



ARTIGOS

*O APARELHO AUDITIVO
POR CONDUÇÃO ÓSSEA DIRETA¹*

*Steen Olsen**

Alguns deficientes auditivos não podem usar um aparelho auditivo normal, que através de um molde auricular individual transmite o som via o conduto auditivo externo e orelha média até a cóclea. É o caso de pacientes que sofrem de otite média crônica, inflamação no conduto externo ou em casos em que o uso do aparelho provoca inflamações. Também se pode mencionar pacientes com atresia ou com perdas condutivas agudas, que por alguma razão não podem ser tratados com cirurgia.

Até recentemente a única alternativa para estes pacientes era o uso de óculos auditivos com vibrador ósseo ou aparelho de caixa com vibrador e bandaleta. Entretanto estes tipos de aparelhos causam muitos problemas. A qualidade do som e a amplificação do aparelho dependem muito da pressão que o vibrador produz na porção mastóidea, a grossura da pele e dos tecidos subcutâneos entre o vibrador e o osso. A pressão permanente no mesmo lugar do crânio com o tempo poderá causar dores e irritação na pele. Quando se usa óculos auditivos com vibrador ósseo é difícil conseguir a pressão suficiente no osso, porque a armação dos óculos

1. Título original: The bone anchored hearing aid (BAHA).

* Laboratório de Audiologia. Departamento de Otorrinolaringologia. Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet Copenhagen, Dinamarca.

modernos é feita em material fino que se dobra conforme o aumento da pressão nas hastes. Os usuários de aparelho de caixa com vibrador se queixam do ruído causado pelo atrito com a roupa.

Em 1965 o professor Branemark em Gotemburgo, Suécia, e a equipe dele começaram a implantar parafusos feitos em titânio, em maxilares, para fixar próteses dentárias. Mais tarde a técnica aplicou-se para a fixação de próteses de olhos, narizes e aurículos. Desde 1977 parafusos titânicos também são usados para fixar aparelhos auditivos de condução direta (BAHA).

O BAHA é fixado com um acoplador plástico especial a um parafuso titânio implantado através da pele no osso mastóideo. O BAHA transforma os sinais sonoros captados pelo microfone em vibrações que através do parafuso titânio se propaga via crânio até a cóclea. (figura 1)

Há dois tipos de BAHA; um modelo com vibrador, microfone e amplificador montados dentro de uma unidade que se fixa na cabeça (modelos HC220 e 300 Classic) (figura 2); um outro modelo (HC220) só contém o vibrador que é operado por um aparelho de caixa. A companhia NorbelPharma que fabrica os BAHA's recomenda os aparelhos de caixa Oticon P11P e Philips S1594 para o uso com o modelo HC220. Se escolhe o BAHA ao nível da cabeça ou o modelo ligado a um aparelho de caixa dependendo do grau da perda perceptiva, ou seja, dos limiares medidos por via óssea. A fábrica recomenda o HC220 para perdas de condução óssea de 45 dB até 60 dB em média para as frequências 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz e 3 kHz, enquanto os dois modelos da cabeça são recomendados para perdas mais leves (perdas de condução óssea até 45 dB). Os aparelhos levados na cabeça não possuem bobina magnética, já que isso causaria *feed-back* indutivo. Para aqueles que querem usar bobina magnética podem ligar um aparelho retroauricular *cross* (HC210) com microfone e bobina no outro lado da cabeça.

A vantagem de usar implantes titânicos é, que parafusos feitos neste material em forma muito pura não são rejeitados pelo osso e também não prejudicam o mesmo. Pelo contrário, se registra que o osso continua vivo e crescendo para dentro da rosca do parafuso, o que se chama integração

óssea (Brånemark, 1985). Em 93% dos casos não se verifica irritação da pele no lugar da penetração do parafuso (Hakansson et. al., 1990). Em 4% dos pacientes se encontra um leve rubor da pele em torno do parafuso, enquanto em 3% se verifica irritações, granulações ou infecções ao redor do parafuso. Para proteger o implante – que é conectado ao osso – e o próprio osso, o acoplador plástico (figura 1, número 5) é desenhado para, em caso de choques, desprender-se com a queda do BAHA.

Material e Método

Escolha de pacientes aptos

Foram 16 pacientes (oito de cada sexo) em idade entre 10 a 78 anos (mediana 64 anos) que desde o princípio de 1989 tem recebido tratamento audiológico com BAHA no Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet em Copenhague. Os pacientes foram acompanhados pela clínica de 6 meses a 57 meses (mediana 31 meses). Todos pertencem ao grupo que antes fazia uso de aparelhos com vibrador ósseo, isto é, pacientes com perdas condutivas ou mistas, ou pacientes que não podem usar aparelhos auditivos com molde auricular. Um paciente usava aparelho retroauricular, dois usavam óculos auditivos com vibrador ósseo, 11 usavam aparelhos de caixa com vibrador, um usava aparelho de caixa com receptor e molde auricular e um usava óculos auditivos com vibrador ósseo e aparelho retroauricular alternado.

O diagnóstico referencial em 14 casos era otite média crônica e em dois casos má-formações congênitas. Destes 16 pacientes, um tinha perda condutiva de um lado e dois tinham granulomatose de Wegener. Em oito pacientes somente era possível detectar níveis auditivos em um ouvido, um fato que contribuiu para a escolha do BAHA em vez da cirurgia.

Na tabela I tem-se as informações audiométricas dos pacientes. A logoaudiometria é feita com as listas de palavras *DanTale* (Elberling et. al., 1989).

É importante preparar o paciente para o uso de um aparelho auditivo que é fixado no osso mastóideo. Alguns pacientes precisavam de tempo para acostumar-se com a idéia, para outros não havia problema.

Procedimento cirúrgico

Todos os instrumentos que durante a operação entram em contato direto com o implante titânio tem que ser fabricado em titânio puro para evitar contaminação metálica do implante. O que aumentaria o risco de rejeição do parafuso.

O implante do parafuso titânio no osso mastóideo e a aplicação do sustento do acoplador plástico (chamado *abutment*) pode ser feito em uma ou duas sessões cirúrgicas. Em nosso hospital todas as operações foram feitas em duas sessões com anestesia local. Na primeira sessão é feito o implante do parafuso. Primeiro se descobre o osso tirando as camadas cutâneas (figura 3a). Faz-se um buraco de 3,75 mm de diâmetro e de 3 a 4 mm de profundidade no osso mastóideo. A rosca faz-se a uma velocidade muito baixa, para evitar que o aquecimento fricativo prejudique o osso vivo, melhorando assim a possibilidade de integração óssea. Depois do implante o parafuso e o osso são cobertos pela pele.

Após três a quatro meses é removido um pedaço circular da pele que cobre o parafuso (figura 3b). As camadas de tecidos entre a pele e o osso é parcialmente removida e o lugar é coberto por pele sem folículos de pêlos. Faz-se um buraco na pele no lugar da penetração do parafuso (figura 3c) e o *abutment* é fixado no parafuso titânio (figura 3d). O parafuso é coberto por uma gase sustentado por uma placa plástica (figura 3e). Passado duas a três semanas a pele que cerca o parafuso cicatriza e o acoplador plástico e o BAHA podem ser conectados (figura 3g).

Seleção do Tipo de Aparelho e Avaliação

A série HC200 compreende três aparelhos auditivos: um com resposta frequencial "normal", um com frequências agudas acentuadas e um

com gama freqüencial ampla. Estes três aparelhos foram recentemente substituídos pelo Classic 300, que pode ser aplicado para todos os pacientes que antes usaram um dos aparelhos HC200.

Usamos os aparelhos HC220 em conjunto com os aparelhos de caixa Widex S20, Danavox 107-2 PP e ultimamente também com o Rexton Rex+.

A escolha do aparelho depende das medições feitas no dia da aplicação. Para cada paciente foi obtido limiars auditivos com aparelho, em campo livre. Os estímulos foram tons puros modulados (5% modulação freqüencial), e a calibração refere-se à audiometria em campo livre feito em cinco ouvintes normais, sentados no mesmo lugar em relação ao alto-falante, como os pacientes.

A regra POGO (McCandless e Lyregaard, 1983) foi usada para calcular o ganho desejado baseado nos limiars por via óssea do ouvido melhor do paciente. Foram feitas medições de discriminação de fala com a lista GS (Danielsen et. al., 1971) com e sem ruído *DanTale*, com e sem leitura labial com BAHA.

Em 12 pacientes aplicou-se BAHA a nível da cabeça e em quatro pacientes aplicou-se BAHA ligado a um aparelho de caixa. Foram três pacientes que com BAHA a nível da cabeça tiveram que trocar para o BAHA com aparelho de caixa.

Nos pacientes foram feitos controles de três em três meses. É muito importante, sobretudo no princípio, ver o paciente com intervalos curtos por causa dos problemas existentes de higiene a cerca do transplante. O acoplador plástico se gasta com o tempo e tem que ser trocado, para evitar que haja má qualidade do som transmitido. Em caso de problemas os pacientes vão à nossa clínica com intervalos mais curtos.

Resultados

Até agora nenhum implante foi perdido. Em dois casos o parafuso que segura o *abutment* caiu e a pele em seguida cobriu o implante. Em

mais uns casos notou-se uma piora da qualidade sonora devido a um parafuso de *abutment* solto. Sabemos agora que parafusos feitos em ouro não se soltam tão facilmente, e por isso agora somente usamos parafusos de ouro.

Em um caso, a falta de higiene causou uma infecção com granulações e cobertura do *abutment* pela pele. Todos os outros pacientes evitaram irritação e infecção em torno do implante depois que aprenderam as medidas necessárias de higiene.

A figura 4 mostra os limiares melhores e piores medidos por via óssea dos pacientes usando BAHA a nível da cabeça e com aparelho de caixa respectivamente. Como se vê os dois grupos são demarcados com uma área pequena sobreposta.

A figura 5 mostra a distribuição dos limiares medidos com BAHA em relação ao desvio da targeta calculada. Dos 71 limiares medidos 41 (58%) desviam 15 dB ou menos do valor teoricamente calculado para o limiar com aparelho auditivo.

Na tabela II mostra-se a mediana dos desvios da targeta dos limiares para cada freqüência para BAHA a nível da cabeça e com aparelho de caixa respectivamente. O maior desvio se verifica a 4 kHz.

Na tabela III se vê a mediana dos valores da discriminação de fala medidos com fontes TDH39 sem aparelho auditivo e medidos em campo livre com BAHA. Comparando os valores do grupo que usa BAHA a nível da cabeça com o grupo que usa BAHA com aparelho de caixa se vê que os valores são piores no último grupo. Também se vê neste grupo que os valores obtidos com o BAHA sem ruído de fundo e sem leitura labial são muito piores do que os valores medidos com fones na hora da audiometria.

A figura 6 mostra o audiograma da paciente EE, que na época da aplicação do BAHA tinha 59 anos. No audiograma são indicados a targeta para os limiares com BAHA e os limiares que na realidade foram medidos. Em todas as freqüências, mais sobretudo a 4 kHz, se vê um desvio do que se desejava. Os valores da discriminação de fala são relativamente ruins, mas apesar disso a paciente ficou muito contente com o

aparelho. A explicação se encontra nos valores ainda piores obtidos com o aparelho Widex S20 com vibrador que ela usava antes.

Em certos casos as medições indicavam o uso do BAHA com aparelho de caixa, mas os pacientes insistiam em usar o BAHA a nível da cabeça. Em dois casos era preciso trocar o aparelho para o modelo com aparelho de caixa. Em um outro caso era preciso fazer a troca porque se verificou uma piora notável dos limiões por via óssea.

Discussão

Mostrou-se muito necessário instruir-se profundamente sobre a limpeza e higiene em torno da penetração cutânea do parafuso titânio. Para facilitar este trabalho a companhia NobelPharma fez um programa de vídeo.

Alguns dos nossos pacientes usando BAHA com aparelho de caixa tem limiões por via óssea que excede o limite médio de 60 dB recomendado pelo fabricante. É preciso lembrar-se que o aparelho mesmo não apresentando resultados de adaptação ideais pode representar uma melhoria significativa em relação ao aparelho alternativo, ou seja, mostra-se como a melhor alternativa.

A má discriminação de fala do grupo que usava BAHA com aparelho de caixa deve-se ao fato de que nem todas as partes da fala são audíveis para o paciente com a resposta freqüencial atual do BAHA. O índice da articulação (AI) (Popelka e Gates, 1991) foi calculado para o paciente da figura 6. O AI deste paciente com BAHA era 38% o que corresponde muito bem com a discriminação de fala medida com BAHA a 32%. Se o AI baseado no limite ideal do BAHA para o paciente é calculado, o resultado fica em 83% o que leva a crer que o paciente perceberia a fala muito melhor se a resposta freqüencial do BAHA fosse ideal.

Comparando a tabela I e II se vê, que mesmo sendo os desvios iguais nos dois tipos de BAHA, os valores de discriminação são muito piores para pacientes com aparelho de caixa. A razão deve ser que mesmo

quando há um desvio do limite desejado, no caso das perdas da condução óssea, relativamente pequenas, uma parte significativa da fala é audível para o deficiente auditivo, o que não é o caso para os pacientes com perdas de condução óssea mais graves que usam BAHA com aparelho de caixa. Mesmo assim o BAHA com seus limites em muitos casos representa uma melhora em relação aos aparelhos auditivos usados antes. A paciente EE, que já foi mencionada, relatou melhoras de qualidade de vida. Por exemplo, ela com o BAHA era capaz de conversar com o filho do vizinho de quatro anos e ouvir o cantar dos passarinhos, o que não era possível com o aparelho antigo, o que ela julgou significativo.

A nossa experiência corresponde bem às recomendações do fabricante para indicações dos BAHA, como se vê na figura 4.

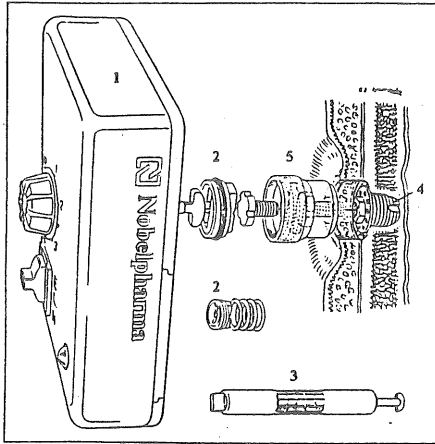
O preço da cirurgia e do BAHA excede largamente o preço de um aparelho auditivo convencional. As despesas são grandes pois precisa-se adquirir instrumentos cirúrgicos especiais, fabricados em titânio puro. As equipes cirúrgicas e audiológicas precisam de cursos especiais para aprendizagem das técnicas necessárias.

Conclusão

Depois de usar os aparelhos BAHA durante quatro anos e meio podemos concluir que se trata de um sistema seguro e com bom funcionamento. O sistema substitui e excede os aparelhos de condução óssea já conhecidos em conforto, aparência e qualidade de som. Com os BAHA's não conseguimos obter aplicações compensadoras tão boas como costumamos obter com os aparelhos de condução aérea.

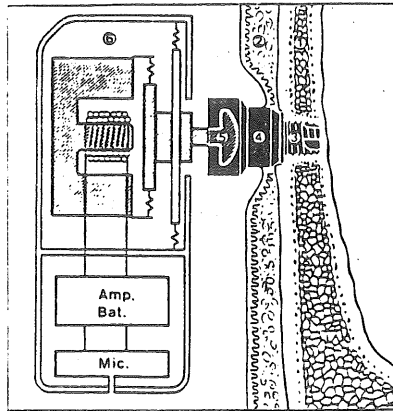
Para o uso do BAHA a nível da cabeça, o limite médio superior de perda de condução óssea para as frequências 500 Hz, 1 kHz, 2kHz e 4 kHz é 55 dB. Para o BAHA com aparelho de caixa não é possível se estabelecer um limite superior já que tantos fatores além dos audiométricos têm que estar em mente quando se trata cada caso.

Figura 1



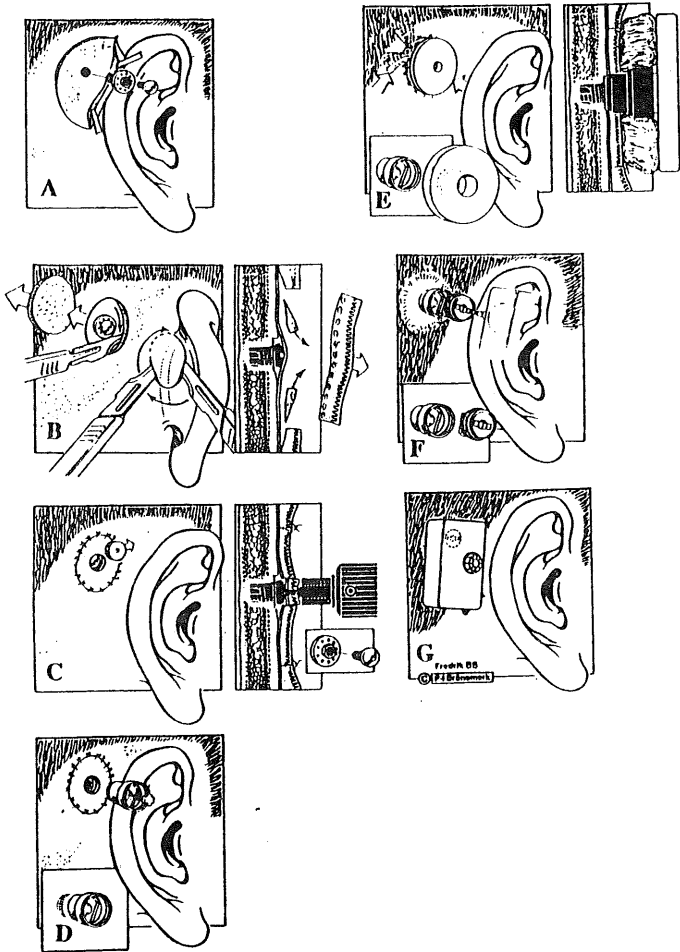
1. Aparelho auditivo. 2. Acoplador plástico. 3. Instrumento para aplicar o acoplador plástico abutment. 4. Implante titânico. 5. Sustentado do acoplador plástico (Abutment).

Figura 2



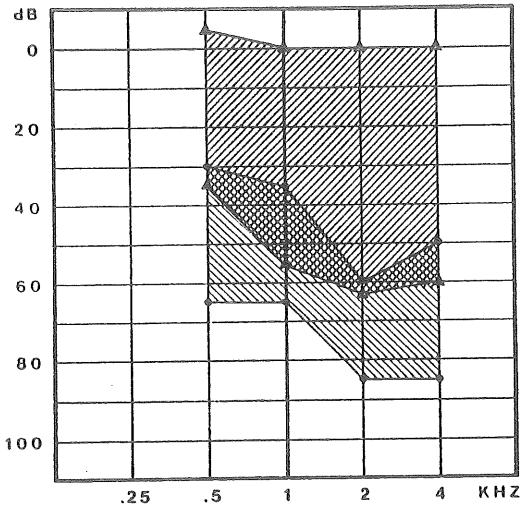
1. Osso. 2. Pele e tecido. 3. Implante titânico integrado no osso. 4. Abutment. 5. Acoplador. 6. Aparelho auditivo com microfone, pilha, amplificador e vibrador.

Figura 3



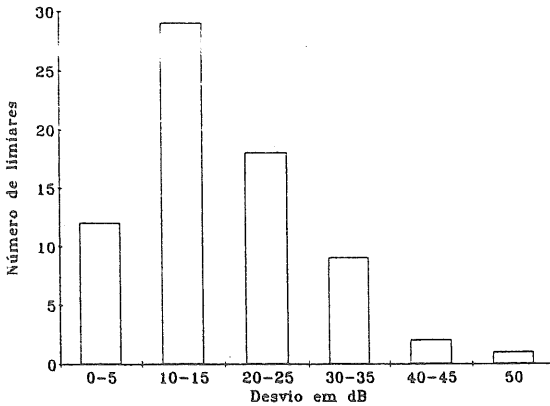
O procedimento cirúrgico para o implante titânico.

Figura 4



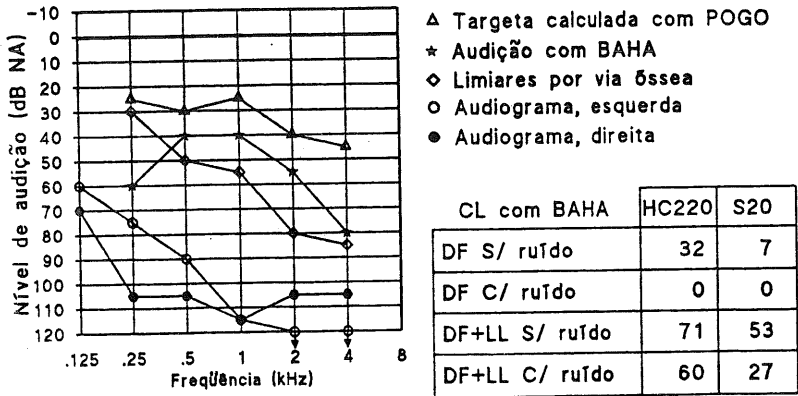
Áreas de uso dos dois tipos de BAHAs conforme os limites medidos por via óssea. Na área superior se usa o BAHAs a nível da cabeça e na área inferior se usa o BAHAs com aparelho de caixa. Na área sobreposta se usa um dos dois tipos.

Figura 5



A distribuição dos limiares medidos com BAHAs conforme o desvio da targeta calculada.

Figura 6



Exemplo de uma paciente tratada com BAHA ligado a um aparelho de caixa. Abreviações: CL (campo livre), DF (discriminação de fala), LL (leitura labial).

Tabela I

Limiares por via aérea (ouvido melhor)

Frequência [Hz]	500	1000	2000	4000
Mediana [dBNA]	75	85	80	85
Extensão [dBNA]	25 a 120↓	35 a 115	25 a 105	35 a 115

Limiares por via óssea (ouvido melhor)

Frequência [Hz]	500	1000	2000	4000
Mediana [dBNA]	30	35	60	55
Extensão [dBNA]	-5 a 65	0 a 65	0 a 80	0 a 80

Informações audiométricas dos 16 pacientes. São indicados os valores medianos por via óssea e aérea. A linha "Extensão" mostra os valores mínimos e máximos.

Tabela II

Desvio dos limiares da targeta medida com BAHÁ [dB]

Frequência [Hz]	500	1000	2000	4000
Cabeça (9 pac.)				
Mediana [dB]	20	13	10	25
Extensão [dB]	0 a 40	0 a 35	5 a 15	15 a 50
Caixa (7 pac.)				
Mediana [dB]	10	15	10	25
Extensão [dB]	0 a 35	5 a 30	5 a 10	10 a 35

Valores medianos do desvio da targeta e dos limiares atuais medidos com a BAHÁ a nível da cabeça e com aparelho de caixa respectivamente. A linha "Extensão" indica os valores mínimos e máximos.

Tabela III

Medições de discriminação da fala

	TDH 39	Com BAHÁ			
		S/ leitura labial		C/ Leitura labial	
		S/ Ruído	C/ Ruído	S/ Ruído	C/ Ruído
Cabeça (9 pac.)					
Mediana %	100	91	70	92	97
Extensão %	96 a 100	51 a 100	15 a 100	59 a 100	19 a 100
Caixa (7 pac.)					
Mediana %	78	32	2	69	62
Extensão %	15 a 97	0 a 76	0 a 29	34 a 79	27 a 67

Medianas das medições da logaudiometria com fones TDH 39 e com BAHÁ a nível da cabeça e com aparelho de caixa respectivamente. Se mostram os resultados obtidos com BAHÁ sem e com ruído, sem e com leitura labial.

Resumo

No Laboratório de Audiologia do Hospital Universitário Nacional, Rigshospitalet, em Copenhague, 16 pacientes foram tratados com aparelho auditivo de condução óssea direta (BAHA). Destes pacientes, nove usam BAHA a nível da cabeça e sete usam BAHA ligado a um aparelho de caixa. Embora a adaptação em muitos casos não seja a ideal com o BAHA, todos os pacientes relatam melhora na qualidade da vida em relação aos aparelhos auditivos alternativos.

Abstract

In the Audiological Laboratory at the National University Hospital, Rigshospitalet, Copenhagen, 16 patients have been treated with bone anchored hearing aids (BAHA). Nine patients are using the BAHA at hair level, while seven patients are using the BAHA connected to a body worn hearing aid. Even though the fitting of the BAHA is not always optimal, all patients are reporting improved life quality with the BAHA.

Referências Bibliográficas

- BRÅNEMARK, P.I. *Introduction to osseointegration*. In: Brånemark, P.I.; Zarb, G. and Albrektsson, T., eds. *Tissue-Integrated Prosthesis*. Quintessence Publ. Co. Inc. Chicago, 1985:11-76.
- DANIELSEN, K.; ELBERLING, C.; SALOMON, G. *Experimental Monosyllable Test for Evaluation of Hearing Aids*. *Scand Audiol*, 1971; (Suppl. 1): 45-8.
- ELBERLING, C.; LUDVINGSEN, C.; LYREGAARD, P.E. *Dantale: A New Danish Speech Material*. *Scand Audiol*, 1989; 18: 169-75.

- HÅKANSSON, B.; LIDÉN, G.; TJELLSTRÖM, A.; RINGDAHL, A.; JACOBSSON, M.; CARLSSON, P.; ERLANDSON, B.E. *Ten Years of Experience with the Swedish Bone-Anchored Hearing System*. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, 1990; 99(10) (Suppl. 151):1-16.
- McCANDLESS, G., LYREGAARD, P. *Prescription of gain/output (POGO) for hearing aids*. *Hear Instr.*, 1983; 34:16.
- POPELKA, G.R. GATES, G.A. *Hearing Aid Evaluation and Fitting*. *Otolaryngol Clin. North Am.*, 1991; 24(2): 415-28.