van het spectrum van de ruis en de zinnen is afgebeeld in Figuur 1. De geluidsband werd afgespeeld op een cassette recorder (Philips D6920 MK2) die was aangesloten op een Audiometer (Interacoustics model AC5), zodat de sterkte van zinnen en ruis onafhankelijk van elkaar kon worden ingesteld. Op grond van de in de literatuur (Willeford, 1985) genoemde rechteroor voorkeur tot het negende jaar voor verstaan van spraak in stoornis werden ruis en zinnen rechts aangeboden. Aanbieding gebeurde via een koptelefoon (Telephonics THD-39P).

Procedure

Bij elk kind werd een screeningsaudiogram gemaakt om de invloed van een verminderd gehoor als interfererende variabele te kunnen uitsluiten.

Daarna volgde aanbieding van Lijst 1 (zinnen zonder achtergrondlawaai).

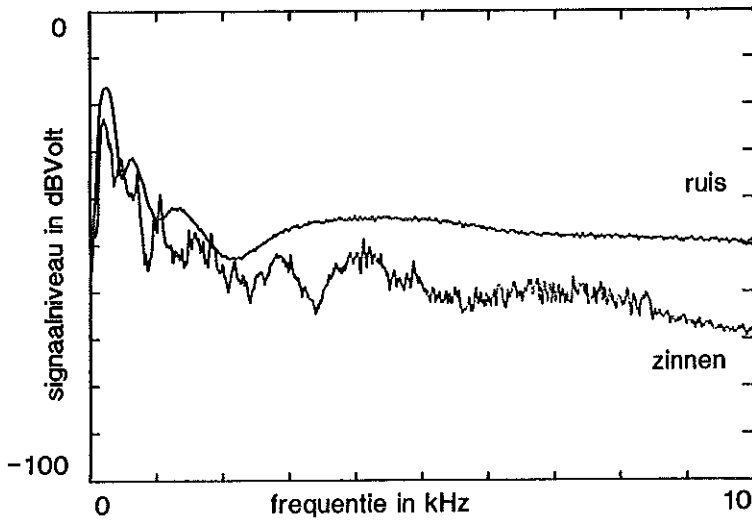


Fig. 1. Gemiddelde lange termijn frequentiespectrum van de zinnen en de ruis.

Vooraf werd een standaardinstructie gegeven waarin het kind gevraagd werd de gehoorde zin steeds na te zeggen. De eerste drie zinnen van de lijst werden gebruikt als proefitem om het kind te laten wennen aan de taak. Over zin 4 tot en met 13 werd het percentage correct nagezegde zinnen bepaald.

Daarna werd de signaal/ruisverhouding bepaald waarbij 50% van de aangeboden zinnen correct kon worden nagezegd. Hiervoor werden de zinnen van Lijst 2, 3 en 4 gebruikt. In tegenstelling tot de gehanteerde procedure voor het bepalen van de spraakdrempel in ruis bij volwassenen (Plomp & Mimpen, 1979) werd bij de kinderen niet de intensiteit van de zinnen maar het niveau van de ruis gevarieerd. De taak was daardoor aanvankelijk vrij eenvoudig waarna de moeilijkheidsgraad geleidelijk toenam. Deze volgorde leek voor kinderen geschikter. Om het kind te laten wennen aan de ruis werden eerst drie oefenzinnen aangeboden met een vrij geringe sterkte van het achtergrondlawaai ten opzichte van de zinnen ($S/R = +10$ dB). Na de oefenitems werden de 36 resterende zinnen aangeboden met een constante sterkte van 65 dB. De sterkte van de ruis nam na elke correcte respons steeds 2 dB toe, totdat het kind de zinnen niet meer kon verstaan. Na de eerste incorrecte respons werd bij elke volgende zin het ruisniveau 1 dB verzwakt tot weer een correcte respons (het eerste testitem) werd gegeven. Vanaf dat punt werd de ruis steeds 1 dB versterkt na een correcte respons en 1 dB verzwakt na een incorrecte respons.

Resultaten

Voor elk kind werd de signaal/ruisverhouding op de spraakdrempel berekend

Tabel 2. Gemiddelde signaal/ruisverhoudingen en standaarddeviaties op de spraakdrempel in ruis, berekend over de eerste 10 testitems.

lft.groep	n	gem. S/R	sd.
6;0-6;6	10	0.56	1.4
6;6-7;0	14	0.51	1.5
7;0-7;6	12	0.13	1.7
7;6-8;0	10	-0.32	3.3

door 65 dB, de sterkte waarmee de zinnen werden aangeboden, te verminderen met het gemiddelde ruisniveau; bepaald over de eerste 10 zinnen vanaf het eerste testitem. De gemiddelden die werden gevonden voor de onderscheiden leeftijdsgroepen en de standaarddeviaties staan in Tabel 2.

Bij een eerste vergelijking van de gevonden gemiddelden lijken de oudere kinderen een beter resultaat te hebben behaald dan de jongeren; de spraakdrempel ligt voor de eerstgenoemden bij een kleinere signaal/ruisverhouding. Na uitvoering van een Variantie Analyse (Oneway) blijkt echter dat er geen sprake is van een leeftijdseffect ($F(3,42) = 0.43$; $p = 0.74$). Voor volwassenen werd $S/R = -5.9$ dB (sd: 0.97) gevonden.

Conclusies en discussie

Bij aanbieding van Lijst 1 (stilleconditie) behaalden 47 kinderen een score van 100%, 7 kinderen 90% en 1 kind scoorde 80%. In de voorstudie van Heintjes & van 't Hoff (1990) werden aanzienlijk lagere gemiddelde scores per lijst gevonden. Het lijkt daarom aannemelijk dat bij gebruik van de geselecteerde zinnen een eventuele invloed van het niveau van de taalontwikkeling en/of het auditief geheugen op de onderzoeksresultaten geringer is dan bij aanbieding van de oorspronkelijke Plomplijsten.

Uit de onderzoeksresultaten blijkt dat voor kinderen een gunstiger signaal/ruisverhouding nodig is om 50% van de aangeboden zinnen te kunnen verstaan dan voor volwassenen. Daarmee wordt de bewering dat voor een test die spraakverstaan in ruis meet een aparte normering voor kinderen is vereist, gestaafd. Onderzoek van de spraakverstaanbaarheid bij kinderen door het berekenen van de signaal/ruisverhouding op de spraakdrempel volgens de gehanteerde procedure (min of meer analoog aan de procedure bij onderzoek van volwassenen) kent een aantal nadelen. Ten eerste kunnen toevalligheden in het responspatroon het resultaat sterk beïnvloeden. Na de 3 proefitems wordt de ruis bij elke volgende zin 2 dB versterkt tot de eerste incorrecte respons, waarna het ruisniveau nog maar met 1 dB wordt gevarieerd. Wanneer een kind kort na de eerste 3 proefitems een onjuiste respons geeft, bijvoorbeeld omdat de aandacht even verslapt, neemt de ruis vanaf dat punt na elke correcte respons nog maar 1 dB toe. Daar-

door zal het gemiddelde ruisniveau berekend over de eerste 10 testitems lager zijn dan wanneer niet zo snel na de eerste 3 proefitems een incorrecte respons wordt gegeven.

Een tweede bezwaar tegen de gehanteerde up-and-down meetprocedure betreft het relatief grote aantal en de aanzienlijke interindividuele verschillen in het aantal zinnen dat is aangeboden voor aan het eerste testitem. De helft van de kinderen krijgt 8 of meer zinnen aangeboden, met een uitschieter van 15 zinnen voorafgaand aan de 10 zinnen waarover de signaal/ruisverhouding op de spraakdrempel wordt berekend. Deze verhouding is daardoor voor de afzonderlijke kinderen niet over dezelfde zinnen berekend, hetgeen de onderlinge vergelijkbaarheid van resultaten beperkt.

Tenslotte wordt een aanwijzing gevonden voor het optreden van een leereffect: van testitem 1 naar 10 neemt het gemiddelde ruisniveau geleidelijk toe. Bij een vergelijking van het gemiddelde ruisniveau, berekend over de eerste en over de tweede 10 testitems, blijkt het verschil na uitvoering van een *t*-toets statistisch significant ($t(45) = 2.75$; $p < .01$).

Consequenties voor het onderzoeksinstrument en pilotstudy naar de geschiktheid van de ontwikkelde opzet

Gezien de nadelen van de in Experiment 1 gehanteerde procedure voor onderzoek van de spraakverstaanvaardigheid bij kinderen is voor het onderzoeksinstrument een andere opzet ontwikkeld. In plaats van de eerder gebruikte up-and-down meetprocedure worden nu 4 lijsten aangeboden, elk bestaande uit 13 zinnen, waarbij voor elke lijst een eigen, vaste verhouding tussen de sterkte van de zinnen en de ruis is gekozen. Per lijst wordt het percentage correct verstaane (=nagezegde) zinnen berekend. Elke juiste respons doet de score toenemen met 10%. De eerste 3 zinnen van elke lijst zijn proefitems die het kind gelegenheid bieden om te wennen aan de taak en de sterkte van de ruis.

In deze gewijzigde opzet geeft Lijst 1 een indruk van het spraakverstaan in stilte en in Lijst 2, 3 en 4 wordt het verstaan bij verschillende sterktes van het achtergrondlawaai gemeten. Naar verwachting zullen kinderen die specifieke problemen ondervinden met spraakverstaan in achtergrondlawaai in de stilteconditie niet afwijkend scoren, terwijl de scores voor de subtests met achtergrondlawaai duidelijk lager zullen zijn dan de scores van "normale" kinderen. Wanneer een kind zowel voor Lijst 1 als voor de Lijsten 2, 3 en 4 een afwijkend resultaat behaalt, kan de invloed van interfererende variabelen als auditief geheugen en niveau van de taalontwikkeling op het gevonden resultaat voor de subtests met achtergrondlawaai onvoldoende worden uitgesloten. De slechte prestaties mogen in dat geval dan ook niet worden toegeschreven aan specifieke problemen met verstaan in achtergrondlawaai.

Om duidelijk te kunnen differentiëren tussen "normale" kinderen en de kinderen die specifieke problemen ondervinden met het verstaan van spraak in achter-

grondlawaai mogen de subtests met achtergrondlawaai geen al te grote problemen opleveren voor "normale" kinderen. De signaal/ruisverhoudingen moeten anderzijds weer niet te gunstig zijn omdat dan plafondeffecten kunnen optreden. Voor Lijst 4, de laatste, tevens moeilijkste subtest, is daarom gekozen voor een signaal/ruisverhouding van 0 dB; waarbij $S/R = 0$ dB wordt gedefinieerd als de situatie waarbij voor zinnen en ruis dezelfde maximale meteruitslag (meetverstrekker B&K 2636) wordt gevonden bij een integratietijd van 100 ms. Op grond van de resultaten van Experiment 1 wordt hierbij voor "normale" kinderen een score verwacht rond de 50%.

Voor Lijst 2 en 3 zijn de signaal/ruisverhoudingen vastgesteld op respectievelijk +4 en +2 dB. Deze keuze is gebaseerd op resultaten van onderzoek bij volwassenen door Plomp en Mimpen (1979). Zij vonden bij aanbieding van zinnen 1 dB boven de spraakdrempel in ruis een toename van 15-20% voor de spraakverstaanscore. Hoewel de spraakverstaancurve bij kinderen mogelijk minder steil verloopt dan bij volwassenen moet ook voor hen rekening worden gehouden met een snelle toename van de score wanneer de ruissterkte beneden het aanbiedingsniveau van de zinnen ligt.

Om een indruk te krijgen van de prestaties van "normale" kinderen en daarmee de geschiktheid van de vastgestelde signaal/ruisverhoudingen te testen is een pilotstudy uitgevoerd. Voor de subtests met achtergrondlawaai werden gemiddelde scorepercentages gevonden tussen 50 en 80-90%. Op grond van deze resultaten werd de ontwikkelde opzet voor het onderzoeksinstrument geschikt bevonden.

Experiment 2

Inleiding

De ontwikkelde opzet is in een tweede experiment aangeboden aan 62 "normale" kinderen om te komen tot een ijkings van het onderzoeksinstrument. Daarnaast zou ook kunnen worden vastgesteld of er sprake is van een leeftijdseffect binnen de onderzochte groep voor wat betreft het vermogen tot verstaan van spraak in achtergrondlawaai. Om de resultaten van de kinderen te kunnen vergelijken met de resultaten van volwassenen is de opzet ook aangeboden aan een tiental volwassen proefpersonen.

Materiaal

Voor een optimale toepasbaarheid van het onderzoeksinstrument in de klinische praktijk werd de uitvoering zodanig gewijzigd dat voor afname slechts eenvoudige audio-apparatuur nodig is: een cassetteband, een cassetterecorder en een koptelefoon. Bij de uitvoering van Experiment 2 is gebruik gemaakt van een cassetteband; TDK Super Alvilyn Cassette, Super High Resolution, IEC/Type II met een opname van de 4 "nieuwe" lijsten in de vastgestelde signaal/ruisverhoudingen; Lijst 1: geen ruis, Lijst 2: $S/R = +4$ dB, Lijst 3: $S/R = +2$ dB, Lijst 4: $S/R =$

0 dB. De opname werd afgespeeld op een portable cassette recorder; Philips D6410/00 en aangeboden via een koptelefoon; Sennheiser HD 410 SL. Aanbieding is in deze uitvoering binauraal/diotisch, met andere woorden zowel links als rechts zijn zinnen en ruis hoorbaar. Omdat bij uitvoering van Experiment 1 een interval van 6 seconden tussen twee opeenvolgende zinnen met name voor de zesjarigen te kort bleek om een aangeboden zin te verwerken en na te zeggen, werd dit verlengd tot 8 seconden.

Procedure

Door de leerkrachten van de deelnemende scholen werden kinderen geselecteerd die voldeden aan de eerder genoemde criteria. Bij elk kind werd ook nu weer een screeningsaudiogram gemaakt om de invloed van een verminderd gehoor op de onderzoeksresultaten uit te kunnen sluiten. Daarna volgde aanbieding van Lijst 1, 2, 3 en 4. Voorafgaand aan elke subtest werd een standaardinstructie gegeven. Na afname werd over item 4-13 van elke subtest een scorepercentage berekend.

Resultaten

De resultaten lagen over het algemeen binnen de maximum en minimum waarden die in de pilotstudy waren gevonden. Voor de twee onderscheiden leeftijdsgroepen werd per lijst het gemiddelde percentage correct nagezegde zinnen en de standaarddeviatie berekend. In Tabel 3 zijn de gemiddelde percentages correct nagezegde zinnen en de standaarddeviaties weergegeven. In Tabel 4 wordt een overzicht gegeven van de verdeling van de scores over de onderzoeksgroep. Uit Tabel 3 blijkt, zoals verwacht, dat bij toename van de ruissterkte het gemiddelde scorepercentage afneemt. Oudere kinderen behaalden een hogere gemiddelde score dan de jongeren en dit verschil is het grootst voor Lijst 4; de moeilijkste conditie. De voor Lijst 1, 2 en 3 gevonden verschillen tussen 6- en 7-jarigen blijken bij uitvoering van een *t*-toets voor gemiddelden statistisch niet-significant. Voor Lijst 4 werd wel een significant verschil gevonden ($t(59) = -2.32$; $p < .05$).

Tabel 3. Gemiddelde percentages correct nagezegde zinnen per lijst en standaarddeviaties.

Leeftijd	waarde	Lijst 1	Lijst 2	Lijst 3	Lijst 4
6;0-7;0	M	97	88	74	58
	sd	5.1	13.0	14.6	14.4
7;0-8;0	M	99	89	75	66
	SD	2.6	11.7	10.4	11.5
volw.	M	100	100	97	90
	sd	0	0	6.4	11.8

Tabel 4. Verdeling van scores over de onderzoeksgroep (in cumulatieve percentages).

Lijst	lft.	percentage correct nagezegde zinnen										
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
1	6-8									2	16	100
2	6-8						2	3	18	32	61	100
3	6-8					2	8	19	53	79	97	100
4	6-7				3	24	38	77	85	97	100	
	7-8					4	15	52	78	96	100	

Discussie

Ook in Experiment 2 werd door de meeste kinderen een score van 100% voor Lijst 1 behaald. Hoewel de invloed van het auditief geheugen en het niveau van de taalontwikkeling ook nu nog niet geheel kan worden uitgesloten lijkt de invloed van deze factoren bij gebruik van de geselecteerde zinnen geringer dan bij aanbieding van de oorspronkelijke Plomplijsten.

Hoewel bij beide leeftijdsgroepen de gemiddelde score afneemt van Lijst 1 naar Lijst 4 blijkt dat voor de individuele scores niet altijd het geval te zijn. Sommige kinderen haalden voor een subtest met een ongunstiger signaal/ruis-verhouding een zelfde of zelfs beter resultaat dan voor een "eenvoudiger" subtest. Mogelijk wordt dit onlogische scoreverloop veroorzaakt door het tijdelijk verslappen van de aandacht. Factoren als inspanning en aandacht/concentratie kunnen het onderzoeksresultaat beïnvloeden.

Voor de subtests die spraakverstaan in achtergrondlawaai meten blijken de gemiddelde scores van de kinderen duidelijk lager dan de scores van volwassenen (Tabel 3). Voor de moeilijkste conditie blijkt zelfs het verschil tussen 6- en 7-jarigen significant. Deze resultaten bevestigen hetgeen naar voren komt in eerder aangehaalde literatuur, waar wordt gesteld dat kinderen gevoeliger zijn voor de storende invloed van achtergrondlawaai op de verstaanbaarheid van spraak dan volwassenen. De noodzaak van een leeftijdgebonden normering voor een test die spraakverstaan in ruis meet wordt daarmee nogmaals aangetoond.

De ontwikkelde opzet voor onderzoek van spraakverstaan in stilte en in achtergrondlawaai kan in de toekomst mogelijk gebruikt worden als diagnostisch instrument. Wanneer het standaard-audiologisch onderzoek bij een kind geen aanwijzingen oplevert voor het bestaan van een gehoorverlies, ondanks problemen met het verstaan, zou het instrument gebruikt kunnen worden bij nader onderzoek. Na afname van het onderzoek kunnen de individuele resultaten van het kind worden vergeleken met de gemiddelde prestaties van leeftijdsgenoten (Tabel 3 en 4). Wanneer een kind in de stilteconditie (Lijst 1) een score behaalt die overeenstemt met de gevonden gemiddelden voor zijn leeftijd, terwijl de score voor de subtests 2, 3 en 4, waarin zinnen worden aangeboden met ruis, duidelijk beneden het gemiddelde liggen, is er reden te veronderstellen dat dit kind specifieke problemen ondervindt met het verstaan van spraak in achter-

grondlawaai. Voordat het instrument werkelijk kan worden gebruikt in de klinische praktijk is verder onderzoek nodig naar de betrouwbaarheid en equivalentie van de subtests. Ook de validiteit en daarmee de diagnostische waarde moet nog worden vastgesteld.

Bij de uitvoering van de experimenten zijn vragen gerezen met betrekking tot verandering van de drempel voor het verstaan van spraak in achtergrondlawaai als functie van de leeftijd: vanaf welke leeftijd bereiken de prestaties van kinderen voor het verstaan van zinnen in ruis het niveau van volwassenen? Licht aan de verbetering van het vermogen tot spraakverstaan in achtergrondlawaai een perceptieve danwel linguïstische factor ten grondslag, of gaat het om een combinatie van beide?

In een eerder onderzoek naar woordverstaan in stilte en achtergrondlawaai vonden Chermak en Dengerink (1981) geen leeftijdseffect. Zij veronderstelden dat dit werd veroorzaakt door vloereffecten die optraden als gevolg van een te ongunstige signaal/ruisverhouding in de conditie met achtergrondlawaai, waardoor zowel de volwassenen als de oudere kinderen in de onderzoeksgroep laag scoorden. Ook Elliott et al (1979) vonden geen leeftijdseffect voor het verstaan van woorden in ruis bij onderzoek van kinderen tussen 5 en 10 jaar, de resultaten van de kinderen verschilden daarbij nauwelijks van de resultaten van volwassenen. Voor het verstaan van woorden in stilte werd echter wel een leeftijdseffect vastgesteld: de prestaties van de kinderen bereikten pas vanaf het tiende jaar het niveau van de volwassenen. Verondersteld werd dat het gevonden effect gebaseerd zou zijn op een verder ontwikkelde "semantic closure skill" bij de oudere kinderen. Hoewel de in de test gebruikte woorden onderdeel uitmaakten van de passieve woordenschat van 3-jarige kinderen zouden de oudere kinderen in de onderzoeksgroep de woorden al bij een geringere geluidssterkte kunnen verstaan doordat zij deze woorden vaker hebben gehoord en zelf gebruikt. Daardoor zouden zij beter in staat zijn om op basis van onvolledige akoestische informatie de aangeboden woorden te herkennen (semantic closure). In de condities met achtergrondlawaai kon door de oudere kinderen geen gebruik worden gemaakt van deze vaardigheid door het maskerende effect van de ruis, waardoor een leeftijdseffect uitblijft. Volgens de auteurs zou bij gebruik van stimulusmateriaal met een grotere linguïstische redundantie dan woorden, zoals zinnen, in condities met ruis mogelijk wel gebruik gemaakt kunnen worden van deze semantic closure skills. Deze veronderstelling is in overeenstemming met de resultaten van het tweede experiment dat in dit artikel wordt beschreven, waar volwassenen aanzienlijk betere resultaten behalen dan de kinderen voor het verstaan van zinnen in ruis.

Of het gevonden leeftijdseffect voor het verstaan van woorden in stilte naast bovengenoemde factor van linguïstische aard mede werd veroorzaakt door een perceptieve factor kon door Elliott et al niet worden vastgesteld. De experimenten werden uitgevoerd binnen een school, waardoor het onmogelijk was drempels voor zuivere tonen beneden 0 dBHL te meten. Eventuele verschillen tussen jongere en oudere kinderen in auditieve sensitiviteit bleven daardoor mogelijk

onopgemerkt. Voor het verstaan van woorden in ruis werd de invloed van een leeftijdsgebonden verandering in de auditieve sensitiviteit uitgesloten geacht, aangezien de verschillen in auditieve perceptie door de ruis tenietgedaan worden. Elliott en Hammer bepaalden in een recent onderzoek (Elliott & Hammer 1993) prestaties van kinderen tussen 6 en 12 jaar op een auditieve discriminatie taak, een passieve woordenschattest, een taalbegripstest en de subtests blokpatronen, cijferreeksen en coderen van de WISC-R. Zij constateerden op basis van de resultaten van een factoranalytisch onderzoek een afnemend effect van stimulusinformatie voor de oudere kinderen (≥ 96 mnd) in de onderzoeksgroep. De veronderstelling dat de eerder door hen vastgestelde leeftijdsgebonden verbetering bij het verstaan van woorden in stilte werd veroorzaakt door een factor van linguïstische aard wordt hierdoor ondersteund. Het lijkt aannemelijk dat de betere resultaten van volwassenen voor het verstaan van zinnen in achtergrondlawaai eveneens, in elk geval ten dele, berusten op deze factor, toch kan de invloed van een perceptieve factor, met name voor jongere kinderen, niet worden uitgesloten.

Een andere vraag die opkwam ten aanzien van spraakverstaan in achtergrondlawaai die nog onbeantwoord bleef, betreft de gevolgen van een vertraging of een stoornis in de ontwikkeling deze vaardigheid voor de ontwikkeling van andere vermogens zoals talen spraak, en voor het verwerven van meer schoolse vaardigheden als lezen en spellen.

Voortzetting van het onderzoek zal hierin mogelijk meer inzicht verschaffen.

Dankbetuiging

Met dank aan Mevr. drs. P. le Coultre, psychologe, die het onderzoek begeleidde en drs. W.F. Muntjewerff, audioloog, voor zijn waardevolle aanwijzingen.

Summary

In some children standard audiological examination does not reveal any hearing loss, in spite of reported difficulties in hearing. The problems of these children may be caused by a relatively greater sensitivity to the disturbing influence of ambient noise on the perception of speech. Since measurement of both, pure tone threshold and speech discrimination in quiet, does not provide sufficient information on speech perception in every day situations, an instrument is needed which investigates speech perception in quiet and in noise. The Plomptest that is used for patients, is unsuitable for children when used in its original form. Therefore, some years ago a research-project was started at the Institute of Audiology of the University Hospital Groningen that aimed to adjust the Plomp-test for usage in children.

In this article two experiments and a pilotstudy are reported that were executed as part of the project. Based on the results of these studies an instrument was developed for the examination of speech perception in quiet and in noise in children between 6;0 and 8;0 years of age. Execution of this test requires only a cassette-tape with the recorded sentences and noise, a cassette-recorder and headphones. The instrument consists of 4 subtests, each containing a list of 13 sentences selected out of the original Plomp material. For every subtest a fixed ratio between the level of the sentences (S) and the level of the noise

(N), resembling the long term average of the sentences, was set; List 1: no noise, List 2: S/N = +4 dB, List 3: S/N = +2 dB, List 4: S/N = 0 dB. These lists are played back for a child under investigation and the child is instructed to repeat the sentences. For each list the percentage of correct repeated sentences is recorded and the subtest scores of an individual child can be compared with group averages and percentile-scores of peers in the experimental group.

Literatuur

- Chermak, G.D. & Dengerink, J. (1981). Word identification in quiet and noise. *Scandinavian Audiology*, 10, 55-60.
- Dekelver, J.F.J. (1990). Diagnostiek van "Centraal auditieve taalstoornissen" op het audiologisch centrum "Hoensbroeck". *Van horen zeggen*, 31, 70-75.
- Elliott, L.L. et al (1979). Children's understanding of monosyllabic nouns in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 66(1), 12-21.
- Elliott, L.L. & Hammer, M.A. (1993). Fine-grained auditory discrimination: Factor Structures. *Journal of Speech and Hearing Research*, 36, 396-409.
- Goorhuis-Brouwer, S.M. (1992). *Kinderen en taal*. Utrecht: Kosmos.
- Heintjes, T. & van 't Hoff, I. (1991). *Het verstaan van de "Plomp-lijsten" door kinderen vanaf 6 jaar*. Afstudeerscriptie Afdeling Logopedie Rijkshogeschool Groningen.
- Hopkinson, N.T. (1978). Speech reception threshold. In Katz, J. (Ed.) *Handbook of Clinical Audiology*. (second edition) Baltimore: Williams & Wilkins.
- Middelweerd, M.J., Festen, J.M. & Plomp, R. (1990). Difficulties with Speech intelligibility in noise in Spite of Normal Pure-Tone Audiogram. *Audiology*, 29, 1-7.
- Mills, J.H. (1975). Noise and children. *Journal of the Acoustical Society of America*, 767-779.
- Nooteboom, S.G. & Cohen, A. (1988). *Spreken en verstaan*. Assen/Maastricht: Van Gorcum.
- Nozza, R.J. et al (1991). Reliability and validity of infant speech-sound discrimination-in-noise. *Journal of Speech and Hearing Research*, 34, 643-650.
- Pape, J.H. (1992). *Ontwikkeling van een instrument voor onderzoek van de spraakverstaanbaarheid in achtergrondlawaai bij jonge kinderen (6;0-8;0 jaar)*. Doctoraalscriptie Vrije studierichting Spraak- en Taalpathologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- Plomp, R. & Mimpen, A.M. (1979) Improving the reliability of testing the speech perception threshold for sentences. *Audiology*, 18, 43-52.
- Plomp, R. (1986). A signal-to-noise ratio model for the speech-reception threshold of the hearing impaired. *Journal of Speech and Hearing Research*, 29, 146-154.
- Rodenburg, M. (1983). *Audiometrie, methoden en klinische toepassingen*. Muiderberg: Coutinho.
- Saunders, G.H., Field, D.L. & Haggard, M.P. (1992). A clinical testbattery for obscure auditory dysfunction (OAD), development, selection and use of tests. *British Journal of Audiology*, 26, 33-42.
- Schaerlaekens, A.M. & Gillis, S. (1987) *De taalvererving van het kind*. Groningen: Wolters Noordhoff.
- Smilde, J.J.M. (1989). Spraakverstaan in ruis. *Tijdschrift voor Logopedie en Foniatrie*, 275-278.
- Wagenaar-Fischer, M.M. (1981). *Meet de toonaudiometer wat kinderen verstaan?* Scriptie vervolgopleiding Jeugdgezondheidszorg, Nederlands Instituut voor praeventieve Gezondheidszorg/TNO.
- Willeford, J.A. (1985) Sentence tests of central auditory dysfunction. In Katz, J. (Ed.) *Handbook of Clinical Audiology*. (third edition) 404-422, Baltimore: Williams & Wilkins.